

Gesellschaft zur Förderung der Lupine e.V.



LUPINEN

ANBAU UND VERWERTUNG



Foto: Mirko Runge, SZ Steinach

BOREGINE (verzweigt)

- Hohe TKM und sehr hohe Kornerträge auf allen Standorten
- Standfest und hohe Platzfestigkeit
- Schnell schließende Bestände, daher gut für den Öko-Anbau geeignet
- Besondere Eignung für die menschliche Ernährung

MIRABOR (verzweigt)

- Sehr hohe Kornertragsleistung und hoher Rohproteinertrag auf allen Standorten
- Verbesserte Merkmale in Zwiwwuchs, Reifeverzögerung und Stroh schaffen optimale Erntebedingungen und gewährleistet kostengünstige Produktion
- Hohes Tausendkorngewicht
- Gut für die industrielle Verarbeitung geeignet

Neu

LUPINEN

ANBAU UND VERWERTUNG



Inhalt

Vorwort	4
Autoren und Impressum	6
Standortanforderungen und Anbau von Lupinen	7
Anbautechnik Lupinen	21
Pilzliche und tierische Schaderreger und ihre Bekämpfung	35
Verwertungsmöglichkeiten der Lupine	42
Wirtschaftlichkeit des Lupinenanbaus	57
Anhang	62

Vorwort

In Mitteleuropa werden für die landwirtschaftliche Körnernutzung drei Lupinenarten angebaut: die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*), die Weiße Lupine (*Lupinus albus*) und die als Blaue Lupine bekannte Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius*).

Ursprüngliche Formen der genannten Lupinen-Arten weisen hohe Gehalte an toxischen Alkaloiden auf. Diese Bitterlupinen wurden in Deutschland hauptsächlich als Gründüngung zur Verbesserung der Böden genutzt – eine Verwendungsart, die wegen der vergleichsweise hohen Saatgutkosten der heutigen Körnerlupinen mittlerweile keine Rolle mehr spielt. In den Jahren 1927-1931 wurde von dem Züchter Reinhold von Sengbusch durch das Auffinden von einzelnen bitterstoffarmen, „süßen“ Lupinen der Grundstein für deren Entwicklung als Körnerfruchtarten gelegt. Dies regte, besonders bei der Gelben und der Weißen Lupine, eine lebhafte Sortenzüchtung an und führte zu einer merklichen Ausdehnung der Anbauflächen.

Ende der 1990er Jahre kam es zu einer enormen Ausbreitung der Anthraknose, einer pilzlichen, samenübertragbaren Krankheit, die den Anbau der Weißen wie auch der Gelben Lupine praktisch zum Erliegen brachte. Mit ihrer deutlich besseren Toleranz gegenüber der Krankheit konnte sich im Folgenden die Schmalblättrige Lupine durchsetzen; von den drei landwirtschaftlich genutzten Lupinenarten wird sie heute in Deutschland fast ausschließlich angebaut.

Die Schmalblättrige Lupine wird landläufig auch als Blaue Lupine bezeichnet. Dieses Synonym stammt aus einer Zeit, als es nur blaubühende Formen gab. Heute kann diese Bezeichnung leicht zu Irritationen führen; denn inzwischen gibt es Sorten, die hellblau, rosa, mehrfarbig oder weiß blühen. Aus diesem Grund wird in vorliegender Monografie im Folgenden die botanisch korrekte Bezeichnung „Schmalblättrige Lupine“ verwendet.

Lupinen haben in den letzten Jahren eine Aufwertung in der öffentlichen Wahrnehmung erfahren, weil sie, zusammen mit anderen Körnerleguminosen, als einheimische Eiweißressource genutzt werden können und ihr Anbau mit einer Auflockerung der Fruchtfolgen und weiteren agrarökologisch positiven Effekten einhergeht. Eine Reihe von Förderprogrammen und -maßnahmen haben sich

daher zum Ziel gesetzt, den Anbau und die Verwertung von Lupinen nachhaltig auszuweiten, indem der Wissenstransfer von der Forschung in die Praxis optimiert und Optionen für die Wertschöpfung erschlossen werden. Hierzu ist ein umfangreiches Lupinen-Netzwerk entstanden, welches alle wichtigen Akteure entlang verschiedener Wertschöpfungsketten im Feed- und Food-Bereich einbindet.

Zum Zeitpunkt der Neuauflage dieser Lupinenbroschüre – vor dem Hintergrund der Greening-Maßnahmen der GAP, der Eiweißpflanzenstrategie der Bundesregierung sowie im Internationalen Jahr der Hülsenfrüchte 2016 – sind die Voraussetzungen für ein Comeback der einheimischen Körnerleguminosen, unter ihnen die Lupinen, so günstig wie lange nicht mehr. Mit der vorliegenden, überarbeiteten Broschüre will die Gesellschaft zur Förderung der Lupinen ihren Anteil an dieser positiven Entwicklung leisten. Besonderer Dank gilt daher allen Autoren, die die Forschung bzw. Züchtung, den Anbau und die Verwertung sowie die Wirtschaftlichkeit der Lupinen unter den aktuellen Bedingungen dargestellt haben.

Der Vorstand



Autoren

Anke Böhme

I.G. Pflanzenzucht GmbH

Dr. Matthias Dietze

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion
Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf

Dr. Annett Gefrom

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Pflanzenproduktion und Betriebswirtschaft
Dorfplatz 1, 18276 Gülzow-Prüzen

Dr. Antje Priepke

Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion
Wilhelm-Stahl-Allee 2, 18196 Dummerstorf

Bernd Schachler

Saatzucht Steinach GmbH & Co KG
Klockower Straße 11, 17219 Bocksee

Dr. Christine Struck

Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Phytomedizin
Satower Str. 48, 18059 Rostock

Dr. Peter Wehling

Julius-Kühn-Institut
Rudolf-Schick-Platz 3a, 18190 Sanitz OT Groß Lüsewitz

Impressum

Herausgeber: Gesellschaft zur Förderung der Lupine (G.F.L.)
Klockower Str. 11, 17219 Bocksee



2016

Redaktion: Dr. Christine Struck
Universität Rostock, Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät - Phytomedizin -
Satower Str. 48, 18059 Rostock, Germany

Fotografie: Mirko Runge/Saatzucht Steinach; Fotos der Kap. 2,3,4: die Verfasser

Grafikdesign: Barbara Stefan Kommunikationsdesign, Regensburg

Standortanforderungen und Anbau von Lupinen

1.1 Lupinenarten

Lupinen gehören zu den ginsterartigen Leguminosen. Wenn wir im landwirtschaftlichen Kontext von „Lupinen“ sprechen, so sollten wir uns darüber im Klaren sein, dass dies ein Sammelbegriff für botanisch verschiedene Pflanzenarten mit unterschiedlichen Ansprüchen an die Wachstumsbedingungen ist. Für den landwirtschaftlichen Anbau zur Körnernutzung kommen in Mitteleuropa drei Lupinenarten infrage: die **Gelbe Lupine** (*Lupinus luteus*), die **Schmalblättrige Lupine** (*L. angustifolius*) – auch Blaue Lupine genannt– und die **Weißbe Lupine** (*L. albus*). Lupinen sind Hülsenfrüchte und zeichnen sich durch hohe Eiweißgehalte im Korn und in der Grünmasse aus. Demzufolge sind sie prinzipiell zur Körnernutzung wie auch zur Produktion von eiweißreichem Grünfutter verwendbar.

An dieser Stelle sei vorsorglich darauf hingewiesen, dass diese drei landwirtschaftlich genutzten, einjährigen Lupinenarten nicht mit der Vielblättrigen Lupine oder Staudenlupine (*Lupinus polyphyllus*) verwechselt werden sollten, die als mehrjährige Zierpflanze im Gartenbereich anzutreffen ist und deren Samen wegen ihrer Giftigkeit nicht für Ernährungszwecke geeignet sind.

Die drei landwirtschaftlich genutzten Arten unterscheiden sich in ihren Inhaltsstoffen und Verwertungsmöglichkeiten, aber auch hinsichtlich ihrer Ansprüche an Boden und Klima:

- | | |
|-------------------------------|--|
| Gelbe Lupine | Fähigkeit zum Kornertrag bereits bei geringer Standortgüte gegeben; bevorzugte Körnerleguminose auf leichten bis sehr leichten Böden mit niedrigen Boden-pH-Werten; sowohl zur Körner- als auch zur Grünfutternutzung geeignet |
| Weißbe Lupine | Wegen ihrer höheren Ansprüche eine Körnerleguminose für die besseren Standorte und für Gebiete mit längerer Reifezeit; Grünfutternutzung wegen der großen Samen (Saatgutkosten!) weniger sinnvoll |
| Schmalblättrige Lupine | Mittlere Ansprüche an den Standort; weites potenzielles Anbauareal; für Körner- und Grünfutternutzung |

Die Tabelle 1.1 fasst einige Eckdaten zur Anbaueignung der drei Lupinenarten zusammen; die Abbildung 1 gibt einen Überblick über die zum Anbau der Schmalblättrigen Lupine geeigneten Regionen Deutschlands.

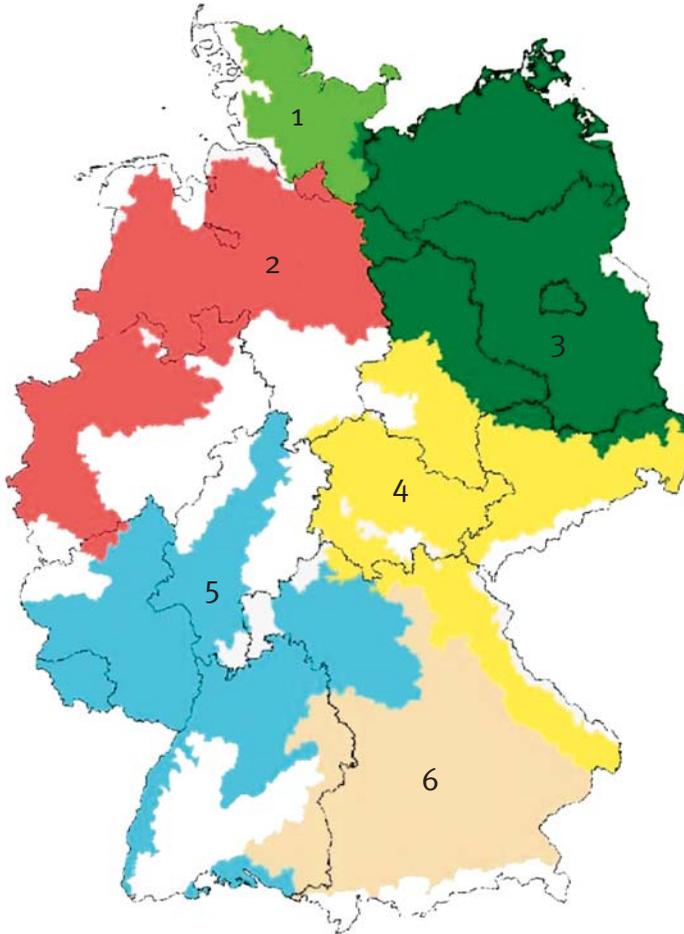


Abb. 1.1:

Anbauggebiete mit Eignung für die Schmalblättrigen Lupinen im konventionellen Landbau:

1. Geest, Hügelland Nord
2. Sandböden Nordwest
3. Diluviale Standorte Ostdeutschland
4. Löß- und Verwitterungsstandorte Mittel-/Ostdeutschland
5. Mittel- und Wärmelagen Südwest
6. Hügelland Südost

(Quelle: GeoPortal.JKI; <http://www.geoportal.jki.bund.de>)

Tabelle 1.1:

Boden- und Klimabedingungen für Ertragsfähigkeit bei Lupinenarten

	Gelbe Lupine (<i>L. luteus</i>)	Schmalblättrige Lupine (<i>L. angustifolius</i>)	Weißer Lupine (<i>L. albus</i>)
Boden	Leichte Böden: Sande; schwach lehmige Sande	Leichte bis mittlere Böden: Sande; sandige Lehme; Lößlehme	Mittelschwere Böden: Sandige Lehme; Lößlehme; Schwarzerden
pH-Reaktion des Bodens	4,6 - 6,0	5,0 - 6,8	5,5 - 6,8
Klima	Keine zu hohen Tem- peraturen während der Jugendentwick- lung; trockenes Wetter während der Reife; Vegetations- dauer 135 - 150 Tage (sortenabhängig)	Für alle Klimlagen Deutschlands geeignet, auch für Gebiete mit kurzer Vegetationszeit; Vorgebirgslagen, Küsten- gebiete; Vegetationsdauer 120 - 150 Tage (sortenabhängig)	Warmes, feuchtes Frühjahr; hohe Erträge erfordern kühle Temperaturen bis Beginn des Streckungswachs- tums sowie gute Wasserversorgung zur Blüte; Vegetationsdauer 140 - 175 Tage (sortenabhängig)
Kornertrag	10 bis 25 dt/ha	20 bis 45 dt/ha	20 bis 60 dt/ha

Alle drei Arten stammen aus dem Mittelmeergebiet. Ihre züchterisch nicht domestizierten Wildformen, aber auch bestimmte, für den Zwischenfruchtanbau gezüchtete Sorten, weisen relativ hohe Gehalte an giftigen Bitterstoffen (Alkaloiden) auf, die eine Nutzung der Samenkörner oder des Krautes für die tierische oder menschliche Ernährung nicht ohne Weiteres zulassen. Daher wurden die Lupinen im 19. Jahrhundert vor der züchterischen Entwicklung von bitterstoffarmen („süßen“) Sorten in Deutschland vorrangig als Gründüngung zur Verbesserung leichter Böden kultiviert und genutzt.

1.2 Lupinenzüchtung

Der deutsche Pflanzenzüchter Reinhold von Sengbusch hat in den Jahren 1927 bis 1931 mit dem Auffinden erster bitterstoffarmer Pflanzen der Gelben, Weißen und Schmalblättrigen Lupine den Grundstein für die Entwicklung der Lupinen zu voll nutzbaren Kulturpflanzen gelegt. Von bitterstoffarmen Lupinen („Süßlupinen“) spricht man bei einem Alkaloidgehalt von weniger als 0,05 % im Korn. Aus ernährungsphysiologischer Sicht wird 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 noch weiter zu senken und im Erntegut zu garantieren. Dies erfordert einen hohen züchterischen Aufwand und eine ständige Qualitätskontrolle.

Da der Alkaloidgehalt bei Lupinen dominant vererbt wird und Lupinen teilweise fremdbestäubend sind, kann es durch Einkreuzungen, Mutationen oder Rekombinationen immer wieder vereinzelt zur Entwicklung bitterstoffreicher Pflanzen kommen. Daher ist die Verwendung von kontrolliertem Saatgut die Voraussetzung für die sichere Verwertung des Erntegutes in der Ernährung von Mensch und Tier. Vor dem Nachbau des eigenen Saatguts muss deshalb dringend gewarnt werden! Da der niedrige Alkaloidgehalt außerdem von verschiedenen unabhängig wirkenden Genen vererbt wird, können aus der Kreuzung von zwei Pflanzen, deren Alkaloidarmut auf verschiedenen Genen beruht, Nachkommen mit hohem Alkaloidgehalt hervorgehen. 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, durch Friedrich den Großen initiierten Anbauversuche in Deutschland im Jahr 1779 scheiterten zunächst an der Spätreife der aus Italien importierten Formen. Heute existieren Sorten, deren Eigenschaften mit diesen Ursprungsformen kaum mehr vergleichbar sind. 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. Vor allem bei der Schmalblättrigen Lupine hat die Züchtung determinierter oder endständiger – d. h. unverzweigter – Wuchstypen, die nur den Haupttrieb und keine Seitentriebe bilden, zu einer Verbesserung der Stand-

festigkeit und Verfrühung der Abreife auf besseren und höher gelegenen Standorten geführt. In trockenen Jahren können determinierte Typen indessen auch ertragliche Nachteile haben. In der jüngeren Vergangenheit lag der Schwerpunkt der Sortenzüchtung eher auf dem verzweigten Wuchstyp. Verzweigte Sorten eignen sich auch auf leichten Standorten mit begrenztem Wasserangebot (s.a. Kap. 2.1).

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 Schmalblättrigen Lupinen noch verbesserungswürdig ist. Bei Weißen und Gelben Lupinen dagegen sind die Hülsen sehr platzfest.

Eine aktuelle Herausforderung ist die Züchtung auf Resistenz gegen die Anthraknose (oder Brennfleckenkrankheit), einer samenübertragbaren Krankheit, die durch den Pilz *Colletotrichum lupini* verursacht wird und zu schweren Ertragsverlusten bis zum Totalausfall – bzw. in der Saatgutvermehrung zur behördlichen Aberkennung des Vermehrungsbestandes – führen kann (s.a. Kap. 3). Während Sorten der Gelben und der Weißen Lupine hoch anfällig sind, zeigt die Schmalblättrige Lupine eine vergleichsweise geringere Befallsneigung, wird allerdings bei hohem Infektionsdruck ebenfalls befallen. In den letzten 10 Jahren konnte im Rahmen der Züchtungsforschung in pflanzengenetischen Ressourcen der Schmalblättrigen Lupine eine sehr gut wirksame Resistenz gegen die Anthraknose identifiziert, in ihrer Vererbung aufgeklärt und züchterisch nutzbar gemacht werden, so dass für diese Lupinenart die Grundlagen zur Züchtung anthraknoseresistenter Sorten gelegt sind. Gleiches gilt im Hinblick auf die Gelbe Lupine, für die es allerdings in Deutschland zurzeit keine Sortenzuchtprogramme mehr gibt. Auch bei der Weißen Lupine gibt es Anstrengungen in der Resistenzzüchtung gegen die Anthraknose.

1.3 Sorten und Erträge

Die Tabelle 1.2 gibt einen Überblick über die in der „Beschreibenden Sortenliste“ des Bundessortenamtes im Jahr 2016 eingetragenen Lupinensorten mit ihren wichtigsten Eigenschaften und Vermehrungsflächen. Im Jahr 2016 waren acht Sorten der Schmalblättrigen Süßlupine zugelassen, darunter lediglich zwei jüngere Sorten – Mirabor und Lila Baer – aus den Zulassungsjahren 2013 bzw. 2015. Sechs der acht Sorten kommen aus demselben Züchterhaus; zwei Sorten gehören dem determinierten Wuchstyp an. Die neueren Sorten sind in mehreren Merkmalen deutlich verbessert. Insbesondere im Kornertrag, aber auch im Proteingehalt, in der Platzfestigkeit und im Alkaloidgehalt.

BLAUE LUPINE

LILA BAER

Öko

DER LILA-PROTEINLIEFERANT

**AUCH FÜR
ÖKOLOGISCHEN
LANDBAU
GEEIGNET!**

- Gute Standfestigkeit und herausragende Resistenzeigenschaften – ideal für ökologischen Landbau
- Sehr gute Druschfähigkeit – sehr geringer Zwiewuchs
- Geringer Anteil aufplatzender Hülsen – geringer Ernteausschlag – sehr hohe Ertragsstabilität
- Gute Ertragsleistung in 2016
- Hoher Rohproteingehalt

IG

PFLANZENZUCHT

BESSER ERNTEN

Tabelle 1.2:

Sorten von Schmalblättriger, Weißer und Gelber Süßlupine, die mit Voraussetzung des landeskulturellen Wertes in Deutschland zugelassen bzw. nach § 55 SaatG anerkannt sind.

Merkmalbonituren von 1 (geringe Ausprägung) bis 9 (starke Ausprägung).
(Bundessortenamt; Stand: 2016)

	Jahr der Zulassung	* Vermehrungsfläche 2016 (ha)	Bitterstoffgehalt	Determinierter Wuchs	Blütenfarbe	Ornamentierung des Korns	Blühbeginn	Reife	Pflanzenlänge	Neigung zu Lager	Kornertrag	Rohproteinertrag	Rohproteingehalt	Tausendkorntmasse
Schmalblättrige Süßlupinen, Verzweigungstypen														
Arabella	2002	--	1	1	1	3	--	--	--	--	--	--	--	--
Borlu	2002	--	1	1	3	2	3	5	4	3	6	7	6	4
Boregine	2003	873	1	1	1	1	3	5	3	4	8	7	4	6
Probor	2005	603	1	1	3	3	3	5	3	4	7	8	7	3
Mirabor	2013	344	1	1	4	2	3	5	4	6	7	7	5	6
Lila Baer	2015	46	1	1	3	5	3	5	4	4	4	4	6	5
Schmalblättrige Süßlupinen, determinierte Typen														
Boruta	2001	262	1	9	4	3	4	4	3	3	6	5	5	3
Haags Blaue	2007	47	1	9	3	4	3	3	2	3	4	4	5	5
Schmalblättrige Süßlupinen – Sorten nach § 55 SaatG														
Sonet**	1998	5												
gesamt		2180												
Weißer Süßlupinen														
Feodora	2004	--	1	1	2	1	3	4	5	--	6	7	3	6
Weißer Süßlupinen – Sorten nach § 55 SaatG														
Boros		10												
gesamt		10												
Gelber Süßlupinen – Sorten nach § 55 SaatG														
Perkoz		17												
Mister		60												
gesamt		77												

* Zur Feldbesichtigung gemeldete Vermehrungsflächen für Basis- und Z-Saatgut (Blatt für Sortenwesen, August 2016)

** determinierter Typ; VM-Fläche: Z-Saatgut

Der derzeitige Anbauumfang der zugelassenen Sorten lässt sich aus dem Anteil an der Gesamtvermehrungsfläche bei Lupinen ableiten.

Bei Gelber und Weißer Lupine gab es hingegen in den vergangenen Jahren keine Neuzulassungen; bei beiden Lupinenarten ist jeweils nur noch eine Sorte zugelassen und die Vermehrungsflächen – und daraus folgend die Anbauflächen – sind in Deutschland mittlerweile vernachlässigbar. Ursache für diese Stagnation ist die hohe Anfälligkeit beider Lupinenarten für Anthraknose (s.a. Kap. 3.1), die 1995 erstmals in Deutschland auftrat, zunächst Weißlupinenbestände in Süddeutschland befiel und sich dann nach Norden ausbreitete, wo sie in den Jahren 1997 bis 1999 in großem Umfang die Vermehrungsbestände der Gelben Lupine vernichtete. Die Gelbe Lupine hat von allen geprüften Arten den höchsten Rohproteingehalt. Ihr Anbau könnte bereits auf ärmsten Sandböden wirtschaftliche Kornerträge bringen, die sich zwar auf niedrigem Niveau (10-25 dt/ha) bewegen, aber auf solchen Standorten mit jenen anderer Kulturpflanzen absolut konkurrenzfähig sind. Zurzeit gibt es in der Forschung Aktivitäten, die Gelbe Lupine in ihrer Resistenz gegen die Anthraknose und in ihrer Frühzeitigkeit zu verbessern und ihr Ertragspotenzial auch auf weniger extremen Standorten zu untersuchen.

Tabelle 1.3:

Lupinenvermehrungsflächen (anerkannt) in Deutschland 2008 - 2016 einschließlich Sorten nach § 55 SaatG (Bundessortenamt, Blatt für Sortenwesen)

Lupinenart jeweils anerkannt		Jahr								
		2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Schmalblättrige Lupine	ha	1666	1720	1877	1717	1508	1266	1394	2046	2134
	%	98,6	95,0	93,2	96,1	97,6	97,2	99,2	96,8	98,1
Gelbe Lupine	ha	--	0/0,5*	--	7	5	14	120	48	--
	%	--	0	--	100	100	100	100	100	0
Weisse Lupine	ha	0,53	--	0/3,6*	3	--	--	--	9,5	9,9
	%	7,7	--	0	100	--	--	--	100	100
Süßlupinen gesamt	ha	1666	1720	1877	1727	1513	1280	1514	2103	2144

* Zweite Zahl: zur Feldbesichtigung gemeldete Fläche

Trotz der im Vergleich zu anderen Kulturpflanzen geringen Züchtungsaktivitäten kann die Schmalblättrige Lupine mit wachsendem Ertragspotenzial aufwarten. In der Abbildung 1.2 ist erkennbar, dass die in Landessortenversuchen festgestellten Kornerträge im Verlauf der Zulassungsjahre einen ansteigenden Trend aufweisen. Auf den Verwitterungsstandorten der Landessortenversuche in Mitteldeutschland wurde zwischen den Zulassungsjahren 1997 (Sorte Bordako) und 2013 (Sorte Mirabor) ein durchschnittlicher jährlicher Ertragszuwachs von knapp einer halben Dezitonne je Hektar und Jahr erzielt; auf den Lößstandorten fiel dieser Zuwachs noch deutlich höher und statistisch bestimmter aus. Neben anderen Faktoren, wie etwa pflanzenbaulichen Verbesserungen, dürfte der Zuchtfortschritt an dieser Entwicklung einen wesentlichen Anteil haben, zumal der landeskulturelle Wert, der sich durch Verbesserungen im Ertragspotenzial und anderen relevanten Eigenschaften bestimmt, eine Zulassungsvoraussetzung für neue Sorten ist.

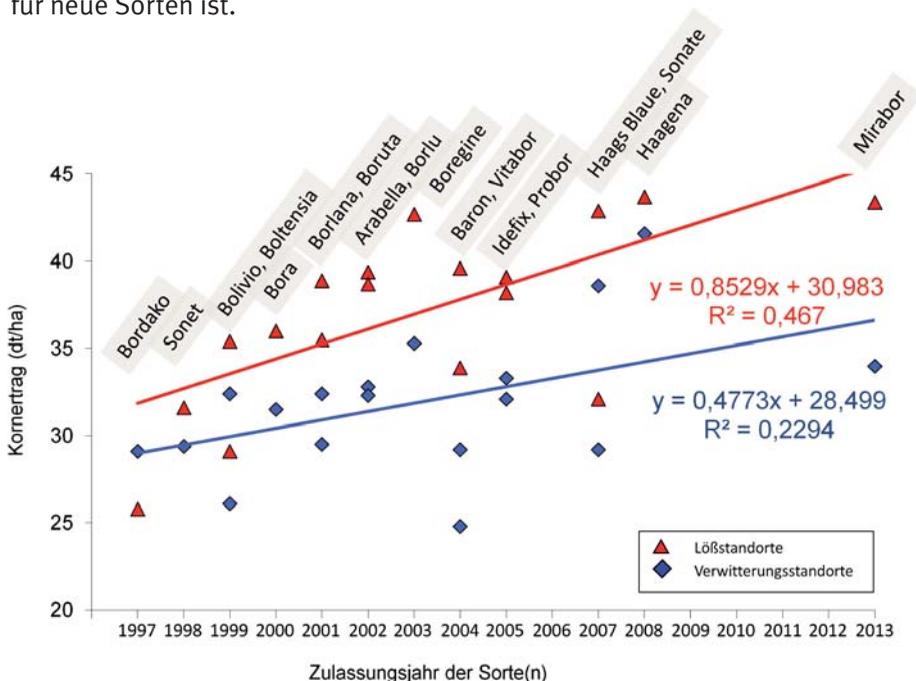


Abb. 1.2: **Ertragsentwicklung bei Schmalblättrigen Lupinen:** Mittlere Kornerträge nach Sortenzulassungsjahren und Standorttypen. 18 Sorten; Löß- bzw. Verwitterungsstandorte Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt; nach Anzahl Prüfumwelten gewichtete Mittelwerte über 1-35 Prüfumwelten je Sorte und Standorttyp. (Versuchsberichte 2000 - 2015 der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL))

Hinsichtlich der in der Praxis erzielten Kornerträge liegen Schmalblättrige Lupinen zwischen den Gelben und Weißen Lupinen. Ihr Anbau ist auf fast allen Böden möglich. Ihre Erträge bewegen sich in normalen Jahren entsprechend der Standortgüte zwischen 15 und etwa 45 dt/ha. In Landessortenversuchen in Mitteldeutschland werden im langjährigen Durchschnitt Kornerträge bis 40 dt/ha und vereinzelt Erträge bis über 50 dt/ha erreicht, wobei das Ertragsniveau auf Lößstandorten, Lößübergangslagen und Verwitterungsstandorten mit ca. 39 dt/ha im zehnjährigen Durchschnitt merklich höher liegt als auf den D-Standorten (ca. 28 dt/ha; Tabelle 1.4). Diese Zahlen, die sich von den in der landwirtschaftlichen Praxis üblicherweise realisierten Erträgen zum Teil deutlich abheben, belegen das erhebliche genetische Ertragspotenzial der Schmalblättrigen Lupine und ihr Potenzial beim Anbau auf besseren Standorten. Die Spannweiten in der Tabelle 1.4 zeigen indes auch, dass die Ertragsschwankungen hoch sind.

Rohproteingehalt und -ertrag der Schmalblättrigen Lupinen können mit jenen anderer Körnerleguminosen durchaus konkurrieren. So lag der Rohproteingehalt der Schmalblättrigen Lupinen auf den Löß- und Verwitterungsstandorten der Landessortenversuche in Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt im Durchschnitt der Jahre 2010 - 2015 bei 29,7 % (86 % TS) und damit deutlich über dem der Futtererbsen (19,1 %) und auch über dem der Ackerbohnen (25,2 %). Als proteinreichste Sorte erwies sich Probor mit durchschnittlich 30,9 %. Im Hinblick auf die Jahres-, Standort- und Sortenunterschiede ist es empfehlenswert, den aktuellen Rohproteingehalt im Erntegut zu ermitteln, um etwa Futterrationen präzise planen zu können. In der Abb. 1.3 sind die mittleren Rohprotein-Flächenerträge verschiedener Körnerleguminosen für zwei Prüforte dargestellt, die in den Thüringer Landessortenversuchen für sämtliche Körnerleguminosen verwendet wurden und somit einen fairen Vergleich erlauben. Der Vergleich in diesen identischen Prüfumwelten (Prüfjahre, Prüforte) lässt für die Schmalblättrige Lupine ein ansprechendes Rohprotein-Ertragspotenzial erkennen, welches sich, wenngleich mit stärker ausgeprägten Jahreseinflüssen, in seinem Niveau durchaus mit der Erbse, aber auch mit der Sojabohne, messen kann.

Tabelle 1.4:

Kornerträge (dt/ha; 86 % TS) der Schmalblättrigen Süßlupine in Landessortenversuchen.

Erträge für Standortkategorien L, V und D gemittelt über Prüfforte und Bezugssorten je Prüffjahr; (Datenquellen: Versuchsberichte 2006 - 2015 der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) bzw. der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern)

	Prüffjahr									
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Löß- und Verwitterungsstandorte Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt										
Mittel L-Standorte	36,1	36,0	32,8	39,8	35,5	48,3	43,6	34,8	39,5	42,6
Mittel V-Standorte	25,6	50,1	34,5	41,6	33,1	43,5	29,9	29,0	29,7	--
Mittel L-, V-Standorte	30,8	39,5	33,4	41,0	34,9	46,4	40,2	32,5	37,0	42,6
Spannweite	22,5- 40,5	33,0- 50,1	31,4- 36,3	39,1- 44,0	33,1- 37,9	41,4- 52,7	29,9- 52,3	24,6- 47,4	21,3- 50,6	31,9- 50,1
Diluvialstandorte Nord-Ost										
Mittel D-Standorte N-O	25,9	23,2	22,7	30,9	23,0	27,8	35,4	37,1	30,7	20,0
Spannweite	16,6- 33,3	18,0- 29,9	12,2- 41,1	24,4- 39,7	15,0- 31,6	21,4- 34,5	31,6- 44,3	26,7- 45,9	29,2- 31,7	11,7- 26,4

Weißer Lupinen stellen die höchsten Ansprüche an den Boden und an den Wärmehaushalt. Auf guten Böden, z. B. Löß- oder Lehmstandorten, kann sie bis zu 60 dt/ha Kornertrag und sehr hohe Eiweißerträge erbringen. Auf Sandböden erreicht auch sie in der Regel nicht mehr als 20 dt/ha Kornertrag. Die Ertragschwankungen sind sehr hoch. Vorteilhaft ist die absolute Platzfestigkeit der Hülsen. Chancen für einen flächenmäßig nennenswerten Anbau der Weißen Lupine dürften sich aber frühestens mit der Züchtung von Sorten mit Widerstandsfähigkeit gegenüber der Anthraknose ergeben.

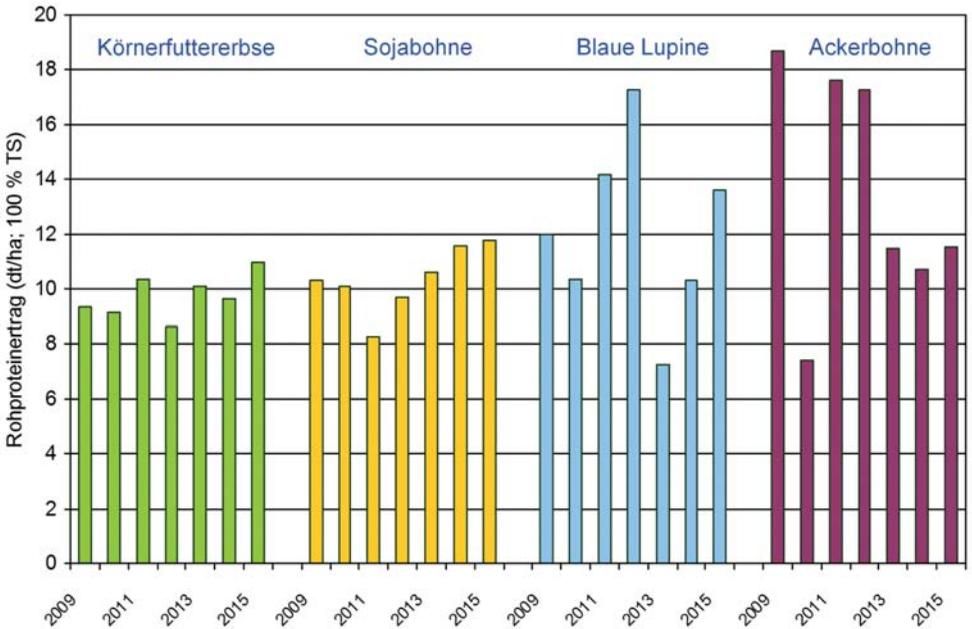


Abb. 1.3:

Rohproteinträge in dt/ha von Körnerleguminosen in identischen Prüfjahren (2009 - 2015) und auf identischen Löß-Prüfstandorten in Thüringen. Prüfstandorte: Dornburg (Lö1c, AZ 46 - 80); Großenstein (Lö4b1; AZ 51 - 58); Erträge Bezugsarten gemittelt über Prüfstandorte je Prüfjahr; Bezugsbasis für Proteinträge: 100 % TS. (Versuchsberichte 2009 - 2015, TLL)

1.4 Anbaufläche

Der Anbau der Lupinen wurde in Deutschland bis Mitte der 1990er Jahre von der Weißen und Gelben Süßlupine geprägt. Wie bereits im vorangegangenen Kapitel erläutert, sanken die Anbauflächen dieser beiden Lupinenarten mit dem Auftreten der Krankheit Anthraknose erheblich und sie haben heute kaum noch eine Anbaubedeutung. Mit der Einführung der anthraknosetoleranten Schmalblättrigen Lupinen 1997 kam es erneut zu einem Anstieg der Anbaufläche Ende der 1990er Jahre. Auf Grund schlechterer Wirtschaftlichkeit gegenüber Marktfrüchten wie Getreide und Raps sank jedoch der Anbau der Lupine und der anderen großkörnigen Leguminosen in den 2000er Jahren wieder. Dieser Trend konnte durch die Eiweißpflanzenprämie der EU (55,57 Euro je Hektar bis 2008) und weitere Förderprogramme der Bundesländer nicht gestoppt werden. Mit der Durchsetzung von Agrarumweltmaßnahmen und des „Greenings“ 2015 sind die Anbauzahlen wieder leicht angestiegen (Abb. 1.4).

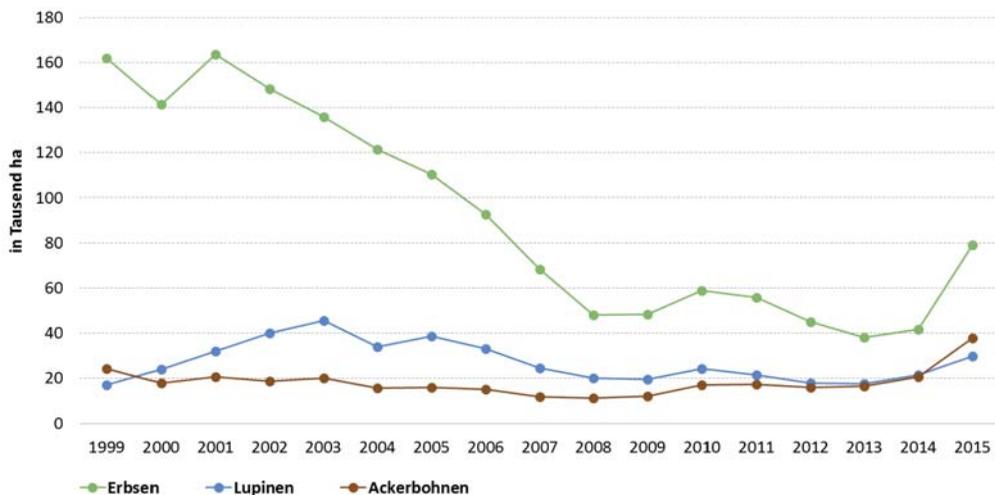


Abb. 1.4: Anbau von Körnerleguminosen in Deutschland 1999-2015

Der Anbau der Lupine ist im Gegensatz zu den anderen großkörnigen Körnerleguminosen regional konzentriert, und zwar auf die Bundesländer Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen und Sachsen-Anhalt (Tabelle 1.5). In diesen Regionen findet man einen hohen Anteil Sandböden mit niedrigen pH-Werten, was dem Wachstum der Lupinenarten besonders entgegen kommt.

Tabelle 1.5:

Entwicklung der Anbauflächen von Lupinen in Brandenburg, Mecklenburg und Sachsen-Anhalt 2010 - 2015 (Anbaufläche in 1000 ha)

Bundesland	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Brandenburg	12,2	11,1	10,0	9,5	10,6	14,3
Mecklenburg-Vorpommern	3,7	3,4	2,5	2,2	2,8	5,2
Sachsen-Anhalt	4,4	4,3	2,8	3,3	5,6	6,3
Deutschland	24,1	21,5	17,8	17,4	21,4	29,6

Statistisches Bundesamt



Anbautechnik Lupinen

2.1 Standort

Für einen erfolgreichen Anbau der Lupinen ist die Wahl des Standortes von entscheidender Bedeutung. Im Vordergrund der Standortwahl sollte der pH-Wert des Bodens stehen (vgl. hierzu Kap. 1.1, Tabelle 1.1). Böden mit stauender Nässe und auch flachgründige Böden sind für den Anbau weniger geeignet.

Da die Gelbe und die Weiße Lupine eine recht lange Vegetationszeit haben (s. Tabelle 1.1), sind Standorte zu wählen, die eine sichere Ernte im September bis Oktober ermöglichen. Ist die frühe Ernte ein entscheidendes Kriterium für den Anbau, kann nur die Schmalblättrige Lupine angebaut werden. Durch die unterschiedlichen Wuchsformen stehen Sorten zur Verfügung, die ein sehr breites Spektrum der Abreife abdecken. Endständige Formen reifen in der Regel gleichmäßiger und sicherer ab. Sie sollten besonders auf guten Böden, in niederschlagsreichen Gebieten und in Mittelgebirgslagen angebaut werden. Bei den verzweigten Formen kommt es in den genannten Regionen zu ständigem Neuaustrieb und somit zu unterschiedlicher Abreife. Sie sind daher eher für trockenere Standorte geeignet.

Das Anbauverfahren ist bei den drei Arten sehr ähnlich. Da die Gelbe wie auch die Weiße Lupine im praktischen Anbau nur eine untergeordnete Rolle spielen, konzentrieren sich die folgenden Ausführungen auf die Schmalblättrige Lupine. Auf grundsätzliche Unterschiede wird jedoch hingewiesen.

2.2 Fruchtfolge

Lupinen sind Stickstoffsammler und tragen durch ihr kräftiges, weit verzweigtes Wurzelsystem zur Strukturverbesserung des Bodens bei. Alle drei Arten haben eine lange Pfahlwurzel (Abb. 2.1), mit der sie Nährstoffe und Wasser auch aus tieferen Schichten nutzen können. Desweiteren sind sie in der Lage, schwerverfügbaren Phosphor aufzuschließen und somit verfügbar zu machen.

Die Integration der Lupinen in die Fruchtfolge beeinflusst das gesamte Anbausystem sehr positiv. Die größte Bedeutung hat dabei die hohe Stick-



Abb. 2.1: Wurzelsystem einer Schmalblättrigen Lupine

stoffixierung und die Bereitstellung von Stickstoff für die nachfolgenden Kulturen. Die Humusanreicherung und die damit verbesserte Bodenstruktur und Bodengare sind weitere positive Vorfruchtwirkungen. Weniger Arbeitsgänge und eine leichtere Bearbeitbarkeit auf Grund verbesserter Bodenstrukturen führen zu einer Reduktion der Arbeitserledigungskosten.

Die ökonomische Leistung der Lupine (s. Kap. 5) erstreckt sich somit nicht nur direkt auf die Folgefrucht, sondern auch auf weitere Fruchtfolgeglieder und somit auf die gesamte Fruchtfolge. Diese Wirkung kann umso höher bewertet werden, je einseitiger die Fruchtfolge und/oder niedriger die Bodenfruchtbarkeit des Standortes ist. Im ökologischen Landbau stellen die Lupinen eine unverzichtbare Stickstoffquelle dar und der Vorfruchteffekt ist hier noch höher zu bewerten.

Die günstigsten Folgefrüchte sind Wintergetreide und Winterraps. Der wertvolle Stickstoff wird von der Nachkultur verwertet und somit nicht ausgewaschen. Ist als Folgekultur jedoch eine Sommerung vorgesehen, ist in jedem Fall eine schnellwachsende Zwischenfrucht zu drillen. Hier eignen sich besonders Senf, Ölrettich und Phacelia. Diese Kulturen verwerten

und binden den Stickstoff, so dass die Auswaschungsgefahr minimiert wird. Die drei Lupinenarten sind mit sich selbst unverträglich. Somit sind Anbaupausen von mehr als 4 Jahren unbedingt einzuhalten. Bei engeren Fruchtfolgen kommt es zu starken Ertragseinbußen durch eine Reihe pilzlicher Schaderreger, aber auch durch einen verstärkten Blattrandkäferbefall (s. Kap. 3).

Mit Blick auf die Vorfrucht sollte beim Anbau von Lupinen bedacht werden, dass nach Kartoffeln oder Mais mit einem erhöhten Rhizoctonia- bzw. Fusariumbefall zu rechnen ist. In Fruchtfolgen mit Raps kann ein Befall mit Sclerotinia negative Auswirkungen auf den Ertrag haben.

2.3 Düngung

Eine Düngung der Grundnährstoffe ist im konventionellen Anbau ab Versorgungsstufe C, im ökologischen Anbau ab Stufe B erforderlich.

Da Kalium auswaschungsgefährdet ist, sollte in Abhängigkeit von der Bodenart vor allem auf leichten und durchlässigen Böden die Düngung direkt zu den Lupinen erfolgen. Körnerleguminosen haben insgesamt einen hohen Bedarf an Schwefel. Empfehlenswert ist daher eine Düngung mit 20-30 kg S/ha. Diese kann als Kombination mit schwefelhaltigen Kaliumdüngern erfolgen.

Als Stickstoffsammler (Tabelle 2.2) wird den Lupinen **kein** Stickstoffdünger in jeglicher Form verabreicht. Mit der Gabe von Stickstoff würde der Gratisfaktor der biologischen N-Fixierung deutlich verringert. Somit ginge ein großer Vorteil des Lupinenanbaus verloren. Hinzu kommt, dass durch eine Stickstoffdüngung das Unkrautwachstum stark gefördert, die Abreife verzögert und somit die Erntebedingungen deutlich verschlechtert würden. Diese Aspekte treffen in gleicher Form für organische Dünger wie beispielsweise Stalldung und Gülle zu.

Tabelle 2.2:

Anhaltswerte zur Stickstoffbindung von Körnerleguminosen

Art	Kornertrag 86% TM (t/ha)	N-Gehalt im Korn (kg N/t FM)	N-Entzug (kg N/ha)	N-Bindung (kg N/ha)	N-Saldo (kg N/ha)
Schmalblättrige L.	2,5	48	120	150	30
Gelbe Lupine	1,5	61	92	114	22
Weißer Lupine	2,5	52	130	163	33
Körnererbse	3,0	35	105	123	8

Verändert nach: Körnerleguminosen anbauen und verwerten. KTBL, Heft 100.

2.4 Impfung

Die Versorgung der Lupinen mit der notwendigen Menge an Stickstoff erfolgt über die Symbiose mit den Knöllchenbakterien. Diese Bakterien sind spezifisch für die unterschiedlichen Leguminosen; für die Lupine ist es *Bradyrhizobium lupini*. Sie müssen in ausreichender Anzahl im Boden vorhanden sein, um eine sichere Infektion der Pflanzen zu ermöglichen. Auf Standorten, die noch nie oder länger als 8 bis 10 Jahre keine Lupinen getragen haben, ist eine Impfung

mit den Bakterien Voraussetzung für einen sicheren Ertrag.

Die Bakterien sind ernährungsphysiologisch von der Pflanze abhängig. Die Pflanze stellt zur Deckung des Energiebedarfes für die Stickstofffixierung organische Kohlenstoffverbindungen zur Verfügung. Diese Stoffe stammen ursprünglich aus der Photosynthese der Pflanze. Durch den Abbau der Verbindungen gewinnen die Bakterien Energie zur Spaltung und Reduktion der Stickstoffmoleküle. Diese Reaktion ist energieaufwändig. Die Bakterien liefern im Gegenzug an die Pflanzenzelle hauptsächlich Ammoniak (NH_3) als erstes stabiles Produkt der Stickstofffixierung, das im wässrigen Milieu zu Ammoniumionen (NH_4^+) umgesetzt wird. Ammoniak ist jedoch ein starkes Zellgift. Um eine Ammoniak-anreicherung in den Pflanzenzellen zu vermeiden, wird dieser sofort zur Synthese von Glutamin und Glutaminsäure weiterverwendet (Ammoniak-Assimilation).

Viele Versuche verdeutlichten, dass dort, wo keine Bakterien im Boden vorhanden waren, erst durch die Impfung ein wirtschaftlicher Anbau möglich war. Mehrerträge und deutlich höhere Rohproteingehalte belegen die Wirkung der Impfung.

Bei nicht durchgeführter Impfung zeigen die Pflanzen, wie auf den Abbildungen 2.2a und b sichtbar, dass sie unter Stickstoffmangel leiden und eine Besiedlung mit Bakterien nicht vorhanden ist.



Abb. 2.2 a: Lupinenanbau ohne Bakterienimpfung (links) und mit Impfung

HiStick® L

Impfstoff für Lupinensaatgut



HiStick® L für Lupinen –
stellt die Verwertung des Luftstickstoffs auf
natürliche Weise sicher und erhöht somit
das Ertragspotenzial

 **BASF**
We create chemistry

www.agrar.basf.de

Die Aktivität der Bakterien kann überprüft werden, indem eine Wurzel zerschnitten wird und im Inneren eine rötliche Färbung sichtbar wird.

Für den Anbau werden zurzeit zwei praxisrelevante Impfstoffe bereitgestellt. Das sind die Präparate „HiStick“ (BASF) und „RADICIN Lupin“ (Jost GmbH).



Abb. 2.2 b: Lupinenpflanzen ohne Bakterienimpfung (links) und mit Impfung (rechts)

2.4.1 HiStick

HiStick ist ein Torfsubstrat, in dem die Bakterien enthalten sind. Handelsüblich ist es in einem

400 g-Folienbeutel, der für 100 kg Saatgut reicht, verpackt.

Es kann als *Trockenimpfung* direkt in die Sämaschine eingefüllt werden. Dabei ist auf eine möglichst gleichmäßige Verteilung zu achten. Bei der *Feuchtimpfung* wird das Saatgut mit ca. 200 ml Wasser je 100 kg Saatgut benetzt und mit dem Substrat vermischt. Zur *Suspensionsimpfung* wird ein Beutel HiStick mit 800 ml Wasser gleichmäßig und klumpenfrei aufgemischt. Damit wird die entsprechende Menge Saatgut in einem geeigneten Mischer gleichmäßig überzogen.

HiStick ist im verschlossenen Beutel ca. zwei Jahre nach Herstellungsdatum lagerfähig, geöffnete Verpackungen sollten innerhalb weniger Stunden verarbeitet werden. Behandeltes Saatgut ist trocken, kühl und vor allem dunkel, dennoch nur kurze Zeit lagerfähig.

2.4.2 RADICIN Lupin

RADICIN Lupin ist eine Suspension die in 75 ml- oder 400 ml-Verpackungseinheiten angeboten wird. Für einen Hektar Anbaufläche werden 75 ml Suspension benötigt.

Die Ausbringung erfolgt mit 300 bis 400 l Wasser/ha direkt vor oder nach der Aussaat. Auf Grund der hohen UV-Sensibilität der Bakterien sind diese unverzüglich nach der Ausbringung leicht in den Boden einzuarbeiten.

RADICIN Lupin ist ca. 6 Wochen lagerfähig und sollte erst unmittelbar vor der Ausbringung geöffnet werden.

Leguminosen brauchen
zur Stickstoff-Bindung

RADICIN®

die Impfstoffe für Saatgut von
Luzerne, Lupine, Futtererbse,
Ackerbohne, Soja, Kleearten, ...

EXCELLO®

Mikronährstoff-Bodendünger
mit hervorragender Langzeitwirkung
zum Erhalt der **Bodenfruchtbarkeit** durch
Bor, Kupfer, Zink, Kobalt, Molybdän und
weitere essentielle Spurenelemente.
Betriebsmittel für den ökolog. Anbau lt. Listen
von FiBL und InfoXgen

JOST GmbH · Postfach 2052 · 58590 Iserlohn
Telefon 02371 9485-0 · Telefax 02371 948535



2.5 Bodenbearbeitung

Lupinen können als recht anspruchslose Kulturen angesehen werden, was aber nicht bedeutet, dass sie auf einen ackerbaulichen guten Zustand des Feldes verzichten können. Die Lupine hat ein geringes Konkurrenzvermögen und kann nur dort gut gedeihen, wo der Zustand des Bodens es erlaubt.

Im konventionellen wie auch im ökologischen Landbau müssen alle ackerbaulichen Maßnahmen so gestaltet sein, dass der Unkrautdruck so gering wie möglich gehalten wird. Es stehen nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten zur Unkrautregulierung zur Verfügung und diese müssen durch Schlagauswahl, Bodenbearbeitungsmaßnahmen, Aussaatzeit und Aussaatverfahren unterstützt werden.

Die Bodenvorbereitung sollte nach Möglichkeit bereits im Vorjahr mit der Herbstfurche beginnen. Gerade auf sandigen Böden sind tiefgründige Bearbeitungsschritte im Frühjahr immer mit hohen Wasserverlusten verbunden und ein Großteil der Winterfeuchtigkeit geht verloren.

Die Saatbettbereitung erfolgt flach, gekeimte bzw. in Keimung befindliche Unkräuter werden zerstört und der Wasserverlust ist recht gering. Tiefe Bearbeitung würde ein erneutes Unkrautsamenpotenzial in die oberen Bodenschichten fördern. Das Saatbett sollte feinkrümelig und gut abgesetzt sein, um eine gleichmäßige Ablagetiefe zu gewährleisten. Im ökologischen Landbau kann zwischen Saatbettbereitung und Aussaat durchaus ein längerer Zeitraum verbleiben, um bei der Aussaat erneut keimende Unkräuter zu bekämpfen.

2.6 Aussaat

Lupinen keimen schon bei geringen Temperaturen und sind je nach Art tolerant gegen Fröste auch bis $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Frühe Aussaaten befördern das generative Wachstum; die Pflanzen sind kleiner und das mögliche Ertragspotenzial ist höher. Späte Aussaaten führen zu einem verstärkten vegetativen Wachstum, die Grünmasse steigt und der Kornertag ist niedriger.

Der Aussaattermin ist nicht allein nach dem Kalender zu wählen, sondern sollte sich an der Bodentemperatur orientieren. Frühe Saaten in einen kalten Boden bedeuten verlängerte Auflaufzeiten, aber auch Unkrautsamen sind noch nicht in Keimstimmung und können weder mechanisch noch mit Bodenherbiziden bekämpft werden. Um optimale Aussaatbedingungen zu haben, ist ein späterer Aussaattermin, nötigenfalls bis ca. zum 10. April, in Betracht zu ziehen. Gelbe Lupinen haben sortenspezifisch ein Vernalisationsbedürfnis und sind daher auf frühe Aussaaten angewiesen.

Alle Lupinenarten keimen epigäisch, das heißt, ihre Keimblätter durchbrechen die Krume und heben sich über die Bodenoberfläche empor. Eine flache Aussaat von 2-3 cm ist daher notwendig. Die Samen müssen gleichmäßig mit Boden bedeckt sein; oben aufliegende Körner werden nur schlecht keimen. Tiefere Saaten führen zu ungleichmäßigem Aufgang und zu Ertragsdepressionen. Die Reihenabstände sind denen von Getreide gleich. Reihenabstände von mehr als 30 cm sind durchaus sinnvoll, stellen aber an die Bodenbearbeitung, das Unkrautmanagement und die Aussaattechnik besonders hohe Anforderungen. Die Aussaatstärke ist von der entsprechenden Art und vom Wuchstyp abhängig. In der Tabelle 2.3 sind die Aussaatstärken in Körnern/m² für die Lupinenarten angegeben.

Tabelle 2.3:

Empfohlene Aussaatstärken in Körnern/m²

Gelbe Lupine	Weißer Lupine	Schmalblättrige Lupine verzweigt	Schmalblättrige Lupine endständig
80-100	60-70	80-90	110-120

Der Saatgutbedarf (in kg/ha) lässt sich nach folgender Faustregel berechnen:

$$\frac{\text{Körner/m}^2}{\text{Keimfähigkeit(\%)}}$$

2.7 Unkrautbekämpfung im ökologischen Landbau

Grundvoraussetzungen für eine gute Unkrautregulierung sind eine ausgewogene Fruchtfolge, gezielte Auswahl der Flächen ohne Besatz mit Wurzelunkräutern und eine bereits im Herbst beginnende Unkrautbekämpfung.

Im Voraufschlag sowie im 4-5 Blattstadium ist der Einsatz eines Striegels möglich (Abb. 2.3 a, b). Da die Pflanzen direkt nach dem Aufgang sehr empfindlich sind, ist eine Bearbeitung dann nicht zu empfehlen. Der Einsatz von Hacken setzt weite Reihenabstände voraus. Beide mechanischen Maßnahmen sind immer bei trockener Witterung und leicht welken Pflanzen, vorzugsweise in den Mittagsstunden, durchzuführen.



Abb. 2.3 a: Lupinenfläche vor dem Einsatz des Striegels



Abb. 2.3 b: Lupinenfläche nach dem Einsatz des Striegels

2.8 Chemische Unkrautbekämpfung

Zur chemischen Unkrautbekämpfung stehen nur wenige Mittel zur Verfügung (Tab. 2.3). Über den aktuellen Stand der zugelassenen Mittel sollte man stets informiert sein. Auskünfte können über die zuständigen Pflanzenschutzämter und über die aktuelle Datenbank des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) eingeholt werden (BVL, <https://apps2.bvl.bund.de/psm/jsp/index.jsp?modul=form>).

Tabelle 2.3:

Im Lupinenanbau zugelassene Herbizide und Sikkationsmittel (Stand 08/2016)

Handelsbezeichnung	Wirkstoff	Termin	Zulassung bis	Aufwandmenge (l/ha)	Bemerkung
Boxer Filon	Prosulfocarb	VA*	28.2.2017	5,0	in Mischung mit Stomp Aqua
Gardo Gold Primagram Gold	Terbuthylacin, S Metholachlor	VA	31.12.2016	4,0	Empf.: Nicht mehr als 3,0 l/ha
Stomp Aqua Stomp Raps	Pendimethalin	VA	31.12.2017	2,6	
Fusilade Max TRIVKO Venture	Fluazifop	NA**	31.12.2022	1,0	nicht im Konsumanbau
Select 240EC	Clethodim	NA	31.12.2024	0,5	
Dessix REGLEX Reglone Reglor	Deiquat	NA	31.12.2016	3,0	nur in der Saatgutproduktion

* Vorauflauf, ** Nachauflauf

Die Voraufmittel benötigen für eine optimale Wirkung neben einer ausreichenden Bodenfeuchte vor allem ein klutenfreies, gleichmäßiges Saatbett. Da die Wirkung der Herbizide zeitlich begrenzt ist, müssen Zeitpunkt der Applikation und Aufgang der Unkräuter zusammen passen. Dieses ist der Fall, wenn die Aussaat in einen warmen, leicht feuchten Boden erfolgt und die Lupinen wie auch die Unkräuter zügig aufgehen können. Demnach ist, wie bereits erwähnt, für eine optimale Wirkung auch ein leicht verspäteter Aussattermin in Kauf zu nehmen.

Bodenbearbeitung, Aussaat und Aussattermin müssen so terminiert und in höchster Qualität durchgeführt werden, dass die Herbizide beste Bedingungen für deren Wirkung haben. **Es gibt danach keine Möglichkeit einer Nachaufbehandlung!** Die Voraufbehandlung ist kurz nach der Aussaat durchzuführen, die Lupinen dürfen noch nicht die Krume angehoben haben. Bei späterer Applikation verursachen diese Mittel teilweise starke Schäden. Im Nachauf sind nur Mittel mit graminizider Wirkung zugelassen.

Tabelle 2.4:
Wirkungsbreite der Herbizide

Unkrautart		Gardo Gold Primagram Gold	Stomp Aqua	Boxer
Ackerhellerkraut	<i>Thlaspi arvense</i>	+++	+++	+++
Ehrenpreis-Arten	<i>Veronica spp.</i>	0	+++	+++
Weißer Gänsefuß	<i>Chenopodium album</i>	+++	+++	+
Kamille-Arten	<i>Matricaria spp.</i>	++	0	0
Klatschmohn	<i>Papaver rhoeas</i>	+	+++	0
Klettenlabkraut	<i>Galium aparine</i>	+++	0	+++
Knöterich-Arten	<i>Polygonum spp.</i>	+++	0	+
Kornblume	<i>Centaurea cyanus</i>	++	0	0
Melde-Arten	<i>Atriplex spp.</i>	+++	++	+
Stiefmütterchen	<i>Viola arvensis</i>	+++	+++	0
Taubnessel-Arten	<i>Lamium spp.</i>	+++	+++	+++
Raps	<i>Brassica napus</i>	+++	0	+++

Für die Sikkation ist der Wirkstoff Deiquat (Reglone) möglich, die Mittel dürfen lediglich in Beständen zur Saatgutproduktion angewendet werden. Glyphosathaltige Herbizide haben keine Zulassung für die Erntebesleunigung.

2.9 Ernte

Die Lupinenarten unterscheiden sich deutlich in ihrer Vegetationszeit. Die Schmalblättrige Lupine benötigt die kürzeste Zeit bis zur Körnerreife. Bedingt durch den Anbau auf den guten Böden hat die Weiße Lupine eine sehr lange Vegetationsperiode. Die Gelbe Lupine liegt dazwischen, jedoch mit einer deutlich längeren Vegetationszeit als die Schmalblättrigen Lupinen.

Die Gelbe und die Weiße Lupine sind sehr platzfest, während die Schmalblättrige Lupine über eine nur mittelmäßige Platzfestigkeit verfügt; sie darf in keinem Fall überständig werden. Daher ist sie besonders in warmen und trockenen Sommern möglichst taggenau zu dreschen. Um Ausfallverluste zu minimieren, sind besonders die sehr heißen Mittagsstunden zu meiden; der Drusch ist bevorzugt in die Morgen- und Abendstunden zu legen. Zur Problematik der Sikkation sind unbedingt die aktuellen Zulassungen zu prüfen (s.o.).

Bei stark verunkrauteten Beständen hat sich der Einsatz eines Siebes in die Querförderschnecke (Abb. 2.4) als sehr effektiv erwiesen. Unter trockenen Bedingungen werden vor allem Melde- und Knöterichsamen gut abgesiebt und das Erntegut ist deutlich sauberer (Abb. 2.5).



Abb. 2.4: Einsatz eines Spezialsiebes in die Querförderschnecke des Mähdreschers (Claas-Kornmulde gelocht)

Der Drusch ist schonend durchzuführen, um Bruchkorn zu vermeiden. Im Bereich der Saatgutproduktion ist das besonders wichtig, um eine hohe Keimfähigkeit zu sichern. Aber auch die Produktion für die Futter- und Lebensmittelindustrie



Abb. 2.5: Lupinenernteergebnis ohne Kornmulde (links) und mit Kornmulde (rechts)

erfordert hohe Rohwarenqualitäten. Bruchkorn führt zu erhöhten Pilzbelastungen bzw. zur Oxidation der enthaltenen Öle und somit zu einer deutlich schlechteren Qualität.

Die in den Betrieben vorhandenen Feuchtemessgeräte (Pfeuffer HE 50 etc.) sind im Gegensatz zu dem hier abgebildeten Gerät (Abb. 2.6) meist nicht für Lupinen ausgelegt. Die Messung mit anderen Leguminosen-Einstellungen ist ungenau und kann nur einen Anhaltspunkt geben. Grundsätzlich ist das Mahlen dreimal auszuführen, um eine gute und einheitliche Konsistenz des Lupinenmehls zu erhalten. Abhängig von der Konsistenz und dem Aussehen des Mahlgutes kann eine grobe Aussage über die Feuchte gemacht werden (Abb. 2.6 a-c).



Abb. 2.6 a

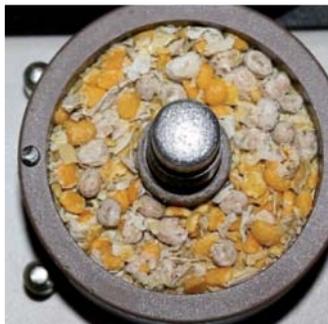


Abb. 2.6 b



Abb. 2.6 c

Messung des Feuchtegehaltes einer Lupinenprobe

mit 20,5 % :

- Feuchte größer 19 %
- Mahlgut ist verklebt
- Löst sich nur schwer aus der Messzelle

mit 16,5 % :

- Feuchte 15-18 %
- Die Lupinen sind nur teilweise zermahlen
- Ganze Körner haben Abdrücke von der Messzelle

mit 14,3 %

- Feuchte unter 15 %
- Die Lupinen sind vollständig zermahlen
- Beim Mahlen knacken die Körner hörbar



Pilzliche und tierische Schaderreger und ihre Bekämpfung

3.1 Schadpilze

Lupinen können von zahlreichen pflanzenpathogenen Pilzen befallen werden. Nur die wichtigsten Erreger, die ertragswirksame Krankheiten verursachen, sollen hier beschrieben werden. Dazu gehören in erster Linie bodenbürtige (bzw. Fruchtfolge-) Erreger, wie *Fusarium*- und *Sclerotinia*-Arten, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani* und der Erreger der schwarzen Wurzelfäule *Thielaviopsis basicola*. Desweiteren sollte der Grauschimmelpilz *Botrytis cinerea* genannt werden sowie die bereits in Kap. 1 erwähnte Anthraknose.

3.1.1 Wurzel- und Stängelfäulen

Lupinenwelke (*Fusarium* spp.)

Unter den *Fusarium*-Arten, die an Lupinenpflanzen Wurzel- und Welkekrankheiten hervorrufen und die z. T. zu erheblichen Ertragsausfällen führen, haben *F. avenaceum* und *F. oxysporum* die größte Bedeutung. Beide gelten als samen- und bodenbürtig und entwickeln sich bei verunreinigtem Saatgut in der Keimwurzel, wobei das unter zu feuchten und für die Pflanze ungünstigen Bedingungen zum Absterben der Keimlinge führen kann. Vorwiegend dringen die Erreger aber, ausgehend von Sporen oder Mycelresten aus dem Boden, über Verletzungen der Wurzeln oder Stängelbasis in die Pflanze ein. Von dort aus besiedeln sie dann die Leitbahnen, so dass es zur verminderten Wasser- und Nährstoff-



Abb. 3.1: Lupinenpflanze mit Lupinenwelke-Symptom

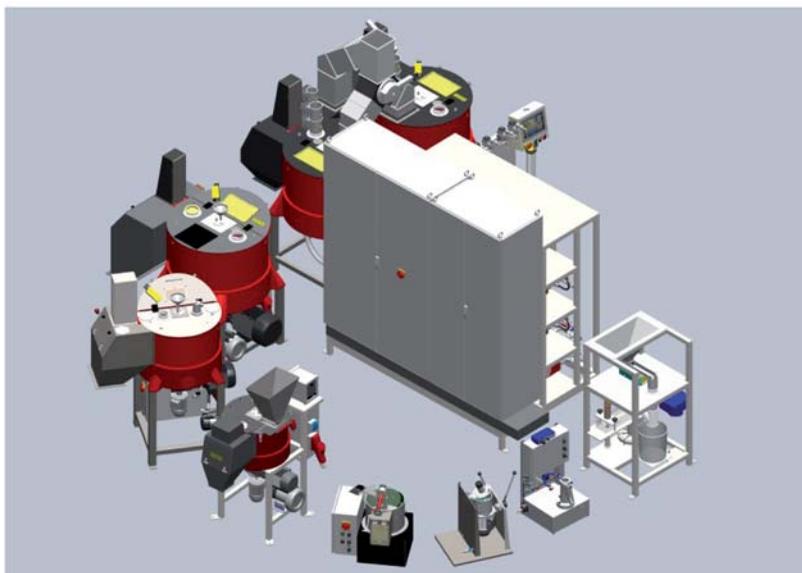
geleitbahnen, so dass es zur verminderten Wasser- und Nährstoff-



Perfekter Saatgut-Schutz mit **TMTD 98% SATEC®**
gegen Auflaufkrankheiten zugelassen im Acker- und Gemüsebau in über 40
Kulturen (BVL-Zulassungsnr. 043798-00).

Professionelle Applikation von Beizmitteln und effektive Pillierung auf
SATEC EQUIPMENT Beiz- und Pillieranlagen – für den Labor-
Bereich bis zur Großanlage.

Überwachung der Produktion von staubfreiem Saatgut mit dem
SATEC Dust Monitor (JKI-Prüfnr.: G1913).





versorgung kommt. Die typischen Symptome werden erst relativ spät sichtbar. Die Pflanze zeigt Welkeerscheinungen und Rotverfärbungen der Blätter (Abb. 3.1) und bleibt im Wachstum zurück. An den Wurzeln sind Verbräunungen sichtbar (Abb. 3.2; Wurzelfäule). Besonders *F. avenaceum* verursacht zudem Hülsenfäule.

Abb. 3.2: Wurzelschäden, verursacht durch Knöllchenfraß der Blattrandkäferlarven und Sekundärbefall mit Wurzelfäulepilzen

Sclerotinia-Stängelfäule

Sclerotinia sclerotiorum ist ein bodenbürtiger Erreger mit sehr weitem Wirtsspektrum, zu dem neben allen Leguminosen und Sonnenblumen vor allem Raps gehört. Unter hohem Infektionsdruck und feucht-warmen Bedingungen führt ein Befall zum Keimlingssterben. Die Hauptinfektionszeit liegt jedoch später, wenn Ascosporen, die sich in den Apothecien am Boden entwickelt haben, durch Regenspritzer an die Pflanze gelangen. Bei warmer Witterung und sehr hoher Luftfeuchtigkeit kann der Pilz sich auf absterbenden Blättern/Blütenblättern entwickeln und, ausgehend von Ansatzstellen der Blätter oder Seitentriebe, den Stängel besiedeln. Der Stängel wird weich und weißes Pilzmycel wird sichtbar. Die Pflanzenteile oberhalb dieser Stelle werden nicht mehr versorgt und beginnen zu welken und vorzeitig abzureifen. Im Stängel und z. T. auch in den Hülsen werden schwarze, harte Sclerotien gebildet, die im Boden überdauern können. Getreidearten werden von diesem Erreger nicht befallen; sie gelten daher als geeignete Folgekultur.

Weitere Wurzel- und Stängelfäulen

Neben den o. g. Pathogenen sind weitere Erreger als Verursacher von Wurzel- und Stängelfäulen von Bedeutung, wie *Pythium* spp., *Thielaviopsis basicola* und *Rhizoctonia solani*, die alle recht ähnliche Symptome hervorrufen: Auflaufschäden oder Keimlingssterben bzw. Umfallen der Keimlinge, dunkle Einschnürungen oder Verbräunungen an der Stängelbasis und/oder Wurzel (bei *Rhizoctonia* als „Augenfleck“ erkennbar). In späteren Entwicklungsstadien der

Lupinen werden Braun- bzw. Schwarzverfärbungen oder Vermorschungen an der Stängelbasis oder Wurzel sichtbar (Abb. 3.2). Die Pflanzen zeigen Welkeerscheinungen, Vergilbungen und bleiben im Wachstum zurück.

3.1.2 Anthraknose

Die Krankheit wird durch den Erreger *Colletotrichum lupini* hervorgerufen. Alle drei Lupinenarten sind betroffen. Während es jedoch zu erheblichen Verlusten bis zum Totalausfall bei Gelben und Weißen Lupinen kommen kann, reagieren die Schmalblättrigen Lupinen weniger anfällig. Zu nennenswerten Ausfällen kann es bei dieser Art kommen, wenn infiziertes Saatgut verwendet wurde und zudem für den Pilz optimale, feucht-warme Infektionsbedingungen herrschen. Alle oberirdischen Pflanzenteile können betroffen sein. Junge Pflanzen lassen die Blätter hängen und es zeigen sich Einschnürungen an den Blattstielen. Diese Pflanzen sterben oft ab. Bei älteren Pflanzen sind die typischen, bräunlichen, eingesunkenen „Brennflecken“ sichtbar, außerdem sind die Stängel verdreht, Blätter welken und Blattstiele knicken ab. An den Hülsen zeigen sich ebenfalls Brennflecken, zudem können sie deformiert erscheinen. Der Pilz überdauert an und in den Samen. Von der Aussaat dieses Saatgutes gehen Primärinfektionen im Bestand aus.

3.1.3 Grauschimmel (*Botrytis cinerea*)

Zu einem Grauschimmelbefall kommt es in dichten Beständen oder bei sehr hoher Luftfeuchtigkeit und geringer Luftzirkulation vorrangig in der späten Blütezeit über eine Infektion der abgestorbenen Blütenblätter oder über Verwundungen. Die Konidien des Pilzes verbreiten sich vor allem mit dem Wind. Die befallenen Pflanzenteile (Blätter, Stängel oder Hülsen) verfärben sich zunächst graugrün, es bildet sich dann der typische graue Pilzrasen. Insbesondere der Hülsenbefall kann zu beträchtlichen Ernteausfällen führen.

3.1.4 Bekämpfungsmöglichkeiten von Pilzkrankheiten

Zur Vermeidung und Bekämpfung von Pilzkrankheiten bei Lupinen steht an erster Stelle der Maßnahmen die Verwendung von gesundem und gebeiztem Z-Saatgut. Als zugelassener Beizwirkstoff steht Thiram zur Verfügung (Tabelle 3.1), ein Wirkstoff mit guten Bekämpfungseigenschaften gegen die o. g. Auflaufkrankheiten. Zur Bekämpfung der Anthraknose sind die Wirkstoffe Azoxystrobin und Tebuconazol zugelassen (Tabelle 3.1). Eine Tankmischung mit jeweils

0,5 l/ha ist wegen ihrer spezifischen Wirkungen empfehlenswert. Ein starker Befall bei Gelben und Weißen Lupinen wird allerdings nicht befriedigend erfasst. Ein sehr starker Besatz mit *Sclerotinia* durch Pflanzenreste am Boden kann mit dem parasitischen Pilz *Coniothyrium minitans* vor der Aussaat oder direkt nach der Ernte bekämpft werden. Das Mittel ist nur effektiv, wenn ausreichend Feuchtigkeit vorhanden ist.

Tabelle 3.1:

Im Lupinenanbau zugelassene Fungizide (Stand: 05. Oktober 2016)

Handelsbezeichnung	Wirkstoff	Zulassung bis	Aufwandmenge	
Aatiram 65* TMTD 98 % Satec	Thiram	31.12.2019 31.12.2020	250 ml/dt 200 g/dt	Beizung Auflaufkrankheiten
Ortiva	Azoxystrobin	31.12.2020	1,0 l/ha	Anthraknose
Lynx Hutton Horizon Folicur Ballett	Tebuconazol	31.12.2020	1,0 l/ha	Anthraknose
Contans WG	<i>Coniothyrium minitans</i>	31.12.2018	2 kg/ha	<i>Sclerotinia</i> -Arten

* außer Pythium

3.2 Tierische Schaderreger

3.2.1 Lupinenblattrandkäfer

Die Schmalblättrigen und die Weißen Lupinen, sowohl Süß- als auch Bitterlupinen, sind die bevorzugten Wirtspflanzen der Blattrandkäferarten Großer Lupinenrüssler (*Sitona gressorius*) und Grauer oder Gemeiner Lupinenrüssler (*S. griseus*) (Abb. 3.3). Die Käfer treten vorwiegend auf den leichten Standorten auf. In einer Vielzahl von Untersuchungen konnten Ertragseinbußen von 26-58 % gegenüber nicht befallenen Beständen ermittelt werden (Ströcker et al., 2013). Die Tiere fliegen im Frühjahr aus ihren Winterquartieren in die auflaufenden Bestände ein und verursachen den für sie typischen Buchtenfraß an den Blättern (Abb. 3.4). Der hohe wirtschaftliche Schaden resultiert vor allem aus dem Knöllchenfraß an den Wurzeln (Abb. 3.2), der von den Larven der Käfer

verursacht wird. Es kommt zu Stickstoffverlusten und zur Schaffung von Eintrittspforten für eine Reihe von pilzlichen Schaderregern, die zu Wurzel- und Stängelfäulen führen (s.o.).

Eine Bekämpfung der Blattrandkäfer ist nur in einem sehr frühen Stadium der Lupine (zwischen Keimblattstadium bis etwa zum 4-6 Blattstadium) vor der Eiablage sinnvoll. Dabei ist es schwierig, die tatsächliche Befallsituation zu erfassen, denn auch bei nur geringfügigen Fraßschäden an den Blättern, legen die weiblichen Tiere zahlreiche Eier, aus denen sich Larven entwickeln können, so dass die Fraßschäden an den Wurzeln ungleich viel stärker sein können als an den Blättern. Eine Insektizidbehandlung (Tabelle 3.2) pro Vegetationsperiode ist zugelassen.



Abb. 3.3: **Gemeiner (od. Grauer) Lupinenrüssler**, *Sitona griseus* (links) und **Großer Lupinenblattrandrüssler**, *S. gressorius* (rechts).
Der Gemeine Lupinenrüssler tritt in veränderlichen Farbschattierungen zwischen braun und grau auf; der Große Lupinenrüssler zeichnet sich durch die helle Mittellinie auf dem Halsschild aus.



Abb. 3.4:
Buchtigenförmiger Fraß, verursacht von Blattrandkäfern an Lupinenblättern

3.2.2 Blattläuse

Drei Blattlausarten besiedeln Lupinen und können zu Ertragsausfällen führen: die Schwarze Bohnenlaus (*Aphis fabae*), die Grüne Erbsenblattlaus (*Acyrtosiphon pisum*) und die Lupinenblattlaus (*Macrosiphum albifrons*). Schäden ergeben sich einerseits durch Assimilatentzug, andererseits durch den abgegebenen Honigtau, der die Besiedelung von Pilzen nach sich zieht. Vor allem aber sind die Blattläuse als Überträger verschiedener Viroser von Bedeutung. Eine Bekämpfung wird erst bei Koloniebildung sinnvoll. Es stehen nur wenige Insektizide zur Verfügung (Tabelle 3.2).

Tabelle 3.2:

Im Lupinenanbau zugelassene Insektizide (Stand: 05. Oktober 2016)

Handelsbezeichnung	Wirkstoff	Zulassung bis	Aufwandmenge	Bemerkung Schadorganismus:
Karate Zeon KUSTI Lambda WG TRAFO WG	Lambda-Cyhalothrin	31.12.2022	75 ml/ha	Beißende und saugende Insekten
Cyperkill Max	Cypermethrin	28.02.2017	50 ml/ha	Blattrandkäfer

Verwertungsmöglichkeiten der Lupine

4.1 Verwertung Schmalblättriger Lupinen in der Tierernährung

4.1.1 Futterwert der Schmalblättrigen Lupine

In der Fütterung steht die Schmalblättrige Lupine in direkter Konkurrenz zum Sojaextraktionsschrot (SES), dessen Rohproteingehalt um die 44 % (bei 88 % TS) von keiner heimischen Körnerleguminose erreicht wird. Soll aber bewusst auf Importsoja verzichtet werden – z. B. im Biobereich, im Marktsektor „ohne Gentechnik“ – oder verstärkt auf regional produziertes Futter gesetzt werden, führt kein Weg an den heimischen Körnerleguminosen vorbei.

Dabei zeigen sich die Vorteile der Schmalblättrigen Lupine gegenüber den anderen Körnerleguminosen: sie weisen mit durchschnittlich 30 % (in 88 % TS) den höchsten Proteingehalt vor Ackerbohne und Erbse auf. Noch höhere Proteingehalte erreichen die Gelbe und Weiße Lupine (im Mittel 38 bzw. 33 %), die jedoch, wie bereits in Kapitel 1 hervorgehoben, aufgrund der Anthraknoseproblematik nur sehr begrenzt im Anbau sind und somit auch für die Fütterung kaum zur Verfügung stehen.

Der Proteingehalt der Lupinen sollte jeweils analysiert werden, da dieser erheblich in Abhängigkeit von der Sorte, dem Standort und dem Erntejahr variieren kann, wie das aktuelle Körnerleguminosenmonitoring der UFOP (2015) sowie Auswertungen des LUPINEN-NETZWERKES (2015) zeigen.

Im Gegensatz zur Ackerbohne und Erbse enthalten Lupinen wenig Stärke (DLG 2014, polarimetrische Bestimmung entsprechend der Methodenvorschriften der VDLUFA), wodurch keine Verdrängung von preiswertem Getreide aus der Ration erfolgt. Jansen et al. (2006) konnten mit Hilfe der enzymatischen Analyse nachweisen, dass die Lupinen an sich stärkefrei sind und die klassischerweise ausgewiesene Stärke vorrangig der Nicht-Stärke-Polysaccharide-(NSP)-Fraktion zugehörig ist.

Im Vergleich zu den anderen Körnerleguminosen weist die Lupine einen deutlich höheren Gehalt an Rohfaser sowie Neutral- und Säure-Detergenzien-Faser (aNDFom und ADFom) auf. Dennoch ist die Rohfaser wegen der geringen Lignifizierung für Wiederkäuer hoch verdaulich.

Bei Schweinen wird häufig der hohe Gehalt der NSP (durchschnittlich bei 390 g/kg bei 88 % TS) als einsatzbeschränkend beschrieben, da diese Kohlen-

hydrate enzymatisch unverdaulich sind und nur im Dickdarm unter Entstehung von Gasen abgebaut werden können. Gleichzeitig besitzen sie die Fähigkeit, Nährstoffe zu umhüllen, die Verdaulichkeit und damit den Energiegehalt zu reduzieren sowie die Viskosität des Verdauungsbreies zu erhöhen. Dabei unterscheidet sich die NSP-Zusammensetzung der Lupine deutlich von der des Getreides. Während die antinutritive Wirkung der weniger verzweigten Polysaccharide von Getreide hinsichtlich der Viskositätssteigerung bekannt ist, gibt es für die höher verzweigten Lupinen-NSP weniger wissenschaftliche Belege auf die Auswirkungen beim Tier. Vorrangig wurden hier beim Geflügel negative Effekte auf die Futteraufnahme, die Nährstoffverdaulichkeit und das Energielieferungsvermögen nachgewiesen. Hingegen wird die Faserversorgung beim Schwein im Hinblick auf die Darmgesundheit und das Wohlbefinden heute anders bewertet als noch vor einigen Jahren. Ein gewisser Anteil an dickdarmfermentierbaren Faserstoffen kann eine gesunde Darmflora unterstützen. Zudem ist bekannt, dass Lupinenfasern ein hohes Wasserbinde- und Quellvermögen besitzen, was die Lupine auch in der Humanernährung oder industriellen Nutzung interessant macht. In der Schweinefütterung führt diese Eigenschaft zu einem höheren Volumen des Verdauungsbreies und zu einer längeren Sättigung, was in gewissen Anteilen zum Wohlbefinden des Tieres beiträgt. Unter den üblichen Rationsanteilen ist von keinen negativen Auswirkungen der NSP auszugehen.

Charakteristisch für die Lupine ist zudem ihr hoher Fettgehalt, der sich einerseits positiv auf den Energiegehalt auswirkt, andererseits aber bei der Lämmer- und Milchkuhfütterung einkalkuliert werden muss. Der hohe Anteil an ungesättigten Fettsäuren (PUFA) ist ernährungsphysiologisch vorteilhaft und kann auch das Fettsäuremuster der Milch positiv beeinflussen. Im Hinblick auf die Fleischqualität muss er jedoch in der Schweinefütterung berücksichtigt werden, wenn weitere Komponenten mit hohen PUFA-Anteilen verfüttert werden. Aus den Nährstoffgehalten und -verdaulichkeiten resultieren für die Schmalblättrige Lupine hohe Energiewerte für Schweine. Beim Wiederkäuer übersteigt der Energiewert sogar das SES (Tab. 4.1), wobei in Hammelversuchen für die Lupine teilweise noch höhere Werte von ca. 8,2 MJ NEL/kg ermittelt wurden (Priepke et al., 2015). Der Energiewert für Geflügel ist dagegen vorwiegend aufgrund des hohen NSP-Anteils relativ gering.

Tabelle 4.1:

Nährstoff- und Energiegehalt von Eiweißfuttermitteln im Vergleich

(in kg mit 88 % TS)

Handelsbezeichnung	SES	Raps-extraktions-schrot (RES)	Schmalblättrige Lupine	Ackerbohne	Erbse
Rohasche (g)	60	68	32	35	33
Rohprotein (g)	440	335	295	264	220
Rohfett (g)	13	26	48	14	13
Rohfaser (g)	60	114	143	77	57
aNDFom (g)	167	275	223	135	92
ADFom (g)	106	191	187	111	70
Stärke (g)	60	0	53	365	418
Zucker (g)	95	71	49	35	53
ME _{Schwein} (MJ)	13,0	9,8	13,5	13,0	13,8
ME _{Geflügel} (MJ)	9,5	7,0	7,8	11,1	11,5
ME _{Rind} (MJ)	12,1	10,6	12,5	12,0	11,8
NEL _{Rind} (MJ)	7,6	6,5	7,8	7,6	7,5
UDP (% XP)	30	35	20	15	15
nXP (g)	259	222	193	171	163
RNB (g)	+30	+18	+16	+15	+9
Calcium (g)	3,0	7,7	1,8	1,2	0,9
Phosphor (g)	6,4	10,6	2,8	4,8	4,1
Natrium (g)	0,2	0,5	0,4	0,2	0,2
Magnesium (g)	2,7	5,2	1,7	1,4	1,3

Nährstoffgehalte: DLG Futterwerttabelle Schwein 2014

Nährstoffverdaulichkeiten Wiederkäuer und UDP: DLG-Futterwerttabelle Wiederkäuer 1997 bzw. für RES und SES aktualisiert (DLG 2011)

ADF und aNDF der Körnerleguminosen: UFOP-Monitoring 2015

Die Mineralstoffgehalte der Körnerleguminosen sind im Vergleich zu den Extraktionsschroten durch geringere Calcium- und Phosphorgehalte charakterisiert. Dabei weist das UFOP-Körnerleguminosenmonitoring (2015) für die Schmalblättrige Lupine höhere Ca- und P-Werte sowie geringere Na-Werte als tabelliert aus. Dies gilt es weiter zu verfolgen.

Der Proteinwert wird beim Wiederkäuer vorrangig durch die Abbaubarkeit im Pansen bestimmt (UDP = im Pansen nicht abbaubares Protein). Diese ist bei der Schmalblättrigen Lupine etwas geringer als bei Erbse und Ackerbohne (UDP

20 bzw. 15 % des XP). In Kombination mit dem hohen Energiegehalt liegt auch der Gehalt des nutzbaren Rohproteins (nXP) der Schmalblättrigen Lupine etwas über dem der anderen heimischen Körnerleguminosen, aber deutlich unter dem SES. Bei hohen Milchleistungen kann der relativ geringe UDP- und mittlere nXP-Gehalt von unbehandelten Lupinen einsatzbeschränkend wirken. Zudem ist der hohe RNB (= ruminale Stickstoffbilanz)-Wert bei der Rationskalkulation zu berücksichtigen.

In der Schweine- und Geflügelfütterung wird die Proteinqualität durch die Aminosäurezusammensetzung und -verdaulichkeit charakterisiert. Das Lupinenprotein weist wie alle heimischen Körnerleguminosen einen geringen Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren auf, weshalb eine Kombination mit Rapsprodukten sinnvoll ist. Berücksichtigt man den vergleichsweise hohen Proteingehalt sowie die hohe praecaecale (pc) Aminosäureverdaulichkeit der Schmalblättrigen Lupine, ergeben sich im Vergleich zu den anderen heimischen Körnerleguminosen leichte Vorteile im Gehalt an pc verdaulichem Methionin+Cystin, Threonin und Tryptophan je kg (bei 88 % TS) (Abb. 4.1), aber deutlich geringere Gehalte als im SES. Um 1 kg SES zu ersetzen, benötigt man für den äquivalenten Austausch des Lysins und der schwefelhaltigen Aminosäuren etwa die doppelte Menge an Schmalblättrigen Lupinenschrot.

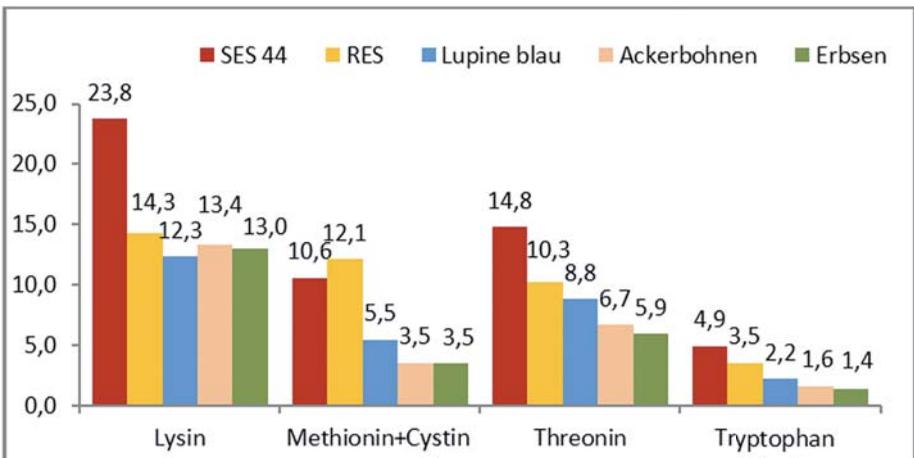


Abb. 4.1:

Gehalte an praecaecal verdaulichen Aminosäuren von Körnerleguminosen

(g/kg mit 88 % TM)

(nach DLG Futterwettabelle Schwein 2014, Lysin RES aus UFOP-Monitoring 2014)

Bei der Beurteilung des Futterwertes und der Festlegung von maximalen Einsatzgrenzen ist neben dem Nährstoff- und Aminosäuregehalt der Gehalt an spezifischen antinutritiven Substanzen zu beachten. Einsatzbegrenzend sind bei der Lupine neben den bereits diskutierten NSP die Alkaloide, die bei der Schmalblättrigen Lupine züchterisch auf deutlich < 0,05 % reduziert wurden, wodurch der Einsatz dieser Süßlupine auch in der Monogasterfütterung möglich ist. Wie bereits in Kap. 1 erwähnt, ist Vorsicht beim Eigennachbau angebracht, da hierbei erhöhte Alkaloidgehalte nicht auszuschließen sind.

4.1.2 Konservierungsverfahren

Die uneinheitliche Abreife ist ein häufiges Problem bei Lupinen. Bei Restfeuchtegehalten von >12 - 14 % kann es schnell zu einer Schimmelbildung kommen, weshalb zum Erhalt der Lagerfähigkeit eine Konservierung erforderlich ist.

Die einfachste, aber häufig auch eine der kostenintensivsten Varianten, ist die Trocknung, die sowohl in klassischen Trockenwerken als auch mit Hilfe von Biogasabwärme erfolgen kann. Zudem können Körnerleguminosen mit Hilfe von Säuren konserviert werden, wozu in der Regel propionsäurehaltige Mittel, z. T. in Mischung mit anderen Säuren genutzt werden. Die Dosierempfehlungen liegen in der Regel nur für Getreide vor. Eine vorsichtige Einschätzung lautet, dass die Dosierempfehlung für Körnermais angesetzt werden kann, plus einem Zuschlag von 20-30 %. Auch die Konservierung mit Natronlauge und Futterharnstoff ist möglich, benötigt aber wie die Säurebehandlung Fingerspitzengefühl und ein HACCP-Konzept (=Gefahrenanalyse kritischer Lenkungspunkte).

Im Rahmen der hofeigenen Verwertung ist zudem die milchsaure Silierung interessant. Hierzu sind Feuchtegehalte von ca. 35 % zu empfehlen, um eine ausreichende Bildung stabilitätswirksamer Milch- und Gärsäuren sicher zu stellen. Bei Ernte am Ende der Teigreife ist nicht mit Qualitätsverlusten des Futterwertes zu rechnen. Zudem besteht die Möglichkeit, trockenes Erntegut zum Silieren später rückzubefeuchten (Gefrom, 2012). Für die Silierung erntefeuchter Lupinenkörner wird das Verfahren der Schlauchsilierung favorisiert. Vor- und Nachteile der jeweiligen Verfahren sind in der UFOP-Praxisinformation „Körnerleguminosen: konservieren oder silieren?“ (2014) zusammengefasst.

4.1.3 Behandlungsverfahren

Neben den reinen Konservierungsverfahren gibt es eine Vielzahl von Behandlungsverfahren (siehe UFOP-Heft 33, 2007), die auf eine Erhöhung der Lagerstabilität und Verbesserung des Hygienestatus setzen. Gleichzeitig wird eine Verbesserung des Futterwertes durch einen verringerten Proteinabbau im Pansen, eine erhöhte Nährstoffverdaulichkeit sowie den Abbau von antinutritiven Substanzen angestrebt.

Neben chemischen sind physikalische Behandlungsverfahren wie Toasten, Rösten, Extrudieren, Expandieren, Mikronisieren oder auch Mikrowellenverfahren verfügbar. Die umfangreichsten Untersuchungen liegen zum Toasten und Expandieren vor. Dabei konnte eine Verschiebung der Proteinfractionen, eine reduzierte Proteinlöslichkeit und in Folge dessen ein erhöhter UDP-Anteil am Rohprotein nachgewiesen werden. Die Nährstoffverdaulichkeit sowie der Energiegehalt für Wiederkäuer werden dabei nicht beeinflusst. Teilweise führte der Einsatz von getoasteten/expandierten Lupinen im Vergleich zu unbehandeltem Material zu einer Erhöhung der Milchleistung. Auch die Verringerung der antinutritiven Substanzen ist bei Körnerleguminosen mit Hilfe der Toastung möglich, da beim Toasten Trypsininhibitoren und Lektine nahezu vollständig, Tannine teilweise reduziert werden, ohne dass dabei eine Proteinschädigung erfolgt (Abraham, 2015). Die Alkaloide der Lupine sind dagegen hitzestabil und lassen sich nicht durch Hitzeverfahren reduzieren.

Beim Schwein führte getoastetes Körnerleguminosengemisch zu einer Erhöhung der verdaulichen organischen Masse und des Energiegehaltes. Eine Verbesserung der Aufzucht- bzw. Mastleistungen konnte unter Verwendung einer thermisch behandelten Lupine (Hagemann, 2004) bzw. eines Leguminosengemisches (Kemkens et al., 2015) jedoch nicht nachgewiesen werden.

Etwas anders sehen Untersuchungen beim Geflügel aus. Bei Verdaulichkeitsuntersuchungen mit Legehennen konnte mit der thermischen Behandlung eines Leguminosengemisches (LEGUMI-therm®) keine signifikante Verbesserung des Futterwertes (Gehalt an umsetzbarer Energie und praecaecal verdaulichen Aminosäuren) erzielt werden (Nülken et al., 2013). Frühere Untersuchungen zum Einsatz thermisch behandelter Lupinen ergaben jedoch höhere Masttagszunahmen bei Broilern (Neumann, 2002). Eine Verbesserung der Kotkonsistenz konnte hingegen nicht festgestellt werden.

Die thermische Behandlung ist demzufolge vor allem für die Milchkuhfütterung zu empfehlen.

4.1.4 Praktische Einsatzmöglichkeiten der Schmalblättrigen Lupine

Lupinen sind in der Fütterung vielfältig einsetzbar. Wichtig sind in jedem Fall eine exakte Rationskalkulation auf Basis der tatsächlichen Nährstoffgehalte und die Vermeidung abrupter Futterwechsel.

Wiederkäuer

Im Bereich der Wiederkäuerfütterung lassen sich Lupinen problemlos einsetzen. Während im mittleren Leistungsbereich der Milchkühe Lupinen als alleinige Eiweißergänzung im Kraftfutter einsetzbar sind, ist im Hochleistungsbereich der Milchkühe die Ausstattung mit nicht abbaubarem Rohprotein grenzwertig. Daher sind hier Kombinationen z. B. mit geschütztem Rapsextraktionsschrot erforderlich oder eine thermische Behandlung der Lupine. Eine Reihe von Rationsbeispielen wurde in der UFOP-Broschüre (2014) zusammengestellt. Einsatzmengen von bis zu 4 kg Lupine/Milchkuh und Tag sind dabei gut möglich. Auch für Kälber und Jungrinder gibt es aus Sicht des Futterwertes prinzipiell keine Einsatzbeschränkungen, vielmehr richtet sich der Anteil in der Ration nach dem Bedarf im jeweiligen Leistungsbereich.

In der Rinder- und Lämmernmast sollten Lupinen immer als hochwertige Ergänzung zu anderen Eiweißträgern eingesetzt werden. In der Bullenmast sind Einsatzmengen von bis zu 2 kg/Tag möglich, dennoch sollte ihr Anteil im Mischfutter 25 % nicht übersteigen. Bei Lämmern sind deren hohe Ansprüche an die Energie- und Proteinversorgung für eine ausreichende Wachstumsintensität und eine gut ausgeprägte Bemuskelung zu beachten. In Kombination mit anderen Eiweißträgern (andere Körnerleguminosen oder Extraktionsschrote) empfiehlt es sich, Anteile von 20 % nicht zu überschreiten (Tab. 4.2; Martin, 2014).

Schwein

Schweine reagieren besonders empfindlich auf erhöhte Alkaloidgehalte. In der Ration sollten 0,02 % nicht überschritten werden, was bei einem Alkaloidgehalt von < 0,05 im Lupinenkorn bei keiner praktischen Futterration überschritten wird.

Aktuelle Fütterungsversuche der LWK Niedersachsen (Meyer, 2016) bestätigten frühere Ergebnisse, wonach der Einsatz von 15-20 % Schmalblättriger Lupine in der Schweinemast ohne Beeinträchtigung der Futteraufnahme sowie Mast- und Schlachtleistung möglich ist, wenn die Rationen auf Basis der praecaecal verdaulichen Aminosäuren bilanziert und entsprechend ausgeglichen werden.

Für den Bereich der Ferkelaufzucht werden Einsatzmengen von bis zu 15 % empfohlen (Tab. 4.2; Stalljohann, 2013).

Tabelle 4.2:

Empfehlungen zum Einsatz der Schmalblättrigen Lupine in der Fütterung

Tierart	Einsatzmenge
Wiederkäuer Milchkühe, Kälber, Jungrinder	Ohne Einsatzbeschränkung, Ausrichtung am Bedarf im jeweiligen Abschnitt
Mastbullen	1-2,5 kg/Tag, < 25 % Kraftfutteranteil
Mutterschafe/Milchschafe	0,4 kg/Tag
Mastlämmer	bis 20 % Kraftfutteranteil
Schweine	
Ferkel (<15 kg/> 15 kg)	bis 10 % / bis 15 %
Sauen (tragend/laktierend)	bis 20 %
Mast	bis 20 %
Geflügel	
Legehennen, Hühnermast	bis 20 %
Mastputen und -gänse	bis 15 %

Losand et al. (2016), Martin (2014), Stalljohann (2013), Steinhöfel und Lippmann (2005)

Geflügel

Der Einsatz in der Geflügelfütterung wird durch den Gehalt an antinutritiven Substanzen begrenzt. Der hohe Anteil an NSP wirkt sich negativ auf die Kotbeschaffenheit und Einstreuhygiene aus. Zudem ist in jedem Fall der geringe Methioningehalt in der Rationsgestaltung zu berücksichtigen, z. B. durch Kombination mit Raps- und Sonnenblumenprodukten, gegebenenfalls durch Ergänzung mit freien Aminosäuren. In der Legehennenfütterung und Hühnermast sind Einsatzmengen von bis zu 20 % möglich (Tab. 4.2).

Aquakultur

In der Aquakultur ist die Schmalblättrige Lupine als Eiweißquelle alternativ zum Fischmehl interessant. Die meisten Erfahrungen gibt es dabei im asiatischen und australischen Raum. Aber auch in Europa steigt die Bedeutung der Aquakultur und damit das Interesse, im Rahmen nachhaltiger Produktionssysteme Fischmehl weitestgehend zu ersetzen. In einem aktuell laufenden Projekt (Optimierung von Lupinenmehl für die Aquakultur (OLA), 2015-2017),

gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, werden Futterrezepturen mit Lupinenkernmehl als Haupteiweißquelle für Wolfsbarsche entwickelt. Zudem wird geprüft, wie mit Hilfe von Fermentationsverfahren unverdauliche Substanzen wie Phytinsäure und die Nicht-Stärke-Polysaccharide enzymatisch aufgeschlossen werden können, um die Verdaulichkeit zu erhöhen. Erste Ergebnisse aus den Fütterungsversuchen zeigen, dass der teilweise Ersatz von Fischmehl durch Lupinen in extrudiertem und mit Fischöl gecoatetem Futter keine Akzeptanzprobleme oder Leistungseinbußen verursacht (Slater, 2016).

4.2 Lupine in der Humanernährung

Körnerleguminosen aus heimischem Anbau bieten für den Food-Bereich ein besonders hohes Innovations- und Wertschöpfungspotenzial. In Deutschland steigt die Nachfrage nach Lebensmittelprodukten, die regional und nachhaltig produziert werden, rückverfolgbar sind, pflanzlichen Ursprungs und von hohem Gesundheits- und Wohlfühlwert sind. Die Zunahme ernährungsbedingter Krankheiten in den westlichen Industriegesellschaften erhöht zudem die Dringlichkeit, vorbeugende, innovative Ernährungsstrategien auf der Grundlage gesundheitsfördernder Lebensmittel zu entwerfen. Körnerleguminosen bieten mit ihren besonderen Inhaltsstoffen eine viel versprechende Rohstoffbasis für die Entwicklung solcher Lebensmittel.

Körnerleguminosen – darunter auch Lupinen – sind eine traditionelle Quelle von Protein und Öl für die menschliche Ernährung. Lupinen werden z. B. in den Mittelmeerländern und in Südamerika seit mehr als 2000 Jahren als hochwertiges eiweiß- und kohlenhydratreiches Grundnahrungsmittel geschätzt und werden auch traditionell als „Snack“ in Form von gequollenen und gesalzenen Lupinenkörner gegessen. Aus dem Artenspektrum ist in Europa bislang insbesondere die Weiße Lupine für die menschliche Ernährung genutzt worden. Regionale Bedeutung hat des Weiteren *Lupinus pilosus* als Grundlage für den sog. „Altreier Kaffee“ erlangt (Heisteringer und Pistrick, 2007). In Südamerika ist die Andenlupine (*L. mutabilis*) eine traditionelle Nahrungspflanze. Vor allem in Deutschland hat in den vergangenen 10 Jahren die Schmalblättrige Lupine als Quelle von Protein und Ballaststoffen für Food-Anwendungen an Bedeutung gewonnen.

Ursprüngliche Herkünfte von Lupinen zeichnen sich durch hohe Gehalte an bitter schmeckenden und toxischen Alkaloiden aus, die einen Verzehr durch Mensch und Tier nicht ohne Weiteres erlauben. Während der Bitterstoffgehalt

durch ausgiebiges Wässern der Samen reduziert werden kann, stehen weitere sog. „süße“ Lupinensorten zur Verfügung, die als Ergebnis pflanzenzüchterischer Bemühungen nur noch sehr niedrige Bitterstoffgehalte aufweisen. Im Sprachgebrauch der Züchter wird alkaloidarm unter 0,05 % und alkaloidfrei unter 0,02 % in der Trockensubstanz (TS) verwendet. Dennoch ist der Alkaloidgehalt als wichtiges Qualitätskriterium im Blick zu behalten, da diese durch Umwelteinflüsse wie der pH-Wert des Bodens und Hitzestress während der Samenentwicklung schwanken oder durch Anwesenheit einzelner bitterer Samen im Erntegut ansteigen kann. Dies ist insbesondere der Fall, wenn, wie in Kapitel 1 bereits erwähnt, für künftige Aussaaten anstelle von zertifiziertem Saatgut Teile der Konsumernte ohne weitere Qualitätskontrollen verwendet werden (Nachbau).

Allgemein üblich werden für die Verfütterung alkaloidarme Lupinen und aufgrund von toxikologischen Überlegungen für den Lebensmittelbereich alkaloidfreie Lupinen gefordert. Weitere, seitens der Verarbeiter erhobene Qualitätsansprüche an das Erntegut umfassen:

- Wassergehalt < 14 %,
- max. Fremdbesatz 3 %,
- Farbe der Samen: so hell wie möglich,
- geringer Anteil der Samenschale.

Aus Lupinen lassen sich gluten-, cholesterin- und laktosefreie nicht gentechnisch veränderte (non-GMO)-Produkte für die Humanernährung herstellen.

Hervorzuheben sind in diesem Zusammenhang die hervorragenden verarbeitungstechnologischen Eigenschaften von Proteinisolaten aus Lupinen, etwa im Hinblick auf Emulgierfähigkeit und -stabilität, die mit der Entwicklung eines innovativen, am Fraunhofer-Institut für Lebensmittel- und Verpackungstechnologie (IVV) erarbeiteten Fraktionierungsverfahrens möglich wurden. Mit diesem Verfahren lässt sich das Samenkorn der Lupine in Proteinisolat mit > 90 % Proteingehalt, Öl, Faser- und Schalenanteile fraktionieren, die dann gezielt zur Herstellung von Lebensmittelprodukten eingesetzt werden können (Tab. 4.3). Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass die Kombination von Lupinen- mit Getreide- bzw. Maisprotein eine nahezu ideale Eiweißzusammensetzung ergibt (FAO).

Lupinen zeichnen sich durch hohe Proteingehalte (Schmalblättrige L. 33 % XP in TM; Weiße L. 37 % XP in TM; DLG 2014) im Samenkorn aus. Das ernährungsphysiologisch hochwertige Eiweiß ist reich an der Aminosäure Lysin. Lupi-

nenkörner sind zudem fettreich (4-7 %; Schmalblättrige L. 5,5 % in TM, Weiße L. 8,7 % in TM; DLG 2014) und das Öl enthält wertvolle ungesättigte Fettsäuren.

Tabelle 4.3:

Liste an Beispielen von Lupinenprodukten in der Humanernährung

Anwendung	Schmalblättrige Lupine			Weiße L. Ganze Samen
	Isolat ab 90 % Protein	Konzentrat ab 65 % Protein	Innere Faser	
ganze Lupinensamen zum Keimen oder Kochen				X
Fleisch- und Wurstwaren – Alternative o. Beimengung zur Fettreduzierung				
Frankf. Würstchen, Leberw.	X	X	X	X
Hamburger	X	X		
Kochschinken	X			
Bratlinge, -schnittel, -gyros		X	X	X
Backwaren, Süßwaren				
Brot, Kekse, Kräcker	X	X	X	X
Kuchen, Donuts		X	X	X
Backfertigmischungen, Pfannkuchen, Waffeln		X	X	X
Süßwaren, fette Schäume, Kuvertüre		X		
Teigwaren, Feinkost				
Nudeln u.ä.	X			
Frühstückscerealien		X	X	
Brotaufstriche	X	X	X	X
Majonäse	X	X		
Diät-, Kindernahrung	X	X	X	
Sportlernahrung	X			
Geschmackstoffträger			X	
Getränke				
Kaffeeweißer	X			
Kaffee aus Samen	X	X		X
Getreidespirituosen mit gerösteter Schmalbl. L.				
Milchalternativen				
Lupinendrink	X			X
Joghurt	X			
Frisch-, Schmelzkäse	X	X		
Dessert	X			X
Tofu		X		X



Weisse Bio-Lupine - Herkunft: Nord- und Ostdeutschland

Weißer Lupine

BROTBURO GmbH
Vertrieb von Bio-Speiselupinen
Elke zu Münster Dipl.-Ing. agr.
Osterstrasse 58
20259 Hamburg

Tel: 040-4130 4858 oder 0170-5827157
info@brotbuero.de



DE-ÖKO-006

Weißer Lupinen verfügen über einen hohen Anteil an Ölsäure, gefolgt von Linol- säure (Erbas et al., 2005), während Schmalblättrige Lupinen mehr Linol- als Ölsäure aufweisen. Beyer et al. (2015) geben die Fettsäurezusammensetzung Schmalblättriger Lupinen mit 19,5 % gesättigten Fettsäuren, 32,4 % einfach ungesättigten und 48,1 % mehrfach ungesättigten Fettsäuren an. Zusätzlich sind Lupinen reich an Ballaststoffen, die im Vergleich zu anderen Hülsenfrüchten besser verträglich sind, da sie weniger blähend wirken. Der niedrige glykämische Index (langsame Verfügbarkeit der Kohlenhydrate) verlangsamt eine Erhöhung des Blutzuckerspiegels und ist daher günstig für Personen mit Diabetes. Ballast- stoffe fördern die Darmpassage und können Darmkrebs vorbeugen (Jahreis et al., 2012).

Die hohen Gehalte an Mineralstoffen (K, Ca, Mg, Fe), Carotinoiden, Vitamin A und B1 (Tiwari et al., 2011) sowie an gesundheitsförderlichen sekundären Inhaltsstoffen sind weitere ernährungsphysiologische Vorteile, ebenso wie die vergleichsweise geringen Gehalte an harnsäurebildenden Purinen (günstig bei Rheuma-Erkrankungen) und Phytoöstrogenen (Briese, 2000; Toth und Wink, 1998; Ibieta et al., 2005). Lupinen enthalten kein Gluten und sind daher für Per- sonen mit Zöliakie (Überempfindlichkeit gegen Gliadin-Eiweiß aus Getreide) gut geeignet. Humaninterventionsstudien belegen eine LDL-cholesterinsenkende Wirkung bei Personen mit zu hohem Cholesterinspiegel, die gute Verträglichkeit und die hohe sensorische Akzeptanz von Lebensmitteln, die mit löslichen Ballast- stoffen aus dem Samen der Schmalblättrigen Lupine angereichert sind (Weißer et al., 2010; Fechner & Jahreis, 2010). Mit ihren vielfältigen physiologischen Wirkungen und günstigen Verarbeitungseigenschaften bieten solche Inhaltsstoffe Perspektiven für die ernährungsbasierte Prävention von Dickdarmkrebs und koronaren Herzerkrankungen (Jahreis et al., 2012).

Da die Lupine bestimmte Eiweiße enthält, die den Eiweißen von Erdnüssen, die ebenfalls zu den Leguminosen zählen, ähneln, sollten Allergiker, die auf Erdnüsse reagieren, beim Verzehr von Lupinen Vorsicht walten lassen; es könnten Kreuz- allergien auftreten. Aufgrund ihres allergenen Potenzials müssen Lupinenbe- standteile in Nahrungsmitteln auf Verpackungen gekennzeichnet werden. Die steigende Nachfrage nach pflanzlichen und nachhaltig erzeugten Lebens- mitteln aus regionaler Produktion sowie der Trend zu gesundheitsbewusster Ernährung eröffnet Möglichkeiten für eine künftig stärkere Verwendung von Lupinen in der Humanernährung. Immer mehr Firmen stellen aus den Samen der Weißen und Schmalblättrigen Süßlupine eine große Vielfalt unterschiedlicher Produkte und Rezepturen her, die frei von gentechnischen Veränderungen sind (Abb. 4.2 a und b, www.lupinen-netzwerk.de).

Dennoch gilt es, Technologien und Konzepte für die Aufbereitung bzw. Produktentwicklung weiter zu entwickeln. Außerdem sollten weitere Wertschöpfungsketten geschaffen und die Verbraucherinformation verbessert werden. So befassen sich verschiedene Projekte wie „PlantsProFood“ mit der Herstellung innovativer Lebensmittel aus Inhaltsstoffen der Schmalblättrigen Süßlupine (<http://www.plantsprofood.prolupin.de>).



Abb. 4.2 a und b: Lupinenprodukte





Wirtschaftlichkeit des Lupinenanbaus

Der Anbauumfang der Lupinen und anderer großkörniger Leguminosen wurde in den letzten Jahren deutlich ausgedehnt, da durch die Reform der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Leguminosenanbau auf verschiedenen Ebenen Berücksichtigung findet. Weitere Forschung im Bereich Züchtung, Anbau und Verwertung sowie eine stärkere Fokussierung auf Beratung und Wissenstransfer sollen dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit des Leguminosenanbaus zu steigern.

Bei der Einschätzung der Wirtschaftlichkeit besteht Einigkeit darüber, dass der Wert der Körnerleguminosen nicht allein am Ertrag gemessen werden kann. Die über den Ertrag hinausgehenden Leistungen, die unmittelbar messbar und monetarisierbar sind, werden unter dem Begriff „Vorfruchtwert“ zusammengefasst. Weitergehende Ökosystemdienstleistungen, wie beispielsweise die Ausweitung der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft oder die Förderung phytosanitär stabiler Fruchtfolgen, die zu einer nachhaltigeren landwirtschaftlichen Produktion beitragen, denen aber (kurzfristig und auf betrieblicher Ebene) kein direkter Geldwert zugeordnet werden kann, fließen nicht in die Berechnung ein.

In der vorliegenden Kalkulation werden verschiedene Leistungen im Vorfruchtwert berücksichtigt, die auch das Marktumfeld einbeziehen. Bei einem Mehrertrag der Folgefrucht nach Lupinen von bis zu 10 dt/ha ist der Erzeugerpreis für Weizen bzw. Roggen eine zweite wichtige Größe. Im Mittel der Jahre 2008 bis 2016 lagen die Preise für Weizen bzw. Roggen bei 179 bzw. 163 Euro/t (Tabelle 5.1). Die Stickstofffixierung der Lupine sowie Einsparungen bei den Arbeitserledigungskosten sind weitere Größen, die für die Schätzung eines Vorfruchtwertes einbezogen werden.

In Abhängigkeit vom Standort, der Folgefrucht und dem Erzeugerpreisniveau wird im langjährigen Mittel ein Vorfruchtwert von 123 bis 232 Euro/ha unterstellt (Tabelle 5.2).

Tabelle 5.1:

Substitutionswert Lupinen nach Verwertung

	Weizen Euro/t	SES 44 % Euro/t	Substitutionswert Lupine auf Basis	
			pev. Lysin/MJ ME Euro/t	nXP/MJ NEL Euro/t
Mittel der Jahre 2008 bis 2016	179	332	249	229
min.	126	280	208	182
max.	236	413	311	291

	Roggen Euro/t	RES Euro/t	Substitutionswert Lupine auf Basis	
			pev. Lysin/MJ ME Euro/t	nXP/MJ NEL Euro/t
Mittel der Jahre 2008 bis 2016	163	207	233	197
min.	106	138	166	135
max.	232	264	306	267

* nXP, RES, SES kalkuliert nach aktualisierten UDP-Gehalten (DLG, 2011)

Preisstatistiken für konventionell erzeugte Lupinen werden kaum geführt, daher ist es üblich, den **Substitutionswert** (Wert der in einer Futtermischung ersetzten Futtermittel) als Preis anzusetzen. Dieser liegt in Abhängigkeit von den Futtermitteln und dem Verwendungszweck (Milchproduktion bzw. Schweinemast) im langjährigen Mittel zwischen 197 und 249 Euro/t (Tabelle 5.1). Für den Einsatz in der Milchproduktion ist dabei das nutzbare Rohprotein (nXP) und die Netto-Energie-Laktation (MJ NEL) der Futterkomponenten entscheidend. In der Schweinemast wird der Substitutionswert auf Basis des praecaecal verdaulichen Lysins (pcv. Lysin) und der umsetzbaren Energie (MJ ME) berechnet. In der Regel wird davon ausgegangen, dass in der Futtermischung Sojaextraktionsschrot (SES) und Weizen durch Lupinen substituiert werden. In einer kostenoptimierten Futtermischung könnten aber auch die Futtermittel Rapsextraktionsschrot (RES) und Roggen substituiert werden. Für die Rinderfütterung ist die positive Wirkung einer thermischen Behandlung erwiesen. Bei unterstellter Verdopplung des nicht abbaubaren Proteins (UDP-Gehalt) erhöht sich das nutzbare Rohprotein um 20%. Der Substitutionswert der Lupinen liegt dann unter sonst gleichen Bedingungen auf Basis Weizen/SES bei 302 Euro/t bzw. auf Basis Roggen/RES bei 236 Euro/t vor Abzug der zusätzlich anfallenden Behandlungs- und Transportkosten.

Die Kalkulation weist bei Berücksichtigung des Vorfruchtwertes und des Substitutionswertes für alle Standorte einen positiven Deckungsbeitrag aus (Tabelle 5.2). Die Spanne bei den Deckungsbeiträgen der einzelnen Standorte verdeutlicht die Wertigkeit der Lupinenfütterung in Abhängigkeit von der Tierart. Dabei sind die Einsatzgrenzen der Lupinenfütterung unbedingt zu beachten.

Tabelle 5.2:

Deckungsbeitragsrechnung des Lupinenanbaus

Handels- bezeichnung		konventionell			ökologisch
Ertragsannahme	dt/ha	18	25	35	20
Substitutionswert/Marktpreis	Euro/t	197 - 249	197 - 249	197 - 249	44
Vorfruchtwert*	Euro/ha	123	185	232	
Leistung	Euro/ha	478 - 571	678 - 808	922 - 1104	880
var. Kosten**	Euro/ha	-442	-454	-469	-376***
Deckungsbeitrag	Euro/ha	36 - 129	224 - 354	453 - 635	504

* nach Alpmann et al., 2013, ** Ziesemer, 2014, *** Kley, 2014

In einem zweiten Schritt wird die Wettbewerbsfähigkeit geprüft (Tabelle 5.3). Die Nutzungskosten zeigen den entgangenen Deckungsbeitrag der verdrängten Marktfrucht auf dem jeweiligen Standort an und liegen im langjährigen Mittel zwischen 214 und 663 Euro/ha. Es wird deutlich, dass mit zunehmender Standortbonität der Mindestpreis, der erzielt werden müsste, um Lupinen für den Einsatz in der Tierfütterung gewinnbringend anzubauen, abnimmt und sich dem in der Deckungsbeitragsrechnung angesetzten Substitutionswert annähert. Wenn das langjährige Mittel der jeweils herangezogenen Marktdaten zu Grunde gelegt wird, ergibt sich ein Mindestpreis in Abhängigkeit vom Standort zwischen 257 und 296 Euro/t.

Die hohen Marktpreise für Lupinen im ökologischen Landbau spiegeln die spezifischen Anforderungen an diese Wirtschaftsweise wider. Die Einbeziehung eines Vorfruchtwertes in der dargestellten Form ist für den Ökolandbau nicht zielführend. Die zentrale Frage dürfte hier lauten, ob Standort und Verwertungs- bzw. Vermarktungsmöglichkeiten für eine kleinkörnige oder großkörnige Leguminose als aufbauende Frucht in einer systembedingt vielfältigeren Fruchtfolge sprechen. Für die Lupine im ökologischen Landbau ergibt sich nach Abzug der Verfahrenskosten in dieser verkürzten Kalkulation ein Deckungsbeitrag von 504 Euro/ha.



Tabelle 5.3:

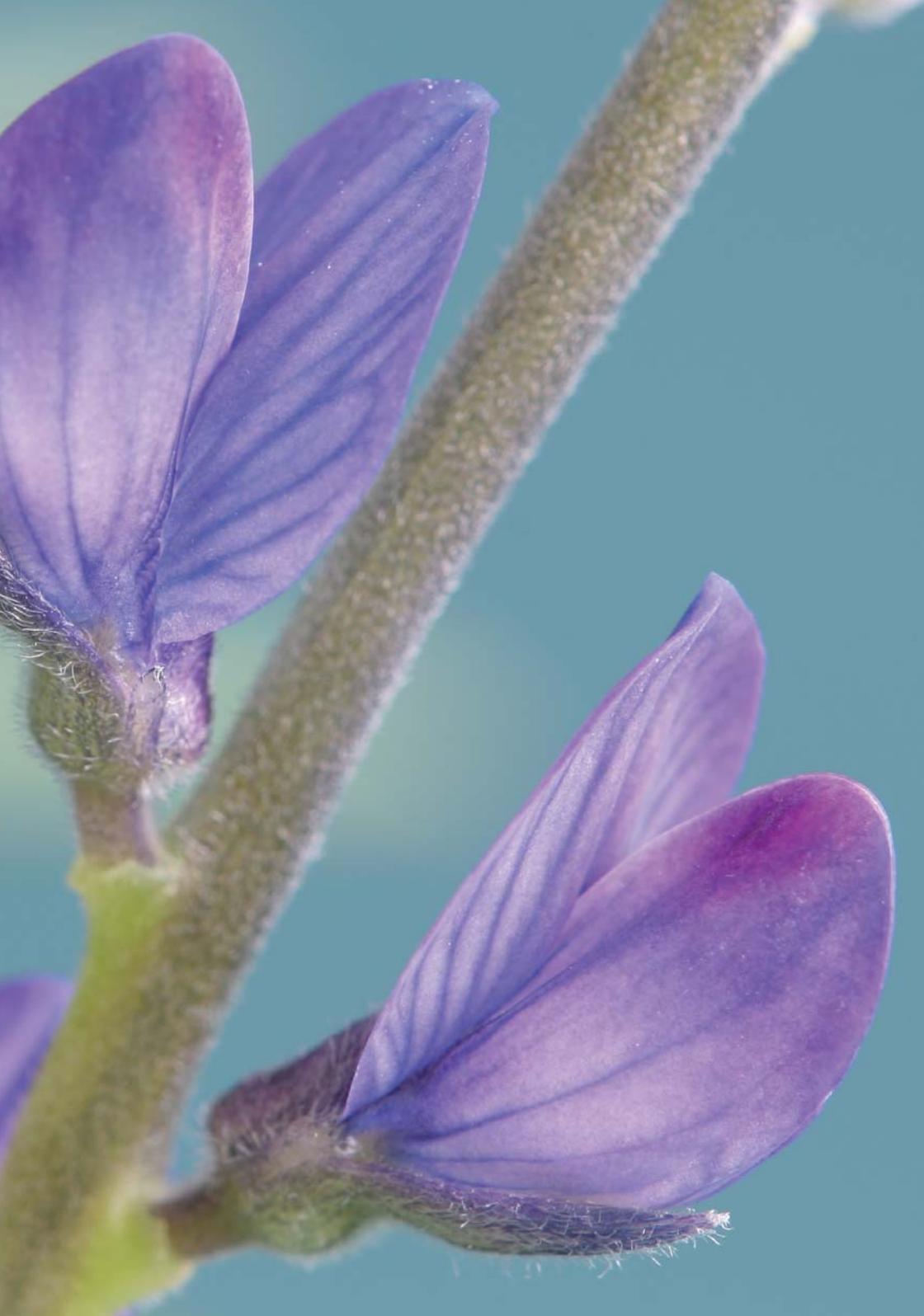
Wettbewerbsfähigkeit des Lupinenanbaus

		konventionell		
Ertragsannahme	dt/ha	18	25	35
Vorfruchtwert*	Euro/ha	123	185	232
var. Kosten***	dt/ha	-442	-454	-469
Nutzungskosten	Euro/ha	-214**	-382***	-663***
Mindestpreis	Euro/t	296	260	257

* nach Alpmann et al., 2013, ** Harms, 2012, *** Ziesemer, 2014

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Einbeziehung eines Vorfruchtwertes sich positiv auf die Bewertung des Lupinenanbaus auswirkt, allerdings nicht ausreicht, um eine Wettbewerbsgleichheit mit konkurrierenden Marktfrüchten herzustellen.

Wenn aus agrarpolitischer Sicht Wert auf die weiteren Ökosystemdienstleistungen der Lupine gelegt wird, wäre die Differenz in der Wettbewerbsfähigkeit die Bemessungsgrundlage für die Förderung des Leguminosenanbaus.



Die zitierten Quellen sind unter <http://lupinenverein.de> zu finden.

Anhang

BBCH-Code für ausgewählte Entwicklungsstadien der Lupinen (*L. albus*, *L. angustifolius*, *L. luteus*) (verändert n. Dracup & Kirby, 1996)

BBCH-Code	Beschreibung
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	Erstes und 2. Blatt entfaltet
23	Drittes 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	Hülseentwicklung
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



Ertragreiche Futterpflanzen & Wertvolle Rasengräser



SAATZUCHT STEINACH GmbH & Co KG

Betrieb Bocksee | Klockower Str. 11 | 17219 Bocksee

Tel. +49 (0) 39921 717-0 | Fax +49 (0) 39921 717-17 | info@saatzucht.de

www.saatzucht.de

