



LfL

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft



Heimische
Eiweißfuttermittel

Lupine

Anbau und Verwertung



LfL-Information

Impressum

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)
Vöttinger Straße 38, 85354 Freising-Weihenstephan
Internet: www.LfL.bayern.de

Redaktion: Institut für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung
Am Gereuth 4, 85354 Freising -Weihenstephan
E-Mail: Pflanzenbau@LfL.bayern.de
Telefon: 08161 8640-3637

Institut für Agrarökologie und Biologischen Landbau (IAB)
Lange Point 12, 85354 Freising -Weihenstephan
E-Mail: Oekolandbau@LfL.bayern.de
Telefon: 08161/8640-3640

Fotos: Riedel, Schweizer, Winterling (IPZ, IAB)

4. Auflage: unverändert, April 2022

Druck: Printzipia/bonitasprint GmbH, 97080 Würzburg

Schutzgebühr: 1,00 Euro

© LfL, alle Rechte beim Herausgeber

Lupine

Anbau und Verwertung

Inhaltsverzeichnis

1	Süßlupinenanbau in Deutschland und Bayern	5
2	Standortansprüche	5
3	Sortenwahl	6
4	Produktionstechnik	6
4.1	Fruchtfolge	6
4.2	Saat	6
4.2.1	Saatgut	6
4.2.2	Saatzeit	7
4.2.3	Saatstärke	7
4.2.4	Impfung	7
4.2.5	Saattiefe	7
4.2.6	Reihenabstand	7
4.2.7	Saattechnik	8
5	Düngung	9
6	Pflanzenschutz	10
6.1	Unkrautregulierung	10
6.2	Pilzliche Schaderreger	10
6.2.1	Brennfleckenkrankheit/Anthraknose (<i>Colletotrichum lupini</i>).....	10
6.2.2	Fusarium-Welke (<i>Fusarium oxysporum</i>)	11
6.2.3	Wurzeltöterkrankheit (<i>Rhizoctonia solani</i>)	11
6.2.4	Sklerotinia-Weichfäule (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	11
6.2.5	Weitere Pilzkrankheiten	12
6.3	Tierische Schädlinge	12
6.3.1	Lupinenblattlaus (<i>Macrosiphum albifrons</i>).....	12
6.3.2	Blattrandkäfer (<i>Gattung Sitona, Charagmus Sitona</i>).....	12
6.3.3	Wildtiere.....	13
6.3.4	Vögel	13
7	Ernte	13
8	Verwertung	15
8.1.1	Futterwert bei Monogastriden	15
8.1.2	Futterwert bei Polygastriden	16
8.1.3	Lupinen in der menschlichen Ernährung	17
9	Wissenswertes aus der Forschung	17
10	Steckbrief Süßlupine	20



1 Süßlupinenanbau in Deutschland und Bayern

In Deutschland werden für die landwirtschaftliche Körnernutzung drei Arten der Süßlupine angebaut: die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*), die Weiße Lupine (*Lupinus albus*) und die als Blaue Lupine bekannte Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius*). Auf den rund 28.900 ha Lupinenanbaufläche in Deutschland in 2021 (Statistisches Bundesamt 2021) wird überwiegend die Blaue Lupine kultiviert. Die größten Anbauflächen der Süßlupine befinden sich in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt. Rund 40 % der Lupinenanbaufläche wird bundesweit ökologisch bewirtschaftet (Böhme 2021).

Der Anbau der Weißen Lupine in Deutschland fand bisher nur in sehr begrenztem Umfang statt. Die Hauptursache dafür war die hohe Anfälligkeit gegenüber der Pilzkrankheit Anthraknose (*Colletotrichum lupini*), auch als Brennfleckenkrankheit der Lupine bekannt. Diese Krankheit hat den Anbau der Weißen Lupine Mitte der 1990er Jahre in ganz Deutschland nahezu zum Erliegen gebracht. Im Jahr 2019 wurden erste anthraknosetolerante Sorten der Weißen Lupine vom Bundessortenamt zugelassen. Für den Anbau in Bayern eignen sich besonders die Blaue und die Weiße Lupine. Der Anbau der Gelben Lupine ist nur auf sehr leichten Sandböden möglich.

Im Gegensatz zu den Wildformen sind Süßlupinen bitterstoffarm, das heißt der Alkaloidgehalt im Korn liegt unter 0,05 %. Sie werden für die Tier- und die Humanernährung angebaut. Bitterlupinen dagegen werden als Gründüngung zur Bodenverbesserung eingesetzt. Aufgrund des hohen Eiweißgehaltes, dem guten Vorfruchtwert sowie der Möglichkeit mit der Leguminose die Fruchtfolge zu bereichern, ist das Interesse am Lupinenanbau groß.



2 Standortansprüche

Lupinen bevorzugen gut durchlässige Böden ohne Staunässe. Zur Keimung und zur Blüte haben sie einen relativ hohen Wasserbedarf. Allgemein gelten sie aber als trockenheitsverträglich, sofern der Boden eine tiefe Durchwurzelung erlaubt. Alle drei Süßlupinenarten reagieren sehr empfindlich auf zu hohe pH-Werte und freien Kalk im Boden.

Die **Gelbe Lupine** wächst gut auf Sandböden mit pH-Werten zwischen 4,6 und 6,0. Die **Blaue Lupine** hat einen höheren Wasserbedarf und höhere Ansprüche an den Boden. Der pH-Wert sollte zwischen 5,0 und 6,8 liegen. Der Anbau der **Weißen Lupine** ist auf nahezu allen Böden mit pH-Wert < 7 ohne Staunässe möglich. Sie hat eine längere Reifezeit (sortenabhängig 140-175 Tage). Dies sollte bei der Standortwahl beachtet werden.

In Tabelle 1 sind die Standortansprüche der jeweiligen Lupinen-Arten zusammengefasst.

Tab. 1: Standortansprüche der Lupinen

Art	Boden	pH-Wert
Blaue Lupine	Leichte bis mittlere Böden: Sand – sandiger Lehm, Lößlehm	5,0 - 6,8
Gelbe Lupine	Sehr leichte- bis leichte Böden: Sand – lehmiger Sand	4,6 - 6,0
Weiße Lupine	Mittelschwere Böden: sandiger Lehm – schluffiger Lehm, Lößlehm	5,5 - 6,8 (< 7,0)



3 Sortenwahl

Bei den Süßlupinen gibt es endständige (determinierte) und verzweigte (indeterminierte) Wuchstypen. Die endständigen Sorten sind in der Regel früher reif und standfester. Die verzweigten Typen sind ertragsstärker und zeichnen sich durch ein besseres Unkrautunterdrückungsvermögen aus. Die Bildung von Nach- und Kompensationstrieben bei verzweigten Typen, ausgelöst durch schlechte Witterung, kann zu einer ungleichen und späteren Abreife führen.

Neben dem Kornertrag und dem Rohproteintrag sind bei Lupinen eine gleichmäßige Abreife von Hülsen und Stroh, die Platzfestigkeit der Hülsen und der Alkaloidgehalt wichtige Kriterien, die bei der Sortenwahl beachtet werden sollten. Der Alkaloidgehalt der Lupinen unterliegt natürlichen Schwankungen und kann durch Umwelteinflüsse stark beeinflusst werden. Hinsichtlich eines Anthraknosebefalls (Brennfleckenkrankheit) sind nur bei der Blauen und Gelben Lupine Resistenzen bekannt und bei der Blauen Lupine auch resistente Sorten verfügbar. Bei der Weißen Lupine kann seit kurzem auf erste mäßig tolerante Sorten gegenüber diesem pilzlichen Schaderreger zurückgegriffen werden.

Bei der Gelben Lupine sind aktuell keine Sorten in Deutschland zugelassen.



Aktuelle Sortenempfehlungen für den Anbau von Süßlupinen im ökologischen Landbau in Bayern können auf der Homepage der LfL abgerufen werden:

<https://www.lfl.bayern.de/iab/landbau/030541/index.php>



4 Produktionstechnik

4.1 Fruchtfolge

Die Lupine besitzt viele positive pflanzenbauliche Eigenschaften: Als Leguminose kann sie in Symbiose mit Knöllchenbakterien Stickstoff fixieren, durch saure Wurzelauausscheidungen mobilisiert sie Nährstoffe wie z. B. Phosphor. Mit ihrer tiefreichenden Pfahlwurzel lockert sie den Boden und verbessert damit die Bodenstruktur.

Am besten wird der Vorfruchtwert der Lupine ausgenutzt, wenn danach ein Wintergetreide angebaut wird. Bei Sommergetreideanbau bietet sich, abhängig von der verfügbaren Restvegetationszeit nach der Lupinenernte, eine schnell wachsende Zwischenfrucht mit hohem Stickstoffbindungsvermögen an (z. B. Phacelia, Grünroggen).

Lupinen sind nicht selbstverträglich. Zu sich selbst und zu anderen Leguminosen sollten zur Vermeidung von bodenbürtigen Pilzkrankheiten und Leguminosenmüdigkeit Anbaupausen von mindestens vier Jahren eingehalten werden. Zu Raps und Sonnenblumen wird wegen der Sklerotinia-Weichfäule eine Anbaupause von ebenfalls mindestens vier Jahren empfohlen. Dies gilt sowohl für den Haupt-, als auch für den Zwischenfruchtanbau, auch mit anderen Kreuzblütlern (z. B. Gelbsenf, Ölrettich).

4.2 Saat

4.2.1 Saatgut

Aufgrund des Risikos einer Infektion mit der samenbürtigen Pilzkrankheit Anthraknose sollte nur zertifiziertes Saatgut verwendet werden. Ein Nachbau geschützter Sorten ist bei der Blauen und Weißen Lupine verboten.

4.2.2 Saatzeit

Bei der Blauen und Gelben Lupine wird eine möglichst frühe Saat ab Mitte März bis Mitte April empfohlen. Die Weiße Lupine kann auch später, am besten bis Ende April, gesät werden. Bei einer Aussaat nach Anfang Mai ist eine rechtzeitige Abreife der Weißen Lupine gefährdet.

Lupinen keimen ab +3/+4 °C. Kühle Temperaturen fördern die generative Entwicklung und der Bestand kommt schneller in die Blüte und in die Hülsenentwicklung.

4.2.3 Saatstärke

Endständige Sorten werden mit höherer Saatstärke gesät als verzweigte Sorten. Die Tabelle 2 zeigt aktuelle Empfehlungen zur Saatstärke für die drei Süßlupinenarten:

Tab. 2: Kennwerte zu Saatstärken von Lupinen

Art	Verzweigte Wuchstypen Körner/m ²	Endständige Wuchstypen Körner/m ²
Blaue Lupine	80-90	110-120
Gelbe Lupine	80-100	110-120
Weiße Lupine	55-60	75

4.2.4 Impfung

Unmittelbar vor der Saat müssen die Lupinen mit dem spezifischen Knöllchenbakterium *Bradyrhizobium lupini* geimpft werden. Dies ist insbesondere beim Erstanbau, aber auch nach längeren Anbaupausen Voraussetzung für einen sicheren Ertrag. Für die Impfung stehen festformulierte Mittel auf Torfbasis sowie flüssige Mittel zur Verfügung. Die Impfung sollte sachgerecht nach Herstellerangaben erfolgen.

4.2.5 Saattiefe

Lupinen keimen epigäisch. Deshalb dürfen sie nicht zu tief gesät werden. Zur Sicherung des hohen Keimwasserbedarfs hat sich eine Ablagetiefe von 3-4 cm bewährt. Wenn der Boden nach oben leicht zu durchdringen ist, kann auch 5 cm tief gesät werden. Bei der Aussaat ist auf eine gleichmäßige Ablagetiefe und eine vollständige Bodenbedeckung des Saatgutes zu achten. Oben aufliegende Körner keimen nur schlecht und verzögert.

4.2.6 Reihenabstand

Reihenabstände von 12,5 cm sorgen für eine günstige Standraumverteilung der Einzelpflanzen. Dadurch kann der Feldaufgang verbessert werden.

Bei entsprechend weiten Reihenabständen kann gehackt werden. Dadurch schließen sich die Reihen aber später bzw. gar nicht und die Gefahr einer Spätverunkrautung steigt. Dies kann bei der Ernte zu Problemen führen: Für den Verkauf als Speiseware dürfen die hellen Körner nicht durch Pflanzensäfte verfärbt sein. Sollen Pflanzenschutzmittel ausgebracht werden, kann der Reihenabstand an die Spritzbreite angepasst werden. Fahrgassen erleichtern die Applikation.

4.2.7 Saattechnik

Die Bodenvorbereitung sollte mit einer Pflugfurche beginnen. Die Saatbettbereitung erfolgt flach. Das Saatbett sollte zur Gewährleistung einer gleichmäßigen Ablagetiefe feinkrümelig und gut abgesetzt sein. Eine Kreiseleggen-Drillmaschinen-Kombination erzielt hinsichtlich der Saattiefe und Standraumverteilung ein gutes Ergebnis. Eine Saat mit der Einzelkornsämaschine ist ebenfalls möglich. Eine ungünstigere Standraumverteilung aufgrund einer höheren Kornzahl in der Reihe kann den Feldaufgang insbesondere bei größeren Reihenabständen negativ beeinflussen.



Abb. 1: Junge Lupinenpflanze (*L. albus*)



Abb. 2: Blühende Lupinenpflanze (*L. albus*)



5 Düngung

Lupinen benötigen als Leguminose keine Stickstoffdüngung, eine bedarfsgerechte Versorgung mit Grundnährstoffen sollte gegeben sein. Das tiefgehende Wurzelwerk der Lupinen vermag zwar Nährstoffe wie Kalium, Phosphat und Magnesium aus dem Unterboden zu erschließen, jedoch besteht aufgrund gesteigerter Ertragsleistung neuerer Sorten auch ein erhöhter Bedarf an Makronährstoffen. Bei optimaler Bodenversorgung (Gehalt C) ist eine Düngung nach Entzug bzw. Abfuhr ausreichend.

Stickstoff: Bedingt durch die Stickstofffixierung der Knöllchenbakterien ist eine N-Gabe nicht erforderlich. Zudem verringert ein zu hohes N-Angebot die N-Fixierung. Der N-Bedarfswert nach DüV (Stand 2021) ist null. Im begründeten Ausnahmefall sind max. 30 kg N/ha möglich. Bei detaillierten Fragen können das zuständige landwirtschaftliche Amt oder die Verbundberatung weiterhelfen.

Kalk: Eine Kalkung sollte bereits zur Vorfrucht erfolgen. Bei Lupinen würde eine Kalkung Lupinenchlorosen hervorrufen. Bei der Blauen Lupinen können pH-Werte über 6,5 zu Ertragsausfällen führen.

Phosphor: Mit ihrem gut ausgebildeten Wurzelwerk ist die Lupine in der Lage, die Phosphatverfügbarkeit im Boden zu verbessern.

Kalium: Die Lupine ist kalibedürftig. Kalium verbessert die Wassereffizienz. Gerade bei Trockenheit ist auf ausreichende Kaliumversorgung zu achten.

Magnesium: Bei Bedarf kann magnesiumhaltiger Kalk oder Kaliumdünger zugeführt werden.

Schwefel: 0 bis 60 kg/ha in schnell verfügbarer Sulfat-Form.

Spurenelemente: Eisen, Bor, Kupfer, Zink, Molybdän und Mangan können bei Bedarf als Blattspritzung in Kombination mit einer Insektizid- bzw. Fungizidanwendung gegeben werden. Meist basieren Versorgungsengpässe der Mikronährstoffe nicht auf einem Mangel, sondern auf deren Pflanzenverfügbarkeit. Ihre Festlegung wird meist durch ein zu starkes Kalken verursacht.

Einen aktuellen Dünge-Leitfaden zur standortbezogenen Düngung finden Sie unter:

<https://www.lfl.bayern.de/iab/duengung/031924/index.php>



6 Pflanzenschutz

6.1 Unkrautregulierung

Die Lupinen haben eine für Leguminosen typische langsame und stetige Jugendentwicklung. Deshalb ist die Konkurrenzkraft gegenüber Unkräutern wegen des späten Bestandsschlusses nicht sehr ausgeprägt. Für eine erfolgreiche Unkrautbekämpfung ist im konventionellen Anbau ein Herbizideinsatz notwendig. Die Anzahl der zugelassenen Herbizide ist jedoch sehr gering.

Aktuelle Informationen zur chemischen Unkrautbekämpfung finden Sie unter:

https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ips/dateien/leguminosen-herbizide_14.pdf



Eine mechanische Unkrautbekämpfung ist vor dem Auflaufen der Lupinen durch Blindstriegeln möglich. Weitere Maßnahmen sollten im 4-5- Blattstadium erfolgen. Bei einem geringen Beikrautdruck kann ein enger Reihenabstand von 12,5 cm höhere Erträge bringen als weitere Reihenabstände mit zusätzlichem Hackeinsatz. Bei einem kombinierten Striegel- und Hackeinsatz sollte die Aussaatstärke leicht erhöht werden, um Pflanzenverluste auszugleichen.

6.2 Pilzliche Schaderreger

6.2.1 Brennfleckenkrankheit/Anthraknose (*Colletotrichum lupini*)

Anthraknose ist aktuell die bedeutendste Pilzkrankheit an Lupinen. Am anfälligsten sind die Weiße und die Gelbe Lupine. Die aktuell zugelassenen Sorten der Blauen Lupine sind gegenüber dem Schaderreger nicht resistent, haben aber eine höhere Toleranz. In der Sortenentwicklung v.a. bei der Weißen Lupine wird an der Verbesserung der Toleranz gearbeitet (siehe Kapitel 9).

Keimlinge aus stark infizierten Körnern sterben häufig bereits sehr früh ab. Der zu Beginn nestartige Befall geht von einzelnen infizierten Körnern aus. Er kann sich, unterstützt durch feuchte Witterung, im weiteren Verlauf epidemisch auf den gesamten Bestand ausbreiten und bis zum Totalausfall führen, weil die Pflanzen keine oder nur deformierte Hülsen ausbilden. Die typischen Symptome mit z. T. bogenförmig verdrehten Haupt- und Nebentrieben (Abb. 3) und Nekrosen mit orangenen Sporenlagern (Brennflecken) entwickeln sich häufig deutlich sichtbar erst zum Beginn der Blüte. Ebenso können Welkesymptome auftreten. Bei Primärfektion und sehr frühem Sekundärbefall können die Pflanzen komplett absterben. Auch wenn die Symptome erst sehr spät auftreten, kann der Pilz in die gebildeten Körner einwachsen. Eindeutig sind Brennflecken, die auf den grünen ausgewachsenen Hülsen gut zu erkennen sind (Abb. 4). Der Erreger ist samenbürtig, aber nicht immer sind Symptome wie Verfärbungen am Samen erkennbar.

Vorbeugung: Z-Saatgut verwenden; resistente oder tolerante Sorten wählen soweit vorhanden; Verschleppung durch Maschinen vermeiden.

Fungizideinsatz: Eine Saatgutbeizung war bislang eine wirksame Zusatzmaßnahme gegen den Erreger, aktuell sind aber keine Mittel zulässig (Zulassung von Thiram 2019 beendet). Ein Fungizideinsatz mit den aktuellen Mitteln ist nur begrenzt wirksam. Für den Konsumanbau ist die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen fraglich, im Vermehrungsanbau sind zwei Fungizidmaßnahmen möglich (4-Blatt-Stadium und 2 bis 3 Wochen danach).



Abb. 3: Bogiger Wuchs an Weißer Lupine

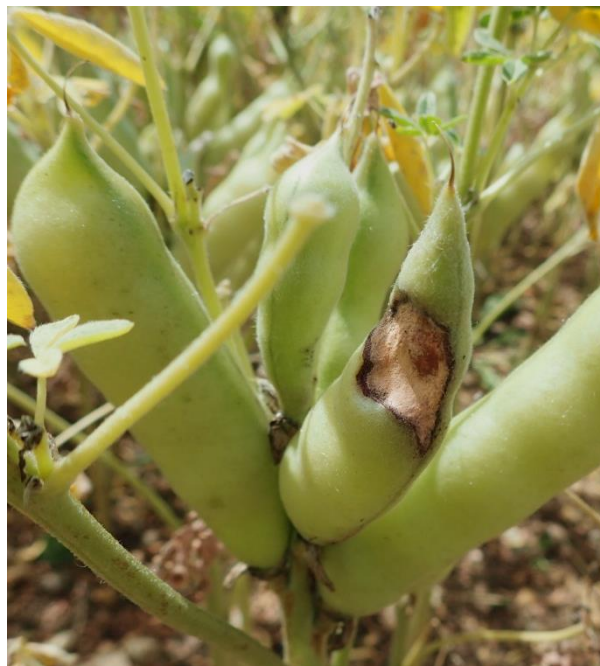


Abb. 4: Hülse mit Brennflecken bei Weißer Lupine

6.2.2 **Fusarium-Welke** (*Fusarium oxysporum*)

Der Pilz gilt als samen- und bodenbürtig. Symptome eines Befalls zeigen sich meist erst zur Blüte. Die Welkeerscheinungen beginnen bei einzelnen Blättern und erfassen im weiteren Verlauf die ganze oberirdische Pflanze. Charakteristisch ist die braune Verfärbung der Gefäße. Auf den absterbenden Stängeln zeigen sich die typischen rosa- bis lachsfarbenen Konidienlager.

Vorbeugung: Z-Saatgut verwenden; soweit vorhanden resistente oder tolerante Sorten wählen; Verschleppung durch Maschinen vermeiden. Die Einhaltung der Anbaupausen ist die wichtigste Bekämpfungsmöglichkeit.

6.2.3 **Wurzeltöterkrankheit** (*Rhizoctonia solani*)

Der große Wirtspflanzenkreis dieses bodenbürtigen Erregers umfasst u. a. viele Leguminosen und insbesondere Kartoffeln. An Lupinen tritt vor allem das Absterben von Keimlingen und Jungpflanzen auf. Großflächige Ausfälle in der Keimphase werden durch kühle und feuchte Witterung begünstigt. Jungpflanzen zeigen Nährstoffmangelercheinungen verursacht durch eine Schädigung der Leitbündel.

Bekämpfung: Wirtspflanzen in Fruchtfolge meiden, Anbaupausen einhalten.

6.2.4 **Sklerotinia-Weichfäule** (*Sclerotinia sclerotiorum*)

Viele Leguminosen, Kartoffeln und vor allem Raps gehören zum Wirtspflanzenkreis des Erregers. Über Dauersporen kann er bis zu 15 Jahre im Boden überdauern. Im Bestand tritt er in Befallsnestern auf und verbreitet sich insbesondere unter feucht warmen Witterungsbedingungen von Pflanze zu Pflanze. Ebenfalls können Körner kontaminiert sein, was meist zum Absterben der Keimlinge führt. An den Pflanzen zeigen sich stängelumfassende Aufhellungen, die zum Vergilben und Absterben der darüber liegenden Pflanzenteile führen.

Bekämpfung: Wirtspflanzen in der Fruchtfolge meiden, Anbaupausen einhalten.

6.2.5 Weitere Pilzkrankheiten

Pilzliche Weichfäule (*Pythium ultimum*, *P. spp.*), **Schwarze Wurzelfäule** (*Thielaviopsis basicola*) sind weitere bodenbürtige Pilzkrankheiten, die weniger häufig auftreten, aber dennoch sichtbare Ertragsverluste verursachen können.

Blattschüttekrankheit (*Stemphylium spp.*) und **Wurzelhals- und Stängelfäule** (*Phoma spp.*) sind weitere samenbürtige Pilzkrankheiten, die bei den Lupinenarten häufiger nachgewiesen werden. Sie stehen aktuell aber noch deutlich hinter der Anthraknose und Fusarium-Welke zurück.

Weitere boden-, luft- und/oder samenbürtige Pilze, wie z. B. verschiedene **Fusarium-Arten** (*Fusarium spp.*), sind bekannt, aktuell aber noch ohne bedeutenden Einfluss auf den Lupinen-Anbau in Deutschland. Ebenso kommen **Viren** vor.

Praxisrelevante aktuelle Informationen zu zugelassenen Pflanzenschutzmitteln sind auf der LfL-Webseite des Instituts für Pflanzenschutz (alle Merkblätter) zu finden.

<https://www.lfl.bayern.de/ips/pflanzenschutz/027325/index.php>

6.3 Tierische Schädlinge

6.3.1 Lupinenblattlaus (*Macrosiphum albifrons*)

Der Befall mit der relativ großen, grünen Lupinenblattlaus sowie mit anderen Blattlausarten muss im praktischen Anbau beobachtet werden.

Bekämpfung: Das gezielte Aussetzen von Nützlingen ist nicht eindeutig als wirksame Maßnahme erwiesen. Die Schadschwelle für den Insektizideinsatz liegt bei 15 Läusen je Haupttrieb.

6.3.2 Blattrandkäfer (*Gattung Sitona, Charagmus Sitona*)

Bei massivem Befall in jungen Beständen ist mit Ertragseinbußen zu rechnen. Ein später Befall ist nicht mehr ausschlaggebend für Ertragsminderungen. Neben dem Blattfraß der Käfer (Abb. 5) wirkt vor allem der Fraß der Larven an den Wurzeln und Rhizobien ertragsmindernd und begünstigt den Befall mit bodenbürtigen Pilzkrankheiten. Blattrandkäfer können bis zu 1.000 Eier je Vegetationsperiode legen.

Bekämpfung: Durch die Vielzahl der Wirtspflanzen ist die Bekämpfung eher schwierig. Zur Stärkung der Pflanze für angepasste Nährstoffversorgung/Impfung sorgen. Anbaupausen von mindestens fünf Jahren einhalten und die Distanz zwischen Leguminosenschlägen maximieren. Forschungsergebnisse (Paak M. L. et al. 2019) zeigen beim biologischen Insektizid vom Neembaum eine verminderte Wirkung auf die Anzahl abgelegter Eier und damit auf die Populationsentwicklung. Keine klaren Ergebnisse lieferte der Einsatz von Pilzpräparaten zur Unterdrückung von Wurzelschäden durch bodenbürtige Pilze, sowie der Einsatz von Nematodenarten. Vielversprechend wären chemische Saatgutbeizen, welche aktuell nicht zugelassen sind.



Abb. 5: Fraßschäden Blattrandkäfer

6.3.3 Wildtiere

An Waldrändern, an denen hoher Wildbesatz auf die Äsungsflächen drückt, finden Hase, Reh und Kaninchen in den Süßlupinen eine Futterquelle. Dadurch kann es zu einem hohen Verbiss kommen.

Bekämpfung: Auf freistehenden Flächen in angemessener Schlaggröße relativiert sich der Verbisschaden. Repellents verwenden. Kleine Flächen einzäunen.

6.3.4 Vögel

Die ungebeizten Körner und jungen Keimlinge sind v.a. durch Tauben und Krähen gefährdet.

Bekämpfung: Auf großen Flächen wirksame Abwehrmaßnahmen gibt es nicht. Eine ausreichend tiefe Kornablage und das Achten auf optimale Aussaatbedingungen für ein zügiges Auflaufen und rasche Jugendentwicklung können die gefährdete Phase kurz halten.



7 Ernte

Die Lupinen sind reif, wenn die Körner in den Hülsen rascheln und die Körner hart sind. Die Blaue Lupine ist in Bayern etwa zeitgleich mit der Futtererbse reif. Die Weiße Lupine wird Ende August bis Mitte September geerntet. Die Gelbe Lupine liegt mit ihrer Vegetationszeit dazwischen.

Endständige Wuchstypen reifen in der Regel ein bis zwei Wochen schneller und gleichmäßiger ab als die verzweigten Typen.

Gedroschen werden sollte optimalerweise bei einer Kornfeuchte von 14-16 %. Zur Vermeidung von Kornverletzungen und Bruchkorn ist die Trommeldrehzahl möglichst gering einzustellen. Der Dreschkorb sollte weit geöffnet werden. Die Einstellung der Gebläsedrehzahl ist

u.a. von der Sorte und deren TKG abhängig. Je höher dieses ist, desto mehr "Wind" verträgt die Reinigung im Drescher.

Blaue Lupinen neigen zu einer ungleichmäßigen Abreife (Abb. 6) und, besonders bei heißer und trockener Witterung während der Abreife, zu Hülsenplatzen (Abb. 7). Aus diesem Grund ist das Erntefenster eng. Um ein Aufplatzen der Hülsen zu vermeiden, sollten Blaue Lupinen am besten morgens/vormittags gedroschen werden. Die Gelbe und die Weiße Lupine sind platzfester und reifen einheitlicher ab.

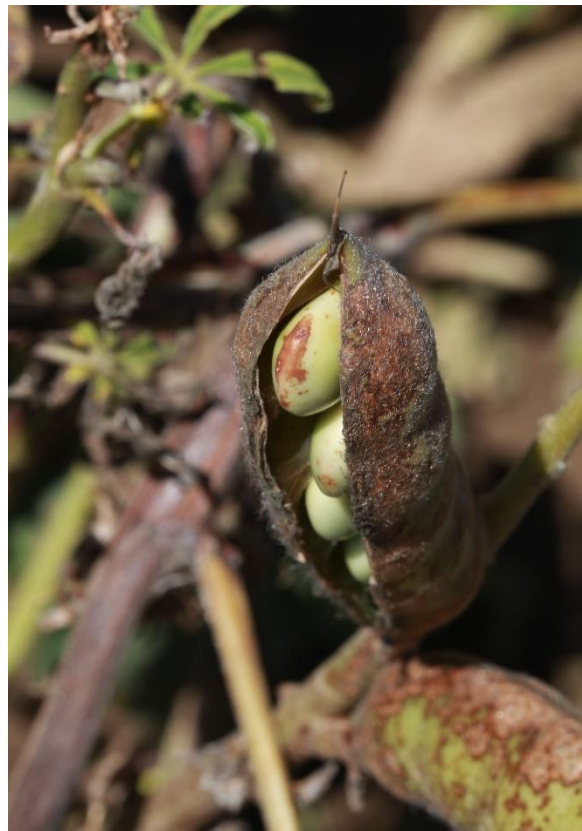


Abb. 6: Ungleichmäßige Abreife der Hülsen Abb. 7: Aufgeplatze Hülse

Trocknung und Aufbereitung

Um das Erntegut aufbereiten zu können, sollte es max. 15% Feuchte haben. Für Futterware genügt eine Endfeuchte von $> 12\%$. Allgemein gilt, je niedriger die Temperatur bei der Trocknung ist, desto geringer ist das Risiko von Schalenrissen. Temperaturen über 40 C sind zu vermeiden. Saatgut muss schonender getrocknet werden.



8 Verwertung

Lupinensamen eignen sich auf Grund des hohen Eiweißgehaltes als Mischfuttermittel für monogastrische Nutztiere und Wiederkäuer. Der Eiweißgehalt ist abhängig von der Lupinenart, der Sorte, dem Standort und dem Erntejahr. Er kann zwischen 30 und 45 % schwanken. Ähnlich ist es beim Alkaloidgehalt. Die wegen der Anthraknosetoleranz am häufigsten eingesetzte Blaue Lupine besitzt die geringsten Proteingehalte. Weiße und Gelbe Lupine haben hingegen ähnliche Eiweißkonzentrationen wie Sojaextraktionsschrot (Tab. 3). Im Gegensatz zu Ackerbohne und Erbse enthalten Lupinen wenig Stärke und ersetzen somit kein preiswertes Getreide in Futtermischungen.

Tab. 3: Wertgebende Inhaltstoffe der Samen

Art	Feuchte	Rohasche	Rohprotein	Rohfett	Rohfaser	Stärke+Zucker
Gelbe Lupine	120	53	438	57	168	113
Weiße Lupine	120	40	373	88	130	147
Blaue Lupine	120	37	333	57	163	156

8.1.1 Futterwert bei Monogastriden

Auf Grund des Gehalts an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) sollte der Rationsanteil an unbehandelten Lupinenkörner 25 % in der Geflügelfütterung nicht überschreiten. Bezüglich der limitierenden Aminosäuren ist der geringe Gehalt an Methionin zu beachten und entsprechend zu ergänzen (Tab. 4).

Schweine reagieren sehr empfindlich auf den durch die Alkaloide verursachten bitteren Geschmack der Lupinenkörner. Deshalb sollte der Alkaloidgehalt der gesamten Ration unter 0,02 % liegen. Für die Schweinefütterung eignen sich nur die Gelbe und die Blaue Süßlupine gut. Auf die entsprechende Ergänzung mit Aminosäuren ist zu achten (Tab. 4).

Tab. 4: Futterwert von Süßlupinen (12 % Feuchte) für Schwein und Geflügel (Basis-Dünndarmverdaulichkeit)

	Weiße		Gelbe Lupine		Blaue	
	Schwein	Geflügel	Schwein	Geflügel	Schwein	Geflügel
	Gehalt in g / kg					
Lysin	14,2	13,0	17,2	n. a.	12,8	14,3
Methionin +						
Cystin	5,9	1,7*	9,2	n. a.	5,8	1,8*
Threonin	9,6	10,0	11,0	n. a.	8,9	8,3
Tryptophan	2,2	2,3	2,7	n. a.	2,3	2,1
	in MJ / kg					
ME	14,0	8,0	13,0	8,3	12,6	7,8

*nur für Methionin verfügbar

Empfehlungen zur Fütterung von Schweinen:

Ferkel: < 5 % im Alleinfutter
 Mastschweine: < 12 % im Alleinfutter
 Sauen: < 12 % im Alleinfutter

Empfehlungen zur Fütterung von Geflügel:

Broiler/Mastküken: < 25 % total

Legehennen: < 25 % total

8.1.2 Futterwert bei Polygastriden

Lupinen haben von allen heimischen Körner-Leguminosen den höchsten Eiweißgehalt. Der hohe Energiewert von Süßlupinen resultiert aus den hohen Fettgehalten (siehe Tab. 5) und einem hohen Anteil an leicht verdaulichen Zellwandbestandteilen (Pektine). Diese sind langsam abbaubar, was sich in stärkereichen Rationen positiv auswirkt. Lupinen müssen geschrotet oder zerquetscht gefüttert werden und können Sojaextraktionsschrot und Getreide teilweise ersetzen (1 kg Lupinen entsprechen ca. 0,3 kg Getreide und 0,7 kg Sojaextraktionsschrot). Da Lupinen relativ reich an Lysin, aber arm an Methionin sind, bringt eine 1:1 Mischung mit Rapsextraktionsschrot eine deutliche Verbesserung der Eiweißwertigkeit.

Tab. 5: Futterwert von Lupinen im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot und Weizen für Wiederkäuer (Angaben je 1000 g Futtermittel)

Kennwert	Einheit	Weiß Lupine	Gelbe Lupine	Blaue Lupine	Sojaextraktions- schrot	Weizen
Trockenmasse	g	880	880	880	880	880
Rohprotein	g	328	385	293	449	121
Rohfett	g	77	50	50	13	18
Rohfaser	g	114	148	143	59	25
UDP	%	20	20	20	30	20
nXP	g	186	204	187	258	151
RNB	g	23	29	17	31	- 4
ME	MJ	12,96	12,59	12,49	12,1	11,77
NEL	MJ	8,13	7,88	7,84	7,59	7,49
Stärke	g	65	43	89	61	583
Zucker	g	64	56	48	95	29
beständige Stärke	g	6	4	9	6	87

Quelle: DLG 1997 und 2001

Empfehlungen zur Fütterung von Rindern:

50 % der Eiweißträger

Empfehlungen zur Fütterung von Schafen:

Tragend: < 20 % in der Kraftfuttermischung

Laktierend: < 30 % in der Kraftfuttermischung

Mastlämmer: Wirtschaftsmast → < 30 % in der Kraftfuttermischung

Fütterungstabellen für heimische Nutztiere finden Sie unter:

<https://www.lfl.bayern.de/ite/rind/082553/index.php>

www.ufop.de/agrar-info/erzeuger-info/fuetterung/

8.1.3 Lupinen in der menschlichen Ernährung

Lupinen sind für den menschlichen Verzehr geeignet. Die Allergiegefahr ist nur halb so groß wie bei Erdnüssen.

Der Alkaloidgehalt sollte bei Lupinensamen und aus ihnen hergestellten Erzeugnissen 0,02 % nicht überschreiten (BfR 2017). Die Anforderungen an das Erntegut (z. B. Kornfärbung, Inhaltsstoffe) sollten vorher mit dem Abnehmer geklärt werden.

Für das Lupinenkorn mit seinem hohen qualitativen Eiweißgehalt gibt es vielfältige Einsatzmöglichkeiten:

- Gequollene Körner alleine oder gemischt mit anderen Gemüsen als Salat oder Gemüsebeilage, in Suppen oder gekochten Speisen
- Lupinenmehl als Zutat zu Weizenmehl (1-2 %) zur Herstellung von Brot und anderen Backwaren sowie Süßspeisen. Es ersetzt dort das Ei und verbessert die Haltbarkeit und Frische des Produkts durch das gute Wasserbindungsvermögen des Lupineneiweißes.
- Mehl als Zutat (6 %) zur Herstellung von Nudeln
- Lupinenmilch, Lupinentofu, Lupinenshoyu und Lupinenmiso, Lupinenmayonnaise, Lupinenkaffee, Lupineneis

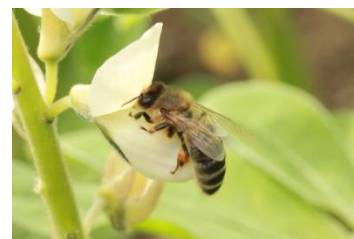
Die Nachfrage nach neuem pflanzlichem Eiweiß boomt (siehe Kapitel 9).



9 Wissenswertes aus der Forschung

Fabaceae:

Lupinen gehören zur großen Familie der Schmetterlingsblütler (*Fabaceae*). Sie sind Selbstbefruchter mit einem geringen Anteil an Fremdbestäubung durch Insekten, wie Hummeln und Bienen.



Lupinen, Lupinengenom und Evolution unserer Lupinen:



Die Gattung *Lupinus* L. besteht aus über 300 Spezies (Drummond, C. et al. 2012), aber nur wenige, darunter die Weiße Lupine (*Lupinus albus* L.), die Blaue oder Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius* L.) und die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus* L.), haben eine landwirtschaftliche Bedeutung erlangt. Aufgrund genetischer Barrieren sind sie untereinander nicht kreuzbar. Das Genom der Weißen Lupine ($2n=50$) hat eine Größe von 451 Megabasen und ist damit ca. 10-mal kleiner als das Genom der Gerste.

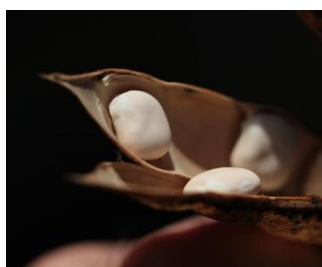
Trotz oder gerade wegen der noch sehr jungen Domestikationshistorie der landwirtschaftlich genutzten Lupinen (ab 19. Jhd.) ist eine enorme Reduktion der genetischen Diversität zu beobachten. Ursächlicher Grund waren die Unverträglichkeit der Bitterstoffe der Lupine für Ernährung und Fütterung und die damit einhergehende einengende Selektion auf Süßlupinen. Bei der Schmalblättrigen Lupine begann diese Züchtung in Deutschland erst 1929, als der Botaniker und Pflanzenzüchter Reinhold von Sengbusch einzelne natürliche Mutanten mit geringem Alkaloidgehalt in den Samen fand (v. Sengbusch, 1931). Die sinnvolle Nutzung

von pflanzengenetischen Ressourcen (PGRs) zur gerichteten, marker-gestützten Aufweitung der genetischen Diversität ist deshalb eine Herausforderung aktueller Züchtungsforschung.

Alkaloide:

Alkaloide gelten aufgrund ihres bitteren Geschmacks und ihres negativen Einflusses auf die menschliche Gesundheit als die wichtigsten ungünstigen Bestandteile der Lupinen. Sie verursachen im schlimmsten Fall akute anticholinerge Toxizität (BfR 2017). Alle bekannten Wildformen der Lupine tragen mit bis zu 8 % der Trockensubstanz einen sehr hohen Gehalt an Bitterstoffen (Alkaloiden) in Blättern und/oder Samen, wodurch sie unbehandelt für die menschliche Ernährung und Tierfütterung ungeeignet sind. Um die wertvollen Inhaltsstoffe und Proteine nutzen zu können, wird auf Bitterstoffarmut gezüchtet, sog. Süßlupinen (Alkaloidgehalt im Korn < 0,05 %).

Lebens-, Futtermittel:



Regional erzeugte pflanzliche Proteine sind in den Vordergrund einer ausgewogenen und nachhaltigen Ernährung gerückt und neben Soja gehört auch das sehr wertvolle Eiweiß der Lupine dazu. Lupinenprotein ist der Ausgangsstoff für hochwertige gluten-, cholesterin- und laktosefreie Produkte für die Humanernährung. Bemerkenswert sind hierbei die hervorragenden verarbeitungstechnologischen Eigenschaften im Hinblick auf dessen Emulgierfähigkeit und -stabilität, deren Nutzung erst mit der Entwicklung eines innovativen,

am Fraunhofer-Institut für Lebensmittel- und Verpackungstechnologie (IVV-Freising) erarbeiteten Fraktionierungsverfahrens ermöglicht wurde (Gesellschaft zur Förderung der Lupine, 2016).

Anthraknosetoleranz:

Im Forschungsprojekt LUPISMART, gefördert von der BLE (2020-2023; <https://www.lfl.bayern.de/ipz/forschung/241666/index.php>), konnte bei der Weißen Lupine bereits eine moderate Toleranz gegenüber dem Anthraknose-Pilz nachgewiesen werden. Zusammen mit dem Julius Kühn-Institut und den Landwirtschaftlichen Lehranstalten Triesdorf wurde hierzu in großem Umfang Genbankmaterial (PGR) und Zuchtstämme gescreent - im Feld und im Labor. Die identifizierten Toleranzen werden nun gemeinsam mit positiven Qualitätseigenschaften in die Lupinen-Züchtungsprogramme einfließen. Ziel ist es die Weiße Lupine als wertvolles Fruchtfolgeglied für den Landwirt und als ein geschätztes und wertvolles Nahrungsmittel für Verarbeiter und Verbraucher wieder nutzbar zu machen.



Links zur Lupine:

Lupinen-Netzwerk (<http://lupinen-netzwerk.de>)

Gesellschaft zur Förderung der Lupine (G.F.L.) (<http://lupinenverein.de>)

Information Resource Portal for Lupins (<https://www.lupins.org>)

Quellen:

Böhme, A. 2021: Übersicht zum Lupinen-/Leguminosenanbau in Deutschland 2021. GFL-Jahrestagung (Online-Veranstaltung).

BfR, 2017: Risikobewertung des Alkaloidvorkommens in Lupinensamen. Stellungnahme 003/2017 des BfR vom 27. März 2017. DOI 10.17590/20170327-102936.

Drummond, C. et al., 2012: Multiple continental radiations and correlates of diversification in *Lupinus* (Leguminosae): testing for key innovation with incomplete taxon sampling. *Syst. Biol.* 61, 443–460.

Gesellschaft zur Förderung der Lupine (G.F.L.), 2016: Lupinen - Anbau und Verwertung.

v. Sengbusch, 1931: Bitterstoffarme Lupinen. *Der Züchter* 3. Jahrg. Heft 4, 93-109.

Paak M. L., Beyer A., Dieterich R., Struck C. (2019): Schlussbericht zum Thema “Entwicklung von Strategien zur Kontrolle von Lupinenblattrandkäfern (*Sitona* spp.) im integrierten und ökologischen Lupinenanbau (SiLu) “; BLE gefördertes Forschungsprojekt der Universität Rostock und der Saatzucht Steinach GmbH & Co KG.

Statistisches Bundesamt 2021: Feldfrüchte und Grünland - Ackerland nach Hauptnutzungsarten und Kulturarten (Stand August 2021).

10 Steckbrief Süßlupine



Standortansprüche

- je nach Art, Sand bis sandigen Lehm bzw. sandiger Lehm bis schluffiger Lehm
- je nach Art, pH-Wert 4,6 bis 6,8 (<7,0)



Sortenwahl

- Ertrag und Qualität
- Anthraknoseanfälligkeit beachten
- gleichmäßige Abreife von Hülsen und Stroh
- Platzfestigkeit der Hülsen
- Alkaloidgehalt



Produktionstechnik

Fruchtfolge

- Anbaupause von 4 bis 5 Jahren, auch zu anderen Hülsenfrüchten (Leguminosenmüdigkeit)
- Stickstoffsammler → als Folgefrucht eignet sich Wintergetreide
- Verbesserung der Phosphatverfügbarkeit im Boden

Bodenbearbeitung

- Herbstfurche bevorzugen, sorgt für ein gutes Wasserhaltevermögen
- möglichst homogene Bodenbearbeitung, nicht zu grob und nicht zu fein

Saat

- Impfung mit Lupinen-spezifischen Knöllchenbakterien notwendig
- Saatzeit: möglichst früh, ab Mitte März bis Anfang April, Weiße Lupine bis Ende April
- Saatstärke abhängig von der Lupinenart:

$$\text{kg/ha} = \frac{\text{TKG} * \text{Körner/m}^2}{\text{Keimfähigkeit}}$$

- Saattiefe: 3 bis 4 cm flach
- Reihenabstand: 12,5 cm empfohlen, bei höherem Unkrautdruck in Abhängigkeit der Technik weitere Abstände möglich
- Saatechnik: Drillsaat empfohlen, Einzelkornsaat möglich



Düngung (Angaben beziehen sich auf Bodengehaltsstufe C)

- Stickstoff: kein Bedarf
- Phosphor: ca. 40 kg/ha
- Kalium: ca. 60 kg/ha
- Magnesium: ca. 20 kg/ha
- Schwefel: 0 bis 60 kg/ha
- Spurenelemente: bei Bedarf



Pflanzenschutz

Unkraut

- geringe Konkurrenzkraft, da langsame Jugendentwicklung
- Herbizideinsatz ist im konventionellen Anbau erforderlich
- Ökolandbau: Striegeln und ggf. Hacken

Tierische Schädlinge

- Lupinenblattlaus
- Blattrandkäfer
- Wildtiere und Vögel

Pilzliche Erreger

- wichtigster samenbürtiger Pilz: Anthraknose
- bodenbürtige Pilze z. B. Wurzeltöterkrankheit, Sklerotinia-Weichfäule, Pilzliche Weichfäule
→ unbedingt Anbaupausen beachten



Ernte

- wenn Körner zwischen zwei Fingern druckfest sind
- Kornfeuchte 14 bis 16 %
- Blaue Lupine möglichst morgens, um Hülsenplatzen zu vermeiden



Verwertung

- als Eiweißfuttermittel
- für den menschlichen Verzehr
- Alkaloidgehalt beachten, Wildform nicht zum Verzehr geeignet, Gründüngung