

Anbauempfehlungen zu Weißer Lupine

Andrea Winterling^{1*}, Manuel Deyerler², Markus Heinz², Florian Jobst¹,
Miriam Ostermaier³, Irene Jacob⁴ und Peer Urbatzka¹

Zusammenfassung

Im Rahmen eines Projektes wurden von 2015 bis 2019 an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft zusammen mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Triesdorf Feldversuche zur Optimierung der Produktionstechnik bei der Weißen Lupine durchgeführt. Im ersten Versuchsjahr wurden die beiden Sätechniken Drill- und Einzelkornsaat bei unterschiedlichen Saatstärken und Reihenabständen verglichen. Ab 2016 wurden verschiedene Saatstärken und zusätzlich zum Blindstriegeln drei Varianten der Beikrautregulierung geprüft: Ein weiterer Striegel durchgang (Reihenabstand 12,5 cm), Hacken und eine Kombination aus Hacke und Striegel (jeweils ein Arbeitsgang, Reihenabstand 25 cm).

Bei Drillsaat wurden höhere Kornerträge erzielt als bei Einzelkornsaat. Bezüglich der Saatstärke spart die Aussaat von 40 Körner/m² zwar Saatgutkosten, führte aber zu geringeren Erträgen. Die einzelnen Pflanzen konnten die geringere Saatstärke trotz einer günstigeren Standraumzuteilung und einem verbesserten Hülsenansatz nicht ausgleichen. Eine Erhöhung der Saatstärke auf 80 Körner/m² konnte den Kornertrag nicht verbessern. Für den Anbau der Weißen Lupine wird im ökologischen Landbau deshalb eine Saatstärke von 60 Körnern/m², in Drillsaat gesät, empfohlen. In den Versuchen war der Beikrautdruck gering und der enge Reihenabstand (12,5 cm) mit reinem Striegeleinsatz erbrachte Mehrerträge im Vergleich zum weiteren Reihenabstand mit Hacktechnik.

Schlagwörter: Weiße Lupine, Sätechniken, Beikrautregulierung, Saatstärke, ökologischer Landbau

Summary

As part of a project, from 2015 to 2019, field trials were carried out at the Bavarian State Research Center for Agriculture in cooperation with the Triesdorf Educational Center to optimize cultivation techniques for white lupine. Different sowing techniques, row spacings, seeding rates and three methods of weed control (harrow, hoe and hoe combined with harrow) in addition to blind harrowing were tested. Drill seeding resulted in significantly higher yields than precision seeding. Concerning the seeding rate, a reduction to 40 grains per square metre resulted in lower grain yields. The plants could not compensate the seed reduction despite having more space and developing more pods with more grains. A higher sowing density (80 grains per square metre) did not increase the yield. Therefore, a sowing rate of 60 seeds per square metre appears to be suitable for growing white lupine. The weed pressure was low and the narrow row spacing of 12.5 cm

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Institut für Ökologischen Landbau, Bodenkultur und Ressourcenschutz, Lange Point 12, D-85354 Freising

² Landwirtschaftliche Lehranstalten Triesdorf, Markgrafenstraße 12, D-91746 Weidenbach

³ ehemals: LfL, aktuell: Amt für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Abensberg-Landshut, Klötzlmüllerstr. 3, D-84034 Landshut

⁴ ehemals: LfL, aktuell: Öko-BeratungsGesellschaft mbH, Beratung für Naturland, Eichethof 1, D-85411 Hohenkammer

* Ansprechpartner: MSc Andrea Winterling, email: Andrea.Winterling@lfl.bayern.de

and weed regulation with the harrow resulted in higher yields compared to the wide row spacing and weed control with the hoe.

Keywords: White lupins, sowing techniques, weed regulation, seed strength, organic farming

Einleitung

Die samenbürtige Pilzkrankheit Anthraknose (*Colletotrichum lupini*), auch als Brennfleckenkrankheit der Lupine bekannt, hat den Anbau der Weißen Lupine (*Lupinus albus* L.) Mitte der 1990er Jahre in Deutschland nahezu zum Erliegen gebracht. Von 2012 bis 2015 wurden in einem Verbundvorhaben der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), der Landwirtschaftlichen Lehranstalten in Triesdorf (LLA) und der Deutschen Saatveredelung AG Sortenkandidaten mit verbesserter Anthraknose-Toleranz entwickelt. Zwei davon wurden zur Wertprüfung beim Bundessortenamt angemeldet. Seit dem Jahr 2019 stehen durch die Zulassung von „Frieda“ und „Celina“ neue, Anthraknose-tolerante Sorten der Weißen Lupine für den Anbau in Deutschland zur Verfügung und die Kultur kann die Fruchtfolge wieder erweitern.

Aufgrund der langsamen Jugendentwicklung der Weißen Lupine sollte beim Anbau ein besonderer Fokus auf die Beikrautregulierung gelegt werden. Weite Reihenabstände ermöglichen einen Hackdurchgang zusätzlich zum Blindstriegeln. Allerdings ist dabei die Standraumverteilung der Einzelpflanze ungünstiger als bei engen Reihenabständen. Die Reihen schließen 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.

In Untersuchungen von POETSCH (2006) wurde eine gleichmäßige Standraumverteilung als Möglichkeit zur Verbesserung der Ertragssicherheit von Körnerleguminosen, auch speziell von Weißer Lupine, ermittelt. Über eine Optimierung der Produktionstechnik (Saattechnik, Reihenabstand, Saatstärke) kann die Ertragsarchitektur der Einzelpflanze und damit der Gesamtertrag der Fläche beeinflusst werden.

Um produktionstechnische Empfehlungen für die Weiße Lupine zu entwickeln, unter-

Abbildung 1: Blühender Bestand der Weißen Lupine „Celina“ (Bild: LfL)



suchte die LfL in Kooperation mit den LLA in einem vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten geförderten Folgeprojekt verschiedene Anbauverfahren der Weißen Lupine.

Material und Methoden

In den Jahren 2015 bis 2019 wurden insgesamt elf Feldversuche in Form einer zweifaktoriellen Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Zwei Versuche wurden aufgrund von Verschlammung und Staunässe (Triesdorf 2017) und Frühjahrstrockenheit (Puch 2018) abgebrochen. Die ökologisch bewirtschafteten Versuchsstandorte lagen in Oberbayern und Mittelfranken:

- Jetzendorf (Lkr. Dachau, Versuchsjahr 2015): 500 m ü. NN; 7,5 °C, 788 mm, sandiger Lehm.
- Puch (Lkr. Fürstenfeldbruck, Versuchsjahre 2015, 2016, 2017 und 2019): 556 m ü. NN; langjährige Mittel: 7,9 °C, 979 mm; sandiger Lehm; pH-Wert 6,1, 6,3 bzw. 6,4.
- Triesdorf (Lkr. Ansbach, Versuchsjahre 2015, 2016, 2018 und 2019): 440 m ü. NN, langjährige Mittel: 7,7 °C, 632 mm; sandiger Lehm, 2016 lehmiger Sand; pH-Wert 6,4, 5,9 bzw. 5,8.

Die Sorte „Celina“ wurde von Ende März bis Anfang Mai in Abhängigkeit von Witterung und Bodenzustand in Drillsaat und 2015 auch in Einzelkornsaat, etwa drei Zentimeter tief, gesät. Vor der Saat wurden die Lupinen mit dem Präparat Hi-Stick (BASF Agrar) geimpft. Die Impfung mit *Bradyrhizobium sp. lupini* ist insbesondere beim Erstanbau, aber auch nach längeren Anbaupausen Voraussetzung für einen sicheren Ertrag.

Im Jahr 2015 wurden an den drei Standorten die Drill- und die Einzelkornsaat sowie verschiedene Saatstärken und Reihenabstände verglichen. Ausgehend von den Erfahrungen aus diesen Versuchen wurde die Versuchsserie im Jahr 2016 neu aufgesetzt. Neben verschiedenen Saatstärken (Faktor 1) von 40 (reduziert), 60 (normal) und 80 keimfähigen Körner/m² (erhöht) wurden unterschiedliche Strategien zur Beikrautregulierung (Faktor 2) in Abhängigkeit des Reihenabstands geprüft.

Die Beikrautregulierung erfolgte für alle Saatstärken einmal durch Blindstriegeln sowie variantenspezifisch: Mit einem weiteren Striegeldurchgang (Reihenabstand 12,5 cm), Hacken und einer Kombination aus Hacke und Striegel (Hackgerät Schmotzer, Reihenabstand 25 cm, jeweils ein Arbeitsgang). Im Jahr 2016 entfiel die Beikrautregulierung in Triesdorf witterungsbedingt bzw. in Puch aufgrund eines sehr geringen Beikrautdrucks. Ab 2017 wurde das Beikraut nach praxisüblichen Kriterien wie Witterung, Pflanzen- und Beikrautentwicklung reguliert. Gestriegelt wurde im 5- bis 7-Blatt-Stadium, gehackt ab dem 5-Blatt-Stadium bis Blühbeginn.

Während des Wachstums wurden bei den Weißen Lupinen pflanzenbauliche Merkmale nach den Richtlinien des Bundessortenamtes (2000) erhoben. Die Ernte erfolgte im Zeitraum von Ende August bis Mitte September. Dabei wurden die Ertragsarchitektur (Verzweigung, Hülsenansatz, Kornausbildung) untersucht sowie der Ertrag und die Qualität bestimmt. Die Daten wurden mit SAS 9.4 verrechnet (Student-Newman-Keuls-Test (SNK-Test), Tukey-Kramer-Test). Unbalancierte Daten wurden nach SEARLE (1987) adjustiert.

Ergebnisse und Diskussion

Im ersten Versuchsjahr 2015 lagen die Keimdichten bei den Drillsaatvarianten deutlich höher als bei den Varianten mit Einzelkornsaat (Abb. 3). Sie erzielten deshalb mit 33,6 bis 36,9 dt/ha einen höheren Kornertrag im Vergleich zur Einzelkornsaat (23,1 bis 26,6 dt/ha). Die Keimdichte lag bei der Einzelkornsaat deutlich unter der Zielsaatstärke

Abbildung 2: Sorte „Celina“
mit Hülsenansatz (Bild: LfL)



und wuch bei gleicher geplanter Aussaatstärke signifikant von der Bestandesdichte der Drillsaat-Varianten ab. Die geringere Pflanzenzahl bei der Einzelkornsaat könnte darin begründet sein, dass die großen und ungleichmäßig geformten Körner der Weißen Lupine in der Sämaschine schwer zu vereinzeln sind und/oder aufgrund der höheren Kornzahl in der Reihe der Feldaufgang negativ beeinflusst wurde. Letzteres zeigen auch Untersuchungen von URBATZKA et al. (2016) und AIGNER und SALZEDER (2015) bei Soja.

Im Mittel der Jahre 2016 bis 2019 erzielte die Weiße Lupine einen Kornertrag von 33,3 dt/ha und einen Rohproteingehalt von 37,1 % (Abb. 4). Bei der Saatstärke von 60 und 80 Körnern/m² lag die tatsächliche Keimdichte mit 61 bzw. 79 Pflanzen/m² im geplanten Bereich. Bei der Variante mit reduzierter Saatstärke lag die Bestandesdichte mit 46 Pflanzen/m² etwas über der Zielsaatstärke.

Die reduzierte Saatstärke von 40 Körnern/m² spart zwar Saatgutkosten, wirkte sich aber

auch ertraglich aus. Der Ertrag fiel, trotz der etwas höheren tatsächlichen Bestandesdichte von 46 Körnern/m² und der günstigeren Standraumverteilung, geringer aus als in den beiden Varianten mit höheren Saatstärken (Abb. 4). Gegenüber der Aussaat von 60 Körnern/m² war er mit knapp 30 dt/ha um 16 % reduziert. Saatstärken von 80 Körnern/m² konnten den Ertrag im Vergleich zu Aussaatstärken von 60 Körnern/m² nicht weiter steigern. Es wird deshalb eine Saatstärke von 60 Körnern/m² für den Anbau der Weißen Lupine empfohlen.

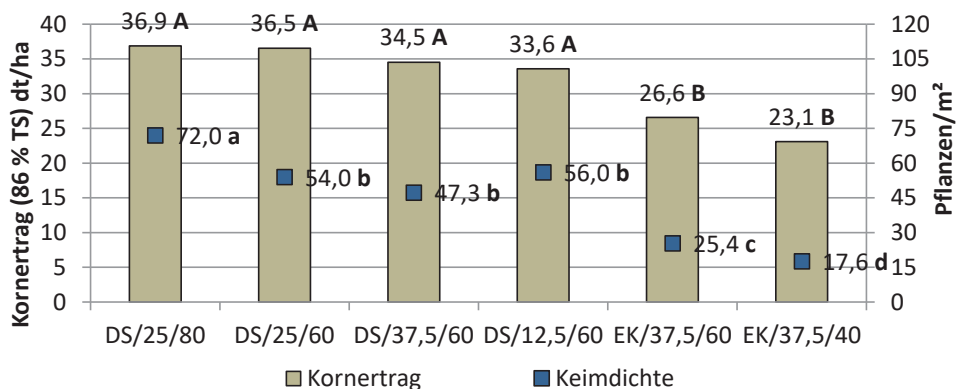


Abbildung 3: Kornertrag und Keimdichte in Puch, Jetzendorf und Triesdorf im Jahr 2015. Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede (Student-Newman-Keuls-Test (SNK-Test), $p < 0,05$); Variantenbezeichnung: DS = Drillsaat; EK = Einzelkornsaat/Reihenabstand cm/Aussaatstärke Körner m⁻².

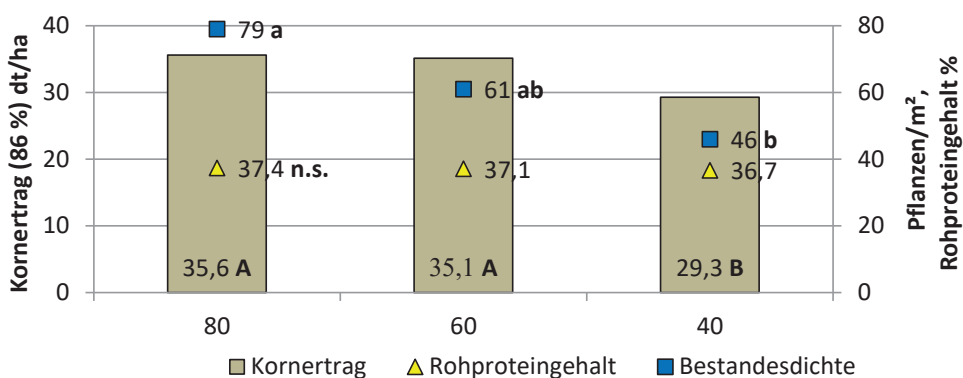


Abbildung 4: Kornertrag, Rohproteingehalt (Mittelwerte (MW) 2016-2019) und Bestandesdichte (nur MW Puch 2016, 2017, 2019, Triesdorf 2016) der Weißen Lupine bei unterschiedlichen Saatstärken. Verschiedene große (Kornertrag) bzw. kleine Buchstaben (Bestandesdichte) zeigen signifikante Unterschiede, n. s. (Rohproteingehalt) = nicht signifikant (SNK-Test bei Kornertrag, Rohproteingehalt bzw. Tukey-Kramer-Test bei Bestandesdichte; $p < 0,05$).

Die Ertragsbildung der Lupine wurde vor allem durch die Massenbildung in der Anfangsentwicklung, die Pflanzenlänge und die Früh- und Spätverunkrautung signifikant beeinflusst (Tab. 1). Vermutlich führte eine stärkere Verunkrautung in der Variante mit reduzierter Saatstärke (40 Körner/m²) zu dem geringeren Ertrag. Saatstärken ab 60 Körnern/m² verbesserten die Beikrautunterdrückung. Die Massenbildung in der Anfangsentwicklung, die Pflanzenlänge (Mittel 72 cm) und die Tausendkornmasse (Mittel 405 g) waren bei allen drei getesteten Saatstärken vergleichbar (Tab. 1). Hinsichtlich der Ertragsarchitektur wirkten sich die Anzahl an Seitentrieben, gefolgt von den Körnern je Hülse am Seitentrieb besonders auf den Kornertrag aus. Mehr Hülsen mit einer höheren Anzahl an Körnern je Hülse bei der Variante mit reduzierter Saatstärke konnten dies ertraglich gegenüber den höheren Saatstärken aber nicht kompensieren.

In den Versuchen war der Beikrautdruck insgesamt gering und die Striegelvariante mit engem Reihenabstand brachte im Vergleich zur Hackvariante mit weiterem Reihenabstand höhere Erträge (Abb. 5).

In dieser Versuchsreihe fiel auf, dass bei einem Reihenabstand von 12,5 cm (Striegelvariante) mit 82 Pflanzen/m² rund 60 % mehr Pflanzen aufgelaufen sind als in den anderen beiden Varianten mit weiterem Reihenabstand (25 cm; Abb. 5). Durch die höhere Bestandesdichte lassen sich u. a. auch die Ertragsunterschiede zwischen der Striegel- und den Hackvarianten erklären. Wie schon die Ergebnisse

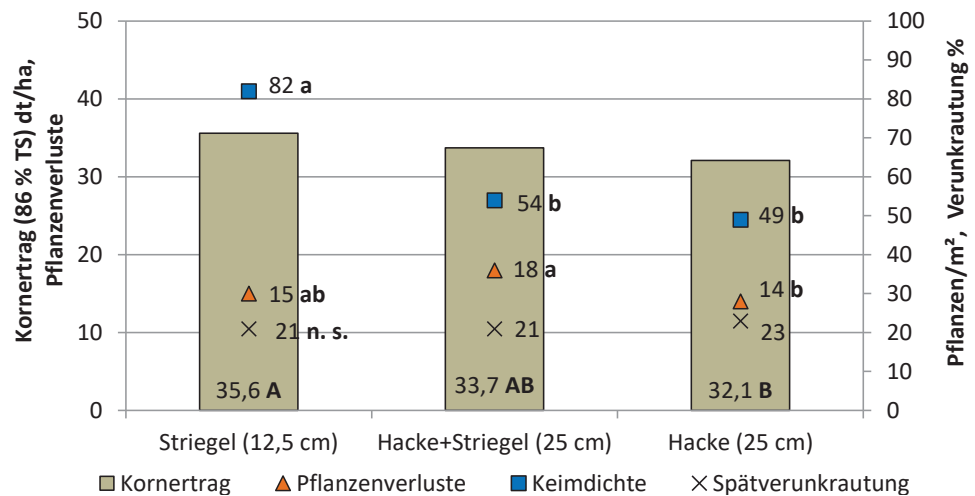
aus dem Jahr 2015 vermuten lassen, dürfte eine ungünstige Standraumverteilung der Einzelpflanzen bei größerem Reihenabstand für einen schlechteren Feldaufgang und einem damit verbundenen geringeren Ertrag verantwortlich sein.

Tabelle 1: Pflanzenbauliche Merkmale, Ertragsarchitektur und standardisierte Koeffizienten für Kornertag und Regressoren, Standorte Puch und Triesdorf (MW 2016-2019)

Pflanzenbauliche Merkmale ¹	Saatstärke Körner/m ²			Beta ⁴
	40	60	80	
Massenbildung Anfangsentwicklung (1-9) ²	4,8 n.s.	4,7	4,8	0,21***
Pflanzenlänge cm	70 n.s.	73	72	0,24***
Frühverunkrautung %	17,8 a	12,3 b	9,9 b	-0,37***
Spätverunkrautung %	25,5 a	21,4 ab	17,3 b	-0,27***
Ertragsarchitektur³				
Anzahl Seitentriebe	3,0 a	2,4 b	2,2 b	-0,86***
Anzahl Hülsen Haupttrieb	4,6 a	3,8 b	3,3 b	0,01
Körner/Hülse Haupttrieb	4,3 a	4,0 b	3,9 b	0,003
Anzahl Hülsen Seitentriebe	3,9 a	2,2 b	1,9 b	-0,06
Körner/Hülse Seitentriebe	2,1 a	1,5 b	1,3 b	0,46***
Tausendkornmasse g	401 n.s.	409	406	-0,01

Verschiedene Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede, n.s. = nicht signifikant (¹Tukey-Kramer-Test, ²Bonitur 1-9, wobei 1 = gering, 9 = sehr hoch; ³SNK-Test; p < 0,05); ⁴ *** = p ≤ 0,0001, ** = p ≤ 0,001, * = p ≤ 0,05; R² der Regressoren (multiple Regression): 0,77

Abbildung 5: Kornertag der Weißen Lupine bei unterschiedlicher Beikrautregulierung, Spätverunkrautung (MW 2017-2019), Keimdichte (nur MW Puch 2017, 2019, Triesdorf 2016) und Pflanzenverluste (Puch 2019). Verschiedene große Buchstaben (Kornertag) bzw. kleine Buchstaben (Keimdichte, Pflanzenverluste) zeigen signifikante Unterschiede, n. s. (Spätverunkrautung) = nicht signifikant (SNK-Test bei Kornertag bzw. Tukey-Kramer-Test bei Pflanzenverlusten, Keimdichte und Spätverunkrautung; p < 0,05); Variantenbezeichnung: Beikrautregulierung (Reihenabstand cm).



Eine intensivere Beikrautregulierung durch die Kombination aus Hacke und Striegel wirkte sich in diesen sechs Versuchen aufgrund des insgesamt geringen Beikrautdrucks weder auf den Kornertag noch auf die Verunkrautung aus. Die Spätverunkrautung war bei allen drei Beikrautbehandlungen vergleichbar. Bei geringem Beikrautdruck stellten auch URBATZKA et al. (2016) bei Soja keinen unterschiedlichen Einfluss von Striegeln und Hacken auf den Beikrautdeckungsgrad und den Ertrag fest.

Die Pflanzenverluste durch die Beikrautregulierung waren im Jahr 2019 in Puch bei der Kombination aus Hacken und Striegeln höher als in den reinen Hackvarianten. Plant man den kombinierten Striegel- und Hackeinsatz sollte die Aussaatstärke leicht erhöht werden, um Pflanzenverluste auszugleichen.

Danksagung

Wir möchten allen herzlich danken, die an diesem Projekt mitgewirkt haben. Die Durchführung der Feldversuche mit sämtlichen pflanzenbaulichen Arbeiten am Feld, die Aufbereitung der Ernteproben im Herbst sowie die Erhebungen am Feld und am Erntegut erledigten immer äußerst gewissenhaft und mit großem Sachverstand die Versuchsmannschaften der Arbeitsgruppe „Pflanzenbausysteme bei Öl- u. Eiweißpflanzen, Zuckerrüben und Zwischenfruchtanbau, Fruchtfolgen“ an der LfL, der Versuchsstation in Puch (ehemals LfL, jetzt BaySG) und der LLA Triesdorf. Thomas Eckl und Martin Schmidt von der LfL-Arbeitsgruppe „Versuchsplanung, Auswertung und Biometrie“ danken wir herzlich für die Unterstützung bei der Versuchsplanung und Verrechnung der Daten. Besonders danken wir dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die finanzielle Förderung des Projektes.

Literaturverzeichnis

Aigner, A. & Salzeder, G. (2015): Saattechnik- und Saatstärkeversuch zu Sojabohnen. Sojatagung 2015 im Rahmen des bundesweiten Soja-Netzwerkes. LfL-Schriftenreihe (6): 53-55.

Bundessortenamt (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen. Landbuch, Hannover.

Poetsch, J. (2006): Pflanzenbauliche Untersuchungen zum ökologischen Anbau von Körnerleguminosen an sommertrockenen Standorten Südwestdeutschlands. Dissertation, Universität Hohenheim, Stuttgart.

Searle, SR. (1987): Linear Models for Unbalanced Data. New York: Wiley & Sons.

Urbatzka, P.; Jobst, F. & Demmel, M. (2016): Praxiserfahrung, Beikrautregulierung und Mulchsaat bei Soja im ökologischen Landbau. LfL-Schriftenreihe (4).

