Landesforschungsanstalt für
Landwirtschaft und Fischerei

Mecklenburg
Vorpommern

Futterwert und Einsatzmöglichkeiten Blauer Lupinen sowie Demonstration der Verfütterung lupinenbasierter Rationen in der Milchkuh- und Schweinefütterung

Abschlussbericht 2019

Forschungsnummer 2/69

im Forschungskomplex:

Nachhaltige Landwirtschaft

Stand: Oktober 2019

Bearbeiter: Dr. A. Priepke

Wissenschaftlicher Leiter: Dr. P. Sanftleben

Institut für Tierproduktion

Wilhelm-Stahl-Allee 2
18196 Dummerstorf
www.lfamv.de

Inhaltsverzeichnis

Seite

1 Hintergrund und Zielstellung....4
2 Verwertung Blauer Lupinen in der Tierernährung....4
2.1 Futterwert der Blauen Lupine....4
2.2 Variation des Rohproteingehaltes zwischen Sorten und Standorten....9
2.3 Analysen zu Aminosäuregehalten....10
3 Konservierungs- und Behandlungsverfahren....13
3.1 Konservierung....13
3.2 Behandlungsverfahren....13
4 Praktische Einsatzmöglichkeiten der Blauen Lupine....14
4.1 Einsatz von Blauen Lupinen in der Wiederkäuerfütterung....14
4.2 Einsatz von Blauen Lupinen in der Schweinefütterung....15
4.3 Einsatz von Blauen Lupinen in der Geflügelfütterung....15
4.4 Einsatz von Blauen Lupinen in der Aquakultur....16
4.5 Empfehlungen....16
5 Beispielhafte Demonstration der Verwertung Blauer Lupinen in der Fütterung in Netzwerkbetrieben des Lupinen-Netz- werkes....18
6 Veröffentlichungen zur Verwertung Schmalblättriger/Blauer Lupinen in der Tierernährung im Rahmen des Projektes....29
7 Literatur....31

Tabellenverzeichnis

Seite

Tabelle 1: Nährstoff- und Energiegehalt von Eiweißfuttermitteln (g/kg mit 88 % TS, bei Leguminosen Schwankungsbereiche in Klammern)....6
Tabelle 2: Empfehlungen zum Einsatz von Blauen Lupinen in Alleinfuttermischungen....17
Tabelle 3: Beispielrationen für die Hochleistungsgruppe (kg TM/Tier und Tag)....19
Tabelle 4: Futterration Milchkühe, Bereich Hochleistung (2018)....22
Tabelle 5: Lupinenanbau 2018....22
Tabelle 6: Rationsgestaltung Dabergotzer Agrar GmbH....24
Tabelle 7: Rationsgestaltung Fehrower Agrarbetrieb....26
Tabelle 8: Fruchtbarkeits-/Aufzuchtparameter in den beiden Sauenherden (Auswahl)....27
Tabelle 9: Zusammensetzung und Gehaltswerte für Ferkelaufzuchtalleinfutter (FAZ) beim Vergleich von Lupinen bzw. Sojaextraktionsschrot als bestimmende Proteinquelle....28
Tabelle 10: Ergebnisse aus den dokumentierten acht Durchgängen in der Ferkelaufzucht (Auswahl)*....28

Abbildungsverzeichnis

Seite

Abbildung 1: Gehalte an praecaecal verdaulichen Aminosäuren von Körnerleguminosen sowie SES und RES in g/kg bei 88 % TS 7
Abbildung 2: Mittlerer Rohproteingehalt verschiedener Lupinenarten (g/kg TS), Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern..... 9
Abbildung 3: Rohproteingehalt der Blauen Lupine (g/kg TS), nach Sorten; Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018 10
Abbildung 4: Lysingehalt in Abhängigkeit vom Proteingehalt (% im Futtermittel) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018..... 11
Abbildung 5: Lysingehalt im Protein(g/100 g XP) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018..... 11
Abbildung 6: Methionin- und Cystingehalt in Abhängigkeit vom Proteingehalt (% im Futtermittel) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018..... 12
Abbildung 7: Methionin und Cystin-Gehalt im Protein(g/100 g XP) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018 12

1 Hintergrund und Zielstellung

Mit der Bundeseiweißpflanzenstrategie wird das Ziel verfolgt, den Anbau von Leguminosen zu erweitern, um Ökosystemleistungen und den Ressourcenschutz zu verbessern, regionale Wertschöpfungsketten zu stärken und die Eiweißversorgung aus heimischer, GVO-freier Produktion zu verbessern. Auch wenn Soja aus Importen auf absehbare Zeit weiterhin das wichtigste in der europäischen Nutztierfütterung eingesetzte Proteinfuttermittel bleiben wird (SCHMIDT, 2019) und in der deutschen Mischfutterindustrie das wichtigste Eiweißfuttermittel nach Raps ist (BLE-Presseinformation, 19.9.2019), hat das Interesse an Körnerleguminosen wieder zugenommen. Dies spiegelt sich auch im stark gestiegenen Verbrauch von Körnerleguminosen in der Mischfutterindustrie wider, wobei im Wirtschaftsjahr 2018/19 ein Plus von 77 % zu verzeichnen war (BLE-Presseinformation, 19.9.2019). Dies ist auf eine deutlich erhöhte Nachfrage zurück zu führen. Zum einen als ökologisch produzierte Eiweißfuttermittel im Rahmen der 100%igen Öko-Fütterung ohne konventionelle Rationsanteile, zum anderen spielen Körnerleguminosen innerhalb von GVO-freien Vermarktungsschienen bei weitgehendem Ersatz von Sojaextraktionsschrot auch in der konventionellen Tierhaltung eine zunehmende Rolle. Zudem stieg in den letzten Jahren im Rahmen der Agrar-Fördermaßnahmen der EU und Deutschland der Anbau von Körnerleguminosen, so dass viele Landwirte an einer optimalen Verwertung interessiert sind.

Der Einsatz von Eiweißkomponenten in der Fütterung wird bestimmt durch ihre Futterwerteigenschaften, aber auch durch ihre Verfügbarkeit (Mengen, Qualitäten und Kontinuität) und durch den Preis, zu dem die Komponenten für die Fütterung zur Verfügung stehen.

Im Rahmen des BLE-geförderten Projektes „Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zu Anbau und Verwertung von Lupinen“ besteht die Aufgabe, anhand von On-Farm-Demonstrationen die Möglichkeiten des Anbaus bis hin zur Verwertung zu demonstrieren, Praxiserfahrungen an interessierte Landwirte weiterzugeben und mögliche Wertschöpfungsketten aufzuzeigen. Die LFA MV begleitet mit dem vorliegenden Forschungsthema in dem Projekt den Bereich der Lupinenverwertung in der Tierernährung.

Ziel ist es, zum einen aktuelle Forschungsergebnisse zum Lupineneinsatz zu bündeln, Einsatzempfehlungen abzuleiten und auf Fachveranstaltungen und in Form von Fachartikeln vorzustellen. Weiterhin sollte der Einsatz verschiedener lupinenbasierter Rationen beispielhaft in der Milchvieh- und Schweinefütterung in der konventionellen als auch in der ökologischen Tierhaltung demonstriert werden. Die ursprünglich geplante Demonstration der Verwertung in der Legehennenhaltung konnte nicht erfolgen. Neben dem Einsatz in der Fütterung sollen auch verschiedene Konservierungs- und Behandlungsverfahren herausgestellt werden.

2 Verwertung Blauer Lupinen in der Tierernährung

2.1 Futterwert der Blauen Lupine

Bei den Proteinfuttermitteln stellt das Extraktionsschrot der Sojabohne (SES), ein Nebenprodukt der Entölung der Sojabohne, als Haupteiweißkonzentrat das Leitprodukt dar. Dessen Rohproteingehalt liegt bezogen auf 88 % Trockensubstanzgehalt (TS) bei etwa 44 %, also deutlich höher als in der Sojabohne selbst (36 %) und in allen heimischen Körnerleguminosen (Tabelle 1). Soll bewusst auf Importsoja oder Extraktionsschrote verzichtet werden, z. B. im Biobereich oder im Marktsektor „ohne Gentechnik“ oder verstärkt auf regional produziertes Futter gesetzt werden, wird in erster Linie auf Rapsprodukte orientiert, die sich gut mit heimischen Körnerleguminosen kombinieren lassen.

Bezüglich des Rohproteingehaltes zeigen sich im Vergleich der Körnerleguminosen Vorteile der Blauen bzw. Schmalblättrigen Lupine (*L. angustifolius* L.): sie weisen mit durchschnittlich 29 % in 88 % TS nach der Sojabohne den höchsten Proteingehalt vor Ackerbohne mit 26 % und Erbse mit 20 % auf. Noch höhere Proteingehalte erreichen die Gelbe und Weiße Lupine (*L. luteus L., L. albus L.;* im Mittel 38 bzw. 33 %), die jedoch aufgrund der Anthraknoseproblematik im Anbau fast verschwunden sind. Neue Züchtungen der Weißen Lupine sowie züchterische Untersuchungen

zur Gelben Lupine, wie z. B. im InnoLuteus-Projekt des JKI Groß Lüsewitz, geben Hoffnung, dass diese Arten künftig wieder für die Fütterung zur Verfügung stehen.

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über mittlere Gehaltswerte wertbestimmender Inhaltsstoffe sowie deren Schwankungsbereiche bei den Körnerleguminosen.

Der Stärkegehalt von Ackerbohnen und Erbsen liegt im Mittel bei 39 % bzw. 43 % bezogen auf 88 % TS. Analysen der jeweiligen Partien sind wichtig, da die Schwankungsbereiche sehr weit sind, was für eine Rationsplanung äußerst relevant ist. 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-Polysaccharid-Fraktion (NSP-Fraktion) zugehörig ist.

Im Vergleich zu den anderen Körnerleguminosen weist die Lupine einen deutlich höheren Gehalt an Rohfaser sowie aNDFom und ADFom auf. Dennoch ist die Rohfaser aufgrund der geringen Lignifizierung für Wiederkäuer hoch verdaulich. Für den $aNDF_{om}$-Anteil der Lupine wird herausgestellt, dass dieser zu 80 % verdaulich ist und im Pansen überwiegend zu Essigsäure fermentiert wird, was wiederum zu einer Stabilisierung der Milchfettgehalte beitragen kann (LOSAND et al., 2016).

Beim Monogaster wird häufig der hohe Gehalt der Nicht-Stärke-Polysaccharide der Lupine (durchschnittlich bei 390 g/kg bei 88 % TS) als einsatzbeschränkend beschrieben, da diese Kohlenhydrate 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. Bei den NSP der Blauen Lupine handelt es sich um komplexe verzweigte Strukturen aus β-Galactan und Rhamnogalactan in der Hauptkette sowie um Arabinose und Arabinane in den Seitenketten. Während die antinutritive Wirkung der weniger verzweigten Polysaccharide von Getreide hinsichtlich der Viskositätssteigerung bekannt ist (SIMON UND VAHJEN, 2004), 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 (CARRE et al., 1985, NAVEED et al., 1999., KOCHER et al., 2000, STEENFELD et al., 2003). Der Einsatz kohlenhydratspaltender Enzyme hatte in Geflügelversuchen überwiegend keinen Effekt auf die Leistung (JEROCH et al., 2016a).

Auch die in der Lupine enthaltenen spezifischen Oligosaccharide der Raffinose-Gruppe (RFO) gelten als Haupthemmnis für einen größeren Einsatz in der Fütterung von Monogastern, da sie aufgrund des Fehlens von Alpha-1,6-Galactosidase im Gastrointestinaltrakt der Monogastriden nicht verdaut, sondern erst im Dickdarm unter Bildung von Gasen mikrobiell umgesetzt werden (BRENES et al., 1993, MINORSKY, 2003). Bei sehr hohen Lupinenanteilen in der Ration kann es somit zu Blähungen kommen. Der Gesamtgehalt lag in Untersuchungen von PRIEPKE (2009) bei insgesamt 39 g/kg TS, wobei mit 54 % der größte Anteil auf die Stachyose, gefolgt von Verbascose und Raffinose entfiel.

Andererseits wird die Faserversorgung beim Schwein und Geflügel in 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. So zeigten Untersuchungen von JUSKIEWICZ et al. (2006), dass Rationen mit erhöhten Anteilen fermentierter Oligosaccharide einen positiven Effekt auf die Fermentationsprozesse und den mikrobiellen Status von Puten haben. Die Zusammensetzung und enzymatische Aktivität der Mikrobiota von Legehennen wurde zudem bei einem Lupinenanteil von 20 % in der Diät verbessert (ZDUNCZYK et al., 2014a), was im Zusammenhang mit dem höheren Gehalt an NDF und α-Galactose steht.

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 einzukalkulieren ist. Der hohe Anteil an ungesättigten Fettsäuren (PUFA) ist ernährungsphysiologisch vorteilhaft und kann auch das Fettsäuremuster der Milch positiv beeinflussen (LOSAND et.al., 2016). In Kombination mit weiteren fettreichen Futtermitteln ist der empfohlene maximale Gehalt an ungeschützten Fetten in der Gesamtration von 40 g/kg Trockenmasse zu beachten, um die Pansenverdauung nicht negativ zu beeinflussen. Auch in Hinblick auf die Fleischqualität muss der Fettgehalt in der Schweinefütterung berücksichtigt werden, wenn weitere Komponenten mit hohen PUFA-Anteilen verfüttert werden.

Dagegen weisen Erbsen und Ackerbohnen mit weniger als 2 % eher unbedeutende Fettgehalte auf, die in der Rationsplanung in der Regel nicht sonderlich berücksichtigt werden müssen.

Tabelle 1: Nährstoff- und Energiegehalt von Eiweißfuttermitteln (g/kg mit 88 % TS, bei Leguminosen Schwankungsbereiche in Klammern)

		SES	RES	Blaue Lupine	Ackerbohne	Erbse
Rohasche	(g)	60	68	35 (30-50)	35 (28-42)	33 (25-50)
Rohprotein	(g)	440	335	289 (180-330)	260 (230-290)	200 (150-260)
Rohfett	(g)	13	26	56 (42-65)	14 (10-20)	13 (10-20)
Rohfaser	(g)	60	114	140 (110-170)	86 (50-100)	57 (50-70)
aNDFom	(g)	167	275	220 (150-240)	135 (100-200)	100 (80-120)
ADFom	(g)	106	191	180 (140-240)	106 (75-130)	70 (60-80)
Stärke *	(g)	60	0	70 (10-150)	390 (330-430)	430 (350-500)
Zucker	(g)	95	71	50 (20-70)	28 (10-40)	40 (20-60)
NSP**	(g)	-	-	389	175 (170-180)	190
ME(Schwein)	(MJ)	13,0	9,8	13,6	12,4	13,3
ME(Geflügel)	(MJ)	9,5	7,0	7,8	11,1	11,5
ME(Rind)	(MJ)	12,1	10,6	12,8	12,0	11,9
NEL(Rind)	(MJ)	7,6	6,5	8,1	7,6	7,5
UDP 5	(% XP)	30	35	17	15	17
nXP 5	(g)	259	222	189	171	163
RNB	(g)	+30	+18	+16	+14	+6
Calcium	(g)	3,0	7,7	2,5 (2,0-2,9)	1,2 (0,8-1,6)	1,0 (0,6-2,0)
Phosphor	(g)	6,4	10,6	4,1 (3,4-4,9)	5,5 (4,0-7,0)	4,1 (3,5-5,0)
Natrium	(g)	0,2	0,5	0,1	0,2 (0,1-0,4)	0,2 (0,1-0,3)
Magnesium	(g)	2,7	5,2	1,7 (1,5-1,8)	1,4 (1,1-1,8)	1,3 (1,2-1,5)
Kalium	(g)	21,5	13,5	13,4	13,9 (11,7-14,7)	11,7(11,1-12,0)

- Körnerleguminosen aus UFOP-Praxisinformationen Ackerbohnen, Futtererbsen und Blaue Lupinen in der Rinderfütterung (LOSAND u. a., 2016) Lupinen in der Schweinefütterung (WEBER u.a., 2016), Lupinen in der Geflügelfütterung (BELLOFF u.a., 2016)
- SES (Sojaextraktionsschrot) und RES (Rapsextraktionsschrot): Nährstoffgehalte und daraus Energiekalkulation aus DLG-Futterwerttabelle Schwein 2014, Nährstoffverdaulichkeiten Wiederkäuer aus DLG-Futterwerttabelle Wiederkäuer (1997), UDP aus DLG (2011)

* Stärke, gemessen mit der polarimetrischen Methode, hierbei werden auch Nicht-Stärkebestandteile erfasst

** NSP: Nicht-Stärke-Polysaccharide

Aus den Nährstoffgehalten und -verdaulichkeiten resultieren für die Blaue Lupine hohe Energiewerte für Schweine. Beim Wiederkäuer übersteigt der Energiewert sogar das Sojaextraktionsschrot. Der im Vergleich zur älteren DLG-Tabelle (1997) höher ausgewiesene Energiewert konnte auch in verschiedenen Hammelversuchen bestätigt werden (PRIEPKE et al., 2015, ROTHACHER UND ARRIGO, 2019). Der Energiewert für Geflügel ist dagegen vorwiegend aufgrund des hohen NSP-Anteils und der damit verbundenen verminderten Verdaulichkeit relativ gering. Erbsen und Ackerbohnen befinden sich bezüglich des energetischen Futterwertes annähernd auf vergleichbarem Niveau wie das Sojaextraktionsschrot.

Der Proteinwert wird beim Wiederkäuer vorrangig durch die Abbaubarkeit im Pansen bestimmt. Gerade bei Hochleistungskühen ist eine bedarfsgerechte Bereitstellung an nutzbarem Rohprotein am Dünndarm (nXP) erforderlich. Dabei steigt mit zunehmender Leistung der Bedarf an pansenstabilem Protein (UDP), da die mikrobielle Proteinsynthese als energieabhängiger Prozess beschränkt ist. Während das Protein von Extraktionsschroten wie das Sojaextraktionsschrot und Rapsextraktionsschrot zu 30 und 35 % pansenstabil ist, weisen Körnerleguminosen deutlich geringere UDP-Werte auf. Dabei werden für die Lupine und Sojabohne im Vergleich zur Erbse und Ackerbohne etwas höhere Werte tabelliert (20 statt 15 % des XP), wobei laboranalytisch teilweise erhebliche Spannbreiten ausgewiesen werden (ENGELHARD, 2016, 2017). SEIFRIED et al. (2016) bzw. TITZE et al. (2018) ermittelten sowohl für Erbsen als auch für Lupinen einen UDP-Anteil von 17 bzw. 23 % (Passagerate 5 bzw. 8 % pro Stunde), wobei die Streubreite bei den Lupinen deutlich höher war. Aufgrund des hohen Energiegehaltes sowie des hohen Rohproteingehaltes ergeben sich für die Lupine die höchsten Gehalte an nXP im Vergleich zur Erbse und Ackerbohne.

Eine Kombination von Lupinen mit Rapsextraktionsschrot bietet nicht nur den Vorteil des höheren UDP-Gehaltes des RES, sondern auch des höheren Gehaltes an Methionin im UDP, der erstlimitierenden Aminosäure bei der Milchproteinsynthese (SCHRÖDER et al., 2008).

In der Schweine- und Geflügelfütterung wird die Proteinqualität durch die Aminosäurezusammensetzung sowie deren praecaecale Verdaulichkeit charakterisiert. Ackerbohnen und Erbsen enthalten mehr Lysin als Lupinen, bei den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin fallen hingegen insbesondere die Ackerbohne und Erbse ab. Eine Kombination von Körnerleguminosen mit Rapsprodukten ist daher auch hier sinnvoll.

Berücksichtigt man den vergleichsweise hohen Proteingehalt sowie die hohe praecaecale (pc) Aminosäureverdaulichkeit der Blauen Lupine beim Schwein (im Mittel 84 % beim Lysin, 81 % beim Methionin), 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 (vgl. Abbildung 1), aber deutlich geringere Gehalte als im Sojaextraktionsschrot. Um 1 kg SES zu ersetzen, benötigt man für den äquivalenten Austausch des Lysins und der schwefelhaltigen Aminosäuren etwa die doppelte Menge an Blauen Lupinen.

Auch für die Legehenne wurden hohe mittlere Aminosäureverdaulichkeiten von 89 % beim Lysin und 84 % beim Methionin bei relativ geringer Streubreite ermittelt (ZUBER et al., 2018). Ein gesicherter Zusammenhang zu chemischen Eigenschaften und dem Alkaloidgehalt ließ sich nicht herstellen.

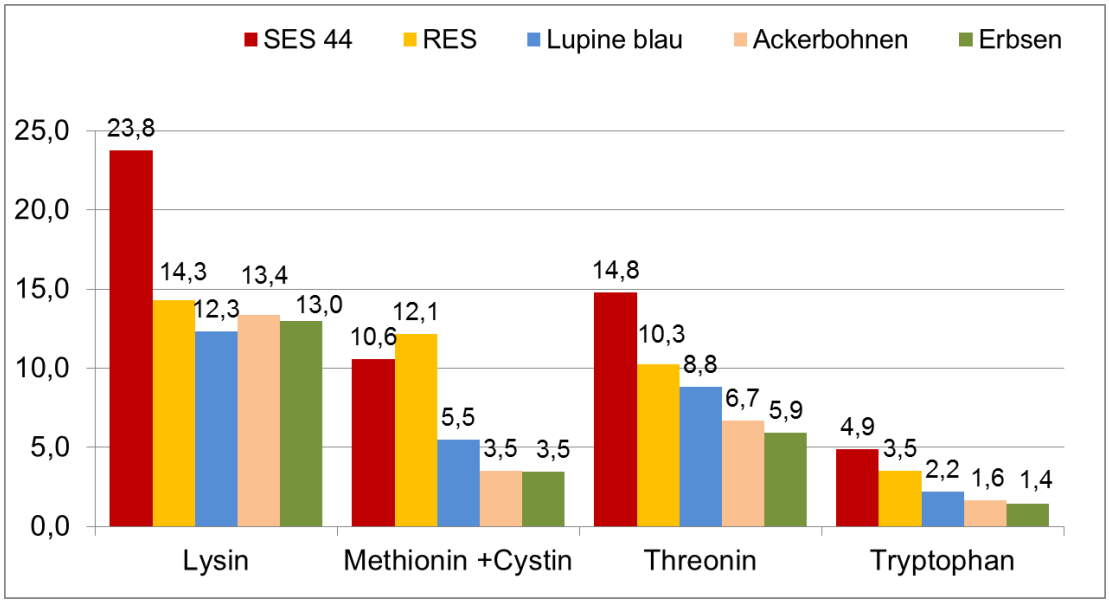

Abbildung 1: Gehalte an praecaecal verdaulichen Aminosäuren von Körnerleguminosen sowie SES und RES in g/kg bei 88 % TS (nach DLG-Futterwerttabelle Schwein 2014, Lysin RES aus UFOP-Monitoring 2014 (MW 2010 - 2014))

Die Mineralstoffgehalte der Körnerleguminosen sind im Vergleich zu den Extraktionsschroten aus Raps-, Sonnenblumen- oder Sojasaat durch geringere Calcium- und Phosphorgehalte charakterisiert. In Bezug zum Proteingehalt liefern die Körnerleguminosen und hier vor allem die Lupine im Vergleich zu anderen Eiweißfuttermitteln den geringsten P-Beitrag, was in Verfahren der P-reduzierten Fütterung ein Vorteil ist. Dabei ist jedoch der hohe Phytin-Phosphoranteil von ca. 62 % bei einer nahezu zu vernachlässigenden pflanzeneigenen Phytaseaktivität zu berücksichtigen (MOSENTHIN und STEINER, 2005; JEROCH et al., 2016a), wodurch der P beim Monogaster nur bedingt verfügbar ist. Enzymatische Phytasezusätze haben sich in der konventionellen Tierhaltung durchgesetzt, um die Phosphorverdaulichkeit und –verfügbarkeit zu erhöhen. Innerhalb der heimischen Körnerleguminosen weist die Lupine den höchsten Calciumgehalt auf – ein Vorteil in der Legehennenfütterung. Dabei weist das UFOP-Körnerleguminosenmonitoring (2015) für die Blaue Lupine höhere Ca- und P-Werte sowie geringere Na-Werte als tabelliert aus (DLG 1997). Dies gilt es weiter zu verfolgen.

Antinutritive Substanzen berücksichtigen

Bei der Beurteilung des Futterwertes und der Festlegung von maximalen Einsatzgrenzen ist neben dem Nährstoff- und Aminosäuregehalt vor allem beim Monogaster der Gehalt an spezifischen antinutritiven Substanzen zu beachten.

Als einsatzbegrenzend gelten bei der Lupine neben den bereits diskutierten NSP die Alkaloide, die durch den bitteren Geschmack und toxische Wirkungen die Futteraufnahme und Tiergesundheit beeinträchtigen können. Da die Alkaloidgehalte züchterisch auf deutlich <0,05 %, z.T. auch < 0,02 % reduziert wurden (JANSEN et al., 2015), ist der Einsatz dieser Süßlupinen auch in der Monogasterfütterung möglich. Dabei kann der Alkaloidgehalt beträchtlich variieren (JEROCH et al., 2016a), wobei besondere Jahres- bzw. Witterungseffekte einen erhöhten Alkaloidgehalt zu ermöglichen scheinen (JANSEN et al., 2015). Vorsicht ist beim Eigennachbau angebracht, da hierbei erhöhte Alkaloidgehalte nicht auszuschließen sind. Im Zweifelsfall sollte zumindest ein einfacher Schnelltest (Jod-Jod-KaliumTest, LUFA Rostock) durchgeführt werden, um Extremgehalte ausschließen zu können.

In Erbsen und Bohnen können je nach Sorte unterschiedlich hohe Gehalte an Saponinen, Lectinen, Proteaseinhibitoren und Tanninen enthalten sein. In hohen Konzentrationen können sie den tierischen Stoffwechsel beeinträchtigen und sich negativ auf die Futteraufnahme bzw. die Verdaulichkeit von Nährstoffen auswirken. Lectine sind komplexe Proteine oder Glykoproteine, die spezifische Kohlenhydratstrukturen binden, Stoffwechselvorgänge beeinflussen und teilweise toxische Wirkungen entfalten können. Saponine wirken sich in erster Linie einsatzbeschränkend in der Flüssigfütterung von Schweinen aus, da sie zu Schaumbildung führen können, wodurch das Fließverhalten des Futterbreies negativ beeinflusst wird. Proteaseinhibitoren hemmen die proteinspaltenden Enzyme Peptidasen (alter Name: Proteasen) und damit den Abbau von Proteinen. So wurde ein Zusammenhang zwischen dem Gehalt an Trypsininhibitoren und der Aminosäureverdaulichkeit bei der Legehenne ermittelt (ZUBER et al., 2018). Beim Wiederkäuer werden Proteaseinhibitoren und Lektine im Pansen abgebaut, eine thermische Behandlung zur Inaktivierung ist aus dieser Sicht daher nicht notwendig, kann für Monogaster aber vorteilhaft sein.

Tannine finden sich in höheren Mengen in buntblühenden Erbsen und Bohnen. Bei weißblühenden Sorten sind oft keine Tannine nachweisbar. In der Wiederkäuerfütterung stellen Tannine kein Problem dar, sondern sind im Gegenteil dort sogar erwünscht, da durch sie der Abbau von Stärke und Rohprotein im Pansen etwas reduziert wird, wodurch mehr davon am Dünndarm zur Verfügung steht. Dagegen wurde bei der Verfütterung von buntblühenden Erbsen an Legehennen ein negativer Effekt des Tanningehaltes auf die Aminosäureverdaulichkeit ermittelt (ZUBER et al., 2018).

Bei Ackerbohnen sind im Hinblick auf die Legehennen- und Zuchtsauenfütterung die Gehalte an den Glucosiden Vicin und Convicin zu beachten. Diese Stoffe befinden sich im Sameninneren, sind relativ hitzebeständig und lassen sich weder durch Schälen noch eine thermische Behandlung vollständig beseitigen. Daher sind vicin- und convicinarme Sorten in der Fütterung zu bevorzugen, die in der Regel aber mit geringeren Erträgen verbunden sind. In Untersuchungen zur Mast- und Schlachtleistung von drei verschiedenen Hühnergenotyen führte die Verfütterung von

20 % vicin-reichen Ackerbohnen im Vergleich zu Rationen mit Sojaextraktionsschrot bzw. vicin-armen Ackerbohnen dagegen zu keiner Beeinträchtigung (NOLTE et al., 2019).

2.2 Variation des Rohproteingehaltes zwischen Sorten und Standorten

Tabellenwerte geben einen ersten Hinweis auf den üblichen Futterwert von Futtermitteln. Jedoch können die Gehalte erheblich variieren. Dabei ist v. a. der Proteingehalt unbedingt analytisch zu überprüfen, da dieser erheblich in Abhängigkeit von der Sorte, dem Standort und dem Erntejahr variieren kann. Dies wurde u. a. in Untersuchungen von JANSEN et al. (2010) und im Körnerleguminosenmonitoring der UFOP (WEBER und SPECHT, 2018) herausgestellt.

Auch im Rahmen der Arbeit des Lupinen-Netzwerkes wurden über 4 Jahre in 5 Bundesländern umfangreich Lupinensamen in den Leuchtturm- und Datenerfassungsbetrieben beprobt und untersucht. Damit hatten die Landwirte eine solide Basis für ihre Rationskalkulation, zudem konnte die große mögliche Schwankungsbreite des Proteingehaltes, auch innerhalb von Sorten, herausgestellt werden. In Abbildung 2 sind die mittleren Proteingehalte, zusammengefasst nach Erntejahren und Lupinenart, dargestellt. Für die Blaue Lupine wurden über die Jahre hinweg durchschnittliche Werte von 32 - 34 % ermittelt, während die untersuchten Gelben Lupinen, gefolgt von den Weißen, deutlich höhere Werte erreichten (Abbildung 2).

Die mittleren Werte für die Blauen Lupine weisen eine gute Übereinstimmung zu den DLG-Werten von 2014 und 1997 sowie den mittleren Werten des UFOP-Monitoring auf (WEBER und SPECHT, 2018). JANSEN (2010) ermittelte am Standort Groß Lüsewitz mit alkalischen Böden ebenfalls Rohproteingehalte von durchschnittlich 34 % in der Trockensubstanz, während am Standort Bogen (Bayern) auf sauren Böden unter pH-Stress nur mittlere Proteingehalte von 22 % analysiert wurden. In der vorliegenden Auswertung wurde ebenfalls eine große Spannbreite im Proteingehalt von 23 - 40 % bei der Blauen Lupine ermittelt, wobei eine eindeutige Zuordnung zum Bodentyp nicht immer möglich war. Auch innerhalb der Sorten kann es erhebliche Variationen geben, welche die Unterschiede zwischen den Sorten sogar übersteigen können (Abbildung 3). Dies zeigte sich am deutlichsten bei der Sorte Boregine, die mit den meisten Proben vertreten war. So lag hier die Spannbreite bei 249 – 381 g/ kg TM (2015) und 265 - 399 g/kg TM (2016). Anhand der vorliegenden Daten konnte keine Sorte herausgestellt werden, die sicher einen höheren Proteingehalt aufweist.

Rohproteinüberschüsse führen zu Stoffwechsel- und Umweltbelastungen, während Proteinmangel zu Unterversorgungen und beim Wiederkäuer zu einer eingeschränkten mikrobiellen Synthese führen können. Für eine bedarfsgerechte Proteinversorgung sind also unbedingt Analysen zu empfehlen! Die Nutzung von Tabellenwerten kann nur eine erste Orientierung geben.

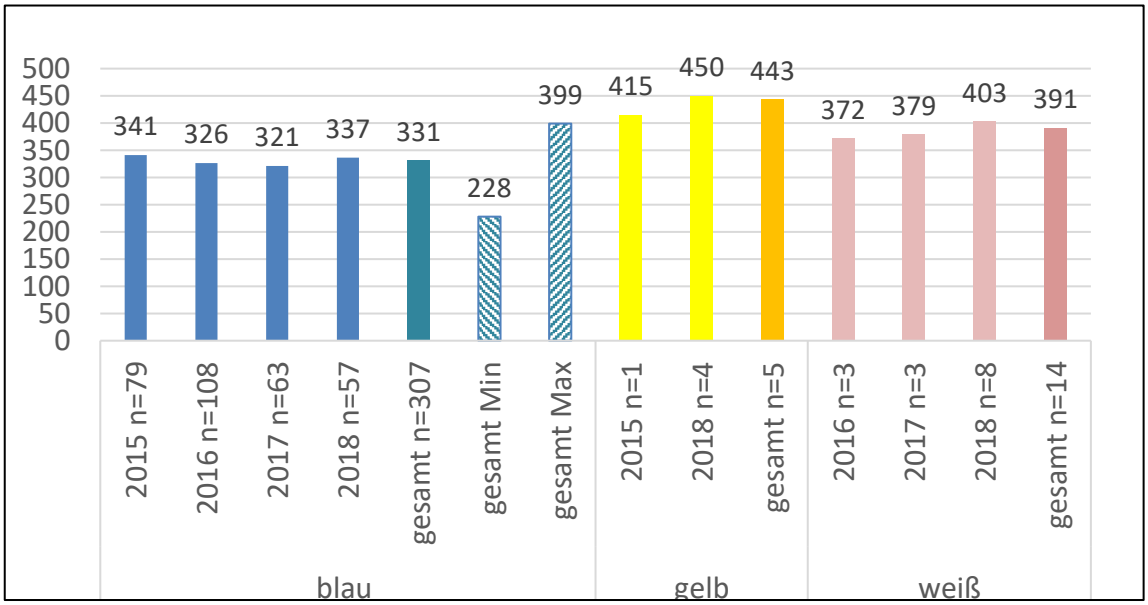

Abbildung 2: Mittlerer Rohproteingehalt verschiedener Lupinenarten (g/kg TS), Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern

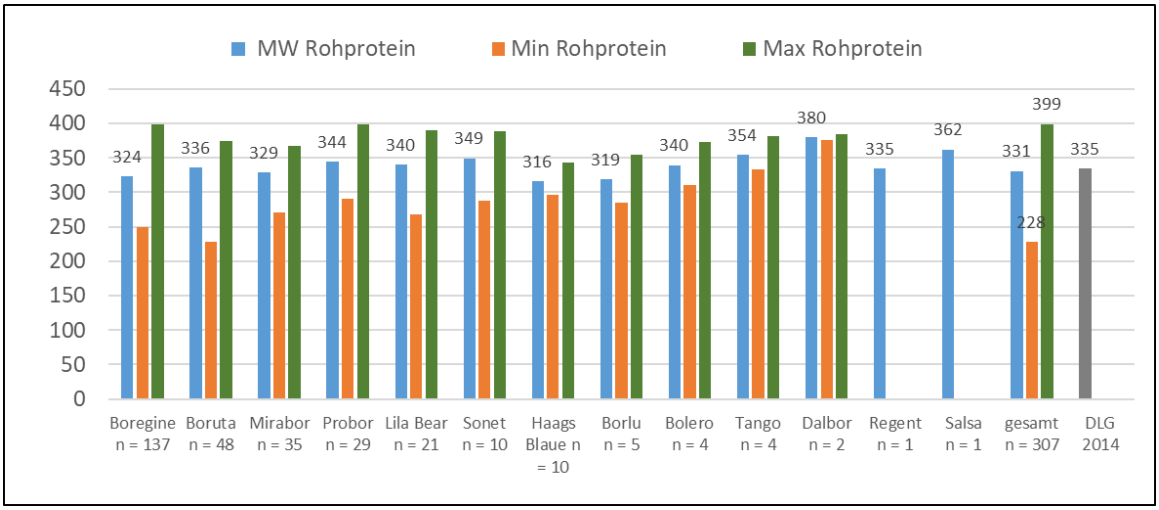

Abbildung 3: Rohproteingehalt der Blauen Lupine (g/kg TS), nach Sorten; Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018

2.3 Analysen zu Aminosäuregehalten

Mit Unterstützung von EVONIK war es im Rahmen der Arbeit des Lupinen-Netzwerkes möglich, von einem umfangreichen Probenpool aus mehreren Jahren die Aminosäuregehalte mittels NIRS untersuchen zu lassen. Der mittlere Lysingehalt der Blauen Lupinen betrug 14,7 g/kg bei einer Trockenmasse von durchschnittlich 92 % und einer Spannbreite von 11,8 bis 18,8 g/kg. Da die Analyse von Aminosäuren recht kostenintensiv ist, ist die Schätzung der Aminosäuregehalte über den Rohproteingehalt für die Rationsbilanzierung interessant. In den Futterwerttabellen wird ein jeweils mittlerer Rohproteingehalt und Aminosäuregehalt angegeben, wobei eine stabile Proteinqualität angenommen wird.

In den vorliegenden Untersuchungen konnte ein enger Zusammenhang zwischen dem Proteingehalt und dem Lysingehalt nachgewiesen werden, wobei der Lysingehalt im Rohprotein mit zunehmendem Proteingehalt leicht abnahm. Eine negative Korrelation zwischen dem Rohproteingehalt und dem Gehalt an wertgebenden Aminosäuren im Protein wurde bereits von ABEL (1996) herausgestellt. Die Schätzung des Lysingehaltes aus dem Proteingehalt erscheint mittels Regression möglich (Abbildung 4). Bei Anwendung der EVONIK-Regressionsgleichung für Lupinen (AMINODat®5.0) ergab sich jedoch für die hier untersuchten Lupinen eine Unterschätzung der Lysingehalte um durchschnittlich 7,7 %.

Bei den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin wurde ein mittlerer Gehalt von 6,5 g/kg Lupine ermittelt. Es konnte nur eine schwach positive Tendenz im Zusammenhang zum Proteingehalt dargestellt werden (Abbildung 6) sowie ein etwas deutlicherer Zusammenhang des Methionin+Cystin-Gehaltes im Rohprotein (Proteinqualität) mit steigendem Proteingehalt (Abbildung 7). Die Anwendung der Regressionsgleichung von AMINODat®5.0 (EVONIK) führte beim Methionin + Cystin-Gehalt zu einer durchschnittlichen Unterschätzung von 9,3 %, wobei die Spannbreite sehr groß war.

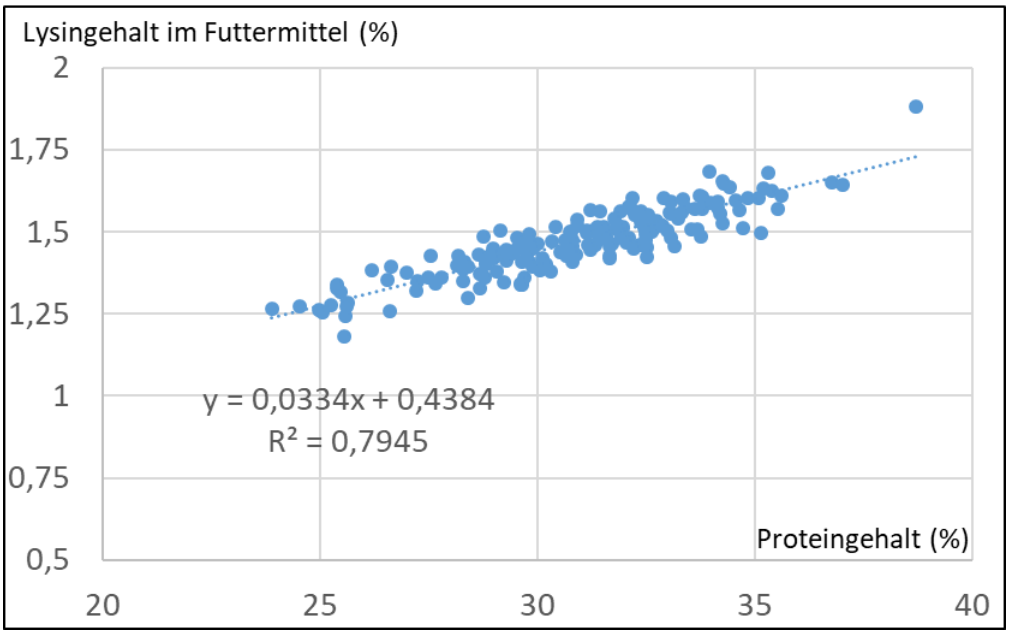

Abbildung 4: Lysingehalt in Abhängigkeit vom Proteingehalt (% im Futtermittel) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018

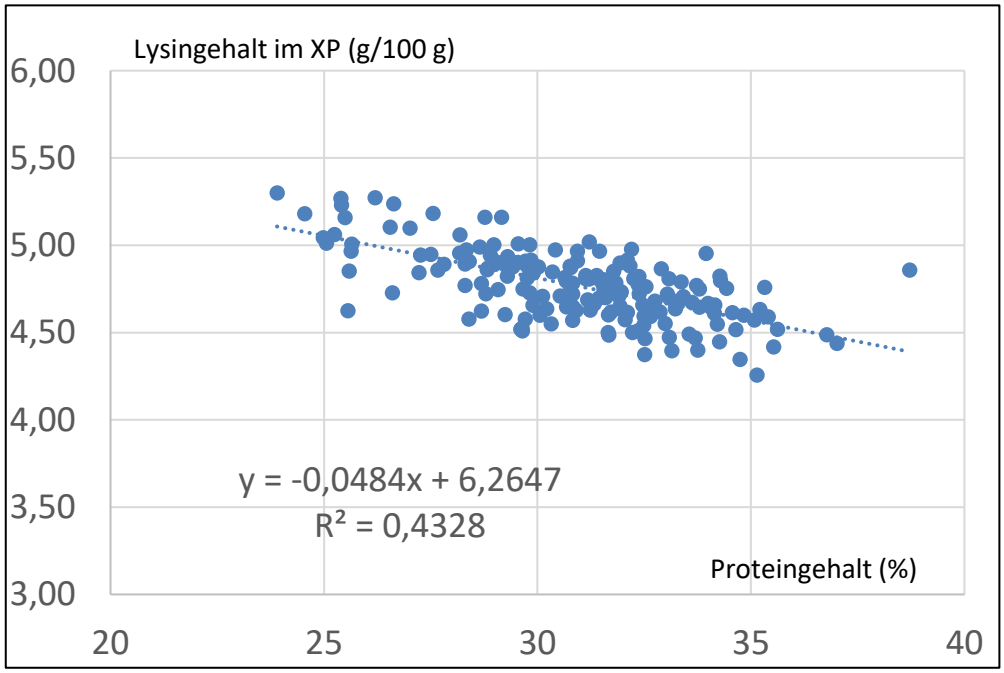

Abbildung 5: Lysingehalt im Protein (g/100 g XP) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018

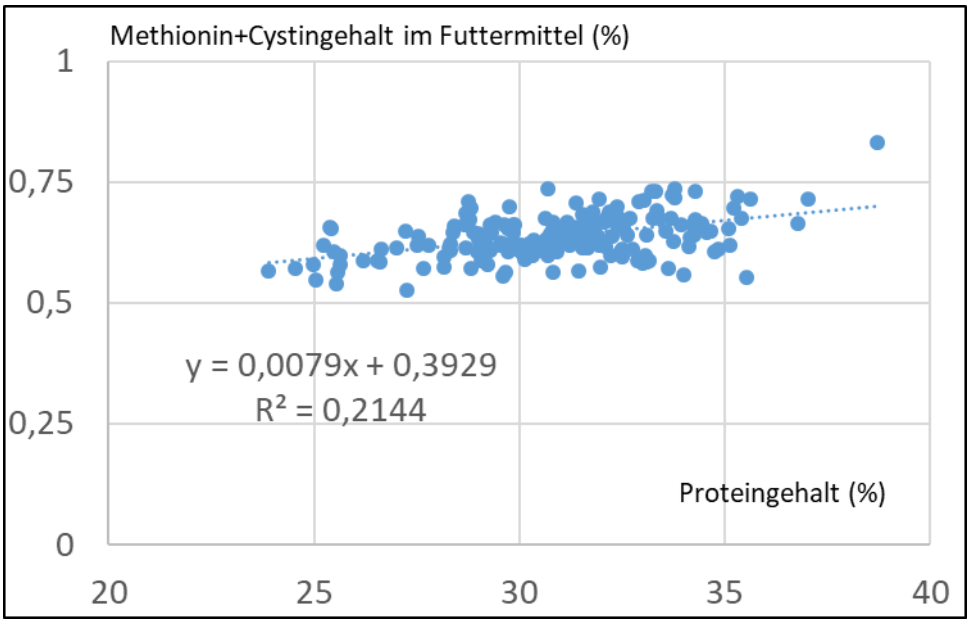

Abbildung 6: Methionin- und Cystingehalt in Abhängigkeit vom Proteingehalt (% im Futtermittel) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018

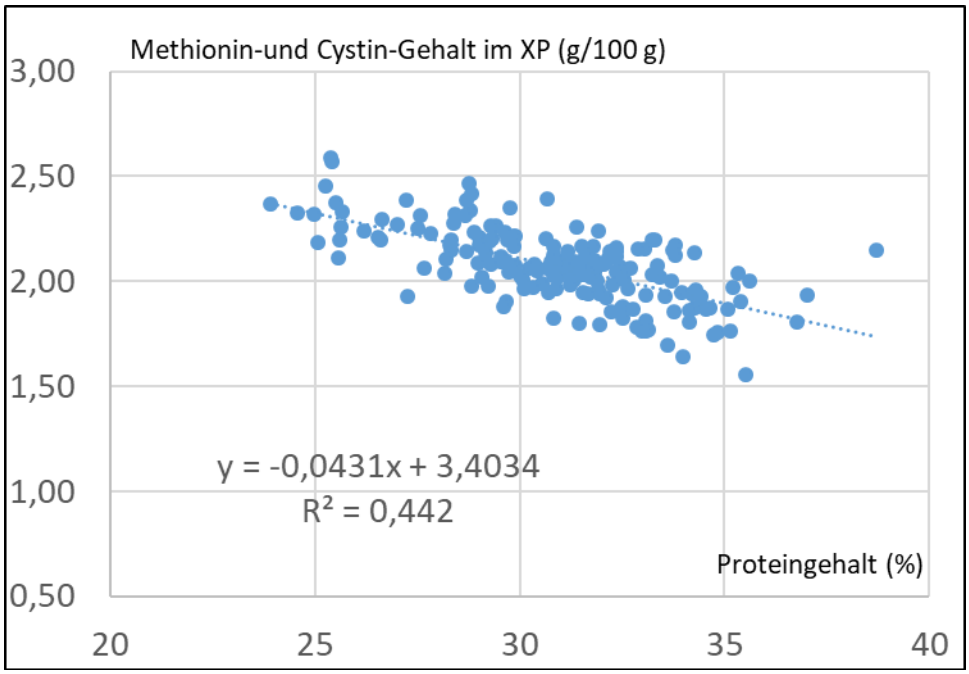

Abbildung 7: Methionin und Cystin-Gehalt im Protein (g/100 g XP) der Blauen Lupine, Lupinen-Netzwerk, Proben aus 5 Bundesländern 2015-2018

3 Konservierungs- und Behandlungsverfahren

3.1 Konservierung

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. So konzipierte das Gut Dummerstorf (siehe Abschnitt 5) eine einfache Biogastrockung zur Trocknung der angebauten Erbsen.

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.

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?“ (THAYSEN, 2014) zusammengefasst.

3.2 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 (z.B. LUPI-therm®, Börde-Kraftkorn-Service GmbH, Gröningen) und zur Opticon-Technologie von Deuka vor (z.B. Lupicon®R, Kombination aus behandeltem Rapsextraktionsschrot und Lupine). Letzteres Verfahren ist eine Weiterentwicklung der bekannten Extrusionstechnologie und kombiniert eine feuchte Extrusion mit einer Expandierung, wobei es durch die Flashverdampfung am Ende des Expansionsprozesses zu einer Strukturveränderung und Oberflächenvergrößerung kommt. Für beide Verfahren konnte eine Verschiebung der Proteinfraktionen, eine reduzierte Proteinlöslichkeit und in Folge dessen ein erhöhter UDP-Anteil am Rohprotein nachgewiesen werden, ohne dass es zu einer Proteinschädigung kommt (PIEPER et al., 2007; PRIES et al., 2007; TITZE et al., 2018).

Auch die Verringerung der antinutritiven Substanzen ist bei Körnerleguminosen mit Hilfe der Toastung möglich, da beim Toasten Trypsininhibitoren und Lectine nahezu vollständig, Tannine teilweise reduziert werden, ohne dass dabei eine Proteinschädigung erfolgt (ABRAHAM, 2015). Die Alkaloide der Lupine sind dagegen hitzestabil und lassen sich durch Hitzeverfahren kaum reduzieren (KEMPKENS et al., 2015).

Die Wirkung der Behandlungsverfahren auf die Nährstoffverdaulichkeit ist nicht eindeutig. Während beim Toastungsverfahren keine Beeinflussung der Nährstoffverdaulichkeit sowie des Energiegehaltes für Wiederkäuer ermittelt werden konnte (Hammeltest, PRIES et. al., 2007; PRIEPKE, 2015), verweist Deuka auf eine verbesserte Nährstoffverdaulichkeit, v.a. der Faserfraktion. Beim Schwein führte das Toasten eines Körnerleguminosengemisches aus Lupinen,

Erbsen und Ackerbohnen (LEGUMI-therm®) zu einer Erhöhung der verdaulichen organischen Masse und des Energiegehaltes (KEMPKENS et al., 2015). Dagegen ergaben vergleichende Verdaulichkeitsuntersuchungen mit LEGUMI-therm® beim Geflügel (Broiler, Puten, Legehennen) keine signifikante Verbesserung des Futterwertes hinsichtlich der Verdaulichkeit der Nährstoffe, des Gehaltes an umsetzbarer Energie sowie der praecaecalen Aminosäurenverdaulichkeit (NÜLKEN et al., 2013, KLUTH, 2016). Bei Puten und Legehennen wurde lediglich eine tendenzielle Verbesserung der praecaecalen Aminosäureverdaulichkeit von 8 bzw. 3 Prozentpunkten ermittelt.

In Summe dieser Effekte führte der Einsatz von getoasteten/expandierten Lupinen im Vergleich zu unbehandeltem Material teilweise zu einer Erhöhung der Milchleistung (PIEPER et.al., 2007; PRIES et al., 2007), wogegen der Harnstoffgehalt weniger beeinflusst war. Der Einsatz von 4 kg Lupitherm®/Kuh/Tag in einer TMR führte im Vergleich zur Verfütterung einer TMR auf Basis von Lupitherm® + Rapsextraktionsschrot bzw. auf Basis von Rapsextraktionsschrot + Sojaextraktionsschrot zu einer verminderten Futteraufnahme, einer damit verbundenen verringerten Milchleistung und einer geringeren Effizienz der mikrobiellen Proteinsynthese (BOGUHN et al., 2008). Die thermische Behandlung ist vor allem für die Milchkuhfütterung z.B. in Kombination mit dem Einsatz von Rapsextraktionsschrot zu empfehlen, wenn in UDP-armen Rationen ein Ausgleich erforderlich ist.

Beim Schwein konnte unter Verwendung einer thermisch behandelten Lupine (HAGEMANN, 2004) bzw. eines Leguminosengemisches (KEMPKENS et al., 2015) trotz der Effekte auf die Nährstoffverdaulichkeit keine Verbesserung der Aufzucht- bzw. Mastleistungen nachgewiesen werden. In Untersuchungen zur Wirkung thermisch behandelter Lupinen an Broilern ermittelten NAUMANN et al. (2002) höhere Masttagszunahmen, wohingegen KLUTH (2016) keine verbesserte Leistung bei einer thermischen Behandlung eines Leguminosengemisches ermitteln konnte.

4 Praktische Einsatzmöglichkeiten der Blauen 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.

4.1 Einsatz von Blauen Lupinen in der Wiederkäuerfütterung

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 UDP ein begrenzender Faktor. Mit steigender Leistung nimmt der Bedarf an nXP zu. Dieses muss zunehmend aus pansenstabilem Protein (UDP) bestehen, da die Mikrobenproteinbildung je MJ ME konstant bleibt und die Energieaufnahme durch die Futteraufnahme begrenzt wird.

In Kombination der Lupine mit Rapsextraktionsschrot können bei fachgerechter Rationsoptimierung und Berücksichtigung der RNB-Werte Milchleistungen von > 40 kg je Kuh und Tag erzielt werden (ENGELHARD, 2016, 2017). Besondere Bedingungen gelten unter ökologischen Produktionsbedingungen bei hohen Anteilen an Grassilage in der Ration. Da hier die Möglichkeit der Verfütterung von Extraktionsschroten mit höheren UDP-Anteilen im Protein nicht gegeben ist, ist der anteilige Ersatz von Silagen durch Heu bzw. Trockengrün oder die thermische Behandlung der Lupine eine Möglichkeit zur Erhöhung des UDP-Anteils. Dabei sollten die Kosten-Nutzen-Relation geprüft und weitere alternative Öko-Futtermittel wie Treber, Schlempen und Trester mit einbezogen werden (ENGELHARD, 2017). Eine Reihe von Rationsbeispielen wurde in der UFOP-Broschüre „Milchkuhfütterung ohne Sojaextraktionsschrot“ (BONSELS und WEISS, 2014) sowie in der UFOP-Praxisinformation „Ackerbohnen, Futtererbsen und Blaue Süßlupinen in der Rinderfütterung“ (LOSAND et al., 2016) 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 Lämmermast sollten Lupinen immer als hochwertige Ergänzung zu anderen Eiweißträgern eingesetzt werden. In der Bullenmast sind Einsatzmengen von bis zu 2 kg/d 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 (MARTIN, 2014).

4.2 Einsatz von Blauen Lupinen in der Schweinefütterung

Schweine reagieren besonders empfindlich auf erhöhte Alkaloidgehalte. In der Ration sollten 0,02 % nicht überschritten werden (GODFREY et al., 1985), was bei einem Alkaloidgehalt von < 0,05 % im Lupinenkorn bei keiner praktischen Futterration überschritten wird.

So wurde bereits in früheren Fütterungsversuchen festgestellt, dass ein Lupinen-Anteil von 10 bis 15 % in der Schweinemast ohne Einbußen bei der Mast- und Schlachtleistung möglich ist (PRIEPKE et al., 2004) und die Blaue Lupine geeignet ist, einen Teil des Sojaextraktionsschrotes in der Schweinefütterung zu ersetzen (QUANZ und WEIß, 2002; RICHTER und BERG, 2002; SALEWSKI und ROMBERG, 2002; WEIß und QUANZ, 2004; ROTH-MAIER et al., 2004; BÖTTCHER, 2005). In aktuellen Fütterungsversuchen der LWK NI (MEYER und VOIGT, 2016) wurden 15 - 20 % Blaue Lupine in der Schweinemast eingesetzt ohne eine Beeinträchtigung der Futteraufnahme sowie Mast- und Schlachtleistung. Lediglich bei den Indexpunkten wurden geringere Ergebnisse als in der Kontrollgruppe erzielt, wenn auch immer noch auf hohem Niveau. Im Rahmen eines EIP-Projektes zur sojareduzierten bzw. -freien Schweinefütterung (PRIEPKE und LÖSEL, 2019) wurden zudem verschiedene Rationsvarianten auf Basis von Körnerleguminosen, Rapsprodukten und weiteren alternativen Eiweißfuttermitteln wie Sonnenblumenextraktionsschrot und Trockenschlempe geprüft. Selbst der maximale Einsatz von 15 bzw. 25 % Legumix® (Anfangs-/Endmast) führte bei vollständigem Verzicht auf Sojaextraktionsschrot zu keiner Beeinträchtigung der Mast- und Schlachtleistung. Auch bei Einsatz von 15 bzw. 20 % Blauer Süßlupine als einzige Leguminose unterschieden sich die beiden Fütterungsgruppen nicht. Die Futterkosten (€ je dt) waren in den Versuchsmischungen im Vergleich zu den Sojarationen um 2 – 4 % (Anfangsmast) bzw. 0,4 – 4 % (Endmast) erhöht. Lediglich in einem Versuch wurden preisneutrale Rationen kalkuliert, dadurch rechnete sich nur noch ein Lupinenanteil von 5 bzw. 4 % in der Ration.

Im Bereich der ökologischen Ferkelaufzucht wurden hydrothermische Körnerleguminosen mit Anteilen von bis zu 30 % getestet und dabei vergleichbare Leistungen erzielt (KEMPKENS et al., 2015). Für Lupinen werden Einsatzmengen von bis zu 15 % in der Ferkelaufzucht als möglich angesehen (STALLJOHANN, 2013). Im Gegensatz dazu empfiehlt die UFOP (WEBER et al., 2016), Lupinen erst ab 20 kg Lebendmasse und auch nur zu geringen Anteilen von 5 % zu verfüttern.

4.3 Einsatz von Blauen Lupinen in der Geflügelfütterung

Eine sehr umfangreiche Literaturstudie zu Lupinen als Eiweißfuttermittel für Geflügel findet sich bei JEROCH et al. (2016 a, b). Während im 1. Teil der Publikation Sorten, die Zusammensetzung und der Nährwert der Lupine im Fokus stehen, werden im 2. Teil Ergebnisse aus Fütterungsversuchen und Empfehlungen für Geflügelalleinfutter gegeben.

Der Einsatz in der Geflügelfütterung wird durch den Gehalt an antinutritiven Substanzen begrenzt. Der hohe Anteil an NSP wirkt sich einerseits negativ auf die Nährstoffverdaulichkeit und den Energiegehalt aus, andererseits auch auf die Kotbeschaffenheit und Einstreuhygiene. Die Verdaulichkeit der Aminosäuren entspricht dagegen nahezu der des Sojaextraktionsschrotes. Laut JEROCH et al. (2016a) können auch die enthaltenen Oligosaccharide v.a. bei Jungtieren oder bei höheren Rationsanteilen antinutritive Wirkungen entfalten, wobei moderne Rassen eventuell schneller mit Wachstumsdepressionen reagieren. Als Einsatzempfehlung wurden 10 % für die

Legehennenhaltung, 10-15 % für die Broilermast und 10-25 % in der Mastputenhaltung abgeleitet (BELLOF et al., 2016).

Bei der Rationsgestaltung ist zudem der geringe Methioningehalt zu berücksichtigen, z.B. durch Kombination mit Raps- und Sonnenblumenprodukten, gegebenenfalls durch Ergänzung mit freien Aminosäuren.

Fütterungsversuche mit einem Körnerleguminosengemisch am Geflügel (KLUTH, 2016) zeigten, dass Broiler und Legehennen bis zu 20 % des Gemisches in getoasteter oder nativer Form tolerieren und damit eine Einsparung von ca. 50 % des bisherigen Sojaanteils in diesen Mischungen ohne signifikante Minderung der Tierleistung ermöglicht wird. Höhere Anteile führten zu Leistungseinbußen, wobei Puten einen höheren Anteil von bis zu 30 % beider Gemische tolerieren.

4.4 Einsatz von Blauen Lupinen in der Aquakultur

In der Aquakultur ist die Blaue Lupine als Eiweißquelle alternativ zur knappen Ressource Fischmehl interessant. Die größten Erfahrungen gibt es dabei im asiatischen und australischen Raum. Aber auch in Europa steigen die Bedeutung der Aquakultur und damit das Interesse, im Rahmen nachhaltiger Produktionssysteme Fischmehl weitestgehend zu ersetzen. Während die im Sojaextraktionsschrot enthaltenen Saponine und Lektine bei Lachsen darmschädigende Wirkungen auslösen können, wurde bei der Verfütterung von Lupinen kein entsprechender Effekt beobachtet (KNUDSEN et al., 2008). In dem BÖLN-Projekt OLA wurden Futterrezepturen mit steigenden Anteilen an Lupinenkernmehl als Haupteiweißquelle für Wolfsbarsche getestet. Zudem wurde geprüft, wie mit Hilfe von Fermentationsverfahren auf Basis von Phytase- und Xylanase-Enzympräparaten unverdauliche Substanzen wie Phytinsäure und die NSP enzymatisch aufgeschlossen werden können, um die Verdaulichkeit zu erhöhen. Obwohl die Fermentation zu einer starken Reduktion der Phytinsäure im Lupinenmehl führte, zeigte sich in Fütterungsversuchen lediglich bei kleinen Tieren unter 15 g eine positive Wirkung auf das Wachstum (WEISS et al., 2018). Bei einem anteiligen Fischmehlersatz durch Lupinenkernmehlanteile von bis zu 50 % wurden vergleichbare Leistungen wie mit 65 % Fischmehl erzielt. Es wurde die hervorragende Eignung von Lupinen als ergänzende alternative Proteinquelle sowie das große Verwertungspotenzial auf dem Aquakulturmarkt herausgestellt. Schwankungen im Angebot, der Qualität und Zusammensetzung werden als Bedenken hinsichtlich einer kommerziellen Umsetzung herausgestellt.

4.5 Empfehlungen

Maximal empfohlene Anteile in Alleinfuttermischungen können der Tabelle 2 entnommen werden. Für Milchkühe, Kälber und Jungrinder gelten aus Sicht des Futterwertes oder des Gehaltes an antinutritiven Substanzen keine Einsatzbeschränkungen, hier ist der Anteil am jeweiligen Bedarf der verschiedenen Haltungsabschnitte auszurichten. Für hochlaktierende Milchkühe ergeben sich Einsatzmengen von bis zu 4 kg/Tier und Tag.

Die Empfehlungen für Schweine wurden auf Basis von Literaturergebnissen und Praxiserfahrungen abgeleitet. Während Ferkel erst im 2. Haltungsabschnitt mit einem Anteil von maximal 5 % an die Lupinen gewöhnt werden sollten, können in der Mast problemlos 15 – 20 % eingesetzt werden. Dabei sind die Rationen auf Basis der praecaecal verdaulichen Aminosäuren zu kalkulieren.

Beim Geflügel werden Anteile von bis zu 10 % empfohlen, wobei im 2. Abschnitt der Hähnchenmast die Anteile auf 15 % gesteigert werden können. Noch höhere Anteile vertragen Mastputen.

Tabelle 2: Empfehlungen zum Einsatz von Blauen Lupinen in Alleinfuttermischungen

Tierart	Einsatzmenge
Wiederkäuer	
Milchkühe, Kälber und Jungrinder	Ohne Einsatzbeschränkungen, Ausrichtung am Bedarf im jeweiligen Abschnitt
Mastbullen	1 - 2,5 kg/Tag,< 25 % Kraftfutteranteil
Mutterschafe/Milchschafe	0,4 kg/d
Mastlämmer	bis 20 % Kraftfutteranteil
Schweine	
Ferkel (<20 kg/> 20 kg)	0/5 %
Mast (Vor/Endmast)	15/20 %
Sauen (tragend/laktierend)	8 (in Öko bis 10)/10%
Geflügel	
Legehennen (Ei- und Reproduktion)	10%
Masthühner/Broiler	10 % (Starter bis 4. LW), 15 % (Mast ab 4. LW)
Mastputen	10/15 % (Aufzucht), 25 % Mast P 3-4, 20 % (Mast P 5-7)
Fische	
Wolfsbarsche	Bis zu 50 %

LOSAND et al., (2016), MARTIN (2014), WEBER et al., (2016), BELLOFF et al. (2016). WEISS et al., (2018)

5 Beispielhafte Demonstration der Verwertung Blauer Lupinen in der Fütterung in Netzwerkbetrieben des Lupinen-Netzwerkes

Eine Aufgabe im Rahmen des BLE-geförderten Projektes „Modellhaftes Demonstrationsnetzwerk zu Anbau und Verwertung von Lupinen“ war es, anhand von On-Farm-Demonstrationen die Möglichkeiten des Anbaus bis hin zur Verwertung zu demonstrieren, Praxiserfahrungen an interessierte Landwirte weiterzugeben und mögliche Wertschöpfungsketten aufzuzeigen.

Insgesamt wurden in fünf Bundesländern in den Jahren 2015 – 2019 durchschnittlich 48 Netzwerkbetriebe betreut und u. a. die Art der Verwertung erfasst. Zum überwiegenden Anteil gingen die Lupinen in die innerbetriebliche Verwertung und dabei vorrangig in die Milchkuhfütterung (ökologisch und konventionell). In 2 Betrieben wurden die geernteten Lupinen im Bereich der Schweinefütterung eingesetzt, in einem Betrieb in der ökologischen Legehennenhaltung. Ein Teil der Betriebe verkaufte seine Ernte, vorrangig an andere Landwirte, aber auch an die Mischfutterindustrie oder an Landhändler. Einige Betriebe bauten die Lupine zudem zur Saatgutvermehrung an oder zum Verkauf in den Bereich der Humanernährung.

Im Folgenden wird die Verwertung beispielhaft anhand von Betriebsspiegeln im Bereich der Milchkuhfütterung (2 ökologisch, 2 konventionell) sowie in der Schweinefütterung demonstriert. Die Betriebsleiter der jeweiligen Betriebe stehen interessierten Landwirten für einen Erfahrungsaustausch im Bereich des Lupinenanbaus und der -verwertung zur Verfügung.

Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung

Gefördert durch: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Gut Dummerstorf GmbH:

Blaue Lupinen und Erbsen in der Milchkuhfütterung

Das Gut Dummerstorf in der Nähe von Rostock ist eine 100 %ige Tochter der Landgesellschaft MV und kooperiert mit verschiedenen ortsansässigen Forschungseinrichtungen wie der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, dem Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) sowie der Universität Rostock.

Im Rahmen des LUPINEN-NETZWERKS sowie des Demonet Erbse-Bohne werden Erfahrungen im langjährigen Anbau von Blauen Lupinen (Boregine, Lila Baer, Probor) und Futtererbsen (Astronaute) sowie die Verwertung in der Milchviehfütterung demonstriert. Auf 850 ha Ackerland werden neben Getreide, Mais, Zuckerrüben, Raps und Luzerne auch Blaue Lupinen (18 ha) und Erbsen (8 ha) für die innerbetriebliche Verfütterung an die Milchkühe angebaut. Der Betrieb hält 470 melkende Kühe zuzüglich eigener Nachzucht von ca. 300 weiblichen Kälbern und Jungrindern. Die männlichen Kälber werden zur Mast verkauft.

Das Leistungsniveau liegt (Stand Dezember 2018) bei 12.213 kg Milch LKV-Leistung bei 3,61 % Fett und 3,23 % Eiweiß. Es wird 3x täglich gemolken.

Die Fütterung erfolgt über TMR mit selbstfahrendem Futtermischwagen. Im Rahmen der GVO-freien Fütterung werden als Eiweißkonzentrat neben Rapsextraktionsschrot fast ganzjährig Lupinen (mit Zukauf) und teilweise Erbsen eingesetzt. Über die Vormischung wird in der Hochleistungsgruppe eine Lupinenaufnahme von ca. 2 kg/Kuh und Tag realisiert, in der Vorbereiterfütterung liegt die Aufnahme bei ca. 550 g/Kuh und Tag.

Die Rationen (Tab. 3) sind für die Hochleistungsgruppe auf folgende Parameter kalkuliert:

- Futteraufnahme: 27 kg TS je Tier und Tag
- Energiekonzentration: 7,2 MJ NEL/kg TM
- nXP-Gehalt: 159 g/kg TM
- Milchleistung: 40 kg/Tier und Tag

Tabelle 3: Beispielrationen für die Hochleistungsgruppe (kg TM/Tier und Tag)

	Bsp. 1	**Bsp. 2**
Maissilage	9,0	9,2
Anwelksilage	3,2	3,6
Luzernesilage	1,3	1,5
Futterroggen	0,7	0,0
Futterfett	0,0	0,4
RaPass (geschützter Raps)	1,5	0,0
Weizenstroh	0,4	0,5
Trockenschnitzel	0,9	0,9
Vormischung, dav.	**8,5**	**9,4**
Maisschrot	34 %	28 %
Roggenschrot	17 %	12 %
Lupinenschrot	23 %	23 %
Erbsenschrot	0 %	10 %
Raps-ES	21 %	19 %
Sonnenblumen-ES	5 %	8 %

ES: Extraktionsschrot

Aus Kostengründen ist die Toastung der Körnerleguminosen für den Betrieb keine Option. Als Alternative zur Trocknung im Trockenwerk wurde eine innerbetriebliche Trocknung mit Nutzung der Biogasabwärme konzipiert. Über ein Kaltluftgebläse (7,5 kW) wird warme Luft aus dem Wärmetauscher gesaugt und gleichmäßig in den, mit Drainageschlitzrohren präparierten, Anhänger geblasen. Nach 2 Tagen konnte so z. B. bei 13 - 20 t Erbsen mit einer Eingangswärme von 45 °C der Wasseranteil von 17 auf 13 % TS reduziert werden.

Aus der Not eine Tugend machen - auch dies ist in manchen Jahren erforderlich. Aufgrund der Witterung war es 2017 nicht möglich, bei den Lupinen eine Vorauflaufbehandlung durchzuführen. Das geplante zweimalige Striegeln konnte aus technischen Gründen nicht durchgeführt werden, so dass der Lupinenbestand stark mit Kamille verunkrautete. Daher entschloss sich der Betriebsleiter, den gesamten Aufwuchs zu häckseln und als Ganzpflanzensilage unter Zugabe von Kofasil liquid und Melasse zu silieren. Die Silage wurde ohne Probleme an die Milchkühe verfüttert.

Kontakt (Stand 01/2019):
Gut Dummerstorf GmbH
Telefon: 038208-590
E-mail: mail@gut-dummerstorf.de

Lindenhof GmbH:

Süßlupinen in der konventionellen Milchviehfütterung

Der Agrarbetrieb Lindenhof GmbH liegt im Südwesten von Mecklenburg-Vorpommern. Das konventionell wirtschaftende Unternehmen ging 1991 aus einer landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft (LPG) hervor und wurde 2006 zur Lindenhof GmbH umgewandelt. Im weiteren Zeitverlauf schloss sich das Unternehmen mit anderen Landwirtschaftsbetrieben zusammen (u. a. Agrar GmbH Brahlstorf im Jahr 2016) und gliederte einzelne Geschäftsbereiche in Tochterunternehmen aus (Energie & Milch Lindenhof GmbH im Jahr 2008). Der Betrieb ist einer von 2 Leuchtturmbetrieben in Mecklenburg-Vorpommern, der an dem BLE-geförderten Projekt LUPINEN-NETZWERK teilnimmt.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche beträgt ca. 1.950 Hektar, davon werden 1.540 Hektar als Ackerland und 410 Hektar als Grünland genutzt. Neben den Hauptkulturen Roggen, Weizen, Raps, Gerste und Mais baut der Betrieb auf ca. 11 % seiner Ackerfläche (Ø 167 ha) Lupinen an. Die Bodenstruktur reicht von Sandböden bis zu lehmigen Sanden (D2-D4), mit einer durchschnittlichen Ackerzahl von 38 (18-56). Die Standortcharakteristika zeichnen sich durch Jahresniederschläge von 600-625 mm und eine Jahrestemperatur von 8,2 °C aus. Die erzielten Durchschnittserträge lagen in den Jahren von 2015 bis 2018 bei 21 dt/ha.

Im Jahr 2015 wurden im Betrieb erstmals Lupinen angebaut, wobei der Leiter im Ackerbau über langjährige Erfahrungen im Lupinenanbau verfügt. Innerhalb der mehrjährigen Fruchtfolge mit Lupinen gibt es keine feste Reihenfolge der Fruchtfolgeglieder. In der Regel wird Gerste als Vorfrucht und Raps als Nachfrucht zur Lupine angebaut. Dabei werden Anbaupausen von jeweils 7 Jahren eingehalten, um das Aufkommen von Krankheiten und Schädlingen zu minimieren.

Demoparzellen Mai 2018

Die Lupinen werden vor allem angebaut, da sie neben der Fixierung von Luftstickstoff im Boden auch Nährstoffe mobilisieren können und zum Humusaufbau im Boden beitragen. Im Betrieb werden die Lupinen zur innerbetrieblichen Verwertung in der Milchviehfütterung eingesetzt.

Im Jahr 2018 wurden auf 155 Hektar Lupinen der Sorten Boregine, Boruta und Tango, sowie auf 32 Hektar Lupinen im Gemenge mit Gerste auf ökologischen Vorrangflächen angebaut. Die Lupine wird meist auf leichten Standorten mit lehmigem Sand und Bodenpunkten von durchschnittlich 30 (23-35) gedrillt. In Vorbereitung auf die Aussaat wird der Boden gepflügt.

Demoparzellen Juli 2018

Die Aussaat der Lupinen erfolgte 2018 am 09.04. mit einer Saatstärke von 100 keimfähigen Körnern/m² in einer Tiefe von 4 cm und einem Reihenabstand von 16 cm. Im Vorauflauf werden auf dem Schlag 3 l/ha Herbizide appliziert. Im Jahr 2018 wurden die Lupinen vom 23.07. - 02.08. geerntet, da die Trockenheit und Hitze zu einer vorzeitigen Abreife führten. Nach der Ernte wird das Erntegut geschrotet, mit 2 l/t Propionsäure behandelt und anschließend im Silo gelagert.

Der Betrieb hält 1.050 Rinder der Rassen Deutsche Holsteins und Braunvieh im Boxenlaufstall, davon sind 550 Milchkühe und 500 Nachzucht. Das Leistungsniveau lag 2018 bei 9.700 kg Milch bei 3,8 % Fett und 3,5 % Eiweiß. Die Kühe werden durch ein automatisches Melksystem durchschnittlich 2,9mal täglich gemolken. Die Fütterung erfolgt in Form einer Maissilage betonten partiellen Mischration (PMR). Zusätzlich wird leistungsbezogen durchschnittlich 4 kg Kraftfutter über Roboter verabreicht. Die Rationen (Tabelle 4) sind in der Hochleistungsgruppe auf eine Milchleistung von 39 kg bei einer Gesamtfutteraufnahme von 24 kg TM/Tier und Tag ausgerichtet mit einer Energiekonzentration von 7,0 MJ NEL/kg TS. Der Rohproteingehalt beträgt 155 g/kg TS bei einem nXP-Gehalt von 159 g/kg TS. Die RNB liegt bei -17,1 g. Die Lupinen werden geschrotet in der PMR mit 1 kg/Tier und Tag an die Hochleistungskühe verfüttert. Zeitweise wurde dieser Anteil bis zu 2,5 kg/Tier und Tag erhöht.

Tabelle 4: Futterration Milchkühe, Bereich Hochleistung (2018)

Rohstoff	Menge (kg/Tier und Tag)
Maissilage	25,00
Grassilage	15,00
Rapsextraktionsschrot	2,20
Lupinenschrot	1,00
Melasseschnitzel	1,00
Power 20/4 TMR	1,00
Roggen	0,60
Weizenstroh	0,80
Mineralfutter	0,10
Kohlensaurer Futterkalk	0,13
Viehsalz	0,02
Power 20/4	max. 5,00

Tabelle 5: Lupinenanbau 2018

Sorte	Tango	Boregine	Boruta
Anbaufläche	111 ha	51 ha	25 ha
Ø Erträge	19,10 dt/ha	17,59 dt/ha	12,39 dt/ha
Unkrautregulierung	Herbizid	Herbizid	Herbizid
Vorfrucht	Roggen/Weizen	Roggen	Roggen
Nachfrucht	Raps	Roggen	Roggen

Kontakt (Stand 06/2019):
Lindenhof GmbH, Dorfstraße 34a, 19260 Vellahn
Telefon: 038848 20333
E-mail: m.schneider@lindenhof-mv.de

Foto: Jannika Mösinger (LMS)

Dabergotzer Agrar GmbH:

Blaue Lupinen in der Öko-Milchkuhfütterung

Die Dabergotzer Agrar GmbH liegt im brandenburgischen Landkreis Ostprignitz-Ruppin in unmittelbarer Nachbarschaft zu Neuruppin. Der Betrieb hatte im Zeitraum der Netzwerkarbeit 11 Mitarbeiter und wirtschaftet mit durchschnittlichen Jahresniederschlägen von 636 mm/m^2 auf Böden mit 31 bzw. 32 Bodenpunkten (Acker-/Grünland). Circa 200 melkende Milchkühe und etwa 330 Jungrinder und Kälber gehörten bis zum Jahr 2018 zum Betrieb, der dem Biolandverband angehört und zeitweilig auch NOP-zertifiziert war. Auf einer Fläche von 313 ha Grünland sowie 842 ha Ackerland wurde die Futtergrundlage für die Tiere erwirtschaftet.

Dabei wurden im Rahmen einer vielfältigen Fruchtfolge Getreide (Winterroggen, Winterweizen, Hafer, Sommergerste und Dinkel), Mais, Kartoffeln und Ackergras angebaut. Kleinkörnige Leguminosen wie Luzerne und Kleegras sowie die Blaue Lupine bilden die Grundlage der Proteinversorgung der Kühe.

Mit Dr. Bernd Pieper verfügt der Betrieb nicht nur über einen kompetenten Betriebsleiter in Sachen Silierung, Fütterung und Management von Milchkühen, sondern seit dem Jahr 2003 auch über umfangreiche Erfahrungen im Anbau von Lupinen (ca. 100 ha) sowie in der Konservierung und der innerbetrieblichen Verwertung bei der Öko-Milchviehfütterung. Im Rahmen des Lupinen-Netzwerkes ist die Dabergotzer Agrar GmbH als Leuchtturmbetrieb Ansprechpartner für interessierte Landwirte. So wurden auf 4 ha im Streifenanbau die Sorten Boregine und Boruta angebaut und dabei verschiedene Anbauvarianten (Saatstärken) demonstriert.

Die Haltung der Kühe erfolgte im Freilaufstall mit Einstreu und ganzjährigem Auslauf- bzw. Weidezugang. Die Melkfrequenz betrug 2x/Tag.

Bei der Fütterung von Milchkühen unter ökologischen Produktionsbedingungen sind vielfältige Herausforderungen zu meistern. So muss das Futter zu 100 % ökologisch und zu 50-60 % im eigenen oder in benachbarten Ökobetrieben produziert sein. 60 % der Futter-Trockenmasse müssen aus Raufutter stammen und die Tiere sind mindestens im Sommer auf der Weide zu halten. Extraktionsschrote und Harnstoff sind nicht zugelassen. Gleichzeitig ist eine wiederkäuergerechte Ration mit ausreichender Strukturwirksamkeit, einer guten Energie- und einer ausreichenden Proteinversorgung (XP, UDP, nXP) die Voraussetzung für eine effiziente Proteinversorgung der Milchkühe. Die ausreichende Proteinversorgung am Darm ist in der Biomilchproduktion bei hohen Grasanteilen häufig ein begrenzender Faktor. Zudem nimmt der Bedarf an nXP mit steigender Leistung zu.

Die Dabergotzer Agrar GmbH hat ein Fütterungskonzept entwickelt, mit dem trotz dieser Problematik ein sehr hohes Leistungsniveau von ca. 9.800 l Milch bei bester Tiergesundheit erzielt wurde. So lagen die MLP-Leistungen im Frühjahr 2017 bei 32,7 kg Milch pro Kuh und Tag mit 3,69 % Fett und 3,25 % Eiweiß. Damit nahm der Betrieb eine Spitzenposition innerhalb der brandenburgischen Ökobetriebe ein (ENGELHARDT, 2017).

Futtergrundlage waren im Betrieb beste Grassilagen für die Trockensteher. Bei den laktierenden Kühen erfolgte die Energie- und Struktursicherung vorrangig über Mais- und Luzernesilagen. Zur ausreichenden Proteinversorgung der Pansenmikroben wurden zudem 3,5 kg Lupinen je Tier und

Tag eingesetzt. Betriebsphilosophie war es dabei, die Lupinen direkt nach der Ernte bei der Bördekraftkorn-Service GmbH in Grönungen zu trocknen und thermisch zu behandeln, um damit über eine Steigerung des UDP-Anteils des Lupinenproteins den nXP-Gehalt zu erhöhen. Gleichzeitig entstand eine recht deutliche negative ruminale N-Bilanz (RNB). Obwohl dies daraufhin deutet, dass die Pansenmikroben mit Stickstoff unterversorgt waren, zeigt sich in der Umsetzung anhand des Milchharnstoffgehaltes von 160 mg/l eine offenbar ausreichende Versorgung, was sich auch in der hohen Milchleistung widerspiegelt. Die Rationsgestaltung sah im Frühjahr 2017 wie folgt aus (Tabelle 6, ENGELHARDT, 2017):

Tabelle 6: Rationsgestaltung Dabergotzer Agrar GmbH

Futtermittel	**Trockensteher 1**	**Trockensteher 2 (Vorbereitung)**	**Laktierende Kühe**
	Frischmasse, kg/Kuh/Tag (kg TM)		
Maissilage (26 % TS)		8 (2,9)	41 (14,8)
Luzernesilage (22 % TS)	2 (0,4)	10 (2,2)	14 (3,0)
Grassilage (73 % TS)	16 (11,7)		
Wiesenheu		4 (3,7)	
Lupine getoastet		2,0	3,5
Weizen/Roggen		1,0	3,3
Mineralfutter 1	0,2		0,3
Mineralfutter 2 (mit $CaSO_4$)		0,7	
TM-Aufnahme, kg/Kuh/Tag	12,3	12,1	23,0
davon Grobfutter (%)	98	73	73
Parameter/kg TM			
MJ NEL	5,7	5,9	6,9 (=36,5 kg Milch)
g Rohprotein	102	141	132 (=29,8 kg Milch)
g nXP	120	151	158 (=37,2 kg Milch)
g RNB (je Kuh u Tag)	-2,8 (-35)	-7,1 (-86)	-4,2 (-98)
g Rohfaser	240	211	176
g Stärke und Zucker	77	188	304

Die Luzernesilage sowie die TMR für laktierende Kühe wurden 2017 auch im Hammeltest an der LFA MV geprüft. Es wurden Energiegehalte von 6,7 und 5,6 MJ NEL/kg TS ermittelt.

Neben der thermischen Behandlung gibt es im Betrieb Dabergotz gute Erfahrungen mit der Silierung von Lupinenkörnern. Aufgrund der schwierigen Konsistenz der Silage, welche die Entnahme deutlich erschwert, wurde die Überlegung angestellt, Lupinen zusammen mit Hafer zu silieren.

Die Vermarktung der produzierten Milch erfolgte über die *Gläserne Molkerei* in Münchehofe.

Aufgrund der Nichtverfügbarkeit von Weideflächen durch den Ausbau der A24 wurde die Milchviehhaltung im Betrieb im Jahr 2018 vorübergehend eingestellt. Dennoch steht Dr. Pieper weiterhin als Ansprechpartner in Sachen Lupinenanbau und Verwertung zur Verfügung.

Kontakt: (Stand 08/2019)

Dabergotzer AGRAR GmbH
Bahnhofstraße 17a, 16818 Dabergotz
Telefon: 0172-6419436
E-mail: dabergotz@t-online.de

Leuchtturmbetrieb Fehrower Agrarbetrieb:

Blaue Lupinen in der Milchviehfütterung

Auf den sandigen bis anlehmig-sandigen Böden des Spreewaldes am Standort Schmogrow-Fehrow liegt der Fehrower Agrarbetrieb. 1992 umgestellt, bewirtschaftet der Naturland-Betrieb ca. 1.100 ha Ackerland. Auf diesem werden ca. 150 ha Hülsenfrüchte angebaut. Seit 2015 belief sich die Anbaufläche von Lupinen auf durchschnittlich 100 ha zur innerbetrieblichen Nutzung in der Fütterung und für den Nachbau 2015 - 2016 wurden die Sorten Probor und Boregine angebaut, 2017 - 2019 Boregine.

Standortdaten (Schmogrow-Fehrow)	
Höhenlage	30 m ü.NN
Niederschlag	450 mm
Jahresdurchschnitts-temperatur	8,5 °C
Bodenart	sandig bis anlehmig sandig (sL, Ls)
Ackerzahl	27-30

Betriebsspiegel	
Betriebsfläche in ha	
Ackerland	1.106
Grünland	606
Gesamtfläche	1.712
Mitarbeiter*innen	
Betriebsleiter	2
Verwaltung	1
Pflanzenproduktion	5
Milchproduktion	10
Sonstige	3
Gesamt	22
Konservierung	
Eigene Durchlauftrocknung	

Die Anbaumotivation des Betriebes für die Lupine war die innerbetriebliche Verwendung der Lupine in der Milchviehfütterung, um unabhängig vom Futtermittelzukauf zu sein. Zudem sah der Betrieb Fruchtfolgevorteile, wie Stickstofffixierung, Bodenlockerung und die Nutzung marginaler Standorte als Anbaugründe.

Der Betrieb wirtschaftet mit ca. 800 Rindern, davon 400 Milchkühen, 380 Färsen und Jungrindern, 100 Kälbern sowie 10 Zuchtbullen. Die Rinder sind Drei-Rassen-Kreuzungen aus Skandinavischem Rotvieh, Braunvieh und Holstein.

Für die Fütterung werden die Lupinen in der eigenen Durchlauftrocknung getrocknet, vorgereinigt und mit einer betriebseigenen Hammermühle geschrotet.

Die Rationsgestaltung sah im Frühjahr 2017 wie folgt aus (Tabelle 7, Engelhardt, 2017)

Pro Kuh und Tag wurde 1,0 kg Lupine in Kombination mit Trockenschlempe eingesetzt. Mit dieser Ration wurden von März - Mai 2017 Milchleistungen von durchschnittlich 24,2 kg pro Tier und Tag bei Fett- und Eiweißgehalten von 4,02 % bzw. 3,05 % realisiert. Der mittlere Harnstoffgehalt von 126 mg/l lag im optimalen Bereich. Im Sommer haben die Kühe halbtags Zugang zur Weide.

Tabelle 7: Rationsgestaltung Fehrower Agrarbetrieb

Futtermittel	Laktierende Kühe (kg FM/Kuh/Tag (kg TM))
Maissilage (38 % TS, 6,2 MJ NEL/kg TM)	12 (4,6)
Kleegrassilage (38 % TS, 5,6 MJ NEL/kg TM)	19 (7,2)
Heulage	1 (0,7)
Körnermais	3,0
Weizen/Roggen	1,5
Lupinen	1,0
Trockenschlempe (DDGS)	1,0
Mineralfutter (Lakt.)	0,3
TM-Aufnahme, kg/Kuh/Tag	18,5
davon Grobfutter (%)	68
Parameter/kg TM	
MJ NEL	6,5 (=25,0 kg Milch)
g Rohprotein	139 (=24,3 kg Milch)
g nXP	141 (=24,8 kg Milch)
g RNB (je Kuh u. Tag)	-0,4 (-7)
g strukturwirks. Rohfaser (je Kuh u. Tag)	141
g Stärke + Zucker	239

Im Gegensatz zu den guten Erfahrungen bei der Verfütterung der Lupinen hatte der Betrieb mit anbautechnischen Problemen beim Lupinenanbau zu kämpfen.

Die Lupine stand in der Fruchtfolge nach Mais. Größtes Problem war beim Anbau der Blauen Lupine immer wieder ein Befall mit Blattrandkäfern, der die Pflanzen stark schädigte und sich stark ertragsmindernd auswirkte. 2018 waren die Erträge zu gering, um sie in der Mischration einzusetzen.

2019 wurde in einem Anbauversuch zudem die Weiße Lupine getestet. Sie war schnell wüchsig, hatte aber anschließend mit der Trockenheit zu kämpfen. Auch eine gelbe Lupinensorte wurde 2019 getestet. Sie stand bis zuletzt gut dar, Anthraknose trat 2019 nicht auf. Eine Ernte lohnte sich aber aufgrund der geringen Bestände und der Spätverunkrautung nicht.

Insgesamt werden der starke Befall durch Blattrandkäfer, die geringen Ernteergebnisse und der große Pflegeaufwand der Kultur kritisch bewertet.

Kontakt:
Fehrower Agrarbetrieb
Schmogrower Str. 18
03096 Schmogrow-Fehrow
Geschäftsführer:
Georg Ludwig/Thomas Miedke
Telefon: 035606-216
E-mail: info@fehroweragrarbetrieb.de

Schlaitzer Landwirtschaftlicher Tierzuchtbetrieb GmbH:

„Lupinenschwein“– eine Delikatesse in regionaler Vermarktung

Seit mehr als zwanzig Jahren ist der konventionell geführte *Schlaitzer Landwirtschaftlicher Tierzuchtbetrieb GmbH* in Muldestausee OT Schlaitz im Besitz von Jan und Albert Willemsen aus den Niederlanden. Zum Betrieb gehören neben einer Schafherde und einer Biogasanlage etwa 400 ha Acker- und 200 ha Grünland. Im Rahmen des LUPINEN-NETZERKES baut man hier seit 2016 als Leuchtturmbetrieb für Sachsen-Anhalt auf 36 ha Blaue Süßlupinen an. Als Einstieg erschien die Sorte *Boregine* am geeignetsten. Im Sinne eines komplexen Betriebsmanagements soll dem pflanzenbaulichen Aspekt des Leguminosenanbaus – wie Erweiterung der Fruchtfolge und Nutzen der Ökosystemleistungen – künftig eine betriebliche Wertschöpfung der Lupinen als wesentliche Futterproteinquelle für den beachtlichen Schweinebestand folgen. Neben der Topigs-Sauenherde (1.800 Tiere) am Standort Schlaitz stehen im etwa 20 km entfernten Goltewitz 320 Sauen. Das Herdenmanagement erfolgt im geschlossenen System, d.h. ohne Tier-, sondern ausschließlich Spermazukauf. Der aktuelle Leistungsstand beider Herden kann sich sehen lassen (Tabelle 8).

Tabelle 8: Fruchtbarkeits-/Aufzuchtparameter in den beiden Sauenherden (Auswahl)

Herdenstandort		**Schlaitz** 1.800 Sauen	**Goltewitz** 320 Sauen
lebend geborene Ferkel/Sau u. Wurf	Stck.	14,7	15,1
aufgezogene Läufer/Sau u. Jahr	Stck.	31,7	30,4
Abferkelrate	%	89,0	89,0
Wurffolge	p.a.	2,48	2,37

Gegenwärtig wird mit der Anpaarung spanischer Duroc-Eber v. a. deren Veranlagung zu ausgezeichneter Fleischqualität genutzt. Die Mast der aufgezogenen Läufer erfolgt ebenfalls in einer eigenen Anlage in Sachsen. Von April 2018 bis März 2019 wurden hier z. B. mehr als 7.000 Mastschweine mit durchschnittlich 61 % Muskelfleischanteil bei 895 g Tageszunahme vermarktet. Dieses Leistungsvermögen gilt es auch unter Verzicht auf Sojaprotein auszuschöpfen. Mit der Verwendung von sojafreiem Eiweißfutter verfolgen die Landwirte ein zeitgemäß verbraucherorientiertes Ziel: „Unsere Passion ist die vertraute Produktion mit ausschließlich in ihrer Region angebauten Rohstoffen … In der Nähe von Gräfenhainichen versuchen wir … durch Anbau von verschiedenen Lupinen die richtige Sorte zu finden, um importiertes Soja komplett zu ersetzen …“ (https://www.schweinehof-goltewitz.de). In der Konsequenz bedeutet dies, für alle Haltungsstufen und deren entsprechende Fütterungsphasen bedarfsdeckendes Alleinfutter mit veränderter Futterzusammensetzung zu konzipieren. Sowohl die tragenden als auch die säugenden Sauen sind bereits auf einen Lupinenanteil in der Ration umgestellt – tragend: 4,5 % Lupine + 3 % Rapsextraktionsschrot; säugend: 20,2 % Lupine + 2,1 % Rapsextraktionsschrot. Um die Entscheidung für die Lupine als Eiweißkomponente nachhaltig treffen zu können, nahmen die Betriebsleiter den Aufwand auf sich, von Januar 2017 bis März 2018 in acht Ferkelaufzuchtgruppen die Parallelfütterung von Sojaextraktionsschrot (SES) vs. Lupinensamen im Ferkelaufzuchtfutter zu organisieren und auch für das LUPINEN-NETZERK separat zu dokumentieren. Tabelle 2 zeigt Rationen aus der Entwicklung des betrieblichen Futterkonzeptes für die Ferkelaufzucht. Die Umstellung auf blaue Süßlupine unter Verzicht auf importiertes Sojaextraktionsschrot ist ein anhaltend dynamischer Prozess, d. h. die Rationszusammensetzung wird wesentlich von der Verfügbarkeit und Qualität dieser ‚neuen‘ Komponente bestimmt.

Tabelle 9: Zusammensetzung und Gehaltswerte für Ferkelaufzuchtalleinfutter (FAZ) beim Vergleich von Lupinen bzw. Sojaextraktionsschrot als bestimmende Proteinquelle

Komponentenanteil $_{b.\ 88\ \%\ TS}$, %	**FAZ I** bis ca.12 kg LM	**FAZ II** bis ca.20 kg LM	**FAZ I** bis ca.12 kg LM	**FAZ II** bis ca.18 kg LM
Lupinensamen Blaue Süßlupine BOREGINE	**9,50**	**23,30**	-	-
Sojaextraktionsschrot 48er	-	-	5,0	13,4
Gerste	33,5	25,3	35,3	35,2
Weizen	27,0	33,6	27,2	28,7
Mais FAZ I/Kartoffelchips FAZ II	2,5	2,0	2,5	1,5
Weizenkleie	3,0	3,0	6,1	5,0
Zuckerrübenschnitzel	2,0	2,0	2,0	2,0
Soja- FAZ I /Pflanzenöl FAZ II	1,03	2,17	1,50	1,20
Spezialergänzer f. Ferkel$_{incl.\ Min.-futter/Säuren}$	19,8	7,20	19,0	12,1
L-Lysin-HCL / DL-Methionin	0,81/ 0,33	0,70 / 0,25	0,75 / 0,29	0,53 / 0,15
Threonin / Tryptophan	0,35 / 0,06	0,29 / 0,08	0,31 / 0,04	0,21 / 0,04
Gehaltsparameter Auswahl				
Umsetzbare Energie, MJ/kg F.	wie konzipiert bei 13,4 analytisch bestätigt			
Rohprotein / Rohfaser %	15,6 / 5,0	15,5 / 6,0	15,6 / 4,6	16,1 / 4,6
pcv Lysin, %, pcv Methionin, %	1,16 / 0,51	1,01 / 0,39	1,15 / 0,49	1,00 / 0,36

Zur Rationskalkulation werden grundsätzlich die Resultate aktueller Futteranalysen der eingesetzten betriebseigenen Komponenten verwendet. Gerade bei der Lupine kann der Rohproteingehalt von 21 bis 35 % im Futter$_{88\ \%TS}$ schwanken und gleichermaßen die Aminosäuren (s. UFOP-Monitoring Körnerleguminosen 2015 bis 2018). Möglichen Lücken bei der Aminosäurenversorgung wird bisher mit dem Einsatz freier Aminosäuren bzw. aktuell mit Methionin-Hydroxy-Analog statt DL-Methionin im Alleinfutter begegnet. Auch wird aus der Erfahrung vor Verwendung einer neuen Charge Lupinensamen für die Mischfutterherstellung deren Untersuchung auf den Alkaloidgehalt veranlasst. Als Orientierung wird ein maximaler Gesamtalkaloidgehalt von 0,05 % für zur Fütterung bestimmte Süßlupinensaat angesetzt, um geringerem Futterverzehr oder gar der -verweigerung vorzubeugen.

Mit vier anstatt sechs bis sieben Wochen Aufzucht ist das Management nach dem Absetzen betriebsspezifisch und mit üblichen Leistungsdaten aus der Ferkelaufzucht nicht vergleichbar.

Tabelle 10: Ergebnisse aus den dokumentierten acht Durchgängen in der Ferkelaufzucht (Auswahl)*****

Lupinensamen (n = 3.246 $_{ausgestallte\ Läufer}$**)**			**Sojaextraktionsschrot (n = 3.188** $_{ausgestallte\ Läufer}$**)**		
TZ (g)	**FUA (kg)**	**Verluste (%)**	**TZ (g)**	**FUA (kg)**	**Verluste (%)**
332	1,68	0,7	372	1,64	1,0

* $\bar{x}_g$ aus Gruppenmitteln; **TZ**-Tageszunahme; **FUA**-Futteraufwand je kg Zuwachs

Trotz verhaltenerem Ferkelwachstum hat sich im Laufe der betrieblichen Erprobung die Entscheidung der Betriebsleiter zur sojafreien Ration – und damit zum finalen Produkt „Lupinenschwein“ – in allen Bereichen ihrer Schweinehaltung bereits gefestigt. Dabei waren neben dem Vermarktungsvorteil durch die in mehreren Grillfleischverkostungen vor Ort bestätigte, vorzügliche Fleischqualität auch die geringeren Tierverluste sowie das subjektiv als im Vergleich positiver eingeschätzte Allgemeinbefinden der Lupinenferkel ausschlaggebend.

Kontakt (Stand 06/2019):
Schlaitzer Landwirtschaftlicher Tierzuchtbetrieb GmbH
Telefon: 034955/20235
E-mail: post@schlaitzer-tierzucht.de

6 Veröffentlichungen zur Verwertung Schmalblättriger/Blauer Lupinen in der Tierernährung im Rahmen des Projektes

Die Darstellung der Besonderheiten hinsichtlich des Futterwertes der Lupine und der abzuleitenden Einsatzempfehlungen erfolgte auf vielfältigen Veranstaltungen in Form von Vorträgen und Diskussionsrunden. Zudem wurden Presseartikel und Fachartikel zu den Einsatzmöglichkeiten in der Fütterung verfasst.

Vorträge:

A. Priepke (2016): Eiweißalternativen in der Milchviehhaltung. Winterseminar MKV, SWM/Neuhaus, Pritzier, 25.2.2016

A. Priepke (2016): Futterwert und Einsatzmöglichkeiten von Lupinen in der Jungrinder- und Milchviehfütterung. Feld- und Hoftag des Lupinen-Netzwerkes beim JKI Groß Lüsewitz und der Agrargenossenschaft Petschow, Groß Lüsewitz, 21.6.2016

A. Priepke, A. Gefrom (2016): Wie kann das Lupinen-Netzwerk die Nachfrage und Verwertung von Lupinen vor allem für tierische Zwecke fördern? Feldtag des Lupinen-Netzwerkes, Gülzow, 4.7.2016

A. Priepke, A. Gefrom (2016): Futterwert von Blauen Lupinen – Auswertung der Analysenergebnisse 2015 - 2016 im Rahmen des Lupinen-Netzwerkes. Hoftag des Lupinen-Netzwerkes, Vellahn, 13.10.2016

A. Priepke (2017): Lupinen in der Tierernährung. Vortragsveranstaltung der Gesellschaft zur Förderung der Lupine (GFL) e.V:, LELF Teltow, OT Ruhlsdorf, 10.1.2017

A. Priepke (2017): Futterwert und Einsatzmöglichkeiten von Körnererbsen, Ackerbohnen und Blauen Süßlupinen in der Fütterung von Schwein und Geflügel, Erbsen-Bohnen-Seminar MV, Dummerstorf, 12.12.2017

A. Priepke: Futterwert und Einsatzmöglichkeiten von Körnerleguminosen – insbesondere der blauen Lupine- in der Öko-Fütterung, Leguminosentag Biopark, 17.04.2019, Gülzow

A. Priepke: Lupinen - Futterwert und Einsatz in der Milchkuhfütterung, Lupinenfeldtag 27.6.2019, Vellahn

Veröffentlichungen:

A. Priepke, (2016): Verwertung Blauer Lupinen in der Fütterung. Verbandsnachrichten 8/2016, S. 9

A. Priepke, B. Losand (2016): Dummerstorfer Futterwertprüfung mit Hammeln – Ergebnisse zu Öko-Körnerleguminosen (2014 – 2016), Jahresbericht der LFA 2016, S. 22

A. Priepke, D. Lösel, C. Schmoll (2016): Soja-reduzierte Schweinefütterung, Jahresbericht der LFA 2016, S. 23

A. Priepke, D. Lösel, C. Schmoll (2016): Einheimische Eiweißpflanzen in der Schweinefütterung - Ein Projekt der Europäischen Innovationspartnerschaft, Kongress „Hülsenfrüchte – Wegweiser für eine nachhaltige Landwirtschaft“, 3.-4.11.2016, Berlin, Tagungsband S. 132 -134

A. Priepke (2016): Verwertung schmalblättriger Lupinen in der Tierernährung. In: Lupinen- Anbau und Verwertung. Gesellschaft zur Förderung der Lupine e.V., 12/2016, S. 42-50

A. Priepke, D. Lösel, C. Schmoll (2017): Soja-reduzierte Schweinefütterung, Jahresbericht der LFA 2017, S. 26

A. Priepke. J. Glatz (2017): Futterwert und Einsatzmöglichkeiten von Blauen Lupinen, Körnerleguminosen und Ackerbohnen in der Fütterung von Nutztieren. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Beiträge zu Futter und Fütterung von Nutztieren, Heft 59, S. 78 – 85, ISSN 1618-7938

A. Priepke, B. Losand (2017): Energetischer Futterwert von Körnerleguminosen für Wiederkäuer. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Beiträge zu Futter und Fütterung von Nutztieren, Heft 59, S. 91 – 96, ISSN 1618-7938

D. Lösel, A. Priepke (2017): Einheimische Eiweißpflanzen in der Schweinefütterung – erste Ergebnisse des EIP-Projektes. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV, Beiträge zu Futter und Fütterung von Nutztieren, Heft 59, S. 97 – 105, ISSN 1618-7938

D. Lösel, A. Priepke, C. Schmoll (2019): Sojareduzierte Schweinefütterung. Versuch V und VI. Jahresbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV 2018, S. 26, ISSN 1618-7938

A. Priepke, A. Gefrom, M. Schulze (2019): Demonstration der Verfütterung lupinenbasierter Rationen in der Milchkuh-, Schweine- und Legehennenfütterung – Variation der Rohproteingehalte Blauer Lupinen. Jahresbericht der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei MV 2018, S. 27, ISSN 1618-7938

Fachposter:

A. Priepke, D. Lösel (2016): Einheimische Eiweißpflanzen in der Schweinefütterung - Ein Projekt der Europäischen Innovationspartnerschaft. Kongress „Hülsenfrüchte – Wegweiser für eine nachhaltige Landwirtschaft“, 3.-4.11.2016, Berlin

A. Priepke, L. Hagemann (2016): Lupinen in der Schweinefütterung. 1. Feldtag des Lupinen-Netzwerkes in BB, Wiesenburg, OT Grubow, 8.6.2016

A. Priepke, L. Hagemann (2016): Lupinen in der Schweinefütterung. 4. Feldtag des Lupinen-Netzwerkes in SN, Gräfenheinichen, 19.7.2016

Im Jahr 2015 wurde zudem die Bachelorarbeit von Carlo Schuldt (Universiät Rostock) unter dem Titel „Auswirkungen von Behandlungen auf den Futterwert von Lupinen- eine Literaturstudie“ betreut.

7 Literatur

Abel, H. (1996): Leguminosen: Tierernährung. UFOP (Hrsg): Potentiale und Perspektiven des Körnerleguminosenanbaus in Deutschland.

Abraham, U. (2015): Ergebnisse des Toastens der einheimischen Körnerleguminosen. Vortragsveranstaltung der Gesellschaft zur Förderung der Lupine (GFL)., Bernburg, 14.01.2015

AminoDat (2005): Feed your matrix, degussa

Belloff, G., I. Halle, M. Rodehutscord (2016): Ackerbohnen, Futtererbsen und Blaue Süßlupinen in der Geflügelfütterung. UFOP-Praxisinformation 2016
BLE-Pressinformation (19.9.2019): BZL: Mischfutterherstellung 2018/19

Boguhn, J., H. Kluth, M. Bulang. T. Engelhard, J. Spielke, M. Rodehutscord (2008): Effects of using thermally treated lupins instead of soybean meal and rapeseed meal in total mixed rations on in vitro microbial yield and performance of dairy cows. J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl), 92(6): 694-704

Bonsels, T., J. Weiß (2014): Milchkuhfütterung ohne Sojaextraktionsschrot. UFOP-Heft 2014

Böttcher, J. (2005): In der Endmast von Schweinen nur Erbsen und Lupinen als Proteinträger? VeredlungsProduktion 4

Brenes, A., R.R. Marquardt, W. Guenter and B.A. Rotter (1993): Effect of Enzyme Supplementation on the Nutritional Value of Raw, Autoclaved, and Dehulled Lupins (Lupinus albus) in Chicken Diets. Poultry Science 72, 2281-2293

Carre, B., J.M. Brillouet and F.J. Thibault (1985): Characterization of polysaccharides from white lupin (L. albus L.) cotyledons. J. Agric. Food Chem. 33, 285-292

DLG (1997): DLG-Futterwerttabellen Wiederkäuer, DLG-Verlag, Frankfurt am Main

DLG (2011): Proteinwert der Rapsprodukte beim Rind neu gefasst. Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung, Dezember 2011

DLG (2014): DLG Futterwerttabellen Schweine, DLG e.V. Frankfurt am Main

Engelhardt, T. (2016): Lupinen für Milchkühe – Ergebnisse aus Futterwertuntersuchungen und Fütterungsversuchen. 6. Eiweißpflanzen-Workshop 24.6.2016, Bernburg

Engelhardt, T. (2017): Ökologische Tierhaltung – 3. Informationsveranstaltung für Umsteller. 17.10.2017, Iden

Gefrom, A. (2012): Die Silierung von Körnern der großsamigen Leguminosen als Methode der Konservierung und der Verbesserung ihres ernährungsphysiologischen Wertes für Monogastrier. Dissertation, Rostock

Godfrey, N.W., A. R. Mercy, Y. Emms and H.G. Payne (1985): Tolerance of growing pigs to alkaloids. Aust. J. of Exp. Agric. 25, 791-795

Hagemann, L. (2004): Untersuchung zum Einfluss der Vorbehandlung von Lupinensaat auf deren Futterwert in roggendominierten Schweinemastrationen für den ökologischen Landbau. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 24./25.3.2004

Jansen, G., S. Seddig, H.-U. Jürgens (2006): Untersuchungen zum Stärkegehalt in Blauen Süßlupinen. 8. GPZ-Tagung Freising-Weihenstephan, 14.-16.3.2006, Vorträge zur Pflanzenzüchtung 68/73

Jansen, G., F. Eickmeyer, V. Michel (2010): Influence of liming and pH-value in soil on yield and protein content of Lupinus angustifolius L. J. Kult.pflanzen 62 (10): 367-375

Jansen, G., H-U. Jürgens, E. Schliephake, S. Seddig, F. Ordon (2015): Effects of growing system and season on the alkaloid content and yield of different sweet L. angustifolius genotypes. J. Appl. Bot. Food Qual. 88, 1-4, DOI: 10.5073/JABFQ.2015-088.001

Jeroch, H., K. Kozlowski, F. Schöne, Z. Zdunczyk (2016a): Lupines (Lupinus spp.) as a protein feedstuff for poultry. 1) Varieties, composition and nutritional values for poultry. Europ. Poult. Sci. 80. DOI: 10.1399/eps.2016.125

Jeroch, H., K. Kozlowski, D. Mikulski, D. Jamroz, F. Schöne, Z. Zdunczyk (2016b): Lupines (Lupinus spp.) as a protein feedstuff for poultry. 2) Results of poultry feeding trials and recommendations on diet formulation

Juskiewicz, J., J. Jankowski, Z. Zdunczyk, D. Mikulski (2006): Performance and gastrointestinal tract metabolic of turkeys fed diets with different content of fructooligosaccharide. Poult. Sci. 85, 886-891

Kempkens, K., G. Stalljohann, S. Patzelt, A. Berk (2015): Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht. Schlussbericht zum BÖLN-Projekt 11NA034.

Kluth, H. (2016): Bewertung eines thermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der Geflügelernährung. Schlussbericht zum BÖLN-Projekt 11NA035.

Knudsen, D., F. Jutfeld, H. Sundh, K. Sundell. W. Koppe, H. FrØkieaer (2008): Dietary soya saponins increase gut permeability and play a key role in the onset of soybean-induced enteritis in Atlantic salmon (Salmo salar L.), Br. J Nutr, 2008 Jul; 100(1):120-9.doi: 10.1017/S0007114507886338.Epup 2008 Jan.2

Kocher, A., M. Choct, R.J. Hughes and J. Broz (2000): Effect of food enzymes on utilization of lupin carbohydrates by broilers. British Poultry Science 41, 75-82

Losand, B., M. Pries, H. Steingass (2016): Ackerbohnen, Futtererbsen und Blaue Süßlupinen in der Rinderfütterung. UFOP-Praxisinformation 2016

Martin, J. (2014): Nutzung heimischer Körnerleguminosen bei der Fütterung in der konventionellen und ökologischen Lämmermast. Fachinformation Tierproduktion der LFA MV, www.landwirtschaft-mv.de/cms2/LFA-prod/LFA/content/de/Fachinformationen/Tierproduktion/Schafhaltung/Körnerleguminosen

Meyer, A., W. Voigt (2016): Welche Leistungen sind mit Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen in der Schweinemast zu erzielen? Forum für angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 12.-13.4.2016

Minorsky, P.V. (2003): Raffinose Oligosaccharides. Plant Physiol 131, 1159-1160

Mosenthin, R., T. Steiner (2005): Bestimmung der Gehalte an Gesamt-Phosphor, Phytat-Phosphor sowie der nativen Phytaseaktivität in sortenreinen Körnerleguminosen unter besonderer Berücksichtigung des Einflusses verschiedener Konservierungsverfahren auf die nativen Phytaseaktivitäten. Schriftenreihe UFOP, 27, 71-85

Naumann, P., L. Schöberlein, K. Damme, W. Vogt-Kaute (2002): Einsatz von Lupinen in der Öko-Broilerfütterung. Versuchsbericht. Tierproduktion Infodienst 07/2002. Fachbereich 8, Tierzucht, Fischerei und Grünland – Köllitsch. Fachbereich 10, Landwirtschaftliche Untersuchungen Leipzig – Möckern. Bayrische Landesanstalt für Tierzucht, LVS Kitzingen

Naveed, A., T. Acamovic and M.R. Bedford (1999): The influence of carbohydrase and protease supplementation on amino acid digestibility of lupin-based diets for broiler chicks. Proc. Austr. Poult. Sci. Symp. 11, 93-96

Nolte, T., S. Jansen, S. Weigend, D. Mörlein, I. Halle, W. Link, H. Simianer, A.R. Sharifi (2019): Vergleichende Untersuchungen des Wachstums und der Mastleistung drei differenter Hühnergenotypen bei Fütterung vicin-armer und vicin-reicher Ackerbohnen. Vortragstagung der DGfZ und GfT, 11./12.9.2019, Gießen

Nülken, C., U. Abraham, H. Kluth, H. (2013): Untersuchungen zum Gehalt an ME und praecaecal verdaulicher Aminosäuren aus einem Gemisch einheimischer thermisch behandelter Körnerleguminosen (LEGUMI-therm®) bei der Legehenne. 12. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, Lutherstadt Wittenberg, 12.-14. November 2013, ISBN: 978-3-86829-575-7

Pieper, R., M. Gabel, E.M. Ott, B. Pieper, H. Riestock, W.B. Souffrant, D. Gruis (2007): Druckhydrothermisch behandelte Lupinen und Rapsextraktionsschrot in Rationen für Hochleistungskühe – ein möglicher Ersatz für Sojaextraktionsschrot. In: Heimische Körnerleguminosen mit geschütztem Protein in der Milchviehfütterung. UFOP-Schriften Heft 33, S. 50 - 62

Priepke, A.; Dreschel, H.; Hackl, W.; Hennig, U., Eckardt, T. (2004): Feeding of sweet blue lupine seed (lupinus angustifolius L.) for fattening pigs. 5th European Conference on grain legumes, Dijon, June 2004: Legumes for the benefit of agriculture, nutrition and the environment, Conference Handbook, Part III-Abstracts of posters No. 515, 433

Priepke, A. (2009): Futterwert und Einsatzmöglichkeiten von Blauen Lupinen und Nebenprodukten aus der Energiepflanzenproduktion in der Mastschweinefütterung. Forschungsbericht der LFA MV

Priepke, A., B. Losand, E. Blum, B. Hallier (2015): Dummerstorfer Futterwertprüfung mit Hammeln – Ergebnisse 2014. Mitteilungen der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Jahresbericht 2014, Heft 54

Priepke, A., D. Lösel (2019): Erprobung des Einsatzes einheimischer Eiweißfuttermittel in der Schweinefütterung zur nachhaltigen, umweltgerechten Erzeugung von Schweinefleisch in Mecklenburg-Vorpommern. Ergebnisbericht zum Aktionsplan der Operationellen Gruppe (OG) „Einheimische Eiweißfuttermittel in der Schweinefütterung“ im Rahmen der Europäischen Innovationspartnerschaft (OGFöRL MV)

Pries, M., A. Hauswald, M. Freitag, H. Spiekers (2007): Effekte einer hydrothermischen Behandlung von Lupinen auf die Eiweißversorgung der Milchkuh. In: Heimische Körnerleguminosen mit geschütztem Protein in der Milchviehfütterung. UFOP-Schriften Heft 33, S. 44 - 49

Quanz, G. und J. Weiß (2002): Lupinen in der Schweinemast. Bei optimierter Futtermischung eine gute Alternative. DGS Magazin 36, 40-42

Richter, C. und A. Berg (2002): Austausch von Sojaextraktionsschrot gegen Lupinen bei Absetzferkeln. Tagungsunterlagen DLG Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 20.-21.3.2002, 72-75

Roth-Maier, D. A., B.M. Böhmer and F. Roth (2004): Effects of feeding canola meal and sweet lupin (L. luteus, L. angustifolius) in amino acid balanced diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. Anim. Res. 53, 21-34

Rothacher, M. und Y. Arrigo (2019): In-vivo-Verdaulichkeit der Blauen Lupine (L. angustifolius) als alternative Proteinquelle zu Soja. Agrarforschung Schweiz 10 (9): 338 - 343

Salewski, A. und F.J. Romberg (2002): Eignung einheimischer Eiweißfuttermittel in der Schweinemast. Tagungsunterlagen DLG Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 20.-21.03.2002, 68-71

Schmidt, T., 2019: Positionspapier OVID-EIWEIßSTRATEGIE 2.0 NEUE HERAUSFORDERUNGEN IM JAHR 2019; OVID Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V. Am Weidendamm 1A 10117 Berlin; 3.7.2019

Schröder, A. ,R. Bennett, H. Rulquin. 2008: Rationsgestaltung mit Aminosäuren: Das nXAA - System - eine Erweiterung des nXP-Systems; VDLUFA-Kongressband 2008 Jena, VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 64, VDLUFA-Verlag Darmstadt: 305-312

Seifried, N., H. Steingaß, C. Wilsch, D. Fischer, J. Krieg, M. Rodehutscord (2016): In situ Rohproteinabbau von Körnererbsen und –lupinen im Pansen. Kongressbeitrag, 125. VDLUFA-Kongress, S. 111

Simon, O. und W. Vahjen (2004): NSP-hydrolisierende Enzyme im Zusammenhang mit Sojaextraktionsschrot. In: M. Rodehutscord (Hrsg.): 8. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 23.-25. November 2004, Lutherstadt Wittenberg, 1 - 6

Stalljohann, G. (2013): Grenzen und Chancen der einheimischen Eiweißfuttermittel. www.vom-acker-in-den-futtertrog.de/fileadmin/Dokumente/Vom_Acker_in-den-Futtertrog/Veranstaltungen/Stalljohann_2.06.2013_Körnerleguminosen.pdf

Steenfeldt, S., E. Gonzalez and K.E. Bach Knudsen (2003): Effect of inclusion with blue lupins (Lupinus angustifolius) in broiler diets and enzyme supplementation on production performance, digestibility and dietary AME content. Anim. Feed Sci. Technol. 110, 185-200

Thaysen, J. (2014): Körnerleguminosen: Konservieren oder Silieren? UFOP-Praxisinformation.

N. Titze, J. Krieg, H. Steingass, M. Rodehutscord (2018): Variation of lupin protein degradation in ruminants studied in situ and using chemical protein fractions. Animal, page 1-9, doi: 10.1017/S1751731118002124

VDLUFA (2012): „Die chemische Untersuchung von Futtermitteln“. Das VDLUFA-Methodenbuch 3, 8. Ergänzungslieferung zu Band 3 (2012)

Weber, M.; Preissinger, W.; Belloff, G. (2016): Ackerbohnen, Futtererbsen und Blaue Süßlupinen in der Schweinefütterung. UFOP-Praxisinformation

Weber, M., M. Specht (2018): Ergebnisse des UFOP-Monitorings 2017 zur Qualität von Körnerleguminosen, Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda, 10.-11.4.2018, S. 92-94

Weiß, J. und G. Quanz (2004): Blaue Süßlupinen in der Schweine- und Lämmermast. VeredlungsProduktion 3, 64-67

Weiss, M., C. Hörterer, S. Zeytin, M. Slater (2018): Schlussbericht Optimierung von Lupinenmehl für die Aquakultur (OLA, FKZ 2814EPS023)

Zdunczyk, Z., J. Jankowski, A. Rutkowski, E. Sosnowska, A. Drazbo, P. Zdunczyk, J. Juskiewiecz (2014): The composition and enzymatic activity of gut microbiota in laying hens fed diets supplemented with blue lupine seeds. Anim. Feed. Sci. Technol. 191, 57-66

Zuber, T., W. Sigert, H. Salehi, F. Hummel, M. Rodehutscord (2018): Variability of amino acid digestibility of lupin and pea grains in caecectomised laying hens. British Poultry Science. https://doi.org/10.1080/00071668.1556389