

LUPINEN

- Verwertung und Anbau -



5. Auflage, Februar 2007

Gesellschaft zur Förderung der Lupine e. V.

Vorwort

Die letzte Auflage unserer Lupinenbroschüre ist im Februar 2003 erschienen. Seit dieser Zeit haben sich viele Änderungen ergeben, die eine Neuauflage dringend notwendig machten.

So hat die **Anthraknose** seit ihrem ersten Auftreten im Jahr 1995 den Anbau der erstmals in den Hauptanbaugebieten Deutschlands dominierenden Gelben Lupinen und auch den Anbau der Weißen Lupinen zum Erliegen gebracht. Durch intensive Forschung konnten aber Strategien zur Bekämpfung der Krankheit entwickelt werden.

Fast gleichzeitig mit der flächendeckenden Ausbreitung der Anthraknose wurden 1997 die ersten bitterstoffarmen Sorten der **Blauen Lupine** zugelassen. Wie sich herausstellte, ist diese Lupinenart toleranter gegen Anthraknose als Gelbe oder Weiße Lupinen. Vor allem deshalb werden heute bis auf einige wenige Flächen nur noch bitterstoffarme Blaulupinen in Deutschland angebaut. Die einst so gefürchtete Krankheit ist mit Einführung der Blauen Lupine und der entwickelten Strategie in der Anbautechnologie ohne größere wirtschaftliche Schäden beim Landwirt zu beherrschen.

Das seit dem 1. Juli 2001 in Deutschland geltende **Pflanzenschutzgesetz** erlaubt nur noch den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln im Lupinenanbau, die für diese Pflanzenarten zugelassen sind oder eine Anwendungserlaubnis besitzen. Es ist deshalb dringend erforderlich, Informationen über die im Lupinenanbau einsetzbaren Pflanzenschutzmittel zu haben.

Schließlich haben sich auch die ökonomischen Rahmenbedingungen verändert (Agenda 2000).

Wir haben mit dieser Broschüre den Versuch unternommen, ausführlich, aber dennoch kompakt über die Verwertung und den Anbau von Lupinen zu informieren.

Die folgenden Damen und Herren haben dazu fachkundige Beiträge geliefert, wofür wir an dieser Stelle herzlich danken:

- Herr Dr. Andreas Berk, Institut für Tierernährung, FAL Braunschweig
- Frau Bärbel Dittmann, Landesamt für Verbraucherschutz und Landwirtschaft, Güterfelde
- Herr Jürgen Kaiser, Kruse Saatzucht GmbH, Ebstorf
- Herr Ulrich Schmiechen, BayWa AG, Bocksee
- Drs. Sigrid u. Elmar Weissmann, Bohlingen
- Dr. Ulrich von Wulffen, Zentrum für Acker- und Pflanzenbau der Landesanstalt für Landwirtschaft Sachsen-Anhalt, Bernburg
- Dr. Wolfgang Heidel, Landespflanzenschutzamt M-V, Groß Nemerow
- Frau Gabriele Thurner, Saatzucht Steinach

Wir hoffen, dass uns eine informative Aktualisierung der „Lupinenfibel“ gelungen ist und dass nach deren Lektüre möglichst wenige Fragen zur Verwertung und zum Anbau der Lupinen offen bleiben.

Anregungen zur Verbesserung der Broschüre sind jederzeit gerne willkommen!

Im Februar 2007.

Dr. Peter Römer, Geschäftsführer der G.F.L.
 Im Rheinfeld 1-13, 76437 Rastatt
 Roemer.GFL@t-online.de
 www.lupinenverein.de

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	4
1. Standortanforderungen und Anbau von Lupinen	4
1.1. Lupinenarten.....	4
1.2. Anbaufläche	5
1.3. Lupinenzüchtung.....	6
1.4. Sorten und Erträge.....	7
2. Verwertungsmöglichkeiten der Lupinen.....	10
2.1. Inhaltsstoffe	10
2.2. Verwertung in der Tierernährung.....	11
2.2.1. Praktische Einsatzmöglichkeiten von Lupinen	13
2.2.1.1. Wiederkäuer	13
2.2.1.2. Geflügel.....	13
2.2.1.3. Schweine	14
2.2.1.4. Sonstige	14
2.2.2. Futtermittelwert von Lupinen	14
2.3. Lupinen in der menschlichen Ernährung	15
2.4. Lupinen als Gründüngungspflanzen.....	18
3. Anbautechnik von Lupinen	19
3.1. Boden und Klima	19
3.2. Fruchtfolge	19
3.3. Düngung	20
3.4. Impfung	21
3.5. Bodenvorbereitung	22
3.6. Aussaat	22
3.7. Ernte	23
4. Pflanzenschutz in Lupinen	25
4.1. Unkrautbekämpfung.....	26
4.1.1. Nicht-chemische Unkrautbekämpfung.....	26
4.1.2. Chemische Unkrautbekämpfung	27
4.2. Krankheiten und Schädlinge	28
4.2.1 Anthraknose	28
4.2.2 Fusarium.....	30
4.2.3 Andere Krankheiten	30
4.2.4 Blattrandkäfer.....	31
4.2.5 Lupinenblattlaus	31
4.2.6 Wildtiere.....	31
4.2.7 Andere Schädlinge	31
5 Wirtschaftlichkeit des Lupinenanbaus	32
Anhang	34
Literaturverzeichnis.....	35
G.F.L	36

Einleitung

Auch nach der Agrarreform 2004/2005 sprechen heute noch einige Argumente für den Anbau der Lupinen:

- Lupinen bilden eine Pfahlwurzel und ein verzweigtes Seitenwurzelsystem; durch ihr starkes Wurzelsystem brechen sie Bodenverdichtungen auf und tragen entscheidend zur Strukturverbesserung des Bodens bei,
- Lupinen können Phosphatvorräte im Boden erschließen, die für andere Kulturpflanzen kaum verfügbar sind, sie mobilisieren einen Teil des schwer löslichen Phosphats im Boden, was auch der Nachfrucht zugute kommt
- Der Anbau von Lupinen lockert die Fruchtfolge auf und hilft Betrieben, die nach den EU-Vorgaben zu ökologischen Landbau wirtschaften, die N-Bilanz der Ackerflächen auszugleichen,
- Lupinen sind Stickstoffsammler; sie helfen, Stickstoff einzusparen und hinterlassen einen Teil des gewonnenen Stickstoffs der Nachfrucht,
- Lupinen sind problemlos in der Anbautechnologie; der Aufwand ist gegenüber anderen Kulturpflanzen gering,
- Lupinen sind standfest und haben platzfeste Hülsen; somit ist der Mähdrusch im Regelfall problemlos möglich,
- das Lupinenkorn hat eine hohe Qualität, insbesondere einen hohen Eiweißgehalt. Es kann daher in vielen Bereichen der menschlichen und tierischen Ernährung und auch als Rohstoff für die chemische Industrie eingesetzt werden.

1. Standortanforderungen und Anbau von Lupinen

1.1. Lupinenarten

Wenn wir von „Lupinen“ sprechen, so sollten wir uns darüber im Klaren sein, dass dies der Oberbegriff für sehr verschiedene Pflanzenarten ist. Wir gebrauchen ihn etwa so, wie wir von „Getreide“ sprechen. Für den Anbau in Mitteleuropa gibt es drei Lupinenarten, nämlich die Gelbe (*Lupinus luteus*), die Blaue oder Schmalblättrige (*Lupinus angustifolius*) und die Weiße Lupine (*Lupinus albus*). Diese drei Arten unterscheiden sich grundsätzlich hinsichtlich ihrer Ansprüche an Boden und Klima (Tabelle 1), aber auch hinsichtlich ihrer Inhaltsstoffe (Tabelle 9) und der Verwertungsmöglichkeiten.

Die Lupine gehört zu den ginsterartigen Leguminosen. Landwirtschaftlich werden derzeit genutzt:

- Gelbe Lupine (*L. luteus* L.) : Geringe Ansprüche an die Standortgüte, bevorzugte Körnerleguminose der leichten Böden mit niedrigen pH-Werten
- Weiße Lupine (*L. albus* L.) : Wegen höherer Ansprüche als Körnerleguminose auf besseren Standorten und in Gebieten mit längerer Reifezeit
- Schmalblättrige oder Blaue Lupine (*L. angustifolius* L.) : Mittlere Ansprüche an den Standort, auch auf leichtesten Böden anbauwürdig. Sie hat somit ein weites Anbauareal.

Alle o.g. Arten stammen aus dem Mittelmeergebiet und haben in ihren Wildformen einen relativ hohen Gehalt an giftigen Bitterstoffen (Alkaloiden). Daher wurden die Lupinen im 19. Jahrhundert vorrangig zur Verbesserung leichter Böden kultiviert und genutzt.

Lupinen sind Hülsenfrüchte und zeichnen sich durch hohe Eiweißgehalte im Korn und in der Grünmasse aus. Demzufolge sind sie prinzipiell zur Körnernutzung als auch zur Produktion von eiweißreichem Grünfutter zu verwenden. Aus Gründen der Saatgutkosten sind für den

Bereich „Grünnutzung“ jedoch nur die kleinkörnigen Arten (Gelbe und Blaue Lupine) sinnvoll.

Tabelle 1: Anforderungen der Lupinenarten an Boden und Klima

Lupinenart	Boden	Klima
Gelbe Lupine	Sande und schwach lehmige Sande mit niedrigem pH-Wert (4,6 bis 6,0); höhere pH-Werte führen zu Kalkchlorosen (Vergilben der jüngsten Blätter) ----- Ertragspotenzial: 15 bis 20 dt/ha	Keine zu hohen Temperaturen in der Jugendentwicklung; trockenes Wetter während der Reifezeit; Vegetationsdauer: 135 bis 150 Tage (je nach Sorte)
Blaue (Schmalblättrige) Lupine	Sande, sandige Lehme; kalkverträglicher als die Gelbe Lupine; optimale pH-Werte: 5,0 bis 6,8; keine Moor- und Heideböden (hier ist die Gelbe Lupine besser geeignet) ----- Ertragspotenzial: 20 bis 45 dt/ha	Für alle Klimlagen Deutschlands geeignet, besonders auch für Gebiete mit kurzer Vegetationszeit; Vorgebirgslagen, Küstengebiete; Vegetationsdauer: 120 bis 150 Tage (je nach Sorte)
Weißer Lupine	Höchste Erträge auf besseren Böden (mindestens sandiger Lehm, besser Lößlehm- oder Schwarzerdeboden); auch Sandböden mit pH 5,5 bis 6,8; keine Böden mit pH-Werten über 7 ----- Ertragspotenzial: 20 bis 60 dt/ha	Warmes, feuchtes Frühjahr; hohe Erträge erfordern kühle Temperaturen bis Beginn des Streckungswachstums sowie gute Wasserversorgung zur Blüte; Vegetationsdauer: 140 bis 175 Tage (je nach Sorte)

Weißer Lupinen enthalten außerdem noch relativ große Mengen Öl im Korn (7 bis 10 %). Für einen wirtschaftlich erfolgreichen Lupinenanbau müssen die Standortsprüche der verschiedenen Lupinenarten unbedingt berücksichtigt werden.

1.2. Anbaufläche

Das weltweit größte Lupinenanbauland ist Australien, wo mehr als 1 Million ha blaue Süßlupinen angebaut werden. Ein Teil dieser Lupinen wird nach Europa exportiert, der überwiegende Teil davon wird in den Niederlanden verbraucht (Tabelle 2).

Tabelle 2: Importe von blauen Süßlupinen in die EU (t; Herkunft: Australien); Quelle: CFCE

Jahr	EU gesamt	Niederlande	Deutschland	Spanien
2000/01	268.000	105.000	31.000	114.000
1999/00	377.000	269.000	58.000	1.000
1998/99	217.000	133.000	37.000	1.000

Das größte Lupinenanbauland innerhalb der EU ist Deutschland. In der amtlichen Anbaustatistik wird ab dem Jahr 2003 die Lupinenanbaufläche in Deutschland statistisch ermittelt. In den Jahren davor beruhen die ausgewiesenen Flächen auf Schätzwerten (Tabelle 3).

Tabelle 3: Süßlupinenanbaufläche in Deutschland der Anbaujahre 1997 bis 2006 (ha); Quelle: Statistisches Bundesamt

1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
41.720	30.000	24.000	27.000	34.000	40.000	45.600	35.800	38.600	33.100

Bedingt durch das Auftreten der Krankheit Anthraknose ab dem Jahr 1995 in Deutschland erfuhren die Anbauflächen zunächst einen starken Rückgang. Durch die Einführung der

Anthraknose-toleranten Blauen Süßlupine in die deutsche Landwirtschaft ab dem Jahr 1997 stiegen die Flächen aber bis heute wieder an. Bemerkenswert ist, dass die Lupinenanbaufläche in allen Jahren über der Ackerbohnenfläche, teilweise sogar doppelt so hoch, lag.

Der Anbau der Lupinen ist im Gegensatz zu den anderen Körnerleguminosen sehr stark regional konzentriert, und zwar in den Bundesländern Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. Es sind dies die Regionen mit hohem Anteil an Sandböden mit niedrigem pH-Wert, an die die Lupinenarten besonders gut angepasst sind. Ursprünglich wurde dort überwiegend die Gelbe Lupine angebaut. Bedingt durch ihre hohe Anfälligkeit für Anthraknose ist die Gelblupine aber heute fast vollständig durch bitterstoffarme Sorten der Blauen Lupine ersetzt worden. Das hohe Ertragspotenzial der Blauen Lupine, die unkomplizierte Anbautechnologie und die vielseitige Anpassungsfähigkeit an Boden und Klima werden dieser neuen Kulturpflanze in Deutschland weitere Anbaugelände erschließen.

1.3. Lupinenzüchtung

Die ursprünglichen Formen der drei in Deutschland angebauten Lupinenarten stammen aus dem Mittelmeergebiet und zeichnen sich durch Spätreife, hohen Wuchs und hohen Bitterstoff-(Alkaloid-)gehalt aus.

Das Auffinden der ersten bitterstoffarmen Körner der Gelben, Weißen und Blauen Lupine durch den deutschen Züchter *Reinold von Sengbusch* in den Jahren 1927 bis 1931 legte den Grundstein für die Entwicklung der Lupinen zu voll nutzbaren Kulturpflanzen. Von bitterstoffarmen Lupinen („Süßlupinen“) spricht man bei einem Alkaloidgehalt von weniger als 0,05 % im Korn. Aus ernährungsphysiologischer Sicht wird aber ein Gehalt von weniger als 0,02 % gefordert. Inzwischen existieren von allen drei Lupinenarten bitterstoffarme Sorten, die an deutsche Klimabedingungen angepasst sind. Die Lupinenzüchter sind darüber hinaus bestrebt, den niedrigen Alkaloidgehalt weiter zu senken und im Erntegut zu garantieren. Dies erfordert einen hohen züchterischen Aufwand und eine ständige Qualitätskontrolle.

In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu wissen, dass der hohe Alkaloidgehalt dominant vererbt wird und Lupinen teilweise fremdbestäubend sind. Da durch Rückmutationen immer wieder vereinzelt bitterstoffreiche Pflanzen entstehen können, ist die Verwendung von kontrolliertem Saatgut die Voraussetzung für die Verwertung des Erntegutes in der Ernährung von Mensch und Tier. ***Deshalb muss vor dem Nachbau von eigenem Saatgut dringend gewarnt werden.***

Da der niedrige Alkaloidgehalt außerdem von verschiedenen unabhängig wirkenden Genen vererbt wird, führt die Kreuzung von zwei Pflanzen, deren Alkaloidarmut auf verschiedenen Genen beruht, zu 100 % bitteren Nachkommen. Somit kann auch die Durchkreuzung zweier bitterstoffarmer Sorten zu bitterstoffreichem Saatgut führen!

Ein weiterer wesentlicher Fortschritt ist mit der Züchtung frühreifender Sorten gelungen. Die ersten Anbauversuche in Deutschland durch *Friedrich den Großen* im Jahre 1779 scheiterten zunächst wegen der Spätreife der aus Italien importierten Formen. Heute existieren Sorten, die mit diesen Ursprungsformen nur noch wenig gemeinsam haben. Bei der Weißen Lupine konnte durch die Verkürzung der Seitentriebe und die Entwicklung terminierter Linien ein kompakter, frühreifender Sortentyp geschaffen werden. Bei den Gelben Lupinen ist durch die Beseitigung des Verharrens im Rosettenstadium ein neuer Pflanzentyp entstanden (Sorten mit fehlendem Vernalisationsbedürfnis), der hinsichtlich Frühreife und ackerbaulicher Handhabung entscheidende Vorteile bringt. Die neueste Entwicklung stellen die so genannten „Epi-gonaltypen“ dar, die nur noch einen Haupttrieb und keine Seitentriebe mehr bilden. Vor allem bei den Blauen Lupinen sind diese determinierten, d.h. unverzweigten Sorten relativ verbreitet. Sie bieten den Vorteil der früheren Reife, können aber – vor allem in trockenen Jahren – ertragliche Nachteile haben. In der Praxis können die Erträge der determinierten Sorte bedingt durch geringere Ernteverluste aber auch höher als die der verzweigten Sorten sein.

Weitere wichtige Zuchtziele sind die Standfestigkeit, die bei den meisten Sorten ausreichend bis gut ist, und die Platzfestigkeit der Hülsen, die vor allem bei den Blauen Lupinen noch verbesserungswürdig ist. Bei Weißen und Gelben Lupinen dagegen sind die Hülsen sehr platzfest. Schließlich sei noch auf die für die Ertragssicherheit wichtige Züchtung auf Krankheitsresistenz hingewiesen. Hier ist vor allem im Hinblick auf die Fusariumresistenz bei Gelben Lupinen ein wesentlicher Züchtungsfortschritt erzielt worden. Ohne diese Resistenz wäre der Anbau der Gelben Lupinen in den Hauptanbaugebieten nicht möglich gewesen. Die aktuelle Herausforderung für die Pflanzenzüchter ist die Züchtung auf Anthraknose-Resistenz, vor allem bei Gelben und Weißen Lupinen (Blaue Lupinen besitzen eine generell bessere Toleranz gegen diese Pilzkrankheit als die anderen beiden Arten).

1.4. Sorten und Erträge

Die Tabelle 4, Tabelle 5 und Tabelle 6 geben einen Überblick über die in der „Beschreibenden Sortenliste“ des Bundessortenamtes des Jahres 2006 eingetragenen Lupinensorten und ihrer wichtigsten Eigenschaften.

Im Jahr 2006 war bei Gelben Lupinen nur noch die Sorte Bornal zugelassen, sie gehört zu den Sorten mit einem Vernalisationsbedürfnis. Gelbe Lupinen haben von allen geprüften Arten den geringsten Kornertrag, aber den höchsten Rohproteingehalt. Sie stellen die geringsten Ansprüche an den Standort. Die starke Anfälligkeit auf Anthraknose könnte den Anbau in Deutschland aber völlig zum Erliegen bringen.

Hinsichtlich des Kornertrages liegen Blaue Lupinen, die seit 1997 in Deutschland zugelassen sind, zwischen den Gelben und Weißen Lupinen. Der Anbau ist auf fast allen Böden möglich. Wegen der geringen Anfälligkeit auf Anthraknose hat sich diese Kulturpflanzenart in wenigen Jahren zur wichtigsten Lupinenart in Deutschland entwickelt. Wie bei allen anderen Lupinenarten auch, darf der Gehalt an freiem Kalk in Boden nicht zu hoch sein. Bei pH-Werten unter 6,5 sind keine Störungen im Wachstum zu erwarten. Böden mit pH-Werten über 6,8 sind vom Anbau auszuschließen. Die Erträge der Blauen Lupine schwanken in normalen Jahren entsprechend des Standortes zwischen 15 und 45 dt/ha. Bei Versuchen auf D3-, D4-Standorten wurden Kornerträge bis 45 dt/ha erzielt. In den Wertprüfungen des Bundessortenamtes wurden Spitzenerträge von über 60 dt/ha erreicht. Die Ertragssicherheit ist allerdings wie bei allen Körnerleguminosen nicht hoch.

Die Blauen Lupinen lassen sich prinzipiell in Sorten mit und ohne Verzweigung einteilen (Tabelle 4). Unverzweigte Sorten bilden nur einen hülsentragenden Haupttrieb und keine Seitentriebe und sind für bessere Standorte mit guter Wasserversorgung besonders geeignet. Auch in Küstenregionen mit häufigen Sommerniederschlägen und damit verbundener verzögerter Reife sind solche Sorten von großem Vorteil. Da die endständigen Sorten auch bei Spätsaaten bis 10. April ohne größeren Ertragsabfall reagieren, kommt diese Wuchsform auch im ökologischen Landbau immer stärker zum Anbau, da vor dem Auflaufen der Lupinen mit dem Striegel eine gute mechanische Unkrautbekämpfung erreicht wird. Die Vorteile dieser Sorten liegen auch in der kürzeren Vegetationszeit und der gleichmäßigeren Abreife von Korn und Stroh.

Verzweigte Sorten eignen sich auch auf leichten Standorten mit begrenztem Wasserangebot. Eine ungleichmäßige Wasserversorgung wird durch die Nebentriebbildung oft ausgeglichen, so dass diese Sorten von der Ertragsstabilität höher einzustufen sind. Nachteile bringt diese Fähigkeit in feuchten Jahren. Die Lupinen bilden ständig neue Seitentriebe. Eine Mähdruschernte kann in solchen Jahren nur durch Defoliation erreicht werden. Bei diesem Sortentyp gibt es bereits relativ viele Sorten. Die neuesten Zulassungen sind in mehreren Merkmalen deutlich verbessert. Insbesondere im Kornertrag, aber auch im Proteingehalt, in der Platzfestigkeit und im Alkaloidgehalt. Der derzeitige Anbau-Umfang der zugelassenen Sorten lässt sich aus dem Anteil an der Gesamtvermehrungsfläche bei Lupinen ableiten.

Weißer Lupinen stellen die höchsten Ansprüche an den Boden und an den Wärmehaushalt. Sie können sehr hohe Eiweißerträge bringen. Die Ertragsschwankungen sind jedoch sehr hoch. Vorteilhaft ist die absolute Platzfestigkeit der Hülsen. Wie in Tabelle 6 zu ersehen ist, reduzierte sich die Vermehrungsfläche in den letzten Jahren sehr stark. Auch hier trifft für die künftige Bedeutung das gleiche zu wie für Gelbe Lupinen. Seit dem Jahr 1998 hat sich in Deutschland ein dramatischer Wechsel im Spektrum der Lupinensorten vollzogen. Im Jahr 1995 trat erstmals die Lupinenkrankheit „Anthraknose“ in Deutschland auf. Sie befiel zunächst Weißlupinenbestände in Süddeutschland, breitete sich dann aber auch nach Norden aus und vernichtete in den Jahren 1997 bis 1999 in großem Umfang die Vermehrungsflächen der Gelben Lupinen. Die Saatgutvermehrungsflächen und damit auch die Gesamtfläche der Gelben Lupinen, die bisher in Deutschland den größten Anbauumfang einnahmen, gingen von da an drastisch zurück (Tabelle 7).

Tabelle 4: Lupinensorten (*Blaue Lupine*) mit Voraussetzung des landeskulturellen Wertes in Deutschland zugelassen (Stand: Juli 2006 und Neuzulassungen vom Februar 2007)

	Zul.-Jahr	VM- Fläche 2006 (ha)	Reife	Lager- neigung	Korn- ertrag	Protein- ertrag	Protein- gehalt	TKM
Blaue Lupinen, Verzweigungstypen								
Bordako	1997	--	5	6	4	4	5	4
Boltensia	1999	38	5	5	7	7	5	4
Bora	2000	129	5	4	7	6	5	3
Borlana	2001	--	5	5	6	6	5	4
Arabella	2002	68	5	6	7	7	5	5
Borlu	2002	771	5	3	7	8	6	5
Boregine	2003	281	5	4	8	7	4	6
Baron	2004	31	4	4	5	6	5	3
Vitabor*)	2004	103	5	6	4	4	5	4
Graf (EU-Sorte)	2004	50	5	5	6	5	5	3
Idefix	2005	25	6	2	5	7	6	2
Probor	2005	69	5	4	7	8	7	3
Sonate	2007	--	5	5	8	7	4	3
Blaue Lupinen, determinierte Typen								
Borweta	1997	4	3	3	3	2	3	2
Sonet	1998	15	3	2	4	3	4	5
Boruta	2001	319	4	3	6	5	5	4
Haags Blaue	2007	--	3	3	5	4	5	4
Blaue Lupinen gesamt		1905						

*) Sorte hat einen geringeren Alkaloidgehalt als vergleichbare mitgeprüfte Sorten

Tabelle 5: Lupinensorten (*Gelbe Lupine*) mit Voraussetzung des landeskulturellen Wertes in Deutschland zugelassen (Stand: 2006)

	Zul.- Jahr	VM-Fläche 2005 (ha)	Reife	Lager- neigung	Korn- ertrag	Protein- ertrag	Protein- gehalt	TKM
Gelbe Lupinen								
Bornal	1993	3	6	5	6	6	6	2
Gelbe Lupinen		3						

Ähnlich erging es den – ohnehin flächenmäßig zu vernachlässigenden – Weißlupinen. Beide Arten sind stark anfällig gegen die Anthraknose. Glücklicherweise gelang es den Lupinenzüchtern – hier ist in erster Linie die Saatzucht Steinach, Station Bornhof in Mecklenburg-Vorpommern zu nennen – ab dem Jahr 1997 die ersten bitterstoffarmen, an deutsche Klima- und Bodenbedingungen angepassten Sorten der Blauen Lupine zur Zulassung zu bringen. Diese Lupinenart besitzt nämlich eine generelle Toleranz gegen die Anthraknose. Allerdings gibt es aber auch innerhalb der Art Unterschiede in der Anfälligkeit. Wie aus Tabelle 7 hervorgeht, konnte die Lupinen-Vermehrungsfläche wieder auf das Niveau der Zeit vor dem ersten Auftreten der Anthraknose gehoben werden. Dabei sind Gelbe und Weiße Lupinen aus dem Anbau fast vollständig verschwunden, während die Blauen Lupinen heute den überwiegenden Teil der deutschen Lupinenanbaufläche ausmachen.

Tabelle 6: Lupinensorten (*Weiße Lupine*) mit Voraussetzung des landeskulturellen Wertes in Deutschland zugelassen (Stand: 2006)

	Zul.- Jahr	VM- Fläche 2004 (ha)	Reife	Lager- neigung	Korn- ertrag	Protein- ertrag	Protein- gehalt	TKM
Weiße Lupinen								
Fortuna	2002	0	5	2	5	6	3	7
Feodora	2004	4	4	2	6	7	3	6
Weiße Lupinen		7						

Zul.Jahr.:	Jahr der Zulassung
VM-Fläche:	Vermehrungsfläche
Reife:	Reife (1 = früh, 9 = spät)
Lagerneigung:	Neigung zu Lager (1 = gering, 9 = stark)
Kornertrag:	Ertrag (1 = niedrig, 9 = hoch)
Proteinertag.:	Rohproteinertag (1 = niedrig, 9 = hoch)
Proteingehalt:	Proteingehalt im Korn (1 = niedrig, 9 = hoch)
TKM:	Tausendkornmasse (1 = niedrig, 9 = hoch)
Blüh.:	Neigung zum Blühen (1 = gering, 9 = stark)
Länge:	Pflanzenlänge (1 = kurz, 9 = lang)
Massebild.:	Massebildung im Anfang (1 = niedrig, 9 = hoch)
TM-Ertr.:	Trockenmasse-Ertrag (1 = niedrig, 9 = hoch)

Das Ertragspotenzial der Lupinenarten hängt stark mit der Anpassung der jeweiligen Art an die Bodengüte zusammen. Gelblupinen, die an ärmste Sandböden mit niedrigen pH-Werten angepasst sind, bringen die niedrigsten Kornerträge (10 bis 25 dt/ha), sind aber auf diesen Böden mit anderen Kulturpflanzen absolut konkurrenzfähig. Auf der anderen Seite steht die Weiße Lupine, die auf guten Böden (z. B. Löß- oder Lehmböden) bis zu 60 dt/ha bringen

kann. Steht sie auf Sandböden, so erreicht auch sie in der Regel nicht mehr als 20 dt/ha. Eine Mittelstellung nimmt die Blaue Lupine ein. Sie übertrifft auf Sandböden oft die Erträge der beiden anderen Arten. Auf sehr ertragreichen Böden gedeiht sie weniger zufriedenstellend und wird dort von der Weißen Lupine übertroffen. Ihr Ertragspotenzial liegt zwischen 20 und 45 dt/ha. Ein Eindruck über die Erträge der Lupinenarten vermittelt die Zusammenstellung der Kornerträge der Landessortenversuche der Jahre 2000 bis 2006 (Tabelle 8).

Tabelle 7: Süßlupinen-Vermehrungsflächen in Deutschland

Lupinenart	Jahr										
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Gelbe Lupine (ha)	1860	2058	1391	661	330	297	274	123	4	63	12
- anerkannt , ha	1783	1308	757	316	318	250	76	123	4	63	3
- anerkannt , %	96	64	54	48	96	84	28	100	100	100	25
Weiße Lupine (ha)	149	77	81	10	30	28	25	9	16	14	7
- anerkannt , ha	103	64	18	10	29	27	25	9	15	14	7
- anerkannt , %	70	84	23	100	97	97	100	100	94	100	98
Blaue Lupine (ha)	0	92	860	1941	1564	2802	3635	4706	4631	2572	1989
- anerkannt , ha	0	61	832	1765	1551	2750	3541	4557	4423	2447	1905
- anerkannt , %	0	66	97	91	99	98	97	97	96	95	96
Süßlupinen gesamt (ha)	2009	2226	2332	2612	1924	3127	3934	4837	4651	2648	2009
- anerkannt , ha	1886	1433	1608	2091	1898	3027	3642	4688	4442	2524	1915
- anerkannt , %	94	64	69	80	99	97	93	97	96	95	95

2. Verwertungsmöglichkeiten der Lupinen

2.1. Inhaltsstoffe

Lupinen enthalten von Natur aus **Alkaloide**. Dies sind stickstoffhaltige Substanzen, die aufgrund ihrer geschmacklichen Eigenschaften auch „Bitterstoffe“ genannt werden. Die in Lupinen vorkommenden Alkaloide gehören zur Gruppe der Chinolizidinalkaloide. Der Genuss bitterstoffreicher Lupinenkörner kann Gesundheitsschäden bewirken. Der Verzehr dieser Körner ist aber wegen des bitteren Geschmacks unangenehm, so dass die für Vergiftungen erforderlichen Mengen meist nicht aufgenommen werden.

Die Lupinenalkaloide gehören zu den sekundären Pflanzeninhaltsstoffen und haben in der Biologie der Lupinenpflanze eine wichtige Funktion, beispielsweise in der Abwehr von Krankheiten und (Fraß-)Schädlingen.

Seit 1930 ist – ausgehend von den Pionierarbeiten des deutschen Züchters Reinold von Sengbusch – in vielen Ländern der Welt konsequent an der Entwicklung bitterstoffarmer Lupinen gearbeitet worden. Diese – auch als „Süßlupinen“ – bezeichneten Züchtungen enthalten im Gegensatz zu den ursprünglichen Lupinen (die 1 bis 4 % Bitterstoffe enthielten) nur noch weniger als 0,05 % Alkaloide im Korn, viele Sorten sogar noch weit weniger (unter 0,02 %). In dieser Konzentration ist weder eine geschmackliche noch eine gesundheitliche Beeinträchtigung beim Genuss von Lupinen zu befürchten und eine direkte Verwertung, ohne weitere Verarbeitungsprozesse, möglich.

Tabelle 8: Ertragspotenzial von Lupinen (dt/ha)
Ortsmittelwerte der Landessortenversuche 2000 bis 2006, jeweils über alle Sorten gemittelt

Jahr		Blaue Lupinen	Weiße Lupinen	Gelbe Lupinen
2000	Mittel der Orte	20,9	38,2	14,5
	Schlechtester Ort	5,8	21,9	(nur 1 Ort)
	Bester Ort	35,5	58,0	
2001	Mittel der Orte	34,4	44,2	20,2
	Schlechtester Ort	18,8	35,8	(nur 1 Ort)
	Bester Ort	45,2	52,7	
2002	Mittel der Orte	29,3	34,7	
	Schlechtester Ort	22,2	23,4	
	Bester Ort	40,2	41,8	
2003	Mittel der Orte	21,8 (n=14)	42,8 (n=4)	
	Schlechtester Ort	7,4	26,0	
	Bester Ort	44,7	52,5	
2004	Mittel der Orte	38,2 (n=14)	45,5 (n=3)	
	Schlechtester Ort	22,0	29,5	
	Bester Ort	53,1	54,5	
2005	Mittel der Orte	32,5 (n=11)	55,9 (n=3)	
	Schlechtester Ort	23,0	42,7	
	Bester Ort	51,5	72,8	
2006	Mittel der Orte	28,2 (n=13)	39,4 (n=3)	
	Schlechtester Ort	17,4	33,5	
	Bester Ort	40,5	43,4	

Heute sind von allen drei Lupinenarten überwiegend bitterstoffarme Sorten im Anbau.

2.2. Verwertung in der Tierernährung

Wegen des hohen Eiweißgehaltes (Tabelle 9) eignen sich die Samen der Lupinen gut zur Proteinergänzung in Mischfuttermitteln für monogastrische Nutztiere (Schweine und Geflügel) und Wiederkäuer. Der Eiweißgehalt ist abhängig von der Art, der Sorte, dem Standort und dem Erntejahr. Selbst bei der gleichen Sorte kann der Gehalt in einem Anbaujahr standortbedingt um bis zu 8 Prozentpunkte schwanken. Im Gegensatz zu den anderen großkörnigen Le-

guminsen Ackerbohne und Erbse enthalten Lupinen wenig Stärke und verdrängen somit kein preiswertes Getreide aus den Futtermischungen.

Tabelle 9: Rohnährstoffe von Lupinen im Vergleich mit anderen Körnerleguminosen und Sojaextraktionsschrot (SES) in % der Korn-Trockenmasse sowie mittlere Tausendkornmasse

Quelle: DLG-Futterwerttabellen – Schweine – 6. Aufl., DLG-Verlag, 1991;

Legende: ¹⁾ Bundessortenamt 2001/2002;

Kultur	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Rohasche	N-freie Extraktstoffe	TKM (g)
Weißer Lupine	34,4 ¹⁾	8,8	13,6	4,1	37,0	250 – 450
Gelber Lupine	42,2 ¹⁾	5,4	16,7	5,1	30,6	100 – 160
Blaue Lupine	34,0 ¹⁾	5,5	15,9	3,8	42,2	120 – 190
SES	51,3	1,4	6,5	6,7	34,1	
Ackerbohne	29,2 ¹⁾	1,6	9,0	3,9	55,6	280 – 650
Erbse	23,0 ¹⁾	1,5	6,8	3,7	62,1	220 – 350

Ziel der Eiweißergänzung in Mischfuttern ist die Versorgung der Tiere mit essentiellen Aminosäuren, so dass der Proteinqualität der Futterkomponenten (Tabelle 10) eine herausragende Bedeutung zukommt. Im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot schneiden die einheimischen Körnerleguminosen dabei alle schlechter ab. Vergleicht man aber diese untereinander, ist das Eiweiß der Lupinen aus ernährungsphysiologischer Sicht das beste Nahrungsprotein, weil es im Verhältnis der Aminosäuren untereinander dem „idealen Protein“ am nächsten kommt. Lediglich Methionin ist in diesem Verhältnis in einem Mangel, was entsprechend berücksichtigt werden muss.

Tabelle 10: Aminosäuregehalte von Lupinen im Vergleich mit anderen Körnerleguminosen und Sojaextraktionsschrot in g/100 g Rohprotein

Quelle: DEGUSSA 2000/2001

	Lysin	Methionin	Cystin	Threonin	Tryptophan
Weißer Lupine	4,66	0,65	1,42	3,49	0,90
Gelber Lupine	4,60	0,60	1,54	3,34	0,73
Blaue Lupine	4,49	0,55	1,33	3,31	0,91
Sojaextraktionsschrot	6,26	1,45	1,51	3,99	1,31
Ackerbohne	6,42	0,80	1,26	3,56	0,88
Erbse	7,17	1,00	1,47	3,75	0,90

Tabelle 11: Energiegehalt von Lupinen im Vergleich mit anderen Körnerleguminosen und Sojaextraktionsschrot

Quellen: Roth-Maier, Paulicks u. Steinhöfel, 2002; Bellof, Spann u. Weiß, 2002; Abel, Sommer u. Weiß, 2002 (UFOP-Praxisinformation)

	Umsetzbare Energie (MJ/kg Futtermittel)			
	Schwein	Geflügel	Wiederkäuer	Netto-Energie-Laktation
Weißer Lupine	12,7	6,8	13,0	8,1
Gelber Lupine	12,4	7,7	12,6	7,9
Blaue Lupine	12,6	6,9	12,5	7,8
Sojaextraktionsschrot	13,0	10,2	12,1	7,6
Ackerbohne	12,7	10,8	12,0	7,6
Erbse	13,8	11,0	11,9	7,5

Neben den Inhaltsstoffen ist deren Verdaulichkeit und der damit verbundene Gehalt an Umsetzbarer Energie (ME) von Bedeutung (Tabelle 11). Während die Lupinen in der Fütterung von Schweinen und Geflügel relativ niedrige Energiegehalte im Vergleich zu anderen Körnerleguminosen und zum Sojaextraktionsschrot aufweisen, übertreffen sie speziell in der Wiederkäuerfütterung die Energiegehalte der vergleichbaren Eiweißfuttermittel, auch den des Sojaextraktionsschrotes.

Wie Tabelle 9 zeigt, haben die Lupinen im Vergleich mit den anderen Körnerleguminosen den höchsten Rohfettgehalt (ausgenommen Soja-Vollkorn). Dieses Öl ist reich an ungesättigten Fettsäuren (Ölsäure 24 – 52% und Linolsäure 15 – 48%). Damit ist das Öl von einem hohen ernährungsphysiologischen Wert.

Eine Besonderheit der Lupinen (besonders der Weißen Lupinen) ist der hohe Mangengehalt (bis 1200 mg/kg T) im Vergleich zu den anderen Körnerleguminosen (bis 40 mg/kg T), welcher in der Lage ist, den Bedarf der Nutztiere ohne Ergänzung über das Mineralfutter zu decken.

Bei entsprechend geringem Alkaloidgehalt sind Lupinenkörner im Gegensatz zu vielen anderen Hülsenfrüchten ohne weitere Behandlung verzehrsfertig (andere negative Inhaltsstoffe kommen nicht vor); Schroten bzw. Mahlen ist allerdings erforderlich. Durch Schälen der Körner kann der Rohfasergehalt reduziert werden.

2.2.1. Praktische Einsatzmöglichkeiten von Lupinen

Alle im Folgenden beschriebenen Verwendungformen setzen voraus, dass der Alkaloidgehalt im Korn den Grenzwert von 0,05% nicht überschreitet.

2.2.1.1. Wiederkäuer

Bei allen Wiederkäuern – Milchkühen, Mastbullen, Schafen u.s.w. – ist die Verfütterung von Lupinenkörnern als alleinige Eiweißergänzung im Kraftfutter möglich. Bei den mittlerweile sehr hohen Einzeltierleistungen in der Milchproduktion, muss diese Aussage jedoch auf niedrige und mittlere Leistungen eingeschränkt werden. Die empfohlenen Mengen in den jeweiligen Wiederkäuerrationen sind in Tabelle 12 zusammengestellt. Das schon angesprochene Fettsäuremuster der Lupinen wirkt sich bei der Verfütterung an Milchkühe über die Milchfettzusammensetzung positiv auf die Streichfähigkeit der Butter aus.

In der Wiederkäuerfütterung kommt auch eine Verfütterung der grünen Lupinenpflanze in Frage. Das erzeugte Grünfutter hat einen durchschnittlichen Proteingehalt von 20 % in der Trockenmasse bei guter Verdaulichkeit und eignet sich gut zur Ergänzung energie-

Tabelle 12: Empfehlungen für den Einsatz von Lupinen in der Wiederkäuerfütterung (alle Lupinenarten); Quelle: Roth-Maier, Paulicks u. Steinhöfel 2002 (UFOP-Praxisinformationen)

	kg/100 kg Körpermasse und Tag	Anteile in der Kraftfuttermischung
Milchkühe	0,40	20 %
Kälber bis 4. Monat		10 – 20 %
Jungrinder ab 4. Monat	0,20	10 %
Mastbullen	0,50	30 %
Mutterschafe/Milchschafe	0,40	20 – 30 %
Mastlämmer		30 %

reicher und proteinarmer Grundfutterkomponenten (Maissilage).

2.2.1.2. Geflügel

Bei Mastgeflügel sollte der Rationsanteil unbehandelter Lupinenkörner 15 bis 25% (10% in der ersten Lebenswoche) nicht überschreiten. Grund dafür ist der Gehalt an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP), der sich negativ auf die Kotbeschaffenheit und damit auf die Einstreuhygiene auswirkt. Dem kann durch hydrothermische Behandlung der Lupinen und/oder dem Zusatz von NSP-spaltenden Enzymen zum Futter entgegengewirkt werden.

Beim Einsatz in der Geflügelernährung gilt aber in jedem Fall, dass Methionin zu ergänzen ist (Rationsgestaltung bzw. Zusatz von kristallinem Methionin).

Die Empfehlungen für den Einsatz der Lupinen in der Geflügelfütterung sind in Tabelle 13 dargestellt.

Table 13: Empfohlene Mischungsanteile von Lupinen in der Geflügelfütterung (Alleinfutter); Quelle: Roth-Maier, Paulicks u. Steinhöfel 2002 (UFOP-Praxisinformationen)

	Weißer Lupinen	Gelber Lupinen	Blaue Lupinen
Broiler/Masthähnchen	15 – 20 %	20 – 25 %	15 – 20 %
Legehennen	15 – 20 %	20 – 25 %	15 – 20 %

2.2.1.3. Schweine

Von allen hier aufgeführten Tierarten reagieren die Schweine am empfindlichsten auf den durch die Alkaloide verursachten bitteren Geschmack der Lupinenkörner. Deshalb sollte im Fall der Schweineernährung der Alkaloidgehalt der gesamten Ration unter 0,02% liegen. Dieser Prozentsatz wird bei einem Alkaloidgehalt von 0,05% im Lupinenschrot bei keiner praktischen Futtermischung überschritten.

Aus einer Reihe von Fütterungsversuchen und aus der praktischen Fütterung ist außerdem bekannt, dass die Weiße Lupine in Rationsanteilen von mehr als 10 % für diese Tierart nicht geeignet ist. Vermutlich ist dafür die Zusammensetzung der NSP-Fraktion verantwortlich, die vermehrt zu Blähungen führt.

Table 14: Empfohlene Mischungsanteile von Lupinen in Futtermischungen für Schweine (Alleinfutter) Quelle: Roth-Maier, Paulicks u. Steinhöfel 2002 (UFOP-Praxisinformationen)

	Weißer Lupine	Gelber Lupine	Blaue Lupine
Ferkel (abgesetzt)	< 5 %	< 5 %	< 5 %
Anfangsmast (30 – 60 kg LM)	10 %	15 – 20 %	15 – 20 %
Endmast (60 – 100 kg LM)	10 %	15 – 20 %	15 – 20 %
Sauen	0 %	20 – 25 %	20 – 25 %

Gut eignen sich Gelbe und Blaue Lupinen in der Schweineernährung. Auf die erforderliche Ergänzung mit Aminosäuren ist jedoch prinzipiell zu achten. Die Ergebnisse eines neueren Fütterungsversuches mit Blauen Lupinen bei Absetzferkeln zeigen, dass die Ferkel in diesem sensiblen Altersabschnitt die Lupinen (Gesamtalkaloidgehalt: 0,0055%) ohne jegliche Probleme aufnahmen und ein gutes Leistungsniveau über den Versuchszeitraum (5 Wochen) zeigten.

2.2.1.4. Sonstige

Bei **Kaninchen** können Lupinen das Sojaextraktionsschrot als Eiweißergänzung vollständig ersetzen. Im Futter der **Forellen** können ca. 30% des Eiweißes in Form von Lupinenprotein verabreicht werden. In der Fütterung von **Lachsen** werden Lupinen in letzter Zeit verstärkt mit Erfolg eingesetzt.

2.2.2. Futtermittelvergleichswert von Lupinen

Ein wichtiger Aspekt in der innerbetrieblichen Verwertung von Lupinen ist die Frage der Wirtschaftlichkeit.

Wenn Lupinen in hofeigenen Futtermischungen eingesetzt werden, verdrängen Sie in erster Linie Sojaextraktionsschrot, aber auch Getreide. Auf der Basis der Protein-, Aminosäure-, und Energiegehalte können die Mengen der verdrängten Futtermittel errechnet und mit dem jeweiligen Preis multipliziert werden. Je nach Kosten von Ge-

Table 15: Monetärer Futtermittelvergleichswert von Lupinen in Futtermischungen für die Schweinemast (€/dt) Quelle: Roth-Maier, Paulicks u. Steinhöfel 2002 (UFOP-Praxisinformationen)

	Preis für Soja-Extraktionsschrot	
	20,00	25,00
Weißer Lupinen	15,07	17,99
Gelber Lupinen	13,89	16,61
Blaue Lupinen	13,42	15,33

treide und Sojaschrot ergibt sich daraus ein höherer oder niedrigerer Futtermittelwert. Beispiele hierfür sind in Tabelle 15 und Tabelle 16 dargestellt. Das Quetschen der Körner vor der Verfütterung hat sich in Praxisversuchen bewährt (BACHTHALER et al. 1992).

Weiterführende Literatur zum Thema: „Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Lupinen in der Nutztierfütterung“, UFOP-Praxisinformationen, UFOP, Claire-Waldoff-Straße 7, 10117 Berlin (www.ufop.de)

Tabelle 16: Monetärer Futtermittelvergleichswert von Lupinen in Futtermischungen für die Fütterung von Bullen und Milchkühen (€/dt); Quelle: Roth-Maier, Paulicks u. Steinhöfel 2002 (UFOP-Praxisinformationen)

Weizenpreis (€/dt)	Lupinenart	Preis für Soja-Extraktionsschrot			
		20		25	
		Bullenmast	Milchkühe	Bullenmast	Milchkühe
11	Weißer Lupine	17,35	10,32	20,35	11,90
12	Weißer Lupine	17,84	10,68	20,84	12,27
11	Gelber Lupine	18,62	10,67	22,55	12,56
12	Gelber Lupine	18,88	10,95	22,81	12,84
11	Blaue Lupine	16,09	10,15	18,62	11,79
12	Blaue Lupine	16,63	10,47	19,16	12,12

2.3. Lupinen in der menschlichen Ernährung

Das hochwertige Lupinenkorn wird in einigen Gebieten der Erde - z.B. in den Mittelmeerländern und in Südamerika - seit mehr als 2000 Jahren als Grundnahrungsmittel geschätzt.

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass die Kombination von Lupinen- mit Getreide- bzw. Maisprotein eine nahezu ideale Eiweißzusammensetzung ergibt. In Portugal und Italien werden gequollene und gesalzene Lupinenkörner traditionell als "Snack" zum Bier gereicht. Die heute erhältlichen Lupinenprodukte sind kein Novel Food im Sinne der EU-Verordnung 258/97 (vgl. Protokoll EU-DG4-Sitzung 4./5. Oktober 2001).

Lupinen für den menschlichen Verzehr sollten einen maximalen Alkaloidgehalt von 0,02% nicht überschreiten. Speziell für die menschliche Ernährung sind folgende Eigenschaften der Lupinenkörner hervorzuheben:

- geringer Gehalt an harnsäurebildenden Purinen (günstig bei Rheuma-Erkrankungen)
- enthalten kein Gluten und sind daher für Personen mit Zöliakie (Überempfindlichkeit gegen Gliadin-Eiweiß aus Getreide) gut geeignet
- niedriger glykämischer Index (langsame Verfügbarkeit der Kohlenhydrate), daher keine Erhöhung des Blutzuckerspiegels (günstig für Personen mit Diabetes)
- möglicherweise cholesterin-senkende Eigenschaften (z. Zt. In Erforschung, erste positive Ergebnisse, die aber erhärtet werden müssen).

Nach dem bisherigen Stand der Kenntnis geht von Lupinen kaum eine Gefahr von Allergien aus. Das Allergiepotezial von Lupinen ist etwa halb so groß wie das von Erdnuss. Ernährungsstudien ergaben vielfältige Einsatzmöglichkeiten von Lupinenkorn. Stichwortartig sind hier zu nennen:

- gequollenen Körner alleine oder gemischt mit anderen Gemüsen als Salat oder Gemüsebeilage, in Suppen oder gekochten Speisen
- Lupinenmehl als Zutat zu Weizenmehl (10%) zur Herstellung von Brot und anderen Backwaren sowie Süßspeisen (es ersetzt dort das Ei und verbessert die Haltbarkeit und Frische des Produkts durch das gute Wasserbindungsvermögen des Lupineneiweißes)
- Mehl als Zutat (6%) zur Herstellung von Nudeln
- Herstellung von Lupinenmilch, Lupinentofu, Lupinenshoyu und Lupinenmiso, Lupinenmayonaise.

Wegen ihres neutralen Geschmacks wird von einigen Herstellern von Lupinen-Nahrungsmitteln die Weiße Lupine bevorzugt. Aufgrund der unsicheren Rohstoffversorgung (geringe Anbaufläche und Risiko des Befalls mit Anthraknose) werden aber überwiegend Blaue Lupinen, meist australischen Ursprungs, verarbeitet. Ausnahmen bilden die Firmen Lupina und Terrena, die ausschließlich Weiße Lupinen verarbeiten.

Eine Auftrennung des Lupinenkorns in mehrere Fraktionen entwickelte die Firma Mittex in Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Lebensmittel- und Verpackungstechnologie (IVV). Einige Verfahren sind inzwischen patentiert oder werden von verschiedenen Firmen weiterverfolgt. Es entstehen die Fraktionen „Lupinenisolat“ mit einem Proteingehalt über 85%, „Lupinenkonzentrat“ (ca. 50% Protein) und ein Produkt aus der inneren Faser der Lupine (ballaststoffhaltig). Hervorstechendste Eigenschaft der Lupinenproteine ist die ausgezeichnete Emulgierfähigkeit und -stabilität

Table 17: Beispiele von Lupinenprodukten für die menschliche Ernährung (soweit am Markt; kein Anspruch auf Vollständigkeit!)

Produktname	Produktbeschreibung	Hersteller/Vertreiber
LUPISAN	Getoastetes Lupinenmehl	Soja Austria (www.soja.at)
LUPIGRAN	Getoastetes Lupinengranulat	
LUPIBRAN	Getoastete Lupinenkleie	
FRALU-T	Getoastetes Lupinenmehl	L.I. Frank (NL), bzw. Georg Breuer GmbH (www.lifrank.nl)
FRALU-NT	Nicht getoastetes Lupinenmehl	
FRALU-BITS	Getoastetes Lupinengranulat	
FRALU-HULLS	Getoastete Lupinenkleie	
FRALU-GRITS	Getoastetes Lupinenschrot	
FRALU-LEC	19% Phospholipide	
FRALU-T-C	Getoastetes Lupinenmehl	
FARILUP	Lupinenmehl	Terrena (F) (www.lupin.fr)
FIBRILUP 155	Lupinenfaser	
PROTILUP 160	Lupinenprotein	
LOPINO	Lupinen-Frischeiweiß	Lupina GmbH (www.lopino.de)
LOPINO OKARA	Lupinen-Faserprodukt	
LOYU	Süßlupinen-Flüssigwürze	
Café Pino	Lupinenkaffee	Bioland (www.eviev.de)
Peter & Paul Malzmehrkornbrot	Brot mit Süßlupinenschrot	Kamps (www.kamps.de)
Lieken Urkorn Toastwaffeln	Waffeln mit Lupinenmehl	
Gefüllte Lupinen-Spezialitäten	Vegetar. Fertiggerichte	Multikost (www.multikost.de)
Lupinen-Spezialitäten	Vegetar. Fertiggerichte	
Lupinen-Crossies	Vegetar. Fertiggerichte	
Lupinen-Schnitzel	Vegetar. Fertiggerichte	
Lupinen-Spieße	Vegetar. Fertiggerichte	
NaProLup P40	Getoastetes Lupinenmehl	Naprofood (www.naprofood.de)
NaProLup P44	Getoastetes Lupinenmehl (Premium)	
NaProLup P52	Proteinkonzentrat	
NaProLup P 56	Proteinkonzentrat (Premium)	
Lupinenbratwurst	Vegetarische Bratwurst	Landkrone (www.landkrone.de)
Lopino Natur	Lupinen-Frischeiweiß	
Wurstige Lupinenspezialitäten	Fertiggerichte	Albertus Tofuhaus (www.alberts-tofuhaus.de)
Carobella Duocrema	Brotaufstrich	Naturproducts GmbH, NL (www.naturproducts.nl)

Daraus ergeben sich die in Tabelle 18 aufgelisteten Einsatzmöglichkeiten für diese Lupinenprodukte

Tabelle 18: Praktische Einsatzmöglichkeiten der durch Auftrennung des Lupinenkornes entstehenden Produkte

Anwendung	Lupinen-isolat	Lupinen-konzentrat	Innere Faser
Fleisch und Wurst			
• Kochschinken	X		
• Würstchen (Frankfurter)		X	
• Leberwurst		X	
• Geflügelprodukte	X		
• Hamburger	X	X	
Backwaren			
• Brot		X	X
• Kuchen, Donuts		X	
• Backfertigmischungen		X	
• Kekse, Kräcker		X	X
• Pfannkuchen, Waffeln		X	
• Süßwaren, fette Schäume, Kuvertüren		X	
Nudeln und ähnliches		X	
Brotaufstriche		X	
Frühstückscerealien		X	X
Schmelzkäsezubereitungen		X	X
Majonäse	X	X	
Kaffeeweißer	X		
Getränke	X	X	
Kindernahrung	X		
Diätahrung	X	X	X
Geschmacksträgerstoff			X

2.4. Lupinen als Gründüngungspflanzen

Dieser Einsatzbereich der Lupine, der einen ersten „Boom“ zu Ende des 19. Jahrhunderts in Deutschland bewirkte, sollte natürlich nicht unerwähnt bleiben. Die struktur- und bodenverbessernde Wirkung wird sowohl mit alkaloidarmen wie auch mit alkaloidreichen Sorten erzielt.

Bitterstoffreiche Lupinen zeichnen sich durch eine zügige Jugendentwicklung, hohe Grünmassebildung, und das Fehlen von Wildverbiss aus, wodurch ein schnelles Schließen der Bestände mit einer frühen und nachhaltigen Unkrautunterdrückung erzielt wird. Diese Vorzüge erreicht durch die Aussaat einer kleinkörnigen schmalblättrigen (Blauen) Bitterlupine aber auch mit einer entsprechenden bitterstoffarmen Sorte (hier ist aber das Risiko des Wildverbisses höher).

Auf Stilllegungs- und Rekultivierungsflächen sowie im Zwischenfruchtanbau kann die Aussaat ab Mitte März bis Mitte August mit 80 bis 100 keimfähigen Körnern/m² erfolgen.

Da Lupinen auch in milden Wintern immer abfrieren, ist eine Mulchsaat der Folgenkultur problemlos möglich.

Neben Reinsaaten ist auch der Zusatz von Lupinen in Begrünungsmischungen zu empfehlen. Dadurch wird oft eine noch bessere Unkrautunterdrückung erreicht. Die Aussaatzeit erfolgt wie bei der Reinsaat.

Der besondere Wert der Gründüngungspflanze Blaue Bitterlupine ist begründet in ihrer Pfahlwurzel, die bis 2 m in den Boden dringen kann (Aufbrechung von Boden- und Pflugsohlenverdichtungen).

Durch die Symbiose mit den Knöllchenbakterien wird der Luftstickstoff für die nachfolgenden Früchte gebunden.

Eine weitere positive Eigenart der Lupine besteht in dem Aufschluss von schwerlöslichen Phosphaten, die damit wieder pflanzenverfügbar werden. Durch diese natürlichen Nährstoffbereitstellungen ist die Lupine besonders vorteilhaft im ökologischen Landbau.

3. Anbautechnik von Lupinen

3.1. Boden und Klima

Die wesentlichen Daten zu Boden- und Klimaansprüchen der Lupinen sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Wichtig für alle Lupinenarten ist ein nicht zu hoher pH-Wert. Bei Gelben Lupinen darf der Wert pH 6,0, bei Blauen und bei Weißen Lupinen pH 6,8 nicht überschreiten. Große Mengen frei verfügbaren Kalziums sind für Lupinen schädlich.

Staunasse Böden scheiden ebenfalls aus. Obwohl Lupinen zur Keimung und während der Blüte einen relativ hohen Wasserbedarf haben, sind sie insgesamt als trockenverträglich einzustufen. Die kräftige, tiefreichende Pfahlwurzel bewirkt, dass die Wasseraufnahme der Lupinen bei Trockenheit sehr effizient ist.

Mit der Zulassung alkaloidarmer Sorten bei Blauen Lupinen ist der praktische Anbau heute auf viele Standorte Deutschlands erweitert worden. Die Ansprüche an den Boden nehmen in der Reihenfolge Gelbe Lupinen, Blaue Lupinen, Weiße Lupinen zu. Die Blaue Lupine verfügt dabei aber über die größte Anbaubreite. Ihre Anbauberechtigung reicht von leichten über mittlere bis hin zu den guten Standorten.

Für einen erfolgreichen Anbau sind bei Weißen Lupinen die hohen Wärmeansprüche zu berücksichtigen. Blaue Lupinen hingegen zeigen hier die geringsten Ansprüche. Fröste nach der Aussaat bis -8°C werden schadlos von ihr überstanden. Gelbe und Weiße Lupinen vertragen Fröste bis -4°C . Bei Temperaturen unter -8°C erfriert bei Blauen Lupinen der Vegetationskegel. Die neu gebildeten Seitentriebe können aber wie im Jahr 2005 beobachtet einen spürbaren Ertragsausfall nicht verhindern.

Deutlich unterscheiden sich die Lupinenarten in der nötigen Zeit bis zur Körnerreife. Die Blauen Lupinen haben die kürzeste Vegetationszeit, die Gelben Lupinen benötigen eine längere Zeit und die Weißen Lupinen, auch bedingt durch die Anbauberechtigung auf guten Böden, haben die längste Vegetationszeit. Sollte eine frühe Erntezeit ein wichtiges Kriterium für den Landwirt sein, müssen neben der Wahl der Lupinenart auch die unterschiedlichen Reifezeiten der Sorten innerhalb einer Art berücksichtigt werden. Die frühen Sorten bei Blauen Lupinen haben mit ca. 120 - 130 Tagen die kürzeste Entwicklungszeit und sind im Erntetermin der Erbse gleichzusetzen.

3.2. Fruchtfolge

Lupinen sind Stickstoffsammler und tragen durch ihr kräftiges, weit verzweigtes Wurzelsystem zur Strukturverbesserung des Bodens bei. Alle 3 Arten haben eine lange Pfahlwurzel, mit der sie auch Nährstoffe und Wasser aus den tieferen Schichten nutzen. Außerdem sind sie

in der Lage, die Phosphatverfügbarkeit im Boden zu verbessern. Somit gehören Lupinen prinzipiell zu den besten Vorfrüchten in der deutschen Landwirtschaft. In diesen Vorzügen unterscheiden sich die Süßlupinen nicht von den Bitterlupinen.

Der Einbau von Lupinen in die Fruchtfolge verändert das Anbausystem in seinen Wechselbeziehungen und Leistungen sehr positiv. Die größte Bedeutung hat dabei zweifellos die hohe Stickstoff-Fixierung und die Bereitstellung von verfügbarem Stickstoff für die Folgekulturen. Weitere positive Vorfruchtwirkungen resultieren aus der Humusanreicherung, der damit verbundenen Verbesserung der Bodenstruktur und Bodengare, der Zunahme des Bodenlebens und des Aufschließens von Grundnährstoffen, insbesondere von Phosphor. Die ökonomische Leistung beschränkt sich nicht nur auf die direkte Folgefrucht, sondern auch auf die weiteren Folgefrüchte und damit auf die gesamte Fruchtfolge.

Es ist zu erwähnen, dass die Vorfruchtwirkung in der Regel umso größer ist, je einseitiger die Fruchtfolge und je geringer die Bodenfruchtbarkeit und Ertragsfähigkeit des Standortes sind.

Unverzichtbar ist der Einsatz von Lupinen im *ökologischen Landbau*. Lupinen hinterlassen den für diesen Wirtschaftsbereich so wichtigen langsam fließenden biologisch fixierten Stickstoff. Die Vorfruchtwirkung liegt hier deutlich höher als im konventionellen Ackerbau.

Die günstigsten *Nachfrüchte* nach Lupinen sind die Wintergetreidearten. Sie nutzen am effektivsten die angesammelten Nährstoffe. Auswaschungen des wertvollen Stickstoffs werden minimiert. Sollte aus betrieblichen Gründen eine Frühjahrsbestellung als Nachfrucht vorgesehen sein, ist in jedem Fall eine schnell wachsende Zwischenfrucht vorzusehen. Besonders geeignet sind Gelbsenf, Ölrettich oder Phacelia, die im Winter sicher abfrieren und eine Mulchsaat im folgenden Frühjahr gestatten.

Alle 3 Lupinenarten sind *mit sich selbst unverträglich*. Anbaupausen von mindestens 4, besser noch 5 Jahre sind deshalb unbedingt einzuhalten (auch zu anderen Leguminosen!). Stehen die Lupinen enger in der Fruchtfolge, kommt es zu Ertragsverlusten durch mehrere Pilzkrankheiten.

An die *Vorfrucht* stellen alle 3 Lupinenarten keine Ansprüche. Als Vorfrucht eignet sich Getreide besonders. Der Anbau direkt nach Grünlandumbruch ist ebenso zu vermeiden wie der Anbau nach anderen Leguminosen (inklusive Kleeegrasgemenge).

3.3. Düngung

Für die Grunddüngung zu Lupinen kann bei einem Ertragsniveau von 40 dt/ha von einem Entzug von 40 kg/ha P_2O_5 , 60 kg/ha K_2O und 20 kg/ha MgO ausgegangen werden, wenn das Stroh auf dem Feld bleibt. Wenn der Boden gut versorgt ist (Gehaltsklasse C), genügt es, diesen Entzug unter Berücksichtigung der jährlichen Auswaschungsrate zu ersetzen. Bei schlechter Versorgung des Bodens sind die entsprechenden Zuschläge vorzunehmen.

Bei optimaler Bodenversorgung muss die Grunddüngung nicht unbedingt zur Lupine gegeben werden. Da die Lupine die Fähigkeit besitzt, mit ihrem ausgezeichneten Wurzelsystem auch schwer verfügbares Phosphat zu erschließen, kann dies besonders bei der Verteilung der Phosphatdüngung innerhalb der Fruchtfolge berücksichtigt werden.

Eine Kalkung zu Lupinen ist zu unterlassen. Der Boden sollte bereits zu den Vorfrüchten mit Kalk versorgt werden, da sonst durch Festlegung freien Eisens die Lupinenchlorose (Blattaufhellung) auftreten kann (BACHTHALER et al. 1992). Bei den heute fast ausschließlich im Anbau befindlichen Blauen Lupinen können bei pH-Werten über 6,5 deutliche Ertragsausfälle auftreten.

Als Stickstoffsammler wird den Lupinen keine mineralische Stickstoffdüngung verabreicht. Nur bei Weißlupinen, bei niedrigem Bodenvorrat, kann eine Startdüngung von bis zu 60 kg N/ha gegeben werden (STOCK und DIEPENBROCK 1999). Eine mineralische Stickstoffdüngung widerspricht allerdings dem eigentlichen Vorzug der Leguminosen. Eine Mineral-

düngung mit Stickstoff würde den Gratisfaktor der biologischen N₂-Fixierung deutlich verringern, ein Großteil des wirtschaftlichen und umweltschonenden Vorteils des Lupinenanbaus ginge verloren. Stickstoffgaben würden das nicht erwünschte Wachstum von Unkräutern stark fördern und neben einer deutlichen Reifeverzögerung zu zusätzlichen Unkrautbekämpfungsmaßnahmen zwingen.

Ausnahmen sind angeraten, wenn bei erstmaligem Lupinenanbau in der Fruchtfolge und unterbliebener Saatgutimpfung keine biologisch aktiven Knöllchen (siehe 3.4 Impfung) zu erkennen sind. Hier sollte mit einer Gabe von 30-40 N kg/ha die fehlende Stickstoffsammlung überbrückt werden.

Gülle, Stallmist und andere **organische Dünger** sollen auch wegen der möglichen Reifeverzögerung der Lupinen nicht gegeben werden.

Mikronährstoffe wie Schwefel, Bor, Molybdän, Kupfer, Eisen und Mangan sind für eine gute Entwicklung der Lupinenbestände notwendig. In der Regel reichen die natürlichen Vorräte im Boden aus. Von einer rein vorbeugenden Blattdüngung der Lupinen ist abzuraten, bei akutem Mangel kann aber auf diese Weise schnell ein Ausgleich erfolgen.

3.4. Impfung

Das für die Stickstoffbindung der Lupine verantwortliche Bakterium (*Bradyrhizobium lupini*) ist nicht in jedem Fall in ausreichender Menge im Boden vorhanden. Die für Lupinen notwendigen Bakterien sind auch auf Serradella zu finden, während die Bakterien von Erbsen und Ackerbohnen nicht auf Lupinen übertragen werden können.

Voraussetzung für eine gute Knöllchenbildung ist ganz allgemein ein lockerer, gut durchlüfteter Boden. Auf Standorten, die noch nie oder auf Böden, die längere Zeit (über 10 Jahre) keine Lupinen oder Serradella getragen haben, kann eine Impfung des Saatgutes empfehlenswert sein.

Viele Versuche machen deutlich, dass dort, wo keine Bakterien im Boden vorhanden sind, erst durch die Impfung ein wirtschaftlicher Lupinenanbau möglich wird. Mehrerträge von über 30 % gegenüber der ungeimpften Kontrollvariante konnten nachgewiesen werden. Gleichzeitig steigt durch die bessere Stickstoffversorgung der Pflanzen der Proteingehalt der Körner an. Da die Präparate relativ teuer sind, kann die Wirtschaftlichkeit einer Impfung nicht generell garantiert werden.

Den **Gehalt an Lupinenrhizobien** im Boden kann man mit Hilfe folgender Methode feststellen: 50 g frischer, auf 2 mm gesiebter Boden wird mit 450 g sterilem Sand vermischt und in ein Kunststoffgefäß gefüllt. In das Gefäß werden 2 Lupinenkörner gesät, die vorher für eine Minute in 30%iger Hypochloritlösung vorbehandelt und anschließend in steriler, stickstofffreier Nährlösung vorgekeimt wurden. Die Gefäße werden gleichmäßig feucht gehalten. Nach drei Wochen lässt sich anhand des Knöllchenbesatzes der Pflanzen eine Abschätzung des Rhizobiengehaltes des Bodens durchführen. Die Knöllchen sollten dabei im Inneren eine rötliche Färbung aufweisen, ein Zeichen für ihre biologische Aktivität.

Die **Impfstoffe** sollten zusammen mit dem Saatgut bestellt werden. Gängige Präparate sind beispielsweise „HiStick“ und „Radicin“. Das erste Mittel ist ein Torfpräparat, das letztere eine Suspension (flüssig). In Versuchen konnte gezeigt werden, dass die Wirkung des Torfpräparates besser ist als die des Suspensionspräparates.

Die Torfpräparate werden trocken oder mit Wasser angeteigt unmittelbar vor der Aussaat mit dem Saatgut vermischt, dies ist auch beim Befüllen der Drillmaschine mit Saatgut möglich.

Der Erfolg ist umso besser, je gleichmäßiger eine Verbindung mit dem Saatgut erfolgt. Flüssige Präparate sind über Beizautomaten dem Saatgut zuzuführen. Da die Impfpräparate empfindlich gegen Licht und gegen Austrocknen sind, soll der Zeitraum zwischen Impfung und

Aussaat möglichst kurz gehalten werden. Eine Impfung nur wenige Stunden vor der Aussaat ist die wirksamste Variante.

Auch die **Impfung über den Boden** ist möglich. Hierzu wird das Torfpräparat mit einem Mikrogranulat (oder mit feinem, trockenem Quarzsand) vermischt und dieses mit einem Mikrogranulatstreuer entweder breitflächig gestreut und sofort eingeeget oder beim Säen direkt in die Saattrinne gestreut. Durch eine spezielle Beschichtung der Körner, die das Austrocknen der Knöllchenbakterien verhindern, ist es möglich, das Saatgut im Voraus zu impfen. Dieses Verfahren wird bereits bei Sojabohnensaatgut angewendet, bei Lupinen bisher aber noch nicht.

Eine andere - wenn auch weniger effiziente - Möglichkeit, die Versorgung der Lupinen mit Knöllchenbakterien sicherzustellen, ist der Anbau von **Serradella** als Vorfrucht, da diese Wirtspflanze der gleichen Rhizobienart ist. Diese Methode funktioniert natürlich nur in Böden, in denen ein gewisses – wenn auch geringes – Ausgangspotential an Rhizobien vorhanden ist.

In traditionellen Lupinenanbaugebieten bringt eine Impfung nach den bisherigen Erkenntnissen keine Vorteile, da die Knöllchenbakterien in ausreichender Zahl im Boden vorhanden sind.

3.5. Bodenvorbereitung

Die Bodenvorbereitung sollte bereits im Jahr vor der Aussaat mit einer Herbstfurche beginnen. Besonders auf Sandböden ist eine Saatsfurche im Frühjahr aufgrund der damit verbundenen Wasserverluste nicht anzuraten. Falls diese dennoch notwendig wird, muss möglichst flach gepflügt werden.

Die Saatsbettvorbereitung ist sorgfältig durchzuführen, um ein weiches, mittelfein-scholliges Saatsbett herzurichten. Ein sehr lockeres Saatsbett verleitet zu einer zu tiefen Aussaat.

Um eine möglichst frühe Aussaat der Lupinen abzusichern, ist besonders auf leichten Böden der Drillvorgang mit einer Drillkombination (Saatsbettbereitung und Drillen) ohne vorherige gesonderte Bodenbearbeitung anzuraten.

Sofern keine Probleme mit Wurzelunkräutern bestehen, eignen sich Lupinen auch prinzipiell für die nicht-wendende Bodenbearbeitung, bis hin zur Direktsaat.

3.6. Aussaat

Die Minimumtemperatur für die Keimung liegt zwischen +3 und +4°C. Lupinen können deshalb **möglichst früh**, etwa ab Anfang/Mitte März ausgesät werden. Dabei ist aber darauf zu achten, dass der Boden vor der Aussaat gut abgetrocknet ist. Die Aussaat in einen nassen Boden führt in der Regel zu einem Verhärten der Bodenoberfläche und damit verbunden zu erheblichen Störungen beim Aufgang der jungen Pflanzen.

Alle Lupinenarten keimen epigäisch, das heißt, sie schieben die Keimblätter über die Erde. Eine **flache Saattiefe** von 2 bis 3 cm ist deshalb notwendig. Andererseits ist stets darauf zu achten, dass jedes Korn mit Erde bedeckt ist. Oben aufliegende Körner werden wegen des hohen Keimwasserbedarfes kaum zum Auflaufen kommen.

Die **Reihenabstände** bei Lupinen sind denen des Getreides gleich. Enge Drillreihen führen zu einem schnelleren Schließen der Bestände, das Unkraut wird besser unterdrückt und die Reife geschieht gleichmäßiger.

Größere Reihenweiten von etwa 40 cm sollten nur im ökologischen Landbau verwendet werden, wenn eine mechanische Hacke vorgesehen ist.

Die Saatzeit bei **Gelben Lupinen** hängt vom Sortentyp ab (siehe Kapitel „Sorten“). Sorten mit Vernalisationsbedürfnis („Verharren im Rosettenstadium“) sollten so früh wie möglich, nicht

jedoch vor dem 10. März ausgesät werden. Sorten ohne Vernalisationsbedürfnis („zügiges Durchwachsen“) sollten dagegen zwischen 20. März bis 15. April gesät werden. Bei der späteren Saat ist eine mechanische Unkrautbekämpfung vor dem Auflaufen der Lupinen möglich, was besonders im ökologischen Landbau von Bedeutung ist. Die Aussaatmenge kann, bedingt durch die für die Keimung günstigeren höheren Bodentemperaturen im April, um 10 % reduziert werden. Bei Gelblupinen wird eine Bestandesdichte von 70 bis 80 Pflanzen angestrebt.

Bei früh gesäten Gelblupinen bleibt in der Regel der Feldaufgang erheblich hinter den Ergebnissen der Keimprüfung zurück, weil infolge ungünstiger Keimbedingungen Verluste entstehen. Deshalb sollen bei früh gesäten Gelblupinen 100, bei spät gesäten 80 keimfähige Körner je m² für die Erzielung eines optimalen Bestandes zugrunde gelegt werden.

Da die **Blau**e **Lupine** die geringste Frostanfälligkeit besitzt, ist die Aussaat dieser Art bei allen Sorten des Verzweigungstyps zur Ausschöpfung des hohen Ertragspotentials, unbedingt im März abzuschließen. Jede Aussaatverzögerung des Verzweigungstyps über diesen Zeitpunkt hinaus führt zu deutlichen Ertragseinbußen. Aufgelaufene Pflanzen vertragen Spätfröste bis -8°C. Sinkt die Temperatur wie im Jahr 2005 unter diese Grenze, kommt es zum Erfrieren des Vegetationskegels oder sogar zum Totalausfall von Pflanzen. Beim Erfrieren des Vegetationskegels bilden sich darunter zwar neue Seitentriebe, die einen deutlichen Ertragsabfall aber nicht verhindern können. In frostgefährdeten Lagen sollte deshalb die Aussaat nicht vor dem 20. März erfolgen.

Die endständigen Sorten tolerieren spätere Aussaaten bis zum 10. April mit einem nur geringen Ertragsabfall. Ökologisch wirtschaftende Landwirte nutzen deshalb mit diesen Sorten die Möglichkeit der mechanischen Unkrautbekämpfung vor dem Auflaufen der Lupinen.

Die anzustrebende Bestandesdichte bei Blauen Lupinen ist abhängig vom Sortentyp. Bei den verzweigten Sorten wird eine Saatstärke von 90 bis 100 keimfähigen Körnern und bei den endständigen Sorten von 100 bis 120 keimfähigen Körnern empfohlen. Die Bestandesdichte soll bei Verzweigungssorten 70 - 80 Pflanzen und bei den endständigen Sorten 100 Pflanzen / m² betragen.

Die Aussaat der **Weiß**e **Lupinen** soll sehr zeitig ab Anfang Mitte März bis Anfang April erfolgen. Kurze Spätfröste bis -4°C werden im 4.- bis 5.-Blattstadium ohne Schäden überstanden. Zu spät gesäte Weiße Lupinen reagieren mit stärkerem Längenwachstum (Lagergefahr!), abnehmendem Kornertrag und verzögerter Reife.

Bei Weißen Lupinen wird eine Bestandesdichte von 60 bis 70 Pflanzen/m² angestrebt. Bei bestimmten spätreifenden und sich stärker verzweigenden Sorten z.B. „Nelly“ können auch geringere Bestandesdichten mit ca. 50 Pflanzen zum Maximalertrag führen.

Der Saatgutbedarf errechnet sich nach folgender Formel:

$$\text{Saatgutbedarf (kg/ha)} = \frac{\text{Tausendkornmasse (g)} \times \text{angestrebte Bestandesdichte/m}^2}{\% \text{ Keimfähigkeit des Saatgutes}}$$

In Versuchen von BÖHM und BILAU (2004) wurde festgestellt, dass durch Gemengeanbau bei Lupinen kein Mehrertrag erreicht wird.

3.7. Ernte

Zur Reife werfen die Lupinen die Blätter ab. Beim Schütteln der Pflanzen hört man die Körner in den Hülsen rasseln. Die neuen Sorten sind standfest, so dass die Ernte mit dem Mähdrescher in der Regel keine Probleme verursacht. Die optimale Erntefeuchte der Körner be-

trägt 13 - 16 %. Wichtig ist, dass die Pflanzen beim Dreschen trocken sind; dies ermöglicht eine niedrige Trommeldrehzahl. Der Mähdrusch sollte in Lagerrichtung erfolgen (STOCK und DIEPENBROCK 1999). Die Ernte soll möglichst schnell und am Besten in den frühen Morgenstunden erfolgen.

Gelbe und Weiße Lupinen sind ausgesprochen platzfest, so dass bei diesen beiden Arten durch das Aufspringen der Hülsen kaum Ernteverluste auftreten. Bei feuchtem Erntewetter bzw. bei nicht ganz trockenen Hülsen kann es zu hohen Ernteverlusten kommen, weil die Hülsen trotz richtiger DreschkorbEinstellung nicht aufplatzen. Schon der morgendliche Tau kann dazu führen, dass die sehr platzfesten Hülsen beim Drusch nicht aufspringen. Deshalb ist der Drusch bei diesen beiden Arten nur bei gut abgetrockneten Beständen durchzuführen. Andererseits kann es bei Gelblupinen bei Unterschreitung von 12 % Kornfeuchte bei der Ernte verstärkt zu Verlusten durch Hülsenabbruch kommen. Der richtige Erntezeitpunkt hat bei Gelben Lupinen somit einen großen Einfluss auf eine verlustarme Ernte.

Die heute in Deutschland verfügbaren bitterstoffarmen Sorte der **Blauen Lupine** weisen zwar gegenüber der Wildform eine gute Platzfestigkeit auf, bei Überständigkeit reicht diese jedoch noch nicht, um ohne größere Verluste die Ernte einzubringen. Die Erntestrategie weicht bei Blauen Lupinen deutlich von der Gelben und Weißen Lupine ab. Die Ernte soll erfolgen, wenn 90 - 95 % der Hülsen braun sind. Um Platzverluste zu vermeiden, darf der Bestand keinesfalls überständig werden. Zur Vermeidung von Platzverlusten hat sich der Drusch bei trockenem Erntewetter auch in den Nacht- und Vormittagsstunden sehr gut bewährt (wenn die Hülsen schwach feucht von außen sind). Bei der Ernte muss in größeren Betrieben mit der gesamten Mähdrescherkapazität des Betriebes gearbeitet werden. Damit kann der Drusch zum optimalen Erntetermin abgeschlossen werden. Es ist darauf hinzuweisen, dass im Merkmal Platzfestigkeit bei neuen Sorten bereits spürbare Züchtungserfolge erreicht wurden.

Die natürliche Vegetationszeit von der Aussaat bis zur Ernte weicht bei den 3 Lupinenarten deutlich voneinander ab (siehe 3.1 Boden und Klima). Je nach Anbaugesbiet wird in ungünstigen Lagen selbst bei der Blauen Lupine eine Reifebeschleunigung durch eine Defoliation (**Sikkation**) nötig. Während in warmen Gebieten insbesondere in Süd- und Mittel-Deutschland bei allen Arten eine natürliche Abreife üblich ist, kann es in feuchten Gebieten und hier, besonders in Norddeutschland und in Höhenlagen, zu einer verzögerten Reife kommen. Spätreife Sorten bei Gelben und Weißen Lupinen müssen in ungünstigen Lagen deshalb stets defoliiert werden. Selbst bei späten Sorten der Blauen Lupinen, insbesondere bei Sorten des Verzweigungstyps, kann es in feuchten Jahren zu verspäteter Abreife kommen. Auch auf stark verschießenden Böden kann wegen der ungleichen Reifezeit innerhalb eines Schlags eine Defoliation bei Blauen Lupinen wirtschaftlich sein. Es wird empfohlen, die Bestände bis Ende August zu behandeln, wenn abzusehen ist, dass die Druschreife bis Mitte September nicht erreicht wird. Der für die Defoliation richtige Zeitpunkt ist nach Eintritt der physiologischen Reife erreicht (Samenschale noch dunkelgrün, Keimlingsspitzen mit beginnender Gelbfärbung, Samen zwischen Daumen und Zeigefinger druckfest). Zur Frage der für die Sikkation zugelassenen Pflanzenschutzmittel siehe Kapitel 4 dieser Broschüre.

Bei der **Einstellung des Mähdreschers** sollten folgende Punkte beachtet werden:

- die Dreschtrommel-Drehzahl sollte auf die niedrigste Einstellung reduziert werden. Bei großflächigem Anbau kann zur Schonung des Hauptantriebsriemens der Dreschtrommel der Einbau eines Reduziergetriebes angezeigt sein.
- der Dreschkorb sollte möglichst weit geöffnet werden
- die Einstellung des Windes muss auf hohe Leistung abzielen, um eine schnelle Abtrennung des Stroh zu erreichen.

Für die **Lagerung der Körner** im Silo darf die Kornfeuchte nicht mehr als 14 % betragen. Ist eine Trocknung erforderlich, so hat diese möglichst schonend bei maximal 35°C zu erfolgen. In der Saatgutproduktion müssen mechanische Verletzungen vermieden werden, weshalb hohe Fallhöhen und der Einsatz von Gebläsen nicht anzuraten sind.

4. Pflanzenschutz in Lupinen

Das derzeit gültige Pflanzenschutzgesetz in der Fassung vom 1. Juli 2001 gestattet die Anwendung der Pflanzenschutzmittel nur noch in den Kulturpflanzenarten, für die das Mittel eine Zulassung hat. Jede andere Anwendung, die früher auf eigenes Risiko des Anwenders möglich war, ist nicht mehr erlaubt und kann bei Verstößen mit hohen Geldstrafen geahndet werden. Bei Pflanzenarten mit geringer Anbaufläche, zu denen auch die Lupinen gehören, können dadurch erhebliche Wirkungslücken entstehen. Diese Lücken können durch eine Anwendungserlaubnis nach § 18 a des Pflanzenschutzgesetzes geschlossen werden. Hierzu muss eine Zustimmung der Herstellerfirma des betreffenden Produktes vorliegen und ein entsprechender Antrag beim Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit gestellt werden.

Alle Pflanzenschutzmaßnahmen dürfen entsprechend § 2a des Pflanzenschutzgesetzes grundsätzlich nur nach guter fachlicher Praxis durchgeführt werden. Die Grundsätze des integrierten Pflanzenschutzes und der Schutz des Grundwassers müssen dazu berücksichtigt werden.

Das heißt, dass

- Anbausysteme anzuwenden sind, in denen i.d.R. möglichst wenige Schadorganismen auftreten.
- die Pflanzengesundheit durch acker- und pflanzenbauliche Maßnahmen (Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Sortenwahl, optimale Aussaat, Düngung etc.) gefördert wird.
- das Wachstum der Kulturpflanzen und die Ausbreitung von Schadorganismen sorgfältig zu beobachten sind.
- mechanische, biologische und biotechnische Pflanzenschutzmaßnahmen, soweit anwendbar bzw. vorhanden, anzuwenden sind.
- chemische Pflanzenschutzmittel nur angewendet werden, wenn die Schadschwelle überschritten wird.
- möglichst selektive, nützlingsschonende Mittel und Verfahren anzuwenden sind und
- eine ständige Weiterbildung auf diesem Gebiet erfolgt.

Der Amtliche Pflanzenschutzdienst gibt als Hilfestellung wertvolle Hinweise und Empfehlungen, die auf der Grundlage einer regionalen Schaderregerüberwachung, rechnergestützter Prognosen, eigener Versuchstätigkeit, unter Beachtung des aktuellen Zulassungsstandes von Pflanzenschutzmitteln, geltender Rechtsvorschriften sowie langjähriger Erkenntnisse zum Auftreten von Krankheiten und Schädlingen in Naturräumen erstellt werden. ***Vor dem Einsatz eines Pflanzenschutzmittels sollte prinzipiell die amtliche Beratung über den aktuellen Stand der Anwendungserlaubnis befragt werden!***

Das derzeitige Sortiment der in Lupinen anwendbaren Pflanzenschutzmittel ist in den Tabellen 19 bis 23 aufgelistet.

Table 19: Liste der im Lupinenanbau anwendbaren Beizmittel (Stand: 01/2007)

Handelsbezeichnung	Anwendung	Schadorganismus	Zulassung bis	Aufwandmenge	Bemerkungen
SOLITÄR	beizen	Colletotrichum	31.12.2007	200 ml/dt	zur Saatguterzeugung
ROVRAL UFB	beizen	Colletotrichum	31.12.2008	200 – 300 ml/dt	wird nicht mehr hergestellt

Table 20: Liste der im Lupinenanbau anwendbaren Fungizide (Stand: 01/2007)

Handelsbezeichnung	Anwendung	Schadorganismus	Zulassung bis	Aufwandmenge	Bemerkungen
AMISTAR	spritzen	Colletotrichum	31.12.2012	1 l/ha	
FOLICUR	spritzen	Colletotrichum	31.12.2007	1 l/ha	
SWITCH	spritzen	Colletotrichum	31.12.2012	1 kg/ha	Genehmigung § 18a

4.1. Unkrautbekämpfung

4.1.1. Nicht-chemische Unkrautbekämpfung

Die wichtigste Möglichkeit der nicht-chemischen Unkrautregulierung besteht in der Fruchtfolgegestaltung und der gezielten Auswahl des Feldes. So sollte Getreide als Vorfrucht gewählt werden und bereits im Herbst mittels einer flachen Schälfrucht Unkraut bekämpft werden. Bei der Auswahl des Feldes sind stark verunkrautete Schläge zu meiden und es ist besonders darauf zu achten, dass der Besatz mit Wurzelunkräutern (Ackerwinde, Ackerkratzdistel) möglichst gering ist. Deren Bekämpfung ist im Lupinenbestand so gut wie unmöglich. Der Rapsanbau ist in einer Leguminosenfruchtfolge ungünstig, weil die Bekämpfung des Rapsdurchwuchses zur Zeit mit den zur Verfügung stehenden Herbiziden nicht sicher erfolgen kann.

Im Voraufbau sowie im 4 - 5 Blattstadium der Lupinen ist der Einsatz eines Striegels möglich. Beim Einsatz der Hackmaschine sind Reihenabstände von mindestens 25 cm und eine entsprechende Drilltechnik notwendig. Diese Maßnahmen sollten zur Vermeidung von Pflanzenschäden bei trockenem Wetter und vorwiegend am Nachmittag – der Wasserdruck in den Pflanzen ist dann relativ gering - und nicht in taunassen Beständen durchgeführt werden. Die Unkräuter sollten sich im Keimblattstadium befinden.

Prinzipiell eignet sich die Lupine gut zum Einsatz von Striegel und Hackmaschine. Letzteres setzt – neben der entsprechenden maschinellen Ausstattung – dem Hacken angepasste weite Reihenabstände (mindestens 25 cm) voraus. Zu bedenken ist dabei, dass bei Reihenabständen über 40 cm mit Ertragseinbußen zu rechnen ist. Engere Reihen unterdrücken außerdem das Unkraut besser. Daher sollte die Regel gelten: Besser Striegeln als Hacken. Außerdem muss bei weiten Reihenabständen die Bestandesdichte der Lupinen reduziert werden, damit die Konkurrenz der Pflanzen in der Reihe nicht zu groß wird.

Vor dem Auflaufen ist durch ein- bis dreimaliges Blindstriegeln eine deutliche Minderung des Unkrautbesatzes möglich. Hierzu muss das Lupinenkorn aber mit mindestens 2 bis 3 cm Erde bedeckt sein. Beim Striegeln in bereits aufgelaufenen Beständen sollte man darauf achten, dass die Lupinen wenig verletzt und auf keinen Fall Wurzeln freigelegt oder abgerissen werden. Aus diesem Grund ist es günstig erst ab dem 4- bis 5-Blattstadium zu striegeln. Gestriegelt werden sollte nur bei trockenem Wetter und nicht in taufrischen Beständen, vorzugsweise

am Nachmittag, wenn der Wasserdruck in den Pflanzen gering ist. Außerdem müssen die Unkräuter noch klein, am besten im Keimblattstadium, sein, um durch das Verschütten oder Herausreißen vernichtet zu werden. Das wird im 4- bis 5-Blattstadium der Lupinen aber nur selten der Fall sein.

Striegeln ist generell nur bei klutenfreien Böden bis etwa 60 Bodenpunkte sinnvoll.

Ob die mechanische Pflege bis zur Ernte ausreichend ist, hängt entscheidend von der unkrautunterdrückenden Wirkung des Lupinenbestandes ab. In lückigen Lupinenbeständen ist der spätere Unkrautdurchwuchs vorprogrammiert.

4.1.2. Chemische Unkrautbekämpfung

Zur chemischen Unkrautbekämpfung stehen seit dem gesetzlichen Inkrafttreten der Indikationszulassung nur noch wenige Herbizide zur Verfügung (Tabelle 21).

Die Voraufmittel benötigen für eine optimale Wirkung neben einer ausreichenden Bodenfeuchte vor allem ein gleichmäßiges, klutenfreies Saatbett. Sind diese Bedingungen beim Herbizideinsatz nicht gegeben, dann sollte keine Aufwandmengenreduzierung vorgenommen werden. Spezialherbizide zur Gräserbekämpfung sind derzeit nur zur Anwendung in der Saatgutproduktion zugelassen. Die Wirkungsbreite der zugelassenen Herbizide auf Unkräuter und Gräser ist aus der Tabelle 22 zu ersehen.

Tabelle 21: Liste der im Lupinenanbau anwendbaren Herbizide und Sikkationsmittel (Stand 01/2007)

Handelsbezeichnung	Anwendg.	Schadorganismus	Zulassung bis	Aufwandmenge	Bemerkungen
STOMP SC	VA	Acker-Fuchsschwanz, Gemeiner Windhalm, Einj. Rispengras, zweikeimbl. Unkr.	31.12.2015	4 l/ha	Bessere Breitenwirkung in Tankmischung mit Boxer
BOXER	VA	Acker-Fuchsschwanz, Gemeiner Windhalm, Einj. Rispe, Einj. zweikeimbl. Unkr.	31.12.2011	5 l/ha	Vorauflauf bis 5d nach Saat; bei Blauer Lupine Schäden möglich!
FUSILADE MAX	NA	Einjähr. einkeimbl. Unkräuter	31.12.2011	1 l/ha	Nachauflauf; nicht für die Erzeugung von Nahrungsmitteln
FUSILADE MAX	NA	Gemeine Quecke	31.12.2011	2 l/ha	
GARDO GOLD	VA	Einjähr. zweikeimbl. Unkr., Einj. Rispe, Hirsen	31.12.2015	4 l/ha	Gute Breitenwirkung, Empfehlung: maximal 3 l/ha
PRIMAGRAN GOLD	VA	Einjähr. zweikeimbl. Unkr., Einj. Rispe, Hirsen	31.12.2015	4 l/ha	Siehe Gardo Gold
SELECT 240 EC	NA	Einjähr. einkeimbl. Unkräuter, Einj. Rispe	31.12.2010	0,5 l/ha	
REGLONE	Vollreife	Sikkation	31.12.2016	3 l/ha	nur Saatguterzeugung; Folgeantrag gestellt
BASTA	Vollreife	Sikkation	31.12.2015	3 l/ha	nur Konsumproduktion

Da die Lupine nur eine geringe Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern besitzt, muss durch Unkrautbekämpfungsmaßnahmen versucht werden, Ertragsverluste und Erntebehinderungen möglichst auszuschalten bzw. zu minimieren. Um einen weitgehend unkrautfreien Lupinenbestand zu erreichen, ist i.d.R. eine gezielte chemische Unkrautbekämpfungsmaßnahme notwendig. Die hier einsetzbaren Herbizide (siehe Tab. 21) sollten auch dann verwendet werden,

wenn zum Applikationstermin keine ausreichende Bodenfeuchtigkeit vorhanden ist, um bei nachfolgenden Niederschlägen eine Wirkung zu erzielen.

Tabelle 22: Wirkungsbreite der Herbizide

Herbizid	Kamille-Arten	Gänsefuß-Arten	Ackerstiefmütterchen	Winden- Knöterich	Vogel- Knöterich	Vogelmiere	Ackerhellerkraut	Hirtenäschel	Hederich	Ausfallraps	Amarant	Klettenlabkraut	Kornblume	Taubnessel- Arten	Windhalm	Flughafel	Hühnerhirse
Stomp SC	↓	→	↑	→	→	↑	↑	↑	↑	→	↑	→	→	↑	→	↓	→
Boxer	↓	→	↓	→	→	↑	↑	↑	↑	→	↓	↑	↓	↑	↑	↓	↓
Gardo Gold	↑	↑	↑	↑	→	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	→	↓	↑

↑ gut bekämpfbar

→ Teilwirkung unter optimalen Anwendungsbedingungen

↓ nicht ausreichend bekämpfbar

4.2. Krankheiten und Schädlinge

Die Aufzählung verschiedener Krankheiten und Schädlinge soll nicht den Eindruck erwecken, als sei die Lupine eine Kulturpflanze, die ohne den Einsatz chemischer Mittel nicht anbaufähig wäre. Nach den bisherigen Erfahrungen ist das Gegenteil der Fall. Der Anbau von Lupinen als Extensivkultur ist vor allem dann möglich, wenn die Anbautechnik stimmt (Fruchtfolge, Saatzeit, Saattiefe usw.) und gesundes Saatgut widerstandsfähiger und resistenter Sorten verwendet wird. Derzeit zugelassene Insektizide sind in Tabelle 23 ersichtlich.

Tabelle 23: Liste der im Lupinenanbau anwendbaren Insektizide (Stand 01/2007)

Handelsbezeichnung	Anwendung	Schadorganismus	Zulassung bis	Aufwandmenge	Bemerkungen
KARATE Zeon	spritzen	Saugende Insekten, Beißende Insekten, Zweiflügler	31.12.2011	75 ml/ha	max. 1 Anwendung
TRAFO WG	spritzen	Beißende Insekten	31.12.2011	150 g/ha	Gleicher Wirkstoff wie Karate

4.2.1 Anthraknose

Die Anthraknose ist einer der wichtigsten Schaderreger an Lupinen und kann erhebliche Ertragsausfälle zur Folge haben. Verursacht wird die Krankheit durch die Pilzart *Colletotrichum lupini*.

Der Pilz stammt aus subtropischen Gebieten und liebt feuchte (= niederschlagsreiche) Bedingungen. Die Ausbreitung im Bestand und damit das Ausmaß der Schäden ist stark witterungs-

abhängig. Bei trockenem Wetter werden Schäden oft gar nicht erkannt, während feuchte Witterung - bei gleichem Infektionsgrad - den totalen Zusammenbruch des Bestandes zur Folge haben kann.

Der Schaderreger befällt alle Lupinenarten, wobei Gelbe und Weiße Lupinen am stärksten und Blaue Lupinen am wenigsten anfällig sind. Die Verbreitung des Pilzes erfolgt in der Hauptsache mit dem Saatgut, wobei der Pilz sowohl außen am Korn als auch im Inneren, unter der Samenschale zu finden ist. Der Amtliche Pflanzenschutzdienst empfiehlt deshalb allen Lupinenanbauern folgende Grundsätze zu beachten:

- Ausschließliche Verwendung gebeizten Saatgutes aus kontrollierter Vermehrung (Zertifiziertes Saatgut).
- In Vermehrungsbeständen wird nach bisherigen Erkenntnissen ein zweimaliger Fungizideinsatz (1. Behandlung im 4-Blatt-D Stadium, 2. Behandlung spätestens zum Hülsenansatz) im Abstand von 14 bis 28 Tagen empfohlen.
- Ein Fungizideinsatz im Konsumanbau ist bei Einhaltung der oben genannten Grundsätze beim Anbau der Blauen Lupine, insbesondere bei Verwendung gesunden Saatgutes, nicht nötig.
- Der Nachbau von Saatgut aus befallenen Partien muss unterbleiben, da es in diesen Fällen bereits zu großen Auflaufverlusten und frühzeitiger Durchseuchung der Bestände kommt.

Folgende Symptome sind im Feldbestand zu beobachten:

- *An Pflanzen vor oder während der Blüte:* verdrehte Stängel wie nach Wuchsstoff-Herbizidschaden, Blattstiele knicken ab, Blätter welken. An der Innenseite der Verkrümmungen befinden sich hellrote bis orange gefärbte eingesunkene Flecken ("Brennflecken") mit braunem Rand (Konidienlager des Pilzes). Das Auftreten von "Befallsnestern" im Bestand zu diesem Stadium lässt auf eine Saatgutinfektion schließen.
- *An den Hülsen* sind später ebenfalls die typischen Brennflecken zu sehen. Die Hülsen sind oft deformiert und verkrümmt. Spätbefall ohne vorherigen frühen Befall ist meist gleichmäßig verteilt im Bestand festzustellen oder auf dem Vorgewende konzentriert, was auf einen Eintrag des Erregers von außen schließen lässt. Der Hülsenbefall lässt sich bei Weißen Lupinen am besten im reifen Zustand, bei Gelben und Blauen Lupinen im grünen (unreifen) Zustand erkennen.
- *Am Saatgut* gibt es keine typischen Symptome. Auch gesund aussehende Körner können infiziert sein. Der Pilz kann sowohl auf der Samenoberfläche als auch im Samen (unter der Samenschale) überdauern.

Bekämpfungsmöglichkeiten:

Verwendung von Zertifiziertem Saatgut. Die Untersuchung auf Anthraknose ist - sofern diese Krankheit bei der Feldbesichtigung gefunden wird - Bestandteil der amtlichen Beschaffungsprüfung des Saatgutes. Die Aussaat von Zertifiziertem Saatgut ist die Grundlage für gesunde Pflanzenbestände für einen wirtschaftlichen Lupinenanbau.

Beizung des Saatgutes: Dies ist die wichtigste chemische Bekämpfungsmaßnahme. Prinzipiell sollten alle zur Aussaat kommenden Partien gebeizt werden, sofern für Lupinen zugelassene Beizmittel verfügbar sind.

Die Übertragung des Pilzes auf das Saatgut ist auch durch Maschinen möglich (z. B. Drillmaschine, Mähdrescher, Saatgutaufbereitungsanlage). Sollte festgestellt werden, dass eine gesunde Partie nach einer infizierten durch eine Maschine gelaufen ist, so kann man davon ausgehen, dass diese nun ebenfalls infiziert ist und das Saatgut unbedingt gebeizt werden muss.

Vermeidung der Verschleppung von Feld zu Feld: Nicht mit Maschinen in befallene Bestände fahren (z. B. Gefahr der Verschleppung durch mechanische Unkrautbekämpfung (Striegeln)), nicht durch diese Bestände laufen, vor allem nicht, solange die Pflanzen nass sind. Sollte dies dennoch geschehen, Maschinen gründlich säubern und Kleidung wechseln, bevor in einen gesunden Bestand gegangen bzw. gefahren wird. Keine Erde von einem zum anderen Feld verschleppen.

Fungizidspritzungen: Diese sollten als sichernde Maßnahme im Vermehrungsanbau eingesetzt werden. Der erste Bekämpfungstermin muss frühzeitig, d. h. im 4-Blatt-Stadium der Lupinen erfolgen, eine zweite Spritzung kann sich 2 bis 3 Wochen danach anschließen (spätestens bei Hülsenansatz). Gegen den von außen kommenden Spätbefall sind diese frühzeitigen Spritzungen jedoch unwirksam. Eine Spritzung beim Sichtbarwerden von Symptomen kann den Krankheitsverlauf bestenfalls verlangsamen, nicht jedoch stoppen. Fungizidspritzungen in Konsumbeständen sind in der Regel nicht wirtschaftlich. Um eine gute Benetzung des Bestandes zu erreichen, müssen mindestens 400 l Wasser je Hektar ausgebracht werden.

Im ökologischen Landbau sollte nur Saatgut verwendet werden, in welchem ein Befall mit Anthraknose nicht nachgewiesen werden konnte. Die Anwendung einer Heißwasserbeize (30 Minuten bei 50°C) oder die Überlagerung des Saatgutes über zwei Jahre bei normalen Temperaturen (keine Kühlung!) haben eine sehr gute befallsreduzierende Wirkung.

Die wirtschaftlichen Schäden können bei Nichtbeachtung der Empfehlungen im Konsumanbau bei Lupinen bis hin zu Totalausfällen führen. Bei Blauen Lupinen hat es bisher keine messbaren Ertragsausfälle gegeben, wenn gebeiztes Z-Saatgut verwendet wurde.

4.2.2 Fusarium

Von großer Bedeutung besonders für die Gelbe und Blaue Lupine ist die Lupinenwelke, hervorgerufen durch den Pilz *Fusarium oxysporum*. Die Krankheit tritt ab Ende Juni auf und wird ebenfalls durch warme Witterung gefördert. Symptome sind das Welken der Blätter und später der gesamten Pflanze bei gleichzeitiger Verbräunung der Leitungsbahnen. Der Pilz überdauert im Boden und ist als typische Fruchtfolgekrankheit zu bezeichnen. Die Einhaltung der Anbaupausen ist deshalb die wichtigste Bekämpfungsmöglichkeit. Inzwischen sind alle neu zugelassenen Lupinensorten Fusarium-tolerant. Die Gelben Lupinensorten weisen im Vergleich mit den Blauen Lupinensorten eine höhere Toleranz auf. Die züchterische Bearbeitung der Blauen Lupine auf Fusarium-Toleranz hat gerade erst begonnen.

Zu dem Kreis der Fruchtfolgekrankheiten zählen noch weitere Fußkrankheitserreger wie z.B. der Arten *Rhizoctonia*, *Pythium* und *Pleiocheta*. Auch *Sclerotinia sclerotiorum* und *Verticillium dahliae* wurden in Einzelfällen nachgewiesen. Eine Bekämpfung dieses Krankheitskomplexes ist durch die Einhaltung der Anbaupausen, der richtigen Saattiefe und durch die Verwendung gesunden Saatgutes möglich. Eine frühe Aussaat wirkt außerdem vorbeugend gegen die meisten pilzlichen Krankheiten.

4.2.3 Andere Krankheiten

Vor allem in feuchten Sommern kann der „Allerweltpilz“ Grauschimmel (*Botrytis cinerea*) zu größeren Schäden an den Hülsen führen. Eine chemische Bekämpfung ist derzeit nicht möglich.

Auch Mehltau (*Erysiphe martii*) ist vereinzelt beobachtet worden. Dieser Befall ist aber in Lupinen normalerweise nicht bekämpfungswürdig.

In Mischinfektion mit Anthraknose konnte der Erreger *Ascochyta* nachgewiesen werden, der z.B. bei Erbsen für die Brennfleckenkrankheit verantwortlich ist.

In trockenen Jahren treten an allen Lupinenarten Virussymptome auf („Schmalblättrigkeit“, Aufhellung der Blattadern und Mosaik, „Lupinenbräune“). Verursacht werden diese vor-

wiegend durch das Bohnengelbmosaik- (BYMV) und das Gurkenmosaik-Virus (CMV). Bekämpfungsmöglichkeiten sind durch die Verwendung virusfreien Saatgutes, optimale Anbaubedingungen für die Lupinen und die Bekämpfung der übertragenden Blattläuse gegeben.

4.2.4 Blattrandkäfer

Seit 1999 tritt der Große Lupinenblattrandkäfer (*Sitona gressorius*) in den Lupinen-Hauptanbaugebieten (z. B. Brandenburg) teilweise massenhaft auf. Die Fraßschäden, die durch den Käfer verursacht werden, sind zackenförmig an den Blatträndern („Briefmarkenrand“) zu finden und besonders bei Jungpflanzen von Bedeutung. Bei Blauen Lupinen kann das Fiederblatt auch komplett durchgebeissen sein. Die Larven schädigen zu einem späterem Zeitpunkt durch den Fraß an den Wurzelknöllchen. Bei starkem Befall ist eine Insektizidbehandlung sinnvoll. Da für Lupinen keine Schadschwellen existieren, kann man sich an den Werten orientieren, die bei anderen Leguminosen (Erbsen, Ackerbohnen) festgelegt worden sind. Danach sollte eine Bekämpfung erfolgen, wenn 50 % der Pflanzen im 6-Blattstadium Fraßschäden aufweisen oder wenn mehr als 10 % der Blattfläche abgefressen ist. Problematisch ist die Einwanderung der Käfer in den Kommunalbereich. Schlüpfende Jungkäfer wandern im Juli in Siedlungsgebiete ein und werden dort zur Plage in Häusern und Wohnungen. Allerdings kann der Landwirt nicht zur Bekämpfung verpflichtet werden, da keine Behandlungsnotwendigkeit nach guter fachlicher Praxis vorliegt. Wenn ein Gefahr drohender Zustand entsteht, muss die Ordnungsbehörde kostenpflichtig eingreifen. Tut sie dies nicht, ist der Hausbesitzer zuständig. In Streitfällen hat bisher die zivilrechtliche Rechtsprechung zugunsten des Landwirts entschieden. Die letzte Entscheidung liegt aber beim Zivilgericht.

4.2.5 Lupinenblattlaus

Die Lupinenlaus (*Macrosiphum albifrons*) ist erst in den letzten Jahren in Europa und auch in Deutschland nachgewiesen worden. Sie wurde aus Nordamerika eingeschleppt und hat sich mittlerweile in ganz Europa, so auch in Deutschland, eingebürgert. Sie ist auffällig groß (4-5 mm), grün, mit einem weißen, wachsartigen Überzug bedeckt (wodurch sie grau erscheint) und ist auf Lupinen spezialisiert. Bei entsprechender Auswahlmöglichkeit bevorzugt sie Bitterlupinen und innerhalb der Süßlupinen zunächst die Weiße Lupine. Fehlt ein solches Futterangebot, so wird alternativ jede Lupinenart befallen. Bei starkem Befall kann eine chemische Bekämpfung sinnvoll sein.

4.2.6 Wildtiere

Wo wenig blattreiche und schmackhafte alternative Äsungspflanzen zur Verfügung stehen, können Kaninchen, Hasen und Rehe an bitterstoffarmen Lupinen erhebliche Schäden anrichten. Dies ist vor allem beim Anbau auf Versuchspartellen der Fall. Bei entsprechendem Wildbesatz sollten speziell solche Flächen direkt nach der Aussaat eingezäunt werden.

4.2.7 Andere Schädlinge

Regionale Bedeutung haben die Lupinenfliege (*Phorbia florilega*) und die Lupinenstängelfliege (*Phytomyza atricornis*), die Fraßschäden an den Keimlingen verursachen und diese dadurch zum Absterben bringen. Beide Schädlinge sind prinzipiell ebenfalls durch eine weitgestellte Fruchtfolge und eine frühe Aussaat in Grenzen zu halten.

Von zunehmender Bedeutung sind in den letzten Jahren in den Lupinen-Hauptanbaugebieten die durch die Larven des Schattenwicklers (*Cnephasia alticolana*) verursachten Schäden.

Die Weiße Lupine wird von Nematoden der Gattung *Meloidogyne hapla* weniger befallen als die Blaue Lupine. Vermutlich ist dies auf die stark ausgeprägte Fähigkeit der Unkrautunterdrückung von *Lupinus albus* zurückzuführen (HEINECKE 2004).

In Österreich ist der Befall mit Weichwanzen (Gattung *Miridae*) beobachtet worden. Dabei entstehen in den Blättern zunächst Löcher, die von braunen Höfen umgeben sind. Die Blätter ziehen sich später strahlenförmig zu diesen Löchern hin zusammen, die Pflanze stirbt ab. Der

Befall beginnt meist zur Blütezeit und erfolgt von den Feldrändern, die an Gehölze, Büsche oder Baumreihen grenzen. Dort erfolgt die Überwinterung der Tiere. Die Wanzen sind 5 bis 6 mm groß, grünlich und mit einem bräunlichen Rückenschild versehen. Über eine Bekämpfungsnotwendigkeit liegen noch keine ausreichenden Erkenntnisse vor.

5 Wirtschaftlichkeit des Lupinenanbaus

Gegenwärtig wird der Anbau von Körnerleguminosen und damit auch der Lupinenanbau noch mit 55,57 €/ha zusätzlich gefördert. Damit wird schon ein gewisser Anreiz für den Anbau von Lupinen geschaffen.

Ein weiterer Vorteil der Lupinen (wie auch aller anderer Körnerleguminosen) ist ihr günstiger Vorfruchtwert. Besonders in getreidereichen Fruchtfolgen werden durch die Unterbrechung von Krankheitsketten, die Strukturverbesserung des Bodens, die Stickstoff-Hinterlassenschaft, und durch weitere Wirkungen Mehrerlöse in den Folgefrüchten erzielt, die leider in vielen Wirtschaftlichkeitsberechnungen nicht den Körnerleguminosen zugeschrieben werden. Die Einbeziehung des Vorfruchtwertes in die Deckungsbeitragberechnung der Körnerleguminosen ist aber für ihre Wirtschaftlichkeit wesentlich. Jüngste Forschungsergebnisse belegen, dass Anbausysteme mit Körnerleguminosen wirtschaftlicher sein können als Anbausysteme ohne Hülsenfrüchte.

Tabelle 24: Berechnung des Vorfruchtwertes von Körnerleguminosen

Quelle: Albrecht 2001 (umgerechnet in €)

	dt/ha	Preis (€/dt)	€/ha
1. Nachfrucht Winterweizen	10,9	11,25	122,63
2. Nachfrucht Wintergerste	5,2	9,71	50,49
3. Einsparung von N-Dünger	0,15	65,00	7,67
Vorfruchtwert			180,79

In Tabelle 24 wird anhand von Ergebnissen aus Anbauversuchen in Thüringen eine monetäre Bewertung des Vorfruchtwertes der Körnerleguminosen vorgenommen. Die hier ermittelten Werte dürften aber nicht auf jedem Standort zu erreichen sein. Die monetäre Bewertung der Vorfruchtwirkung sollte daher nur anhand der einzelbetrieblichen Aufzeichnungen erfolgen. Im ökologischen Landbau ist der Vorfruchtwert der Lupinen deutlich höher. Weiterführende Literatur zum Thema: „Fruchtfolgewert von Körnerleguminosen“, UFOP-Praxisinformationen, UFOP, Claire-Waldoff-Straße 7, 10117 Berlin (www.ufop.de)

Der für die geerntete Ware erzielbare Preis orientiert sich am Weltmarktpreis für Sojaextraktionsschrot und ist damit großen Schwankungen unterworfen. Für Lupinen wird meistens kein eigener Preis ausgewiesen, sondern der für Erbsen gültige Erlös gezahlt. Bedenkt man aber, dass Lupinen einen wesentlich höheren Eiweißgehalt als Erbsen oder Ackerbohnen haben, so müsste ihr Preis deutlich höher angesiedelt sein. Dass dies nicht so ist, hängt sicher auch damit zusammen, dass vergleichsweise wenige Tonnen Lupinen an Mischfutterwerke verkauft werden und die angedienten Partien zu klein sind. Durch den Zusammenschluss in Erzeugergemeinschaften sollte es für die Landwirte möglich sein, große, einheitliche Partien von mindestens 100 Tonnen zu produzieren und diese den Mischfutterwerken anzubieten. Dann ließen sich bessere Preise erzielen und es wäre für die Mischfutterhersteller lukrativer, ihre Rezep-

turen zur Einbeziehung von Lupinen umzustellen. Deutlich höhere Preise können in der Regel durch die innerbetriebliche Verwertung der Lupinen erzielt werden.

Tabelle 25 zeigt eine praxisnahe Deckungsbeitragsrechnung für den Anbau Blauer Lupinen. Die absoluten Werte hängen natürlich von verschiedenen Faktoren ab und müssen für jeden Betrieb individuell eingesetzt werden. So wird z. B. bei einer innerbetrieblichen Verwertung der Lupinen ein deutlich höherer Wert je ha erzielt. Wichtig ist bei allen Körnerleguminosen das Prinzip der Einbeziehung des Vorfruchtwertes. Der Vorfruchtwert wurde in dieser Tabelle in Anlehnung an Tabelle 24 zwischen 50,00 und 150,00 €/ha eingesetzt, wobei bei niedriger Ackerzahl wegen des allgemein geringern Ertragsniveaus der Vorfruchtwert eher im Bereich unter 100 €/ha zu sehen ist.

Tabelle 25: Beispiels-Deckungsbeitragsrechnung Blaue Lupinen in Abhängigkeit vom standortbedingten Ertrag

	Einheit	Ackerzahl			
		< 30		30 - 40	
Ertrag	dt/ha	15,00	25,00	30,00	40,00
Preis	€/ha	14,00	14,00	14,00	14,00
Marktleistung	€/ha	210,00	350,00	420,00	560,00
GAP-Prämie Eiweißpflanzen	€/ha	55,57	55,57	55,57	55,57
Vorfruchtwert	€/ha	50,00 – 150,00	50,00 – 150,00	50,00 – 150,00	50,00 – 150,00
Leistung	€/ha	315,57 – 415,57	455,57 – 555,57	525,57 – 625,57	665,57 – 765,57
Saatgut	€/ha	80,00	80,00	80,00	80,00
Düngemittel	€/ha	18,00	18,00	18,00	18,00
Pflanzenschutz	€/ha	60,00	60,00	60,00	60,00
Variable Maschinenkosten	€/ha	154,00	154,00	154,00	154,00
Sonstiges*	€/ha	30,00	30,00	30,00	30,00
Summe variable Kosten	€/ha	342,00	342,00	342,00	342,00
Deckungsbeitrag	€/ha	-26,43 – 73,57	113,57 – 213,57	183,57 – 283,57	323,57 – 423,57

* Impfung, Zinsansatz, Trocknung, etc.

Flächenprämien wurden in der Berechnung nicht berücksichtigt

Eine Wirtschaftlichkeit des Anbaus Blauer Lupinen dürfte bei der Einhaltung der vorgeschriebenen Anbautechnologie in jedem Fall gesichert sein.

Ein Vergleich zu konkurrierenden Kulturen ist in jedem Betrieb ratsam. Dieser Vergleich ist, um Fehlentscheidungen auszuschließen, stets zu dem Ertrag der Konkurrenzkultur auf dem gleichen Standort anzustellen. Ein Vergleich zu Schlägen mit besserer Ackerzahl oder besserem Kulturzustand würde den Wert der Blauen Lupine verfälschen. Bei den heutigen Preisen für Getreide und insbesondere auf leichteren Standorten bei Berücksichtigung des Preises für Roggen reicht die Wirtschaftlichkeit des Lupinenanbaus weiter nach vorn.

In die Überlegungen zur Wirtschaftlichkeit müssen schließlich auch arbeitswirtschaftliche Faktoren einbezogen werden, zum Beispiel die Staffelung von Aussaat- und Erntezeiten eines Betriebes und damit die Entschärfung von Arbeitsspitzen.

Anhang

Ausgewählte Entwicklungsstadien der Lupine nach BBCH-Code

BBCH-Code	Definition
00	Keimung
01	trockener Samen
03	feuchter Samen
05	Radicula tritt aus der Samenschale hervor
07	Hypokotyl ist halb so lang wie das Korn
09	Hypokotyl ist doppelt so lang wie das Korn
10	Aufgang
11	Kotyledonen durchbrechen die Bodenoberfläche
15	Kotyledonen sind entfaltet
20	Rosettenbildung
21	1. und 2. Blatt entfaltet
23	3. und 4. Blatt entfaltet
25	5. Blatt entfaltet
29	Ende der Rosettenbildung (1. Internodium länger als 1 cm)
30	Sproßentwicklung
31	6. Blatt entfaltet
33	7. Blatt entfaltet
35	8. Blatt entfaltet
37	9. Blatt entfaltet
38	10. Blatt entfaltet
39	11. und mehr Blätter entfaltet
50	Knospenbildung
53	Blütenknospen sichtbar an der Sproßspitze (1 cm lang)
57	erste Blütenblätter sichtbar
60	Blüte
61	erste Blüten blühen
63	75 % der Blüten blühen
65	Die ersten Blüten verlieren ihre charakteristische Farbe
69	Alle Pflanzen sind verblüht
70	Hülsenentwicklung
71	erste Hülsen sichtbar (Hülsen länger als 2 cm)
73	75 % der Hülsen sichtbar
77	erste Hülsen haben ihre volle Größe erreicht (Samen deutlich sichtbar, Hülsen hellgrün, „Feuchtigkeit zwischen den Kotyledonen“)
79	75 % der Hülsen haben ihre volle Größe erreicht
80	Abreife
81	Grünreife: keine Feuchtigkeit mehr zwischen den grünen Kotyledonen
83	Erste Hülsen sind braun
87	Gelbreife: alle Hülsen sind braun (Samenschale ist mit dem Fingernagel eindrückbar, Keimblätter sind gelb)
89	Reife: Samen mit Fingernagel nicht mehr eindrückbar
90	Totreife
92	vollständige Strohreife, Sproßachsen vertrocknet

Literaturverzeichnis

BACHTHALER, G. et al.(1992): Pflanzliche Erzeugung, Grundlagen der Pflanzenproduktion - Umweltverträglicher Landbau, Produktionstechnik der Kulturpflanzen, Futterkonservierung, Dauergrünland, Naturschutz, Landschaftspflege, S. 404-406.

BÖHM, H.; BILAU, A. (2004): Mitteilungen der Gesellschaft für Pflanzenbauwissenschaften 16 (www.orgprints.org/4167) , Verlag Günter Heimbach, S. 135-136.

HEINECKE, D. (2004): Maßnahmen zur Begrenzung der Population von *Meloidogyne hapla* im ökologischen Landbau, Kurzzusammenfassung Nr. 18 der 32. Arbeitskreistagung Nematologie 2004.

STOCK, H.-G.; DIEPENBROCK, W. (1999): Agronomische Artenpässe landwirtschaftlicher Nutzpflanzen - Bedeutung und Anbauverfahren wichtiger landwirtschaftlicher Fruchtarten in Kurzfassung. Shaker Verlag Aachen, S. 60-62.

Gesellschaft zur Förderung der Lupine (G. F. L.)



Ziele und Zweck des Vereins

Zweck des Vereins ist die Förderung der Züchtung, des Anbaus, der Verwertung von und der Forschung über Lupinen und ihre Inhaltsstoffe im deutschsprachigen Raum. Er soll für alle an Lupinen interessierten Personen ein Kommunikationsforum sein, mit dem Ziel der gegenseitigen Information, des Gedankenaustausches und der Koordination von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben.

Der Verein veranstaltet einmal im Jahr eine Mitgliederversammlung, die neben den Vereinsangelegenheiten die wichtigsten lupinen-bezogenen aktuellen Sachthemen behandelt. Das Protokoll der Versammlung wird allen Mitgliedern zugänglich gemacht.

Darüber hinaus wird über aktuelle Entwicklungen per E-mail oder auf dem Postweg informiert.

Die Gründer des Vereins waren der Überzeugung, dass die Lupine in Zukunft eine bedeutende Stellung in der Landwirtschaft im deutschsprachigen Raum erreichen kann, wenn sie von den verschiedensten Seiten der Wissenschaft und der Praxis eine entsprechende Förderung erfährt. Der Verein soll hierzu unter anderem folgende Tätigkeiten entwickeln:

Information der verarbeitenden Industrie über die Verwendung von Lupinen, Suche nach neuen Verwertungsmöglichkeiten und Verarbeitungstechnologien

Information der landwirtschaftlichen Praxis über Anbau und Verwertung von Lupinen

Kontakt mit Landwirtschaftskammern und –ämtern zur Organisation von Versuchs- und Demonstrationsanbau sowie von Informationsveranstaltungen

Zusammenarbeit mit Universitäten und anderen Forschungsinstitutionen zur Koordination von Forschungsbedarf, Sammlung von Forschungsergebnissen und Übertragung derselben in die landwirtschaftliche Praxis

Analysen zur Entwicklungsmöglichkeit eines potentiellen Marktes

Beschaffung von Spenden und Forschungsgeldern zur Erfüllung der unter § 4 (3) genannten Verwendungszwecke

Errichtung einer Datenbank für Veröffentlichungen zum Thema Lupinen.

Die Gesellschaft zur Förderung der Lupine arbeitet eng mit der „International Lupin Association“ zusammen.

Mitgliedsbeiträge

Die Jahresmitgliedsbeiträge wurden von der Mitgliederversammlung am 26.11.2001 wie folgt festgesetzt:

Ordentliche Mitglieder: 12 €

Studenten (mit Studienbescheinigung): 6 €

Firmen: einmalige Aufnahmegebühr von 120 € plus Jahresbeitrag von 12 €

Gesellschaft zur Förderung
der Lupine (G. F. L.)



Beitrittserklärung

Hiermit erkläre ich meinen Beitritt zur **Gesellschaft zur Förderung der Lupine e. V.**

Name _____ Vorname _____

Titel _____ Institution/Firma _____

Straße bzw. Postfach _____ PLZ + Stadt _____

Land _____ Telefon: _____

Fax: _____

e-mail: _____

Ort und Datum _____ Unterschrift _____

Bitte charakterisieren Sie kurz Ihren Arbeitsbereich und Ihre Arbeitsschwerpunkte:

Arbeitsbereich (bitte nur einen nennen):

- Landwirtschaftliche Praxis Forschung und Lehre
 Industrie Beratung
 Sonstige (welche?) _____

Arbeitsschwerpunkte (maximal drei nennen):

- Pflanzenbau (praktischer Anbau und Versuchswesen)
 Pflanzenzüchtung Bio- und Gentechnologie
 Betriebswirtschaft und Vermarktung
 Qualität und Inhaltsstoffe
 Verarbeitungstechnologie Humanernährung
 Tierernährung Alternative Verwertung
 Sonstige (welche?) _____

Mit welchen Lupinenarten arbeiten Sie hauptsächlich?

- Blaue Lupine Gelbe Lupine Weiße Lupine
 andere (welche?) _____

G.F.L., Im Rheinfeld 1-13, D-76437 Rastatt - Roemer.GFL@t-online.de