

Abschlussbericht

# Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißträger in der Tierfütterung in Thüringen

Projekt-Nr. 95.12



Langtitel: **Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißträger in der Tierfütterung in Thüringen**

Kurztitel: Einheimisches Eiweiß in der Tierfütterung

Projektleiterin: Silke Dunkel

Abteilung: Nutztierhaltung

Abteilungsleiter: stellv. Jens Hubrich

Laufzeit: 01.01.2013 bis 30.04.2016

Auftraggeber: Thüringer Ministerium für Infrastruktur und Landwirtschaft

Bearbeiter: Silke Dunkel  
Tina Baumgärtel  
Dr. Joachim Degner  
Ester Gräfe  
Christian Guddat  
Dr. Arnd Heinze  
Elke Herzog  
Norbert Lumme  
Dr. Jürgen Müller  
Dr. Walter Peyker  
Katrín Rau  
Dr. Gerd Reinhold  
Birgit Sauerteig  
Julia Scheit  
Katrín Trauboth  
Sabine Wölfel

März 2016



Dr. Armin Vetter  
(Stellv. Präsident)



Silke Dunkel  
(Projektleiter)

# Inhalt

---

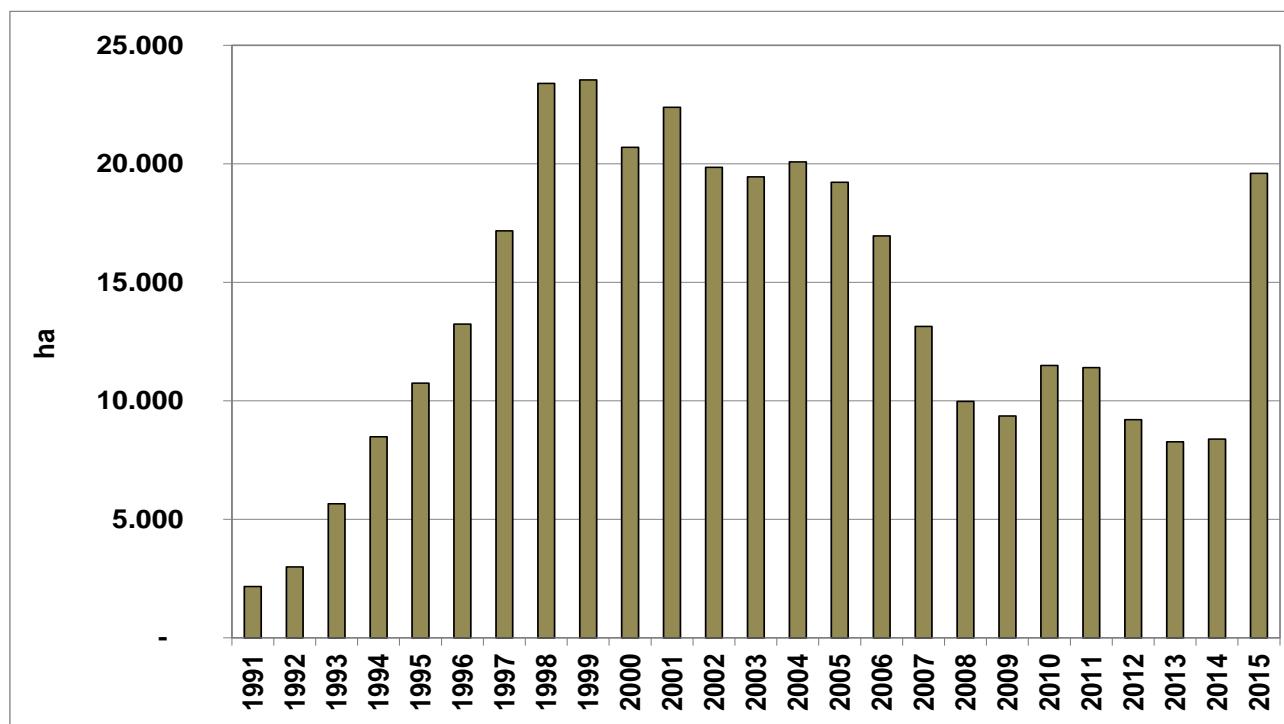
1	Maßnahmen zur Verbesserung der Ertragshöhe, Ertragsstabilität und Wirtschaftlichkeit von Ackerbohnen und Körnerfuttererbsen unter Thüringer Bedingungen durch gezielte Sortenwahl <i>(Guddat, Ch.)</i> .....	5
1.1	Einleitung und Zielstellung .....	5
1.2	Material und Methoden .....	6
1.2.1	Wertprüfungen des Bundessortenamtes .....	6
1.2.2	Landessortenversuche der Länderdienststellen .....	7
1.2.3	EU-Sortenversuche der Sortenförderungsgesellschaft.....	9
1.3	Ergebnisse.....	10
1.3.1	Wertprüfungen und Beschreibende Sortenliste des Bundessortenamtes .....	10
1.3.2	Landessortenversuche in den ostdeutschen Bundesländern .....	12
1.3.3	Vergleich der Anbauwürdigkeit von Körnerleguminosen .....	16
1.4	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	19
2	Sojabohnenanbau unter Thüringer Anbaubedingungen <i>(Wölfel, S.)</i> .....	19
2.1	Einleitung und Zielstellung .....	19
2.2	Material und Methoden .....	20
2.3	Ergebnisse.....	21
2.3.1	Landessortenversuche.....	21
2.3.2	Saatstärkenversuche .....	24
2.4	Fazit.....	26
3	Rationsgestaltungen zum Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch heimische Eiweißträger in der Schweineproduktion <i>(Heinze, A.; Rau, K.)</i> .....	26
3.1	Sortenvergleich von Körnererbsen aus Thüringer Anbau hinsichtlich Eignung für die Schweinefütterung .....	26
3.2	Fütterungsversuche bei Mastschweinen zum Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch Körnererbsen.....	30
3.3	Überblick zu Gehalten an antinutritiven Substanzen/Literaturrecherche.....	35
3.4	Schlussfolgerungen .....	37
4	Einsatz einheimischer Eiweißpflanzen in Rationen in der Wiederkäuerfütterung <i>(Dunkel, S.; Peyker, W.; Baumgärtel, T.)</i> .....	38
4.1	Die Wirkung des Einsatzes von druckhydrothermisch behandelten Ackerbohnen (Opticon®-Verfahren) auf die Leistung von Milchkühen .....	38
4.1.1	Einleitung.....	38
4.1.2	Material und Methoden .....	38
4.1.3	Ergebnisse.....	40

4.1.4	Fazit.....	44
4.2	Erhebungen zu sojafreien Futterrationen bei Milchkühen in der Praxis .....	44
4.2.1	Material und Methoden .....	44
4.2.2	Ergebnisse.....	45
4.2.3	Fazit.....	56
4.3	Erhöhung des Beitrages von eiweißreichem Grundfutter zur Deckung des Proteinbedarfs der Wiederkäuer .....	57
4.4	Monitoring Futterwert aus LSV Körnerleguminosen 2010 – 2014 .....	65
4.4.1	Einleitung und Zielstellung .....	65
4.4.2	Material und Methoden .....	66
4.4.3	Ergebnisse.....	67
4.4.3.1	Rohnährstoffe .....	67
4.4.3.2	Aminosäuren .....	70
4.4.3.3	Mineralstoffe .....	72
4.4.3.4	Vergleich der Futterwerte mit Tabellenwerten .....	74
4.4.4	Fazit.....	76
5	Wirtschaftliche Aspekte des Anbaus und der Verwertung von groß- und kleinkörnigen Leguminosen ( <i>Degner, J.; Müller, J.; Gräfe, E.</i> ) .....	76
5.1	Rinderfütterung .....	76
5.2	Schweinefütterung .....	81
5.3	Gesamtbetriebliche Bewertung des Leguminosenanbaus und Förderstrategie .....	87
6	Aufbereitungsanlagen zur Verbesserung des Futterwertes von Körner-Leguminosen ( <i>Reinhold, G.</i> ) .....	88
6.1	Problemstellung .....	88
6.2	Stand und Verfahren zur Aufbereitung von Eiweißfuttermitteln .....	89
6.2.1	Vorbemerkungen .....	89
6.2.2	Aufbereitungsverfahren.....	90
6.2.3	Stand der Aufbereitungstechnik in Thüringen .....	91
6.3	Effekte der Aufbereitung .....	95
6.4	Schlussfolgerungen und Entscheidungsvorschläge .....	96
Literatur	.....	99
Abkürzungen	.....	101
Abbildungen	.....	103
Tabellen	.....	106
Anlage 1	Aufbereitungsanlagen in Deutschland.....	108
Anlage 2	Aufbereitungsbetriebe in Mitteldeutschland.....	109

# 1 Maßnahmen zur Verbesserung der Ertragshöhe, Ertragsstabilität und Wirtschaftlichkeit von Ackerbohnen und Körnerfuttererbsen unter Thüringer Bedingungen durch gezielte Sortenwahl

## 1.1 Einleitung und Zielstellung

Die Anbaufläche von Körnerleguminosen nahm in Deutschland und Thüringen in den letzten ca. 15 Jahren kontinuierlich ab. Während 1999 in der Spurze insgesamt 23.500 ha Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen in Thüringen im Anbau standen, waren es 2013 und 2014 unter 8.000 ha. Die Ursachen für diesen drastischen Rückgang der Anbaufläche sind vielfältig, in erster Linie jedoch neben agrarpolitischen Auswirkungen in Ertrags- und Marktentwicklungen und der damit verringerten Konkurrenzfähigkeit gegenüber Wintergetreide, Winterraps und Mais begründet.

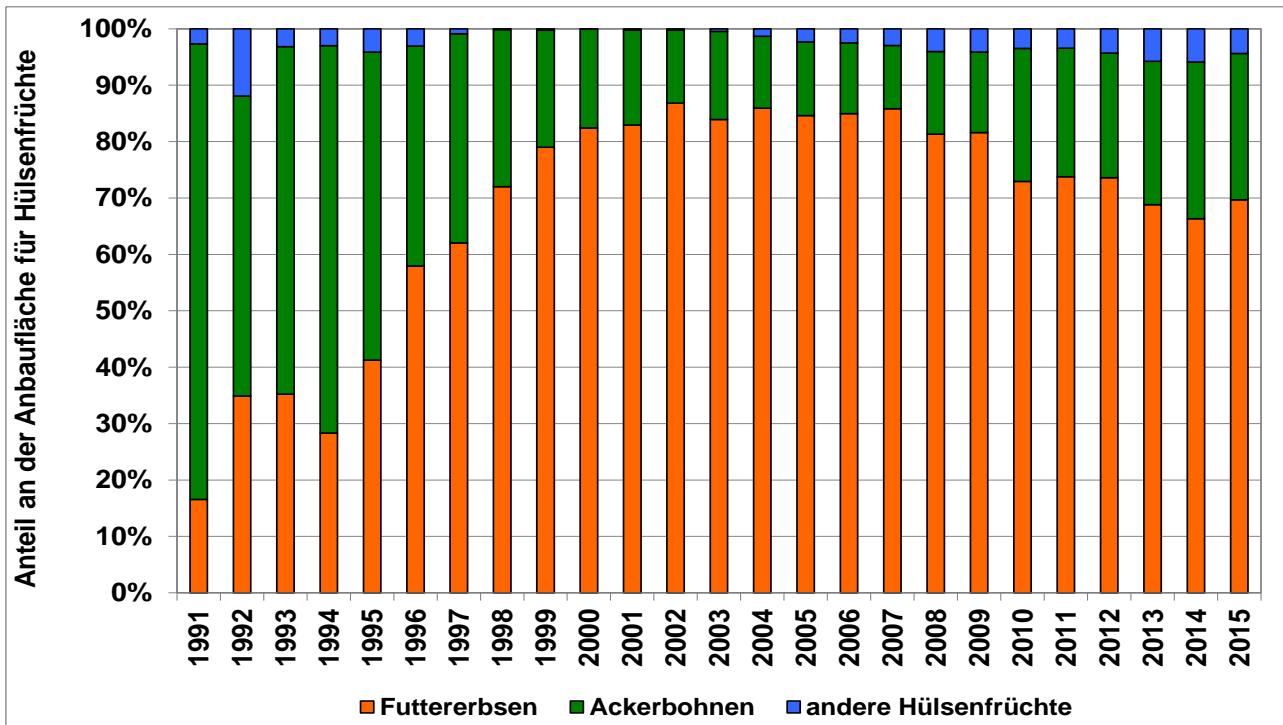


**Abbildung 1:** Entwicklung der Anbaufläche von Körnerleguminosen in Thüringen (Quelle: TLS 1991-2015)

Im Rahmen der Vorgaben des Greenings sowie der besonderen Wichtung von Leguminosen in Thüringen im Programm der Agrarumweltmaßnahme „Artenreiche Fruchtfolge“ nahm die Bedeutung von Körnerleguminosen im Jahr 2015 in den Betrieben wieder deutlich zu (Abb. 1). Innerhalb der Körnerleguminosen dominierten Körnerfuttererbsen seit 1996 mit Anteilen von knapp 60 bis über 85 % den Anbau (Abb. 2).

Das Interesse an Körnerleguminosen stieg zuletzt aber auch deshalb wieder an, weil sie zu den möglichen Alternativen für den Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch einheimische Eiweißträger zählen.

Die Anforderungen der Praxis an die Sorten bestehen bei Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen in erster Linie in der Ertragsfähigkeit und Ertragsstabilität. Darüber hinaus werden bei Körnerfuttererbsen Ansprüche an Standfestigkeit und Beerntbarkeit, gemessen an der Bestandeshöhe vor Ernte, gestellt. Inhaltsstoffe, wie Rohprotein (RP)-Gehalt oder der Gehalt an antinutritiven Substanzen (z. B. Tannin, Vicin, Convicin) sind je nach Verwendungszweck bei innerbetrieblicher Verwertung von Interesse, während diese bei der Vermarktung wegen der fehlenden finanziellen Bewertung keine Rolle spielen. Die Tausendkornmasse (TKM) ist unter zwei Gesichtspunkten zu betrachten. Einerseits besitzen großkörnige Sorten Vorteile in der Verwertung (prozentual geringerer Schalenanteil, höherer Anteil an Inhaltsstoffen). Andererseits lassen sich jedoch die Saatgutkosten durch den Anbau kleinkörniger Sorten verringern.



**Abbildung 2:** Entwicklung der Anteile an der Körnerleguminosenfläche in Thüringen  
 (Quelle: TLS 1991-2015)

Ein Ziel des Projektes war die Ableitung von Maßnahmen zur Verbesserung der Ertragshöhe, Ertragsstabilität und Wirtschaftlichkeit von Ackerbohnen und Körnerfuttererbsen unter Thüringer Bedingungen durch gezielte Sortenwahl bei besonderer Berücksichtigung von sortenspezifischen Proteingehalten und Proteinerträgen.

## 1.2 Material und Methoden

Das durchgängige Sortenprüfungsamt in Deutschland beruht mit den Wertprüfungen (WP) des Bundessortenamtes (BSA) und den Landessortenversuchen (LSV) der Länderdienststellen auf zwei wesentlichen Säulen, welche eine Umsetzung von der Antragstellung zur Sortenzulassung bis zur regionalen Empfehlung einer Sorte gewährleisten. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Sorten, die nicht in Deutschland, aber einem anderen EU-Staat eine Zulassung besitzen, nach erfolgreicher EU-Sortenprüfung in die LSV aufzunehmen.

### 1.2.1 Wertprüfungen des Bundessortenamtes

Bei landwirtschaftlichen Pflanzenarten ist die Zulassung und Eintragung einer Sorte in die Sortenliste Voraussetzung für deren Vertriebsfähigkeit. Gesetzliche Grundlage dafür ist das Saatgutverkehrsgesetz (SaatG). Ziel dessen ist der Anbau von hochwertigem Saatgut resistenter, qualitativ hochwertiger und leistungsfähiger Sorten. Das Zulassungsverfahren wird in Deutschland durch das BSA im Rahmen von WP durchgeführt. Um die Zulassung zu erhalten, muss eine Sorte über eine Sortenbezeichnung verfügen sowie homogen, beständig und von anderen Sorten unterscheidbar sein. Diese Kriterien sind Bestandteil der Registerprüfung. Eine zweite Voraussetzung für die Sortenzulassung ist bei landwirtschaftlichen Pflanzenarten das Vorhandensein eines landeskulturellen Wertes, der in der WP geprüft wird. Landeskultureller Wert liegt vor, wenn eine Sorte in der Gesamtheit der wertbestimmenden Eigenschaften gegenüber allen bereits zugelassenen vergleichbaren Sorten eine deutliche Verbesserung für den Pflanzenbau oder die Verarbeitung erwarten lässt (Quelle: Hans Walter Rutz, Sorten und Saatgutrecht). Wertbestimmende Eigenschaften umfassen Anbau, Resistenz, Ertrag, Qualität und Verwendung (Quelle: BSA 2014).

WP werden nach den Richtlinien des Bundessortenamtes für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen des Bundessortenamtes, Ausgabe 2000, durchgeführt. Bei Körnerleguminosen beträgt die Dauer der WP zwei Jahre und wird in Prüfserien an jähr-

lich 12 bis 15 bundesweit verteilten Orten absolviert. Diese Versuche werden bei Körnerleguminosen als einfaktorielle Blockanlage (Faktor Sorte) mit vier Wiederholungen angelegt. Ein Einsatz von Fungiziden und Wachstumsreglern erfolgt bei diesen beiden Arten in der Regel nicht. Nach Beendigung der zweijährigen WP wird im Sortenausschuss des BSA über die Zulassung einer Sorte entschieden. Mit der erfolgreichen Zulassung wird die Sorte auf die Dauer von 10 Jahren in die Sortenliste (Beschreibende Sortenliste [BSL] des BSA) eingetragen und die festgestellten Ausprägungen der Eigenschaften veröffentlicht (Tab. 1). Eine Verlängerung ist darüber hinaus möglich, sofern die Sorte neben bestimmten Voraussetzungen Anbau- und Marktbedeutung besitzt.

**Tabelle 1:** Merkmale mit Feststellung der Ausprägung von Eigenschaften bei Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen (Quelle: BSL 2015)

Merkmal	Körnerfuttererbsen <sup>1)</sup>	Ackerbohnen <sup>2)</sup>
Fiederblätter	X	-
Kornfarbe	X	-
Tanningehalt <sup>3)</sup>	-	X
Blühbeginn	X	X
Blühdauer	X	-
Reife	X	X
Pflanzenlänge	X	X
Neigung zu Lager	X	X
Anfälligkeit für Ascochyta	-	X
Anfälligkeit für Botrytis	-	X
Anfälligkeit für Rost	-	X
TKM	X	X
Kornertrag	X	X
RP-Ertrag	X	X
RP-Gehalt	X	X

<sup>1)</sup> Die Anfälligkeit für Krankheiten wird aufgrund zu geringer Datenbasis seit der BSL 2010 nicht mehr beschrieben.

<sup>2)</sup> Die Anfälligkeit für Krankheiten wird aufgrund zu geringer Datenbasis nicht für jede Krankheit und für jede Sorte beschrieben.

<sup>3)</sup> Zusatzinformation bei Vicin- und Convicinarmut möglich

## 1.2.2 Landessortenversuche der Länderdienststellen

Nach erfolgter Zulassung können Sorten in die LSV aufgenommen und geprüft werden. Den LSV werden im Rahmen des Sortenprüfsystems in Deutschland zwei maßgebliche Aufgaben zuteil. Die Ergebnisse ermöglichen Präzisierungen der Eigenschaften, Einschätzungen der regionalen Anbaueignung und entsprechende Empfehlungen. Des Weiteren erhält das BSA alle Daten der zugelassenen Sorten aus den LSV. Sie dienen neben den WP-Ergebnissen als Grundlage der jährlichen Neueinstufung und Fortschreibung der wertbestimmenden Eigenschaften einer Sorte in der Beschreibenden Sortenliste.

**Tabelle 2:** Ausgewählte Merkmale mit Darstellung der Ergebnisse in den TLL-Versuchsberichten der LSV zu Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen

Merkmal	Körnerfuttererbsen	Ackerbohnen
Kornertrag	X	X
RP-Ertrag	X	X
RP-Gehalt	X	X
TKM	X	X
Blühbeginn	X	X
Blühende	X	X
Reife	X	X
Pflanzenlänge	X	X
Bestandeshöhe vor Ernte	X	-
Neigung zu Lager	X	X
Neigung zu Wipfel- und Stängelknicken	-	X
Neigung zum Hülsenplatzen	X	X
Neigung zur Reifeverzögerung des Strohs	X	X
Anfälligkeit für verschiedene fruchtartspezifische Krankheiten <sup>1)</sup>	X	X

<sup>1)</sup> soweit Krankheiten auftreten (z. T. sehr geringe Datenbasis)

In Thüringen werden LSV zu Körnerleguminosen seit 1992 durchgeführt. Bis 2001 erfolgte die Darstellung der Ergebnisse für das Gebiet des Freistaates Thüringen. Mit der Ernte 2002 erfolgte eine Umstellung der Versuchsdurchführung nach Anbaugebieten unter Einbeziehung der Ergebnisse aus Sachsen und Sachsen-Anhalt. Basis dafür ist die Arbeitsteilung sowie enge und abgestimmte Zusammenarbeit bei Planung, Durchführung und Auswertung der LSV innerhalb der ostdeutschen Bundesländer.

Thüringen unterteilt sich bei Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen in die Anbaugebiete der „Lössstandorte in Mittel- und Ostdeutschland“ sowie der „Verwitterungsstandorte Südost“ (Roßberg et al, 2007; Abb. 3 und 4). Die LSV bei Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen werden analog den WP als einfaktorielle Blockanlage (Faktor Sorte) mit vier Wiederholungen angelegt und ohne den Einsatz von Fungiziden und Wachstumsreglern durchgeführt. Das jährliche Prüfsortiment umfasst Sorten mit Praxisverbreitung oder zu erwartende Anbaubedeutung sowie neu durch das BSA zugelassene Sorten.

Wie WP werden auch LSV nach den Richtlinien des Bundessortenamtes für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen des Bundessortenamtes, Ausgabe 2000, durchgeführt. Die Veröffentlichung der wichtigsten Ergebnisse (Tab. 2) sowie die Empfehlungen zum Anbau von Sorten finden im jährlichen Turnus in Form von Berichtsheften, Sortenratgebern, Veröffentlichungen in der Fachpresse und Präsentationen bei Veranstaltungen statt. Dabei werden die Daten sortenspezifisch für die letzten drei Einzeljahre im Mittel der Orte sowie für das aktuelle Anbaujahr nach Einzelorten ausgewiesen. Die regionale Sortenempfehlung erfolgt frühestens nach zwei Prüfjahren in den LSV.

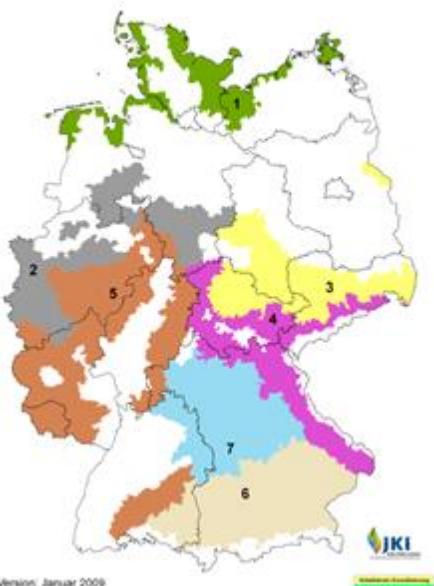
Anbaugebiete Futtererbsen



Version: Januar 2009

- 1 Marsch, Geest, Hügelland Nord
- 2 Sandböden Nordwest
- 3 Lehmböden West
- 4 Diluviale Standorte Ostdeutschland
- 5 Lößstandorte Mittel- und Ostdeutschland
- 6 Verwitterungslagen Südost
- 7 Höhenlagen Mitte, Südwest
- 8 Wärme- und Mittellagen Südwest, Jura
- 9 Tertiärhügelland, bayer. Gäu

Anbaugebiete Ackerbohnen



Version: Januar 2009

- 1 Küstenregion
- 2 Lehmböden West
- 3 Lößstandorte Mittel- und Ostdeutschland
- 4 Verwitterungsstandorte Südost
- 5 Mittel- und Höhenlagen Südwest
- 6 Hügelland Südost

**Abbildung 3:** Anbaugebiete für die Sortenprüfung von Körnerfuttererbsen

**Abbildung 4:** Anbaugebiete für die Sortenprüfung von Ackerbohnen

### 1.2.3 EU-Sortenversuche der Sortenförderungsgesellschaft

EU-Sortenversuche sind neben WP und LSV ebenfalls Bestandteil des Sortenprüfsystems in Deutschland. Sie werden durch die Sortenförderungsgesellschaft, eine Tochter des Bundesverbandes Deutscher Pflanzenzüchter e.V., koordiniert und an bundesweit verteilten Orten seitens der Länderdienststellen durchgeführt (Quelle: BDP 2016). Die Ergebnisse ermöglichen eine objektive Leistungsbewertung der EU-Sorten unter den Standortbedingungen Deutschlands.

EU-Sortenversuche sind Grundvoraussetzung für Sorten, die nicht in Deutschland, aber in einem anderen EU-Mitgliedsstaat zugelassen wurden, um in LSV aufgenommen zu werden. Dies kann nach zweijähriger Prüfung in den EU-Sortenversuchen erfolgen, sofern eine Sorte positiv durch die eigens dafür zuständige Sortenkommission beurteilt und zur Weiterprüfung in den LSV empfohlen wurde. Die Versuche entsprechen in ihrer Anlage und Durchführung den WP und LSV. Die Ergebnisse werden für die wichtigsten Merkmale durch die Sortenförderungsgesellschaft zusammen- und den Länderdienststellen zur Verfügung gestellt.

## 1.3 Ergebnisse

### 1.3.1 Wertprüfungen und Beschreibende Sortenliste des Bundessortenamtes

Die Anmeldungen für WP des BSA stagnierten in den letzten Jahren in Deutschland. So betrug die Anzahl der jährlichen Neuanmeldungen 2014 lediglich drei Stämme bei Körnerfuttererbsen und einen Ackerbohnenstamm. Erst mit der agrarpolitischen Ausrichtung im Rahmen des Greenings und der damit verbundenen Ausdehnung der Anbaufläche für Körnerleguminosen in Deutschland stieg die Anzahl der jährlichen Neuanmeldungen 2015 auf sieben bei Körnerfuttererbsen sowie auf drei bei Ackerbohnen und 2016 sogar auf 15 bei Körnerfuttererbsen sowie auf fünf bei Ackerbohnen.

Die Anzahl der in Deutschland neu zugelassenen Sorten ist bei Körnerleguminosen überschaubar. In den letzten fünf Jahren wurden bei Körnerfuttererbsen vier und bei Ackerbohnen zwei Sorten zugelassen. Die Gründe dafür dürften vor allem aufgrund der Anbaubedeutung in der im Vergleich zu den Hauptfruchtarten Winterweizen, Winterraps, Mais und Wintergerste begrenzten Züchteranzahl und Züchtungsintensität sowie der damit in Zusammenhang stehenden geringen Anzahl von Stämmen in der WP liegen.

Mit Stand Februar 2016 waren insgesamt 17 in Deutschland zugelassene Körnerfuttererbsensorten und sieben in Deutschland zugelassene Ackerbohnensorten beim BSA eingetragen. Anhand der Vermehrungsflächen 2015 in Deutschland lässt sich für die einzelnen Sorten beider Arten eine stark differenzierende Anbaubedeutung der einzelnen Sorten ableiten. So zählten bei Körnerfuttererbsen mit Vermehrungsflächen zwischen 127 und 1.477 ha vor allem die Sorten Alvesta, Respect, Astronaute und Rocket, aber auch Salamanca, Navarro und Abarth zu den derzeit bedeutendsten Züchtungen. Die übrigen Sorten spielten dagegen mit Vermehrungsflächen von deutlich unter 100 ha, bzw. keiner Vermehrung, kaum eine Rolle. Bei Ackerbohnen war Fuego und Fanfare anhand der Vermehrungsflächen von 934 bzw. 799 ha gegenüber weniger als 200 ha oder fehlender Vermehrungsfläche bei den anderen Sorten eine wesentlich stärkere Bedeutung beizumessen.

Nachfolgend wird auf die Merkmalsausprägungen für die wichtigen Eigenschaften Kornertrag, RP-Ertrag, RP-Gehalt, TKM und Neigung zu Lager bei den bedeutendsten Sorten von Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen eingegangen. Die Bedeutung der in den Noten des BSA ausgedrückten Merkmalsausprägung ist der Tabelle 3 zu entnehmen.

**Tabelle 3:** Bedeutung der Noten des BSA ausgedrückten Merkmalsausprägung  
(Quelle: BSL 2015)

Note	Erträge, Anteile, Gehalte, TKM	Neigung zu Lager
1	sehr niedrig	fehlend oder sehr gering
2	sehr niedrig bis niedrig	sehr gering bis gering
3	niedrig	gering
4	niedrig bis mittel	gering bis mittel
5	mittel	mittel
6	mittel bis hoch	mittel bis stark
7	hoch	stark
8	hoch bis sehr hoch	stark bis sehr stark
9	sehr hoch	sehr stark

#### Körnerfuttererbsen

Im Kornertrag ist Astronaute aktuell die einzige Sorte, die mit der Note 9 eingestuft ist. Als ertragstarke Sorten gelten mit Note 8 auch Alvesta, Navarro, Salamanca und Volt. Alle weiteren Sorten sind im Kornertrag mit den Noten 7 oder 6 eingestuft.

Astronaute, Casablanca, KWS La Mancha, Navarro, Rebel und Salamanca sind aufgrund der Note 6 im RP-Gehalt als etwas eiweißreicher einzuschätzen als die übrigen derzeit eingetragenen Sorten.

Jedoch werden höhere Noten als diese nun schon seit einigen Jahren nicht mehr erreicht. Rocket ist mit der Note 4 momentan die Sorte mit dem niedrigsten RP-Gehalt.

Auf Grundlage von Körnertrag und RP-Gehalt erfolgt die Berechnung und Einstufung des RP-Ertrages. Hier steht Astronaute mit der Höchstnote 9 ebenfalls an der Spitze der zugelassenen Sorten. Eine hohe Einstufung mit RP-Ertrag weisen mit der Note 8 zudem Casablanca, Navarro, Rebel und Salamanca auf. Vor allem Abarth und Rocket fallen mit der Note 5 im Vergleich der Sorten beim RP-Ertrag ab.

**Tabelle 4:** Merkmalsausprägung bei wichtigen Eigenschaften ausgewählter Körnerfuttererbsensorten  
(Quelle: BSL 2015)

Sorte	Zulassungs-jahr	Ausprägungsstufe				
		Körnertrag	RP-Ertrag	RP-Gehalt	TKM	Neigung zu Lager
Rocket	2004	7	5	4	5	3
Respect	2007	6	6	5	6	1
Alvesta	2008	8	7	5	6	3
Salamanca	2009	8	8	6	6	1
Navarro	2010	8	8	6	7	3
Abarth	2011	6	5	5	6	3
Astronaute	2013	9	9	6	6	2

In der TKM gelten Casablanca mit der Note 8, aber auch KWS Amiata, KWS La Mancha, Navarro, Rebel und Santana mit der Note 7 als hoch. Rocket ist mit der Note 5 als kleinkörnige Sorte zu beurteilen.

In der Neigung zu Lager besitzen Respect und Salamanca die Bestnote 1. Günstig ist auch die Lagerneigung von Astronaute mit Note 2. Alle übrigen Sorten sind mit den Noten 3 oder 4 eingestuft. Sorten mit erheblichen Schwächen in der Standfestigkeit (Noten 6 bis 8), die z. T. noch eine Zulassung bis 2010 hatten, gibt es nun aufgrund des verstärkten züchterischen Augenmerkes auf dieses Merkmal schon einige Jahre nicht mehr.

### Ackerbohnen

Die derzeit ertragsstärksten Züchtungen sind die zuletzt zugelassenen Sorten Fanfare und Tiffany. Beide sind im Körnertrag mit der Note 8 eingestuft, Tiffany im RP-Ertrag sogar mit der Note 9. Mit der Note 8 besitzt Fanfare im RP-Ertrag ebenfalls eine sehr günstige Einstufung. Die älteren Sorten Espresso und Fuego sind in Korn- und RP-Ertrag jeweils mit der Note 7 eingetragen.

Die Einstufung der Ackerbohnensorten variiert im RP-Gehalt nur wenig. Isabell und Tiffany sind mit der Note 5 etwas günstiger bewertet. Hohe Einstufungen, wie mit der Note 7 bei der bis 2006 zugelassenen Gloria und der bis 2010 zugelassenen Valeria, wurden nicht wieder erreicht.

In der TKM ist die Spannbreite in der Einstufung der zugelassenen Sorten ebenfalls gering. Mit Ausnahme der großkörnigeren Sorte Fuego, die mit der Note 7 eingetragen ist, verfügen alle weiteren Sorten über die Note 6.

Die Neigung zu Lager ist bei Ackerbohnen grundsätzlich relativ gering. Die zugelassenen Sorten sind mit den Noten 2 oder 3 eingestuft.

**Tabelle 5:** Merkmalsausprägung bei wichtigen Eigenschaften ausgewählter Ackerbohnensorten,  
BSL Sortenliste 2015

Sorte	Zulassungs-jahr	Ausprägungsstufe				
		Körnertrag	RP-Ertrag	RP-Gehalt	Tausend-kornmasse	Neigung zu Lager
Espresso	2003	7	7	4	6	2
Fuego	2004	7	7	4	7	2
Isabell	2007	6	7	5	6	2
Fanfare	2012	8	8	4	6	3
Tiffany	2015	8	9	5	6	3

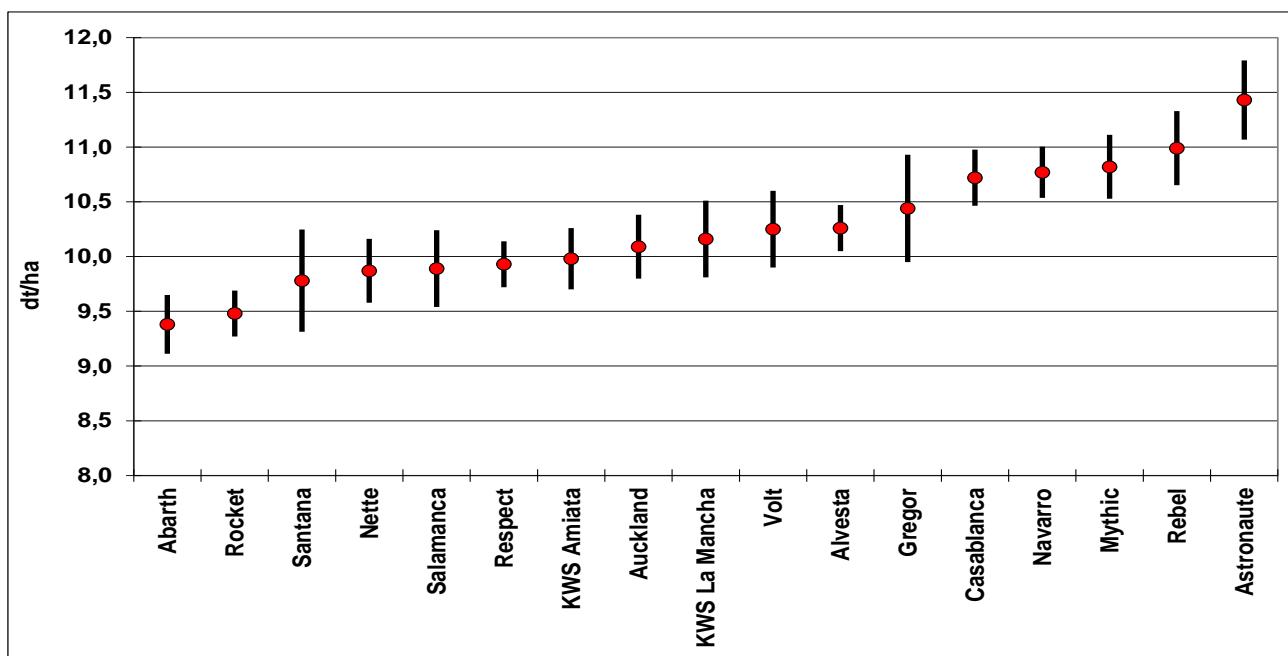
### 1.3.2 Landessortenversuche in den ostdeutschen Bundesländern

#### Körnerfuttererbsen

Von 2013 bis 2015 wurden im Anbaugebiet der Löss (Lö)-Standorte jährlich zwischen fünf und sieben sowie im Anbaugebiet der Verwitterungs (V)-Standorte zwischen drei und fünf LSV angelegt und ausgewertet. Im dreijährigen Betrachtungszeitraum mussten wegen zu hoher statistischer Streuungen auf Lö-Standorten ein und auf V-Standorten zwei Versuche von der Auswertung der Erträge und Ertragskomponenten ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der Körnerträge sowie des RP-Gehaltes, der Tkm und der Lagerneigung sind für die geprüften Sorten der Tabelle 6 zu entnehmen.

Unter den dreijährig geprüften Sorten erwies sich Alvesta in den Körnerträgen als überdurchschnittliche und vergleichsweise stabile Sorte. Ein ähnliches Niveau erreichte auch Navarro, jedoch waren bei dieser Sorte stärkere Schwankungen der Körnerträge zwischen den Jahren und zwischen den Orten zu erkennen. Die beiden weiteren im Zeitraum 2013 bis 2015 geprüften Sorten Respect und Rocket blieben insgesamt unter den Körnerträgen von Alvesta und Navarro. Die jüngeren Sorten Astronaute und Volt sowie die EU-Sorte Mythic zeigten sich in zwei Prüfjahren mit überdurchschnittlichen Körnerträgen und übertrafen zum Teil die Leistungen von Alvesta. Insbesondere ist Astronaute hervorzuheben, die in beiden Anbaugebieten den Spitzenplatz belegte.

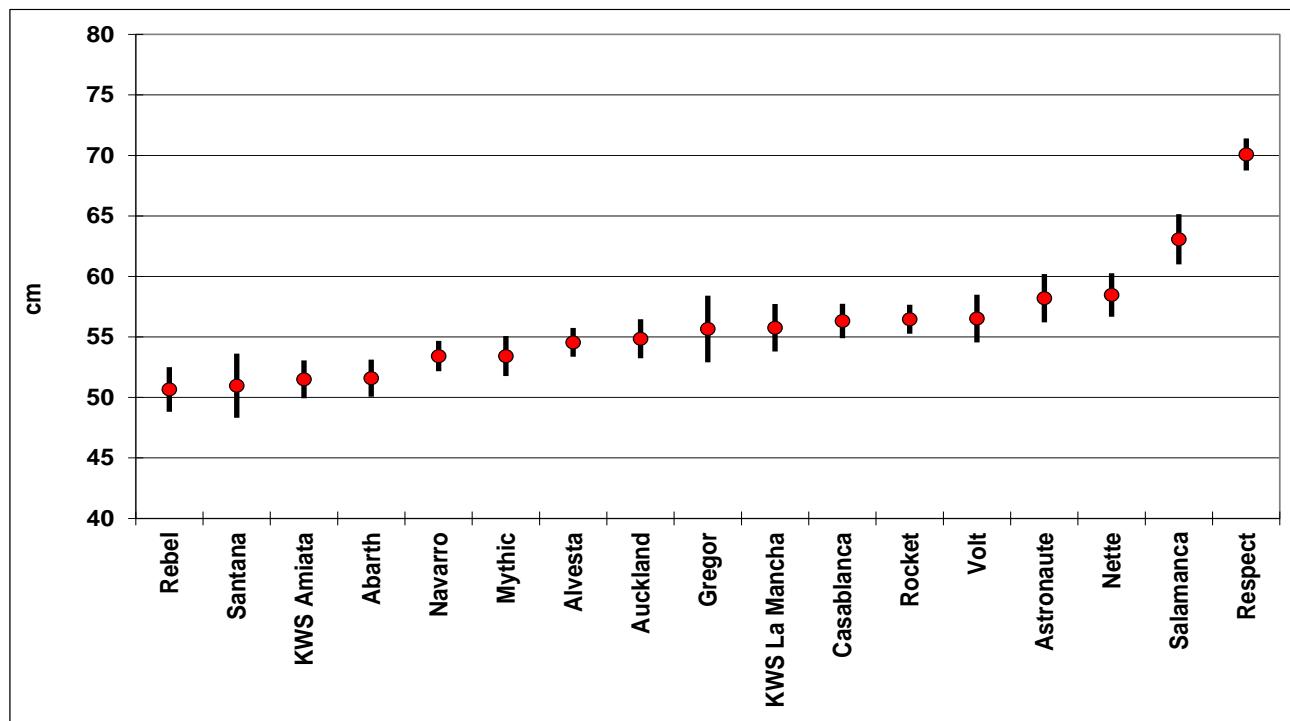


**Abbildung 5:** RP-Erträge von Körnerfuttererbsensorten mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90 %), Hohenheim-Gütlzower-Serienauswertung, Datenbasis: LSV in Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt 2010 – 2015

Die insgesamt höchsten RP-Gehalte wies in den LSV die Sorte Mythic auf, gefolgt von Astronaute, Navarro und Respect. Alvesta und Volt, vor allem aber die Sorte Rocket brachten unterdurchschnittliche RP-Gehalte. Zwischen den einzelnen Sorten reichte die Differenz bis knapp über 2%-Punkte. Der durchschnittliche RP-Gehalt lag in den letzten drei Jahren zwischen 18 und 20 % bei 86 % Trockensubstanz (TS), wobei sich zwischen den Einzelstandorten deutliche Schwankungen feststellen ließen.

Für tierhaltende Betriebe, die ihre Körnerleguminosen im eigenen Betrieb einsetzen, ist die geernährte Proteinmenge, gemessen am RP-Ertrag, von besonderem Interesse. Er ergibt sich aus dem Körnertrag und dem RP-Gehalt. Mittels Hohenheim-Gütlzower-Serienauswertung lässt sich der mehrjährige Schätzwert von Sortenleistungen ausweisen (Abb. 5). Im Mittel der Lö- und V-Standorte wurden für den Zeitraum 2010 bis 2015 für die Sorte Astronaute die höchsten RP-Erträge ausgewiesen. Günstig schnitten in diesem Merkmal auch Rebel, Mythic und Navarro ab, während andere Sorten, wie z. B. Abarth und Rocket, wegen der niedrigeren RP-Erträge für den innerbetrieblichen Einsatz weniger geeignet sind.

Die höchste TKM wurde bei Navarro festgestellt, während Alvesta, Astronaute und Volt im mittleren bis leicht überdurchschnittlichen Bereich lagen. Mythic und Respect blieben in der TKM unter dem Durchschnitt. Das kleinste Korn besaß die Sorte Rocket. Die Unterschiede zwischen klein- und großkörnigen Sorten betragen im Maximum bis zu 45 g.



**Abbildung 6:** Bestandeshöhe vor Ernte von Körnerfuttererbsensorten mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90 %), Hohenheim-Gütlzower-Methode, Datenbasis: LSV in Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt 2010 - 2015

Standfestigkeit und Bestandeshöhe zur Ernte sind zur Vermeidung von Ernteverlusten für das Produktionsverfahren der Körnerfuttererbsen von hoher Bedeutung. Zwar lässt sich Lager in Abhängigkeit von Jahres- und Standortbedingungen bei keiner Sorte immer vermeiden, jedoch präsentierte sich Respect jährlich mit der besten Standfestigkeit der in den LSV geprüften Sorten. Die Unterschiede zwischen den weiteren Sorten waren dagegen vergleichsweise gering, eine etwas stärkere Lagerneigung trat mitunter bei Navarro und Mythic auf. In der Bestandeshöhe vor Ernte zeigten sich ähnliche Sortenrelationen wie in der Lagerneigung (Abb. 6). Die deutlich günstigste Sorte war auch in diesem Merkmal Respect, die um etwa 15 - 20 cm längere Pflanzen zur Ernte aufwies.

Für die Aussaat 2016 wurden die Sorten Alvesta, Navarro, Respect, Astronaute und vorläufig Mythic für den Anbau in Thüringen empfohlen. Ihre Eigenschaften lassen sich wie folgt zusammenfassen (Quelle: Jentsch, U. et al. [2016]):

Alvesta	hoher bis sehr hoher stabiler Ertrag, unterdurchschnittlicher RP-Gehalt, etwas höhere TKM, kürzere Pflanzen mit mittlerer Standfestigkeit und Bestandeshöhe zur Ernte, mittelfrühreife Reife
Navarro	hohes bis sehr hohes Ertragspotential, höherer RP-Gehalt, hohe TKM, kürzere Pflanzen, geringere Standfestigkeit und Bestandeshöhe zur Ernte, mittlere Gesundheit, etwas später reifend
Respect	mittleres bis hohes Ertragsvermögen - aber schwankend, höherer RP-Gehalt, geringere TKM, längere sehr standfeste Pflanzen, hohe Bestandeshöhe zur Ernte, gute Gesundheit, etwas spätere Reife
Astronaute	sehr hohe und sehr stabile Erträge, hoher RP-Gehalt, mittlere TKM, mittellang bei ebenfalls mittlerer Bestandeshöhe zur Ernte und Standfestigkeit, mittlere Gesundheit, reift etwas später

**Mythic** vorläufige Empfehlung, hohes nach zwei Prüfjahren stabil zu beurteilendes Ertragspotential, höherer RP-Gehalt, geringere TKM, mittlere Pflanzenlänge mit geringerer Standfestigkeit und geringerer Bestandeshöhe zur Ernte, mittel im Reifeverhalten

**Tabelle 6:** Ergebnisse der LSV bei Körnerfuttererbsen auf Lö- und V-Standorten  
(Bundesländer Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt)

Sorte	Kornertrag (%)								RP-Gehalt (%)								2010-2015
	Lö-Standorte				V-Standorte				Lö-Standorte				V-Standorte				
	2013	2014	2015	2010-2015	2013	2014	2015	2010-2015	2013	2014	2015	2013	2014	2015	2010-2015		
	n=6	n=7	n=5	HG*	n=5	n=3	n=2	HG*	n=6	n=7	n=5	n=5	n=4	n=3	HG*		
Alvesta	103	103	103	102	101	103	107	103	19,2	18,1	19,4	19,7	18,8	18,9	19,2		
Navarro	100	102	106	104	98	97	114	102	19,5	19,3	20,2	20,7	19,7	20,2	20,0		
Respect	98	97	94	95	100	97	86	97	19,8	18,5	20,8	20,2	19,8	20,9	19,8		
Rocket	99	98	97	99	101	102	93	99	18,1	17,5	18,8	19,1	18,3	18,9	18,4		
Mythic		98	105	100		103	110	106		19,6	21,1		19,9	20,9	20,5		
Astronaute		102	111	106		111	116	113		19,2	20,3		20,2	21,2	20,2		
Volt		100	104	101		106	109	107		18,3	19,5		18,5	19,8	19,1		
Bezugsbasis	53,6 dt/ha	60,5 dt/ha	61,9 dt/ha	55,1 dt/ha	53,2 dt/ha	52,9 dt/ha	39,6 dt/ha	47,8 dt/ha	19,1	18,3	19,8	20,0	19,2	19,7	19,3		
<hr/>																	
Sorte	TKM (g 86 % TS)								Neigung zu Lager (1 – 9)								
	Lö-Standorte				V-Standorte				Lö-Standorte				V-Standorte				
	2013	2014	2015		2013	2014	2015		2013	2014	2015		2013	2014	2015		
	n=6	n=7	n=5	n=5	n=4	n=2	HG*	n=7	n=7	n=5	n=5	n=4	n=3				
Alvesta	263	272	247	262	258	231	256	4,2	4,5	4,9	4,8	6,8					
Navarro	263	271	256	266	260	246	263	4,5	4,3	5,5	5,0	7,0					
Respect	258	250	220	233	238	194	239	2,9	3,6	3,9	3,5	3,7					
Rocket	222	233	211	224	223	195	218	4,2	4,2	5,3	4,9	5,9					
Mythic		250	224		229	199	233		4,7	5,1		6,0					
Astronaute		258	235		256	220	248		4,6	4,6		5,6					
Volt		254	234		241	220	243		4,1	4,9		6,3					
Bezugsbasis	252	256	233	246	245	216	244	3,9	4,1	4,5	4,6	5,9					

\* Schätzwerte nach Hohenheim-Güllzower-Serienauswertung

## Ackerbohnen

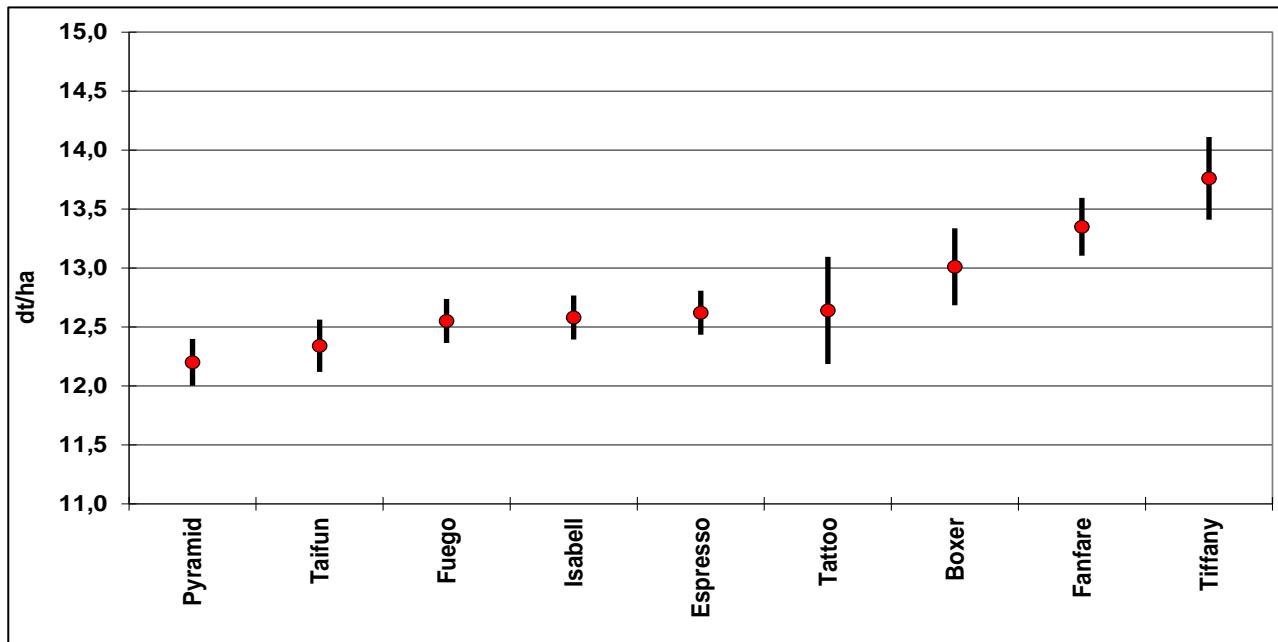
Ackerbohnen werden seit der Ernte 2015 zusammenfassend für Lö- und V-Standorte in einem Anbaugebiet angelegt und ausgewertet. Dadurch wurden 2013 - 2015 jährlich zwischen neun und zehn Standorte genutzt. Im dreijährigen Betrachtungszeitraum musste wegen zu hoher statistischer Streuungen lediglich ein Versuch von der Auswertung der Erträge und Ertragskomponenten ausgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der Kornerträge sowie des RP-Gehaltes und der TKM sind für die zuletzt geprüften Sorten der Tabelle 7 zu entnehmen.

In den Kornerträgen stand unter den mindestens dreijährig geprüften Sorten die jüngere Züchtung Fanfare an der Spitze, gefolgt von den bereits älteren Sorten Espresso und Fuego. Sie präsentierten sich in allen drei Jahren des Betrachtungszeitraums 2013 bis 2015 mit überdurchschnittlichen Leistungen. Isabell und die tanninarme EU-Sorte Taifun blieben jeweils unter dem Durchschnitt, im Mittel etwa 5 %-Punkte. Vor allem die Neuzüchtung Tiffany, aber auch die EU-Sorte Boxer brachten im ersten Prüfjahr 2015 sehr ansprechende Kornerträge.

Die Unterschiede im RP-Gehalt bewegten sich zwischen den einzelnen, zuletzt geprüften Sorten mehrjährig mit maximal nur 1,0 bis 1,2 %-Punkte auf vergleichsweise geringem Niveau. Die ertragsschwächeren Isabell und Taifun lagen hier etwas über Tiffany, Boxer und Fanfare, während er bei Fuego und Espresso meist am niedrigsten war. Der durchschnittliche RP-Gehalt betrug in den

letzten drei Prüfjahren knapp 25 bis 26 % bei 86 % TS. Zwischen den Einzelstandorten traten allerdings hohe Schwankungen auf.



**Abbildung 7:** RP-Erträge von Ackerbohnensorten mit Intervallen für den paarweisen Vergleich (90 %), Hohenheim-Güzlower-Serienauswertung, Datenbasis: LSV in Thüringen, Sachsen und Sachsen-Anhalt 2010-2015

Wie bei Körnerfuttererbsen gilt das Interesse tierhaltender Betriebe bei innerbetrieblicher Verwertung der Ackerbohnen dem RP-Ertrag. Die anhand der Hohenheim-Güzlower-Serienauswertung geschätzten Werte sind für die Ackerbohnensorten in Abbildung 7 dargestellt. Im Mittel der Lö- und V-Standorte wurden für den Zeitraum 2010 bis 2015 unter den noch aktuellen Sorten mit Tiffany, gefolgt von Fanfare und Boxer, die höchsten RP-Erträge erreicht. Erfreulicherweise waren dies analog zu Astronaute bei den Körnerfuttererbsen jüngere Sorten, so dass züchterischer Fortschritt unterstellt werden kann. Die RP-Erträge von Espresso, Isabell, Fuego, Taifun und Pyramid lagen etwas darunter.

Die TKM ist bei Ackerbohnen allgemein hoch, wird aber sehr stark von der Jahreswitterung (Niederschläge, Bodenfeuchtigkeit, Temperatur) in der Kornfüllungsphase beeinflusst. So wurden in den LSV bereits Werte von 282 bis 772 g erreicht. Innerhalb der Sorten fielen vor allem Fuego und Boxer, aber auch Fanfare mit einer überdurchschnittlichen TKM auf. Isabell und Tiffany lagen in diesem Merkmal im mittleren Bereich, während Taifun und Espresso insgesamt etwas kleinkörniger waren.

**Tabelle 7:** Ergebnisse der LSV bei Ackerbohnen auf Lö- und V-Standorten  
(Bundesländer Thüringen, Sachsen, Sachsen-Anhalt)

Sorte	Kornertrag (%)				RP-Gehalt (%)				TKM (g 86 % TS)			
	2013	2014	2015	2010-2015	2013	2014	2015	2010-2015	2013	2014	2015	2010-2015
	n=10	n=8	n=9	HG*	n=10	n=9	n=9	HG*	n=9	n=9	n=9	HG*
Fuego	102	101	101	100	24,5	24,3	25,5	24,8	458	534	474	521
Isabell	96	98	92	97	25,5	25,1	26,5	25,8	448	477	444	489
Fanfare	107	101	106	105	24,8	25,0	25,5	25,3	427	504	465	497
Espresso	103	102	103	102	24,2	24,1	25,4	24,6	400	470	435	457
Taifun	92	97	97	96	25,4	25,0	26,2	25,5	404	472	438	467
Boxer			104	103			25,5	25,0			477	516
Tiffany			108	108			25,6	25,3			437	483
Bezugsbasis	47,2 dt/ha	53,4 dt/ha	47,4 dt/ha	dt/ha	24,9	24,7	25,8	25,2	428	492	451	486

\* Schätzwerte nach Hohenheim-Gütlower-Serienauswertung

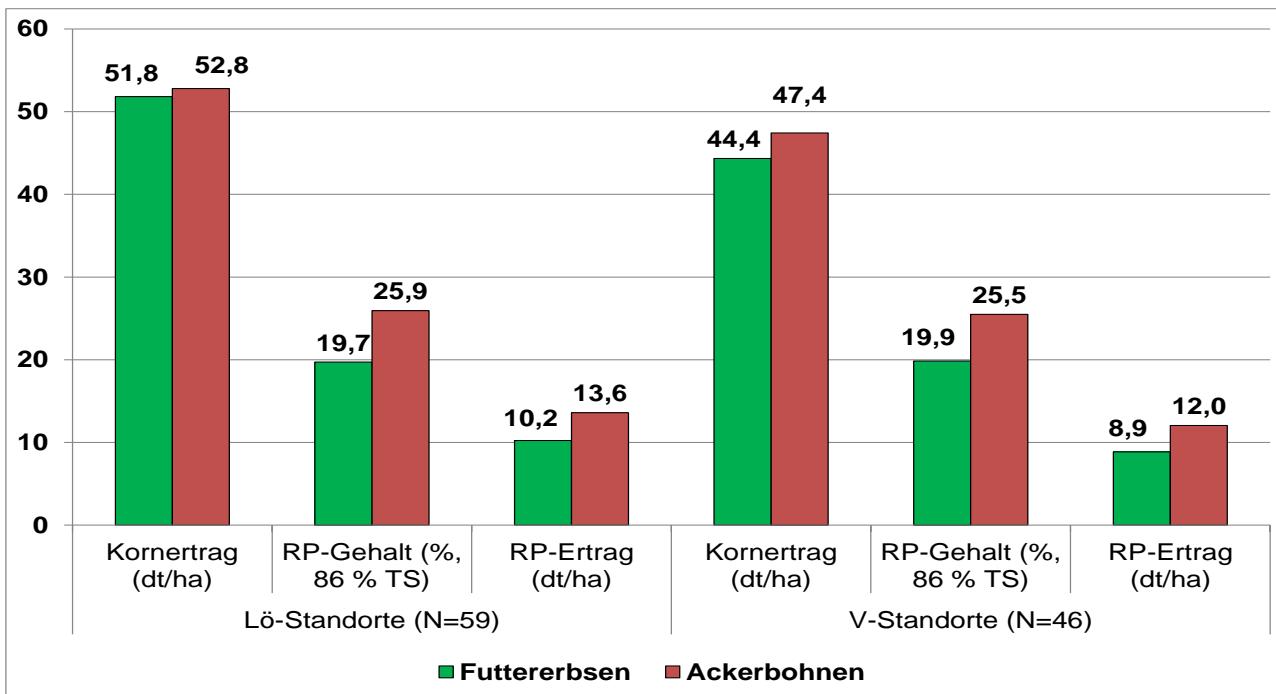
Für die Aussaat 2016 wurden die Sorten Espresso, Fuego, Fanfare und bereits vorläufig Tiffany sowie speziell für die Verwertung tanninfreier Ackerbohnen Taifun für den Anbau in Thüringen empfohlen. Ihre Eigenschaften lassen sich wie folgt zusammenfassen (Quelle: Jentsch, U. et al. [2015]):

- Espresso hoher stabiler Ertrag, geringer RP-Gehalt, geringere TKM, längere standfeste Pflanzen, neigt zur Reifeverzögerung im Stroh, mittlere Gesundheit
- Fuego hoher stabiler Ertrag, geringerer RP-Gehalt, hohe TKM, mittellange standfeste Pflanzen, geringe Reifeverzögerung im Stroh, etwas stärkere Anfälligkeit für Brennflecken
- Fanfare hohe bis sehr hohe und stabile Korn- und RP-Erträge, leicht überdurchschnittliche TKM, längere ausreichend standfeste Pflanzen, etwas stärkere Anfälligkeit für Schokoladenflecken
- Tiffany vicin- und convicinarm, hohes bis sehr hohes Ertragsvermögen, mittlerer RP-Gehalt, etwas geringere TKM, etwas längere ausreichend standfeste Pflanzen, neigt zur Reifeverzögerung im Stroh
- Taifun tanninfreie Sorte, bevorzugt für Eigenverwertung zur Verfütterung an Monogastriden und Vertragsanbau, Ertragsleistung etwas unter dem Durchschnitt, leicht überdurchschnittlicher RP-Gehalt, geringere TKM, mittellang und standfest, mittlere Gesundheit, etwas später reifend

### 1.3.3 Vergleich der Anbauwürdigkeit von Körnerleguminosen (ergänzt nach Guddat und Karalus 2015)

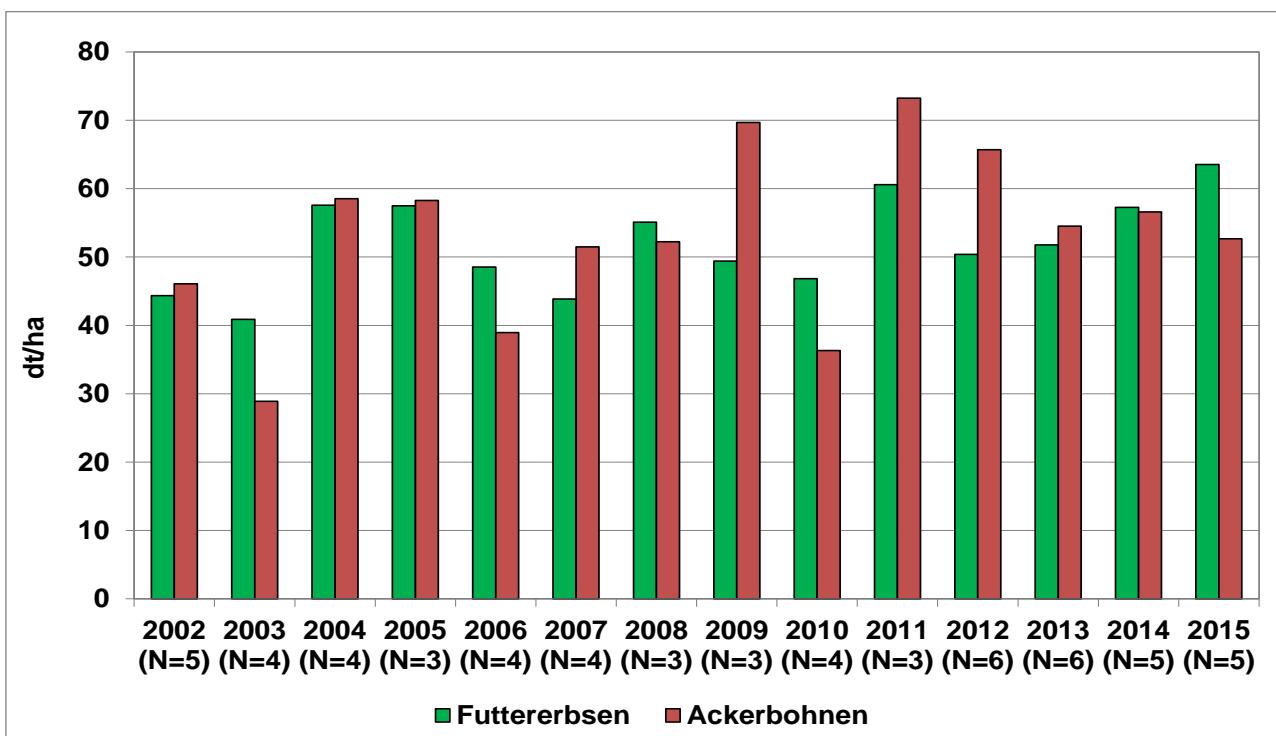
Der Vergleich der Leistungsfähigkeit verschiedener Körnerleguminosen unter einheitlichen Voraussetzungen als Entscheidungsgrundlage für ihren Anbau kann in der Praxis unter gleichen Bedingungen nur selten erfolgen. Diese Möglichkeit eröffnet jedoch die sekundäre Auswertung der LSV. Für die Beurteilung ihrer Leistungsfähigkeit wurden die Daten der Jahre 2002 bis 2015 von orthogonalen Standorten gegenübergestellt. Betrachtet wurden die jeweiligen Mittelwerte aller geprüften Sorten. Es erfolgten Vergleiche von Blauen Lupinen und Körnerfuttererbsen auf Diluvial (D)-Standorten sowie Lö- und V-Standorten und von Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen auf Lö- sowie auf V-Standorten.

Die Ergebnisse der Kornerträge sind in den Abbildungen 8 bis 10 dargestellt. Sie weisen für jede der Arten in allen Anbaugebieten z. T. beträchtliche Ertragsschwankungen aus, d. h. dass sowohl bei Ackerbohnen und Körnerfuttererbsen als auch bei Blauen Lupinen die Erträge wesentlich von den Jahres- und Standortbedingungen bestimmt werden.



**Abbildung 8:** Vergleich der Korn- und RP-Erträge sowie der RP-Gehalte von Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen an orthogonalen Standorten der LSV 2002 bis 2015

Im Durchschnitt der Jahre und Standorte erzielten Ackerbohnen und Körnerfuttererbsen vor allem auf Lö-, aber auch auf V-Standorten hohe KornErträge. Dabei zeigten sich Ackerbohnen auf Lö-Standorten mit 52,8 dt/ha etwas ertragsstärker und übertrafen die Körnerfuttererbsen um 1,0 dt/ha. Auf V-Standorten waren Ackerbohnen mit durchschnittlich 47,4 dt/ha den Körnerfuttererbsen um 3,0 dt/ha überlegen (Abb. 8). Dies galt in beiden Anbaugebieten jedoch nicht in den trockenen Jahren 2003, 2006, 2010 und 2015, welche die stärkere Empfindlichkeit der Ackerbohnen gegenüber Wassermangel (Blüte und Kornfüllungsperiode) zum Ausdruck brachten. Im Gegensatz dazu fielen die KornErträge in Jahren mit guter Wasserversorgung besonders hoch aus, so z. B. 2009, 2011 und 2012 (Abb. 9).

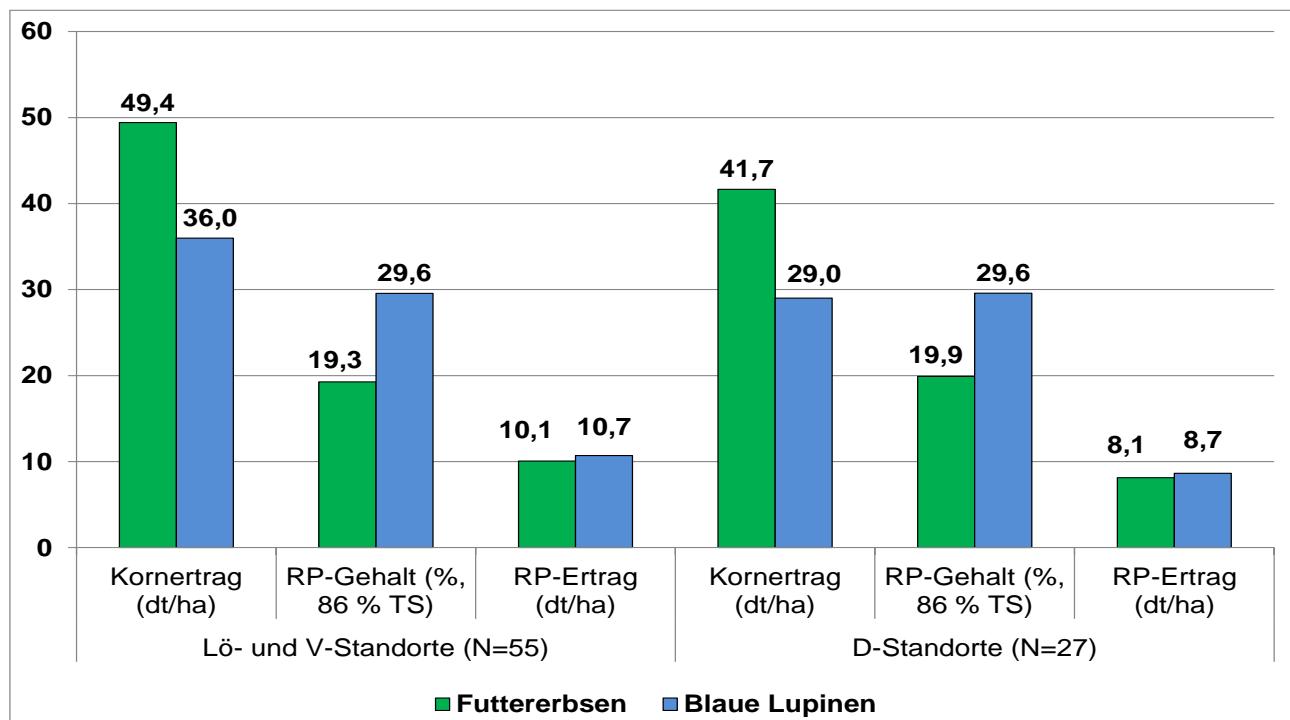


**Abbildung 9:** Vergleich der jährlichen KornErträge von Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen an orthogonalen Standorten der LSV 2002 bis 2015

Im Vergleich von Körnerfuttererbsen und Blauen Lupinen erreichten Erstgenannte die höheren Körnerträge. Sie kamen auf D-Standorten im Mittel auf 41,7 dt/ha und lagen damit ca. 12,7 dt/ha über den Blauen Lupinen. Auf den Lö- und V-Standorten war die Ertragsüberlegenheit der Körnerfuttererbsen mit durchschnittlich 49,2 dt/ha gegenüber Blauen Lupinen mit 36,0 dt/ha auf vergleichbarem Niveau (Abb. 10).

Für Betriebe, die Körnerleguminosen im eigenen Futter verwerten, sind neben dem Körnertrag auch RP-Gehalt und RP-Ertrag dieser Fruchtarten von besonderem Interesse und ergeben z. T. eine Verschiebung in ihrer Anbauwürdigkeit. Danach verfügen Blaue Lupinen über den höchsten RP-Gehalt. Aufgrund der gegenüber Körnerfuttererbsen um etwa 10 %-Punkte höheren RP-Gehalte bei 86 % TS waren sie unter Berücksichtigung der zudem höheren Proteinwertigkeit in der Lage, in den jeweiligen Anbaugebieten vergleichbare bzw. sogar etwas höhere RP-Erträge zu realisieren. Wenngleich die RP-Gehalte bei 86 % TS von Ackerbohnen nicht ganz so hoch waren wie die von Blauen Lupinen, so übertrafen auch sie die Körnerfuttererbsen in diesem Merkmal um ca. 6 %-Punkte. Entsprechend höher fielen demzufolge ihre RP-Erträge in den Anbaugebieten aus.

Neben der Leistungsfähigkeit sollten bei der Artenwahl die Standortbedingungen, wie z. B. der Steingehalt des Bodens (Körnerfuttererbsen) und die Wasserversorgung (Ackerbohnen) sowie agronomische Aspekte, wie z. B. die Fruchtfolgegestaltung, berücksichtigt werden. Hinsichtlich der Agronomie ist die Reife- und Erntezeiteinordnung zu den Hauptmähdruschfrüchten zu beachten. Die Ernte der Körnerfuttererbsen fällt häufig in das Zeitfenster des Raps- und Weizendrusches. Wird die Ernte der Körnerfuttererbsen zur Sicherung der Fallzahl des Weizens und zur Vermeidung von Ausfall der Rapskörner verschoben, so steigt vor allem bei zwischenzeitlichen Niederschlägen die Gefahr deutlicher Ernteverluste. Deshalb ist es wichtig, beim gemeinsamen Anbau dieser Kulturen je nach Flächenumfang über eine ausreichende Mähdruschkapazität zu verfügen. Der Drusch der Ackerbohnen erfolgt dagegen in der Regel erst nach der Weizen- und Rapsernte. Ackerbohnen besitzen eine deutlich bessere Standfestigkeit als Körnerfuttererbsen, neigen jedoch im Gegensatz zu diesen häufiger zu einer verzögerten Abreife des Strohs.



**Abbildung 10:** Vergleich der Korn- und RP-Erträge sowie der RP-Gehalte von Körnerfuttererbsen und Blauen Lupinen an orthogonalen Standorten der LSV 2002 bis 2015

## **1.4 Schlussfolgerungen und Empfehlungen**

Zur Verbesserung von Ertragshöhe, Ertragsstabilität und Wirtschaftlichkeit der Ackerbohnen und Körnerfuttererbsen unter Thüringer Bedingungen durch gezielte Sortenwahl bei besonderer Berücksichtigung von Proteingehalten und Proteinerträgen können folgende Schlussfolgerungen und Empfehlungen getroffen werden:

1. Beim Anbau von Körnerleguminosen ist eine von den Standortbedingungen abhängige Entscheidung zwischen den verschiedenen Arten zu treffen. Im Mittelpunkt des Projektes standen Ackerbohnen und Körnerfuttererbsen. Körnerfuttererbsen sind grundsätzlich für den Anbau auf allen Standorten Thüringens geeignet. Sie besitzen gegenüber Ackerbohnen die etwas höhere Umweltstabilität. Jedoch sollten die genutzten Flächen möglichst unkraut- und steinfrei sein. Gegebenenfalls kann das Walzen nach Aussaat neben der Verbesserung des Bodenschlusses den störenden Einfluss von Steinen bei der Ernte verringern. Für den Anbau von Ackerbohnen sind wegen der Empfindlichkeit gegenüber Trockenheit und hohen Temperatur zur Blüte und Kornfüllung primär Standorte mit einer ausreichenden Niederschlagsversorgung sowie und/oder wasserhaltefähigen Böden geeignet.
2. Anhand langjähriger Beobachtungen ist die Erntezeit im Durchschnitt bei Körnerfuttererbsen auf Mitte Juli bis Anfang August und bei Ackerbohnen auf Mitte August bis Ende August zu orientieren. Dies gilt es in der Fruchtfolgegestaltung bzw. im Anbauverhältnis der Kulturarten zu berücksichtigen, speziell bei Körnerfuttererbsen zum Winterweizen- und Winterrapsanteil.
3. Beim Anbau von Körnerleguminosen in Thüringen ist die Verwendung zugelassener, möglichst in Deutschland eingetragener und regional geprüfter Sorten, vorzugsweise als Z-Saatgut, zu empfehlen.
4. Für die Aussaat 2016 werden aufgrund der Gesamtheit der Eigenschaften für Thüringen die Sorten Alvesta, Navarro, Respect, Astronaute und Mythic bei Körnerfuttererbsen sowie die Sorten Espresso, Fuego, Fanfare, Tiffany und Taifun bei Ackerbohnen empfohlen.
5. Als ertragsstabilere Sorten erwiesen sich in den LSV Alvesta und Astronaute bei Körnerfuttererbsen sowie Espresso, Fuego und Fanfare bei Ackerbohnen. Die Ackerbohnensorte Tiffany stand zwar erst ein Prüfjahr in den LSV, unter Berücksichtigung der WP-Ergebnisse des BSA in den Vorjahren zeigte sie sich jedoch ebenfalls ertragsstabil.
6. Vor allem bei Körnerfuttererbsen trägt die Wahl möglichst standfester Sorten mit ausreichender Bestandeshöhe bei der Ernte zur Vermeidung von Ernteverlusten bei. Hier besitzt derzeit speziell die Sorte Respect Vorteile, die sich aufgrund dieser Eigenschaften auch in der Praxis bewährt hat. Allerdings zählt Respect in der Ertragsfähigkeit nicht zu den Spitzensorten.
7. Bei innerbetrieblicher Nutzung der Körnerleguminosen sind Sorten mit höherem RP-Gehalt und insbesondere hohem RP-Ertrag zu bevorzugen. Dazu zählten Astronaute, Mythic und Navarro bei Körnerfuttererbsen sowie Tiffany, Fanfare und Boxer bei Ackerbohnen. Die Ackerbohnensorten Isabell und Taifun brachten zwar leicht überdurchschnittliche RP-Gehalte, die RP-Erträge waren jedoch wegen der geringeren Kornträge unterdurchschnittlich.
8. Die Unterschiede im RP-Gehalt betragen in den LSV 2015 zwischen den Sorten im Durchschnitt der Standorte maximal 2 %-Punkte bei Körnerfuttererbsen und maximal 1 %-Punkt bei Ackerbohnen (jeweils bei 86 % TS). Bei innerbetrieblicher Verwertung ist es wegen der Jahres-, Standort- und Sortenschwankungen zu empfehlen, den tatsächlichen RP-Gehalt im Erntegut zu ermitteln, um Futterrationen optimal gestalten zu können.
9. Bei besonderen Anforderungen in der Fütterung von Monogastriden mit Ackerbohnen steht mit Taifun eine tanninfreie und mit Tiffany eine vicin- und convicinarme Sorte zur Verfügung.

## **2 Sojabohnenanbau unter Thüringer Anbaubedingungen**

### **2.1 Einleitung und Zielstellung**

Weltweit ist die Sojabohne eine wichtige Kulturpflanze. In Deutschland führte sie bis vor wenigen Jahren ein Schattendasein. Und in Thüringen waren es nur wenige experimentierfreudige Landwirte, die auf kleinsten Flächen den Sojaanbau probierten. Das hat sich grundlegend geändert. Deutschlandweit wurde die Anbaufläche in den letzten 10 Jahren von 1.000 auf 17.000 ha ausgedehnt. In Thüringen stieg die Fläche im gleichen Zeitraum von 4 auf 343 ha. Die Ursachen dafür sind vielschichtig. Die Sojabohne hat als Leguminose einen hohen Vorfruchtwert, hinterlässt durch

die Pfahlwurzel einen tief gelockerten Boden und hat noch nicht das Problem mit Krankheiten und Schädlingen. In Punkt Eiweißgehalt und -qualität ist sie den heimischen Leguminosen überlegen. Und: Die Sojabohne ist eine neue und sehr spannende Kultur. Auch die politische Wertigkeit spielt eine Rolle bei der Anbauentscheidung.

Sojaanbau in Thüringen findet hauptsächlich im Erfurter Becken statt. Der Anbauumfang beträgt zwischen drei und fünfunddreißig Hektar je Betrieb.

Gegenüber den heimischen großkörnigen Leguminosen hat die Sojabohne einen Vorteil: Es findet Züchtung statt, wenn auch in Deutschland nur minimal, so doch weltweit. Die Sorteneinstufung erfolgt in deren Herkunftsländern. Da die Witterungs- und Bodenbedingungen dort oft anders als bei uns sind, ist eine Sortenprüfung unter hiesigen Bedingungen unbedingt erforderlich, bevor Empfehlungen für die Praxis gegeben werden können. Auch die Anbautechnik ist bei der Sojabohne längst nicht ausgereift – agrotechnische Versuche sollen in dieser Richtung Erkenntnisse liefern.

Sojabohnen stellen besondere Ansprüche an Wärme und Wasserversorgung. Aussagen hierzu können bedingt aus den Landessortenversuchen gewonnen werden.

Da die Sojabohne eine langsame Jugendentwicklung hat, ist sie gegenüber Unkräutern kaum konkurrenzfähig. Stark entwickelte Unkräuter sind nicht nur Konkurrenten um Wasser und Nährstoffe, sie behindern auch die Ernte. Die Einschränkung des Unkrautbesatzes ist nicht Thema dieser Arbeit.

## 2.2 Material und Methoden

Landessortenversuche zu Sojabohnen werden in den Bundesländern Sachsen, Sachsen-Anhalt und Thüringen in enger Absprache geplant, durchgeführt und ausgewertet. In der Regel stehen im Sortiment erfolgreiche oder vom Bundessortenamt geforderte Sorten neben neuen, weitgehend unbekannten. Bevor eine neue Sorte in Mitteldeutschland in die Prüfung aufgenommen wird, hat sie sich bereits in Bayern und Baden-Württemberg bewährt. In Thüringen stehen zwei Standorte (Dornburg, Großenstein), in Sachsen ein Standort (Salbitz) und in Sachsen-Anhalt drei Standorte (Bernburg, Beetzendorf, Gadegast) zur Verfügung (Tab. 8).

Nach drei Jahren Prüfung wird entschieden, ob sich die Sorte für den Anbau unter hiesigen Bedingungen eignet oder nicht. Geeignete Sorten bleiben als Standard in der Prüfung.

**Tabelle 8:** Beschreibung der Standorte

Versuchsstation	Anbaugebiet	Bodenart	Ackerzahl	Höhenlage	langjähriges Mittel	
					Temp. (°C)	NS (mm)
Dornburg	Löss	toniger Schluff	46 - 80	260	8,3	584
Großenstein	Löss	Lehm	51 - 58	300	8,0	606
Bernburg	Löss	Lehm	96 - 98	80	8,9	483
Salbitz	Löss	Lehm	86	126	8,8	596
Beetzendorf	Diluvial	lehmiger Sand	45 - 50	47	8,4	575
Gadegast	Diluvial	lehmiger Sand	33 - 40	93	8,7	574

Die in den Jahren 2013 bis 2015 durchgängig geprüften Sorten sind in Tabelle 9 beschrieben.

**Tabelle 9:** Kurzcharakteristik der dreijährig geprüften Sorten (Beschreibende Sortenliste 2015)

Sorte	Züchter/Vertrieb	Zulassungs-jahr	Tausendkorn-masse	Rohproteinge-halt	Reife-gruppe*	Neigung zu Lager
ES Mentor	Euralis/ Saatbau Linz	2009	5	6	00	2
Korus	Prograin Eurasia/ Life Food	2011	4	8	00	2
Lissabon	Saatbau Linz/ IG Pflanzenzucht	2008	4	3	000	3
Merlin	Saatbau Linz	1997	3	4	000	3
PZO Silvia	PZO/ IG Pflanzenzucht	2012	4	3	00	4
Primus	Prograin Eurasia/ Life Food	2005	6	9	00	3
Solena	RAGT	2012	4	5	000	4
Sultana	RAGT	2009	4	6	000	3

\*Reifegruppe: 000 = sehr früh, 00 = früh, 1 = sehr gering, 5 = mittel, 9 = sehr hoch

Das Frühjahr 2013 war für Sojabohnen sehr ungünstig: Die Aussaat erfolgte in ein warmes, trockenes Saatbett. Um den Bodenschluss der Körner zu sichern, wurde teilweise nach der Aussaat gewalzt. Nachdem erste Pflanzen aufgegangen waren, führten Starkniederschläge zur Verschlämung der Böden, danach einsetzende Wärme und Trockenheit zur Verkrustung. Viele Keimpflanzen schafften es nicht, diese „Betonschicht“ zu durchbrechen. Geringe und zwischen den Sorten sehr unterschiedliche Bestandesdichten waren die Folge. In den Landessortenversuchen zeigte sich, dass einige Sorten trotz der geringen Bestandesdichten durchschnittliche Erträge erreichten, während andere völlig versagten.

Aus diesen Erfahrungen heraus wurde seit 2014 ein Saatstärkenversuch angelegt. Parallel zum Landessortenversuch Soja mit der normalen Saatstärke von 70 keimfähigen Körnern je  $m^2$  wurde das gleiche Sortiment mit 55 keimfähigen Körnern je  $m^2$  angelegt. Die Größe der verringerten Saatstärke wurde aus eigenen Erfahrungen und nach Meinungsaustausch mit Sortenbetreuern aus anderen Bundesländern festgelegt. Beide Versuche standen in den Versuchsstationen Dornburg und Großenstein.

## 2.3 Ergebnisse

### 2.3.1 Landessortenversuche

Knackpunkte im Sojaanbau sind nach wie vor die Ertragshöhe und –stabilität sowie die Reifezeit und damit Dreschbarkeit. Ausschließlich diese Merkmale sollen betrachtet werden.

Tabelle 10 zeigt die Ertragsleistungen der dreijährig geprüften Sorten. Deutlich werden der Standorteinfluss auf die Ertragsleistung, aber auch Sorten- und Jahreswirkungen. So bringt ES Mentor 2015 an allen Standorten überdurchschnittliche, PZO Silvia fast durchgängig unterdurchschnittliche Leistungen. Andere Sorten, wie Sultana oder Merlin, realisieren an den Orten Erträge teils über und teils unter dem Sortenmittel. Das Jahr 2014 ragt mit 10 dt/ha Mehrertrag (über die Sorten und Orte) gegenüber 2013 und 2015 heraus. Am Standort Großenstein erzielen die Sojabohnen in vielen Jahren geringere Erträge als am Standort Dornburg.

**Tabelle 10:** Kernerträge der dreijährig geprüften Sorten in dt/ha bei 86 % Trockensubstanz

Sorte	Mittel der Jahre			Einzelorte 2015			
	2013	2014	2015	Bernburg	Dornburg	Großenstein	Salbitz
ES Mentor (B)	29,5	43,7	35,0	33,6	39,1	33,4	34,1
Korus (B)	28,5	42,5	29,6	27,6	36,3	29,0	25,4
Lissabon (B)	29,7	37,8	33,0	32,5	38,0	31,5	29,9
Merlin (B)	30,5	39,0	29,7	32,7	31,2	24,7	30,1
PZO Silvia (B)	31,4	40,0	27,7	25,0	34,7	29,9	21,2
Primus (B)	30,6	36,4	27,9	24,6	40,0	26,8	20,4
Solena (B)	31,3	40,0	33,5	35,6	38,8	28,3	31,4
Sultana (B)	27,0	41,3	32,1	32,2	35,7	28,9	31,5
Mittel (B)	29,8	40,1	31,0	30,5	36,7	29,1	28,0
Anzahl Orte	3	4	4				

Diese starken Einflüsse auf die Ertragshöhe machen die Einzelbetrachtung eines Standortes sinnvoll. Dafür wurde der Standort Dornburg ausgewählt, da hier alle drei Jahre statistisch wertbar waren. In Großenstein führte der starke Taubenfraß zu sehr differenzierten Bestandesdichten und in der Folge zu starken Streuungen in den Erträgen.

Vergleicht man das Ertragsniveau der Sorten im Verhältnis zum Mittelwert am Standort Dornburg zeigt sich, dass keine einzige Sorte über die drei Jahre gleich ist. Wohl aber gibt es Unterschiede in der Höhe der Ertragsdifferenzen zwischen den Jahren. Sorten wie Merlin und PZO Silvia zeichnen sich durch hohe Ertragsstabilität aus, Sorten wie ES Mentor, Korus und Sultana durch höhere Schwankungen. Insgesamt bewegen sich die Erträge der acht hier betrachteten Sorten auf hohem Niveau.

Die Ursachen für die Ertragsschwankungen zwischen den Jahren, abgesehen von der Sortenwirkung, liegen wahrscheinlich im Zusammenspiel zwischen Saatgutqualität, Aufgangsbedingungen, Temperaturen und Wasserversorgung während der Vegetation sowie den Erntebedingungen. Die Betrachtung des Witterungsverlaufs in den drei Jahren erbrachte keine klaren Einflüsse auf die Ertragshöhe.

**Tabelle 11:** Kernerträge dreijährig geprüfter Sorten am Standort Dornburg (dt/ha bei 86 % TS)

Sorte	2013	2014	2015	Mittel	min	max	max - min
ES Mentor	29,9	36,4	39,1	35,1	29,9	39,1	9,2
Korus	29,5	38,5	36,3	34,8	29,5	38,5	9,0
Lissabon	31,2	32,0	38,0	33,7	31,2	38,0	6,8
Merlin	31,5	36,4	31,2	33,0	31,2	36,4	5,2
PZO Silvia	33,3	34,5	34,7	34,2	33,3	34,7	1,4
Primus	31,9	34,3	40,0	35,4	31,9	40,0	8,1
Solena	32,3	35,1	38,8	35,4	32,3	38,8	6,5
Sultana	27,0	36,0	35,7	32,9	27,0	36,0	9,0
<b>Mittel</b>	<b>30,8</b>	<b>35,4</b>	<b>36,7</b>				
<b>min</b>	<b>27,0</b>	<b>32,0</b>	<b>31,2</b>				
<b>max</b>	<b>33,3</b>	<b>38,5</b>	<b>40,0</b>				
<b>max - min</b>	<b>6,3</b>	<b>6,5</b>	<b>8,8</b>				

Der Rohproteingehalt (Tab. 12) der Sojabohnen ist genetisch festgelegt, unterliegt trotzdem jährlichen Schwankungen. Sorten wie Primus und Korus sind mit ihren hohen Rohproteingehalten besonders für die Verarbeitung in der Humanernährung geeignet. Eine intensive Betrachtung dieses Qualitätsmerkmals erfolgt ab Seite 72 bis 84 des Berichtes.

**Tabelle 12:** Rohproteingehalte der dreijährig geprüften Sorten in der Trockensubstanz

Sorte	Mittel der Jahre			Einzelorte 2015			
	2013	2014	2015	Bernburg	Dornburg	Großenstein	Salbitz
ES Mentor (B)	<b>43,0</b>	<b>41,4</b>	<b>41,6</b>	39,3	42,3	43,0	42,1
Korus (B)	<b>46,0</b>	<b>44,0</b>	<b>44,7</b>	42,2	45,2	46,3	44,7
Lissabon (B)	<b>39,3</b>	<b>38,5</b>	<b>39,2</b>	37,9	39,5	38,8	40,5
Merlin (B)	<b>41,3</b>	<b>38,1</b>	<b>39,4</b>	36,7	41,7	39,4	39,8
PZO Silvia (B)	<b>39,9</b>	<b>36,0</b>	<b>37,6</b>	35,9	36,7	36,6	41,2
Primus (B)	<b>46,4</b>	<b>43,4</b>	<b>44,9</b>	42,2	43,7	46,5	47,3
Solena (B)	<b>42,3</b>	<b>40,2</b>	<b>40,7</b>	39,3	41,3	42,4	39,8
Sultana (B)	<b>42,6</b>	<b>40,8</b>	<b>40,6</b>	38,4	42,0	41,9	40,0
<b>Mittel (B)</b>	<b>42,6</b>	<b>40,3</b>	<b>41,0</b>	<b>39,0</b>	<b>41,6</b>	<b>41,9</b>	<b>41,9</b>
<b>Anzahl Orte</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>4</b>				

Entscheidenden Einfluss auf die Anbaueignung einer Sorte unter unseren Bedingungen hat deren Reifezeit (Tab. 13). Ein Drusch bis Ende September ist noch relativ gut möglich. Spätere Druschtermine führen zu Verlusten und erhöhten Kosten durch Trocknung des Erntegutes.

Im Rahmen der 000-Sorten reifte Merlin in den vieljährigen Prüfungen immer und überall als erste ab. Circa zehn Tage später reiften Sultana und Lissabon. Solena, durchschnittlich zwei Wochen später als Merlin, befindet sich am hinteren Ende der sehr frühen Reifegruppe. Die Sorten der frühen Reifegruppe (00) reiften durchweg erst in der dritten Septemberdekade, teils sogar erst Anfang Oktober.

**Tabelle 13:** Reifezeit der dreijährig geprüften Sorten (Datum der Gelbreife)

Sorte	Mittel der Jahre			Einzelorte 2015	
	2013	2014	2015	Dornburg	Großenstein
ES Mentor (B)	<b>25.09.</b>	<b>29.09.</b>	<b>24.09.</b>	18.09.	30.09.
Korus (B)	<b>24.09.</b>	<b>27.09.</b>	<b>23.09.</b>	17.09.	30.09.
Lissabon (B)	<b>17.09.</b>	<b>22.09.</b>	<b>15.09.</b>	12.09.	18.09.
Merlin (B)	<b>16.09.</b>	<b>15.09.</b>	<b>30.08.</b>	29.08.	01.09.
PZO Silvia (B)	<b>24.09.</b>	<b>01.10.</b>	<b>03.10.</b>	27.09.	09.10.
Primus (B)	<b>23.09.</b>	<b>29.09.</b>	<b>23.09.</b>	17.09.	30.09.
Solena (B)	<b>21.09.</b>	<b>25.09.</b>	<b>26.09.</b>	16.09.	06.10.
Sultana (B)	<b>21.09.</b>	<b>26.09.</b>	<b>14.09.</b>	11.09.	17.09.
Mittel	<b>21.09.</b>	<b>24.09.</b>	<b>24.09.</b>	18.09.	05.10.
<b>Anzahl Orte</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>		

Sojabohnen erreichen in Mitteldeutschland Pflanzenlängen zwischen 60 und 120 cm, abhängig von der Sorte und vom Jahr. Die untersten Hülsen setzen bei etwa 10 cm an, in günstigen Fällen bei 15 cm. Rechnet man noch eine Hülsenlänge von ca. 7 cm ab, bleibt für das Schneidwerk nur ein geringer Spielraum, um alle Hülsen zu erfassen. Die Höhe des Schneidwerks beim Dreschen

ist also immer ein Kompromiss zwischen Schadensvermeidung durch aufliegende Steine und natürliche Bodenunebenheiten und Mähdruschverlusten.

Großen Einfluss auf die Ernteerluste hat die Standfestigkeit der Pflanzen. Die Bonituren „Lager vor Ernte“ zeigen, dass es Jahre mit geringer Lagerneigung gibt (2013 und 2015) und solche mit stärkerer Lagerneigung wie 2014. Besonders bei lagernden Pflanzen ist es sehr schwierig, die am untersten Nodium sitzenden Hülsen mit zu ernten.

**Tabelle 14:** Lager vor Ernte (dreijährig geprüfte Sorten, 1 = kein Lager, 9 = Parzelle liegt komplett)

Sorte	Mittel der Jahre			Einzelorte 2015			
	2013	2014	2015	Bernburg	Dornburg	Großenstein	Salbitz
ES Mentor (B)	1,2	5,7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Korus (B)	1,0	2,8	1,3	1,0	1,0	1,0	2,3
Lissabon (B)	1,1	4,8	1,1	1,0	1,0	1,0	1,5
Merlin (B)	1,1	6,5	1,1	1,0	1,5	1,0	1,0
PZO Silvia (B)	1,1	5,7	2,2	1,0	3,0	1,0	3,8
Primus (B)	1,0	5,9	2,1	1,0	2,3	1,0	4,3
Solena (B)	1,3	6,4	1,9	1,0	2,3	1,0	3,5
Sultana (B)	1,1	6,5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
<b>Mittel (B)</b>	<b>1,1</b>	<b>5,5</b>	<b>1,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1,0</b>	<b>2,3</b>
<b>Anzahl Orte</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>				

Weitere, ausführliche Versuchsergebnisse befinden sich im Versuchsbericht Sojabohnen 2015 (Internetplattform der TLL).

### 2.3.2 Saatstärkenversuche

An den Standorten Großenstein und Dornburg wurde 2014 und 2015 das Prüfsortiment der Landessortenversuche doppelt, je mit 70 und mit 55 keimfähigen Körnern je  $m^2$  ausgesät.

In Dornburg standen nach Aussaat von 70 keimfähigen Körnern durchschnittlich 56 Pflanzen auf dem Quadratmeter, mit verringelter Saatstärke waren es 42 Pflanzen. In Großenstein standen nach Aussaat von 70 keimfähigen Körnern durchschnittlich 25 Pflanzen auf dem Quadratmeter, mit verringelter Saatstärke waren es 19 Pflanzen. Damit standen an beiden Standorten statt der angestrebteten 80 % etwa 75 % Pflanzen in den Parzellen mit verringelter Saatstärke.

Auf Grund der sehr geringen Bestandesdichten in Folge von Taubenfraß in Großenstein müssen die Ergebnisse der Orte Dornburg und Großenstein getrennt betrachtet werden (Abb. 11).

**Großenstein:** Wegen der geringen Bestandesdichten und mit dem Ziel besserer Überschaubarkeit wurde für den Standort Großenstein für die Darstellung der Bestandesdichte ein anderer Maßstab gewählt als für den Standort Dornburg.

Es gab bei den zweijährig geprüften keine Sorte, die bei geringerer Saatstärke im Ertrag nennenswert abfiel.

Die Sorte Solena fiel mit gleich hohem Ertrag unabhängig von der Saatstärke auf.

Im Jahr 2014 waren die Bestandesdichten bei verringelter Saatstärke bei allen Sorten gleichmäßig geringer als bei voller Saatstärke. 2015 ist das Bild bei einigen Sorten umgekehrt. Das könnte mit dem verstärkten Taubenfraß erklärt werden, aber auch mit einer unterschiedlichen Sortenreaktion auf die starke Trockenheit im Frühjahr 2015.

**Dornburg:** Bis auf wenige Ausnahmen entsprachen die Bestandesdichten den Saatstärken. Die Sorte Solena realisierte den gleichen Ertrag bei beiden Bestandesdichten.

Keine der acht zweijährig geprüften Sorten reagierte bei verringelter Saatstärke mit nennenswerten Ertragseinbußen.

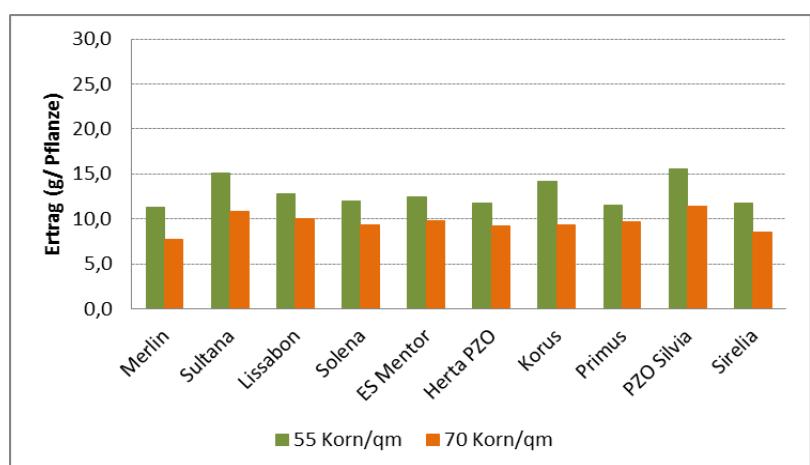


**Abbildung 11:** Kornerträge (dt/ha bei 86% TS) und Bestandesdichten (Pflanzen/m<sup>2</sup>) bei Aussaatstärken von 55 bzw. 70 keimfähigen Körnern je m<sup>2</sup>

Wenn bei reduzierter Bestandesdichte der Ertrag gleich hoch ist wie bei normaler, muss jede Pflanze eine höhere Ertragsleistung bringen. Dass das wirklich so ist, ist in Abbildung 12 dargestellt. Ungleichmäßig über die Sorten, Jahre und Orte verteilt, betragen die höheren Leistungen zwischen 0,1 und 13,0 g/Pflanze.

Ursache für die erhöhten Ertragsleistungen bei erweitertem Standraum sind höhere Kornzahlen, da die Tausendkornmasse vom Standraum unbeeinflusst blieb.

In den Versuchen wurden fast alle Bonituren und Erfassungen wie in den Landessortenversuchen durchgeführt. Ein Einfluss der Bestandesdichte auf Krankheitsbefall, Reifedatum, Lagerneigung und andere Ertragsmerkmale war nicht festzustellen.



**Abbildung 12:** Ertragsleistungen der Pflanzen bei unterschiedlichen Saatstärken (Mittel der 2 Jahre und 2 Orte)

## **2.4 Fazit**

Ertragsschwankungen kennzeichnen die Sortenprüfungen bei Sojabohnen seit Jahren. Sie sind erklärbar mit der unterschiedlichen „Heimat“ der Sorten (bzw. ihrer Züchter), aber auch damit, dass die Kultur bei uns noch jung und nicht heimisch ist und sensibel auf ungünstige Witterungsbedingungen reagiert. Eine für Mitteldeutschland empfohlene Sojabohnensorte ist immer ein Kompromiss zwischen Ertragshöhe und –stabilität, Reifezeit und günstigen agrotechnischen Merkmalen. Landessortenversuche haben das Ziel, das Ertragspotenzial der Sorten zu prüfen. Dafür werden Unkräuter, Krankheiten und Schädlinge möglichst ausgeschaltet, sodass die Pflanzen optimal wachsen können. Diese Tatsache ist bei der Bewertung der Ertragsergebnisse zu beachten. Die jahresabhängig schwankenden Rohprotein-, und damit negativ korrelierenden Ölgehalte ermöglichen keine konstanten Anteile in einer Futterration. Alle Ergebnisse der Sortenprüfungen sind im „Versuchsbericht Sojabohnen 2015“ veröffentlicht.

In zweijährigen Versuchen zeigte sich, dass acht Sorten aus den Landessortenversuchen nicht mit Minderertrag auf eine Verringerung der Saatstärke von 70 auf 55 Korn/m<sup>2</sup> regierten. Damit könnte Saatgut eingespart werden.

## **3 Rationsgestaltungen zum Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch heimische Eiweißträger in der Schweineproduktion**

### **3.1 Sortenvergleich von Körnererbsen aus Thüringer Anbau hinsichtlich Eignung für die Schweinefütterung**

Der Einsatz von großkörnigen heimischen Leguminosen wird in der Schweinefütterung als eine Möglichkeit zur Reduzierung der Sojaimporte angesehen und deshalb durch die Anbauförderung in der neuen EU-Förderperiode (Greening, KULAP) unterstützt. So konnte in Thüringen die in den letzten Jahren geringe und stagnierende Anbaufläche für Hülsenfrüchte von unter einem Prozent auf über drei Prozent (19,7 Tha, TLS, 2015) in 2015 ausgedehnt werden. Dabei sind die Körnererbsen mit über zwei Dritteln Flächenanteil die dominierende Leguminose und so hinsichtlich Verfügbarkeit sowie ihrer Fütterungseignung für die Schweinefütterung von vorrangigem Interesse.

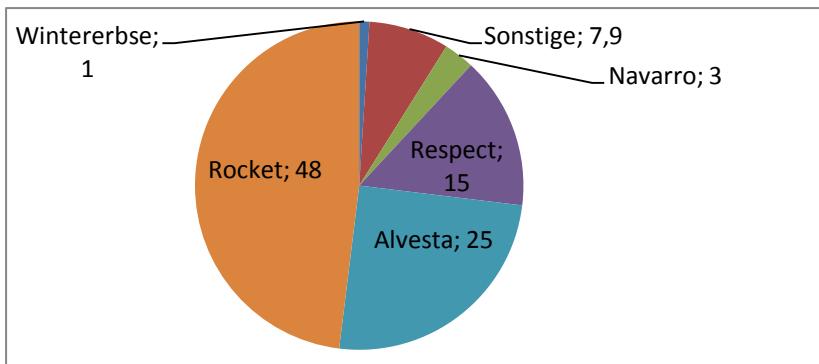
Angaben zum Nährstoffgehalt der Körnererbsen sind lediglich zum Rohprotein (XP) aus den Landessortenversuchen (LSV) verfügbar. Nach Jentsch u. a., 2016, treten dabei deutliche Differenzen zwischen einzelnen Sorten auf. Jedoch liegt kein Überblick zur Sortenverteilung und zur Reflexion dieser Gehaltsdifferenzen für die Praxis vor. Da in der Schweinefütterung die Proteinversorgung auf der ausreichenden Bereitstellung der essentiellen Aminosäuren basiert und bei Einsatzempfehlungen bis zu 40 % in der zweiten Masthälfte (Hoffmann und Steinhöfel, 2010) beträchtliche sortenbedingte Nährstoffdefizite auftreten können, war es im ersten Bearbeitungsabschnitt erforderlich, die in Thüringen angebauten Erbsensorten hinsichtlich der Gehalte an Aminosäuren und weiterer Inhaltsstoffe zu untersuchen. Von Interesse war außerdem die Ermittlung der Sortenverteilung im Thüringer Anbau, um davon die zu erwartenden Nährstoffgehalte am regionalen Markt abzuschätzen. Da die Rohproteinwerte aus den LSV unterhalb der aktuell veröffentlichten Angaben der DLG-Futterwerttabellen / Schweine (DLG, 2014) liegen und analytische Gehaltsangaben zu den erstrangigen essentiellen Aminosäuren nicht vorliegen, wurden diese Gehalte schwerpunktmäßig ermittelt.

### **Lösungsweg**

Die Untersuchungen erstreckten sich auf die Erfassung und Analytik von Erbsenproben aus konventionellen Praxisbetrieben der Erntejahre 2012 bis 2015, verteilt über die Thüringer Anbauregionen. Dabei kamen insgesamt 105 Erbsenproben zur Auswertung. Nach ggf. erforderlicher Reinigung erfolgte die Analytik der Inhaltsstoffe einschließlich der beiden Faserfraktionen Neutrale Detergenzfaser (aNDFom) und Saure Detergenzfaser (ADFom) sowie die Ermittlung der Umsetzbaren Energie (ME) im Labor der TLL. Die Untersuchungen auf aNDFom bzw. ADFom erfolgten nach VDLUFA Methodenbuch, Band III, Methoden 6.5.1 und 6.5.2. Zur Angabe der Sortenverteilung fand eine Erhebung für den Anbau in den Jahren 2014 und 2015 statt. Analysen zu den Gehalten an antinutritiven Inhaltsstoffen konnten nicht durchgeführt werden.

## Ergebnisse

Aus der Erhebung zum sortenbezogenen Anbau ergibt sich für den im Jahr 2014 erfassten Flächenanteil von 70 % der Thüringer Körnererbsenfläche die in Abbildung 13 aufgezeigte Verteilung. Dabei konzentrierte sich der Anbau mit nahezu 90 % auf lediglich drei Sorten. Von diesen wurde die Sorte Rocket mit etwa der Hälfte des Gesamtflächenanteiles aus ackerbaulicher Sicht bevorzugt. Ihr folgte mit 25 % Flächenanteil die Sorte Alvesta, gefolgt von der Sorte Respect mit 15 %. Demgegenüber fand der Anbau der weiteren erfassten Sommererbsensorten (Metaxa, Mythic und Salamanca) auf lediglich 8 % und der von Wintererbsen auf nur 1% der Erbsenfläche statt. Aus den betrieblichen Angaben ließ sich ein gewogenes Ertragsmittel von 42,3 dt/ha berechnen. Dieses lag damit bei 71 % des Flächenertrages der Landessortenversuche von 2014 mit 59,9 dt/ha.



**Abbildung 13:** Sortenverteilung (% Anbaufläche) zum Thüringer Erbsenanbau nach Erhebung im Jahr 2014

Für die zum Anbaujahr 2015 erfasste Sortenverteilung konnte ein Überblick zur Hälfte der Thüringer Erbsenanbaufläche (13.700 ha) erstellt werden, wobei das Sortenspektrum z. T. auch durch Engpässe beim Saatgut breiter wurde. Aber auch hier dominierte Rocket mit einem Flächenanteil von 51 %, gefolgt von Alvesta mit 28 %, Respect mit 15 % und Navarro mit 3 %. Der Anbauumfang für Wintererbsen lag bei 0,5 % der ausgewerteten Fläche, so dass sonstige Sommererbsensorten ( $n = 6$ ) auf einem Flächenanteil von 9 % angebaut wurden.

Dementsprechend wurden die ausgewiesenen Vorzugssorten auch am häufigsten bei der betrieblichen Beprobung erfasst und analysiert. Die Tabelle 15 gibt einen Überblick zu den Gehalten an wichtigen Inhaltsstoffen nach Anbaujahren.

Im Vergleich der drei angeführten Erbsensorten mit dem größten Anbauumfang weist die Sorte Respect den höchsten, die Sorte Rocket den niedrigsten Rohprotein gehalt auf. Gleichgerichtet dazu sind die Gehalte an Lysin, währenddessen für die weiteren untersuchten essentiellen Aminosäuren (EAS) die Sortenunterschiede indifferent ausfallen. Bemerkenswert sind hier die einheitlich höheren Gehalte der schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystin aus der Ernte 2015 zu den Vorjahren. Im Stärkegehalt treten keine sortenbedingten, offensichtlich aber schwache jahrgangsbezogene Abweichungen auf. Die ermittelten Gehalte an Umsetzbarer Energie (ME) lassen ebenso wie die Gehalte an Mineralstoffen und den Faserfraktionen keine wesentlichen Unterschiede zwischen den angeführten Sorten erkennen.

Im Weiteren erfolgte eine Auswertung unabhängig vom Anbaujahr und ergänzt durch die ebenfalls erfassten Sorten mit geringer Probenanzahl.

Zur Einordnung der erzielten Analysewerte wurden den Gehaltsangaben die Werte der DLG-Futterwerttabellen Schweine (DLG, 2014) in der Tabelle 16 gegenübergestellt.

**Tabelle 15:** Inhaltsstoffe nach Erntejahren der vorrangig angebauten Sorten (g / 88 % Trockenmasse)

Sorte	Rocket					Alvesta					Respect				
	Erntejahr	2012	2013	2014	2015	Mittel/ Spanne	2012	2013	2014	2015	Mittel/ Spanne	2012	2013	2014	2015
Proben	10	14	10	9	43	3	6	9	8	26	3	4	4	6	17
Trock.subst.	867	861	872	870	867 828 - 898	855	855	867	874	869 840 - 913	864	854	860	875	865 844 - 886
Rohasche	30	28	25	26	27 22 - 41	26	25	27	24	26 19 - 30	29	25	25	27	26 22 - 29
Rohprotein	181	180	184	184	182 168 - 199	194	196	186	187	190 172 - 209	199	212	207	200	205 185 - 223
Lysin	13,5	14,5	14,6	14,3	14,3 12,9 – 15,7	14,6	15,3	14,6	14,6	14,8 13,3 – 16,5	13,8	15,6	15,4	14,8	15,0 13,3 – 16,1
Methionin	1,7	1,7	1,6	2,2	1,8 1,2 – 2,3	1,7	1,8.	1,6	2,0	1,7 1,4 – 2,4	1,7	1,7	1,7	2,2	1,9 1,5 – 2,3
Meth./Cystin	4,3	4,2	4,8	5,5	4,7 3,2 – 5,7	4,5	4,6	4,9	5,4	4,9 4,1 – 6,0	4,6	4,4	5,0	5,7	5,0 6,1 – 4,3
Threonin	6,8	7,0	7,4	8,0	7,3 5,5 – 8,5	7,1	7,7	7,2	8,0	7,5 6,8 – 8,9	7,0	7,5	7,8	7,8	7,6 6,8 – 8,6
Stärke	451	446	420	454	443 398 – 505	452	437	432	450	442 414 – 467	453	448	420	446	442 416 – 467
Rohfett	21	20	20	20	20 15 - 24	20	19	19	20	19 15 - 24	17	20	18	20	18 15 - 25
Rohfaser	60	68	56	70	64 51 - 81	61	67	55	70	63 46 - 88	56	58	53	69	60 49 - 75
ADFom	n. a.	n. a.	71	71	69 54 - 81	n. a.	n. a.	67	64	66 58 - 74	n. a.	n. a.	64	61	62 56 - 68
aNDFom	n. a.	n. a.	111	93	102 81 - 124	n. a.	n. a.	116	92	105 74 - 144	n. a.	n. a.	101	87	93 76 - 114
MESchwein (MJ)	13,5	13,5	13,5	13,6	13,5 13,3 – 13,6	13,7	13,5	13,5	13,6	13,6 13,4 – 13,7	13,6	13,7	13,6	13,6	13,6 13,5 – 13,8
Calcium	n. a.	1,0	1,1	0,9	1,0 0,7 – 1,1	n. a.	1,0	1,1	1,0	1,0 0,8 – 1,3	n. a.	1,0	1,1	1,0	1,0 0,8 – 1,3
Phosphor	n. a.	4,7	4,1	3,6	4,2 2,7 – 5,5	n. a.	4,5	4,4	3,5	4,1 2,3 – 5,2	n. a.	4,6	4,2	4,0	4,3 2,1 – 5,1
Natrium	n. a.	n. a.	n. a.	0,01 ± 0,003	0,01 ± 0,003	n. a.	n. a.	n. a.	0,012 ± 0,003	0,012 ± 0,003	n. a.	n. a.	n. a.	0,009 ± 0,002	0,009 ± 0,002
Magnesium	n. a.	n. a.	n. a.	1,20 ± 0,07	1,20 ± 0,07	n. a.	n. a.	n. a.	1,21 ± 0,06	1,21 ± 0,06	n. a.	n. a.	n. a.	1,16 ± 0,13	1,16 ± 0,13

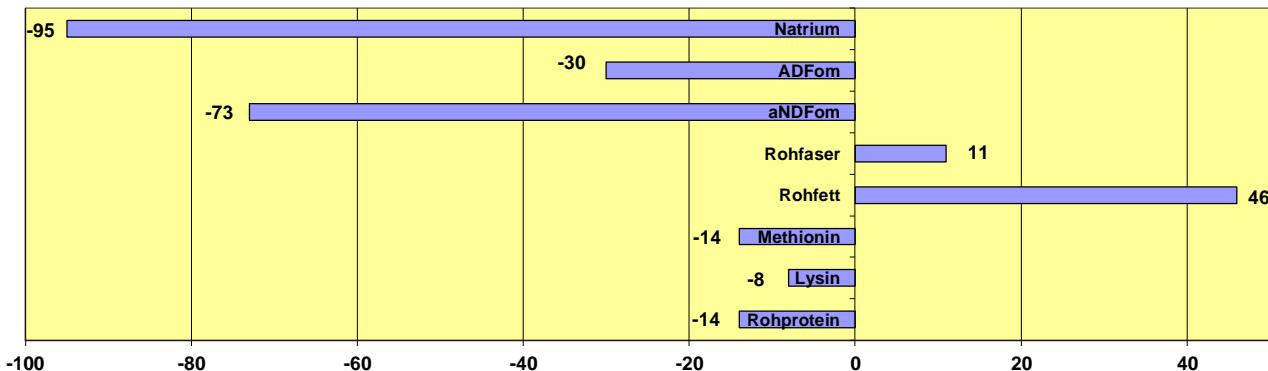
**Tabelle 16:** Mittelwerte der Inhaltsstoffe nach Sorten und Vergleich zu DLG, 2014 (Angaben je kg mit 88 % Trockenmasse ± Standardabweichung)

Parameter	Rocket	Alvesta	Respect	Sonstige*	Mittel	DLG 2014
Probenanzahl	43	27	17	18	105	
Rohprotein (g)	182 ± 8	190 ± 10	205 ± 10	193 ± 11	189 ± 13	220
Lysin (g)	14,3 ± 0,7	14,8 ± 0,7	15,0 ± 0,8	14,7 ± 0,8	14,6 ± 0,8	15,8
Methionin (g)	1,8 ± 0,3	1,7 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,9 ± 0,3	1,8 ± 0,3	2,1
Methionin/Cystin (g)	4,7 ± 0,6	4,9 ± 0,5	5,0 ± 0,6	5,4 ± 0,4	4,9 ± 0,6	5,3
Threonin (g)	7,3 ± 0,6	7,5 ± 0,5	7,6 ± 0,5	7,7 ± 0,4	7,5 ± 0,5	7,9
ME Schwein (MJ)	13,5 ± 0,1	13,6 ± 0,1	13,5 ± 0,1	13,6 ± 0,1	13,6 ± 0,1	13,8
Stärke (g)	443 ± 19	442 ± 14	442 ± 15	450 ± 24	444 ± 18	418
Rohfett (g)	20 ± 2	19 ± 2	18 ± 3	18 ± 2	19 ± 2	13
Rohfaser (g)	64 ± 7	63 ± 10	60 ± 8	65 ± 8	63 ± 8	57
aNDFom (g)	102 ± 13	105 ± 19	93 ± 13	90 ± 13	99 ± 16	350
ADFom (g)	69 ± 3	66 ± 5	62 ± 4	64 ± 6	66 ± 6	95
Rohasche (g)	27 ± 5	26 ± 2	26 ± 2	27 ± 8	26 ± 3	33
Calcium (g)	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	1,0 ± 0,1	0,9
Phosphor (g)	4,3 ± 0,6	4,1 ± 0,8	4,3 ± 0,9	3,6 ± 0,7	4,1 ± 0,7	4,1
Natrium** (g)	0,010 ± 0,003	0,012 ± 0,003	0,09 ± 0,002	0,011 ± 0,004	0,011 ± 0,003	0,2

\* Sommererbsen

\*\* Gehalte für Ernteproben 2015 (n = 39) ermittelt

Da bei mehreren Inhaltsstoffen beträchtliche Abweichungen zu den veröffentlichten Angaben der DLG auftreten, erfolgt in Abbildung 14 die Darstellung der prozentualen Abweichung für wichtige Nährstoffe und auffällig hohe Differenzen.

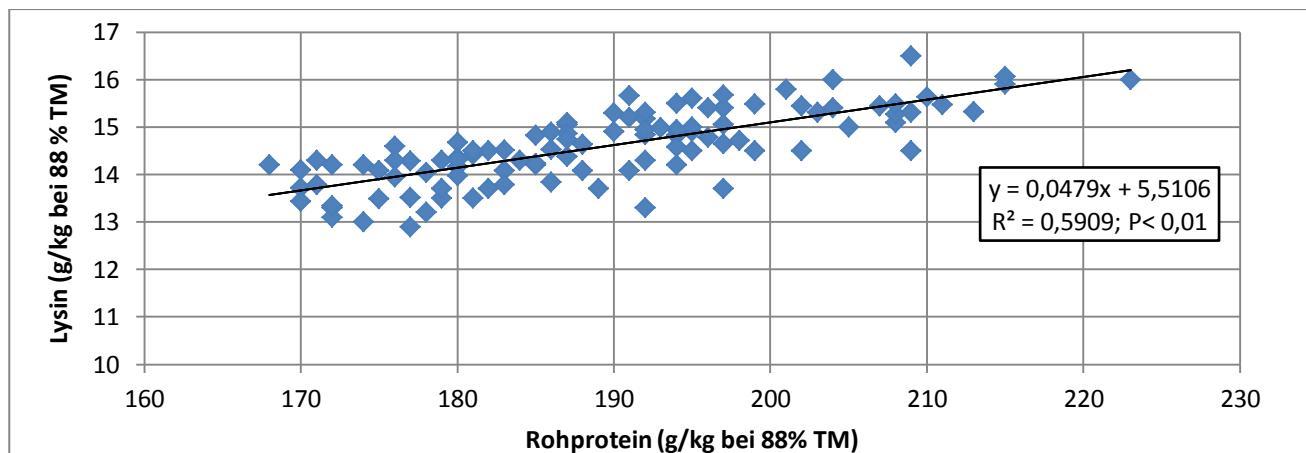


**Abbildung 14:** Prozentuale Abweichung der mittleren Gehalte aus der Erbsenbeprobung zu den DLG-Futterwertangaben (entsprechen 100 %)

Für die Proteinfraktion liegen die mittleren Gehalte beim Rohprotein und Methionin um jeweils 14 % und beim Lysin um 8 % unter den derzeitigen Richtwertangaben der DLG. Für Cystin und Threonin sind geringere Abweichungen charakteristisch. Demgegenüber ist die Differenz bei der umsetzbaren Energie nur geringfügig, obwohl ein höherer Rohfettgehalt zu verzeichnen war. Mit über 60 g Rohfaser/kg Originalsubstanz bringen Erbsen primär mehr unverdauliche Fasern (Zellulose und Lignin = ADF) als beispielsweise Wintergerste in die Ration, wobei hier der Tabellenwert übertroffen wird. Kritisch sind die beträchtlichen Unterschiede bei den analysierten Faserfraktionen ADFom und aNDFom zu bewerten. Hier sind die ermittelten Abweichungen nicht rohstoffbedingt, sondern resultieren offensichtlich aus einer abweichenden Analysenmethodik, möglicherweise früheren Angaben zufolge ohne den Stärkeaufschluss mittels Amylasevorbehandlung. Auch für

den extremen Unterschied im Natriumgehalt sollten die zugrundeliegenden Analysemethoden berücksichtigt werden, wobei die Analytik der Praxisdaten mittels ICP-AES erfolgte. Die ermittelten Angaben der Inhaltsstoffe von 2012 bis 2014 wurden der DLG in 09/2015 zur Einarbeitung in die Futtermitteldatenbank übermittelt.

Die vorliegende Datenbasis der Proteinfraktion ermöglichte auf Grund des beträchtlichen Umfangs von 105 Erbsenproben die Abhängigkeit des analysierten Aminosäurenspektrums vom Rohproteingehalt zu ermitteln und die Aussagesicherheit zu bewerten. Dabei konnte lediglich für die Beziehung zwischen Lysin und Rohprotein eine belastbare Beziehung festgestellt werden. Die zugehörige Regressionsgleichung wird in Abbildung 15 ausgewiesen, wonach sich der Lysingehalt (y) als Abhängige vom Rohproteingehalt (x) mit einer Sicherheit von rund 60 % abschätzen lässt.



**Abbildung 15:** Lineare Beziehung zwischen dem Lysin- und Rohproteingehalt von Körnererbsen

### 3.2 Fütterungsversuche bei Mastschweinen zum Ersatz von Sojaextraktions- schrot durch Körnererbsen

Bei der Verfütterung von Körnererbsen sind mögliche nachteilige geschmackliche Einflüsse und die Wirkung enthaltener antinutritiv wirkender Faktoren (ANF) zu berücksichtigen. Als ANF in Erbsen sind für Schweine Tannine, Proteaseinhibitoren und Phytinsäure zu beachten (Zentek und Hellweg, 2007). Dementsprechend werden Obergrenzen für den Rationsanteil, z. T. abhängig von der Nutzungsgruppe, empfohlen. Für Mastschweine liegen diese nach Angaben von Hoffmann und Steinhöfel, (2010) bei 40 %, jedoch nach den Empfehlungen der LfL Bayern (2014) bei lediglich 20 % und lassen damit beträchtliche Unterschiede erkennen. Eigene Recherchen bei Thüringer Schweinemästern ergaben meist noch deutlich geringere Einsatzraten in den praktizierten Mastschweinschungen. Deshalb erfolgten drei Fütterungsversuche bei Mastschweinen, um für den vorrangig infrage kommenden Produktionszweig die Einsatzempfehlungen zu präzisieren.

#### Lösungsweg

Die Untersuchungen fanden mit einem Fütterungsversuch in der ehemaligen Thüringer Mastschweineprüfstation im TLPVG Buttelstedt und mit zwei Untersuchungen in der Versuchsstationseinheit des mit der TLL kooperierenden Thüringer Mastschweinebetriebes Flesima Langenwetzendorf im Zeitraum von 12/2013 bis 05/2015 statt. Ausgehend von den baulichen sowie haltungs- und fütterungstechnischen Bedingungen ergaben sich Abweichungen zwischen den Versuchsstandorten. Der Stationsversuch war durch eine Buchtenbelegung mit 14 Tieren auf Teilspaltenboden und Trockenfütterung eines zugekauften pelletierten Mastalleinfutters und Einsatz über einen computergesteuerten Einzeltierfutterautomat gekennzeichnet. In Verbindung mit der Tierkennzeichnung über Ohrchip konnte so eine einzeltierbezogene Futteraufnahme registriert werden. Das Tiermaterial waren hier Masthybriden aus väterlicherseits Pietrainanpaarung im Hochgesundheitsstatus. Bei den Fütterungsversuchen im Praxisbetrieb standen die Tiere auf Vollspaltenboden zu 15 Stück je Bucht. Gefüttert wurde über einen in der Buchtenwand integrierten, beidseitig zugängigen Längstroß, so dass 30 Mastschweine je Trog - und damit Futtererfassungseinheit - einbezogen waren. Die Futtergabe erfolgte hier flüssig mit Sensor. Die Futtermischungen setzten sich aus einem zugekauften proteinangereicherten Ergänzer und betrieblichem Getreide zusammen. Die

Mastschweine stammten väterlicherseits von Duroc-Endstufenebern ab und wiesen einen konventionellen Gesundheitsstatus auf.

Einheitlich für alle drei Versuche erfolgte die Aufstellung getrennt nach Geschlechtern, um mögliche futerverzehrsbedingte Einflüsse zu erfassen. Ebenfalls übereinstimmend wurde der Versuchsansatz festgelegt. Er basierte auf einer Versuchs- und einer Vergleichsgruppe bei möglichst ausgeglichenem Geschlechterverhältnis auf. Die Fütterung erfolgte dreiphasig unter Berücksichtigung der Versorgungsempfehlungen der DLG (2010). Je Mastphase kamen nährstoffegalisierte Mischungen zum Einsatz, die in den Versuchsgruppen fest gewählte Erbsenanteile (Variante Erbse) enthielten und im Falle des Stationsversuches mit einer auf Sojaextraktionsschrot (Variante SES) basierenden Ration verglichen wurden. In den beiden Praxisversuchen erfolgte alternativ zur Erbsenzulage der Einsatz von SES in Kombination mit Rapsextraktionsschrot (RES). Da bei den Erbsenrationen für die Proteinabdeckung weitere Eiweißträger erforderlich waren, gingen hier bedarfsbezogen auch SES bzw. RES in die Mischungen mit ein.

Vor der Mischfutterherstellung fand eine Beprobung und Analyse der eingesetzten Erbsenchargen statt, um die tatsächlichen Rohproteingehalte in der Berechnung zu berücksichtigen. Sie lagen bei 174 bis 199 g/kg mit 88 % TM. Die fertigen Futter wurden in den Mastphasen i. d. R. mehrfach beprobt und analysiert.

Zur Auswertung kamen die für die Produktionspraxis charakteristischen Kennzahlen zur Mast- und Schlachtleistung sowie zur Futteraufnahme und zum Futteraufwand. Dabei werden für die Versuchsreihen die zusammengefassten Ergebnisse geschlechtsneutral ausgewiesen. Die Signifikanzprüfung erfolgte auf Basis der Einzelwerte mit SPSS-Statistikpaket und wird für  $p < 0,05$  dargestellt.

### **Ergebnisse zum Erbseneinsatz bis 20 % in Mastrationen**

Dieser auf Station durchgeführte Fütterungsversuch beinhaltete einen Wiederholungsdurchgang und basierte auf der in Tabelle 17 ausgewiesenen Rations- und Nährstoffzusammensetzung. Zur Vermeidung möglicher Einflüsse auf die Futteraufnahme wurde der Erbsenanteil in der Anfangsmast (AM) auf 10 % der Ration begrenzt und in Schritten von 5 % je Mastphase angehoben.

**Tabelle 17:** Zusammensetzung und Inhaltsstoffe Stationsversuch

Rationskomponenten		Kontrollgruppe			Erbsengruppe		
		AM <sup>2</sup>	MM <sup>3</sup>	EM <sup>4</sup>	AM <sup>2</sup>	MM <sup>3</sup>	EM <sup>4</sup>
Erbsen	%	-	-	-	10,0	15,0	20,0
Sojaschrot	%	18,2	15,9	8,9	13,1	10,8	-
Rapsschrot	%	-	-	-	5,0	2,7	8,0
Gerste	%	46,1	45,0	54,9	30,0	34,9	35,2
Weizen	%	30,0	33,0	32,0	36,0	33,0	33,5
Zuckerrübenmelasse	%	1,8	2,0	1,3	1,7	-	-
Mineral-/Zusatzstoffe	%	2,5	2,4	2,4	2,5	2,4	2,2
Sojaöl	%	0,8	1,3	-	1,2	0,9	0,8
L-Lysin	%	0,40	0,32	0,34	0,35	0,23	0,22
Methionin	%	0,09	0,03	0,03	0,08	0,03	0,03
Threonin	%	0,15	0,09	0,12	0,14	0,08	0,09
<b>Deklarierte Inhaltsstoffe (88 % Trockenmasse)</b>							
ME	MJ/kg	13,0	13,0	12,8	13,0	13,0	12,8
Rohprotein	g/kg	175	170	142	175	170	142
Lysin	g/kg	11,0	9,8	8,3	11,0	9,8	8,3
Methionin	g/kg	3,4	2,7	2,4	3,4	2,7	2,4
Rohasche	g/kg	53	50	47	52	49	47
Rohfaser	g/kg	42	41	42	43	44	46
Calcium	g/kg	7,0	6,5	6,0	7,0	6,5	6,0
Phosphor <sup>1</sup>	g/kg	5,0	4,6	4,5	5,0	4,6	4,5

<sup>1</sup> Phytasezusatz

<sup>2</sup> Anfangsmast

<sup>3</sup> Mittelmast

<sup>4</sup> Endmast

Zur Absicherung der Bedarfswerte mussten in der Anfangsmast (AM) beim Erbsenanteil von 10 % noch 13 % SES und 5 % RES zugeteilt werden, wobei sich diese Anteile in der Mittelmast (MM) mit 15 % Erbseneinsatz dann leicht reduzierten. Erst bei der ab 85 kg Lebendmasse bedarfsbilanzierten Endmast-(EM)-fütterung konnte mit 20 % Erbsenanteil auf SES vollständig verzichtet werden, da die Proteinabdeckung durch Zulage von 8 % RES und angepasste freie Aminosäuren abgesichert war.

Von den 218 Tieren zu Versuchsbeginn schieden zwei Mastschweine wegen Lahmheit vorzeitig aus. Weiterhin mussten drei Tiere infolge deutlicher Gewichtsabweichungen ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse der 213 auswertbaren Mastschweine sind in der Tabelle 18 ausgewiesen. Die Gesamtleistungen werden geschlechtsneutral dargestellt.

**Tabelle 18:** Mastleistung und Schlachtkörperqualität Stationsversuch

Variante	Ausw. Tiere Stück	Einstall- gewicht kg	Schlachtkörpermasse kg	Masttagszu- nahme g	Muskel- fleischanteil %	Futter- aufnahme kg/Tag
Erbse	104	32,99 ± 2,91	96,60 ± 4,70	870 ± 75	56,73 ± 3,25	2,34 ± 0,25
SES	109	33,07 ± 2,98	96,89 ± 4,77	873 ± 80	56,64 ± 3,24	2,36 ± 0,30
♀ Erbse	50	32,98 ± 2,69	97,51 ± 4,83	831 ± 60	58,71 ± 1,96	2,17 ± 0,18
♀ SES	53	32,50 ± 2,93	96,75 ± 4,79	822 ± 50	58,50 ± 2,03	2,18 ± 0,24
♂ Erbse	54	33,01 ± 3,13	95,69 ± 4,44	908 ± 69	54,75 ± 3,04	2,51 ± 0,20
♂ SES	56	33,64 ± 2,95	97,02 ± 4,78	923 ± 72	54,78 ± 3,13	2,53 ± 0,26

a, b im Vergleichsblock = Signifikanz bei  $p < 0,05$

Bei ausgeglichenen Einstallgewichten zwischen den Varianten in den drei Auswertungsböcken kam es im Versuchsverlauf zu jeweils auch gleichwertigen Tageszunahmen und im Ergebnis davon zu gleichen Schlachtkörperwarmmassen. Die dabei aufgetretenen Unterschiede innerhalb der Geschlechtergruppen erwiesen sich als zufallsbedingt. Die Mastdauer betrug für die Kastraten 97 bzw. 98 Tage und für die Mastsauen einheitlich 106 Tage.

Der ausgeglichene Ansatz der Nährstoffgehalte der beiden Rationstypen führte bei der Schlachtung zum gleichwertigen Klassifizierungsergebnis. Auch die tägliche Futteraufnahme war zwischen den beiden Fütterungsvarianten innerhalb der Geschlechter und dementsprechend bei der Gesamtauswertung identisch. Die Futterverwertung lag für die Erbsengruppe bei 2,70 kg und für die Sojaschrotvariante bei 2,69 kg Futter je kg Zuwachs. Die Mischfutterpreise netto lagen bei der Erbsenfütterung für die Anfangs- und Mittelmast bei 30,60 €/dt und die Endmast bei 26,40 €/dt, die Werte der Sojamischungen entsprechend bei 30,75 bzw. 26,10 €/dt.

Die ermittelten Versuchsergebnisse werden bei ähnlich gestaltete Versuchsdurchführung durch die Daten von Meyer (2015) aus Niedersachsen bestätigt und lassen deshalb auf Basis des hier aufgezeigten Fütterungsversuches folgende Ableitungen zu:

## Bewertung Erbseneinsatz gegenüber der alleinigen Sojaschrotfütterung

1. Sojaschroteinsparung: Von 33 kg Sojaschroteinsatz /Mastschwein ließen sich 20 kg mit moderaten Erbsenanteilen von 10 % aufsteigend bis 20 % der Ration und angepasster Rapschrotzulage einsparen. Reduzierung SES um 60 %
2. Erbseneinsatz: Je Mastschwein 45 kg Erbsen. Bei Umschlag von 2,5 Tieren/Mastplatz = ca. 110 kg /Mastplatz.  
Ertrag Erbsen = 40 dt/ha ~55 ha für ganzjährige Versorgung von 2000 Mastplätzen
3. Futterkosten: Basis Mischfutterzukauf Gesamtrationskosten ausgeglichen
4. N-, P-Ausscheidung (Berechnung nach DLG, 2014):  
N-Ausscheidung Erbsen  $\Delta$ SES = 3,82 kg/Mastschwein  
P-Ausscheidung Erbsen  $\Delta$ SES = 0,60 bzw. 0,59 kg/ Mastschwein

### Ergebnisse zum Erbseneinsatz bis 25 % bzw. 30 % in Mastrationen

Zur Prüfung dieser Aufgabenstellung erfolgten zwei Fütterungsversuche bei Mastschweinen unter Praxisbedingungen mit Flüssigfütterung. In der Tabelle 19 werden die Rations- und Nährstoffzusammensetzung der ersten Untersuchung mit ansteigenden Erbsenanteilen von 15 bis 25 % ausgewiesen.

**Tabelle 19:** Zusammensetzung und Inhaltsstoffe Praxisversuch I

Rationskomponenten		Kontrollgruppe			Erbsengruppe		
		AM	MM	EM	AM	MM	EM
Erbsen	%	-	-	-	15,1	20,0	25,2
Sojaschrot	%	16,0	13,7	7,3	10,4	8,2	-
Rapsschrot	%	5,0	4,8	7,1	4,9	4,9	8,2
Gerste	%	34,0	41,6	44,0	30,0	34,0	35,0
Weizen	%	41,0	36,5	39,0	36,0	30,0	29,0
Mineral-/Zusatzstoffe	%	3,1	2,5	2,5	2,8	2,3	2,4
Sojaöl	%	0,9	0,9	0,1	0,8	0,6	0,2
<b>Deklarierte Inhaltsstoffe (88 % Trockenmasse)</b>							
ME	MJ/kg	13,1	13,1	12,9	13,1	13,0	12,8
Rohprotein	g/kg	175	164	149	167	161	143
Lysin	g/kg	11,3	9,7	8,8	11,3	9,9	8,7
Methionin	g/kg	3,1	3,0	2,5	3,4	3,1	2,7
Methionin/Cystin	g/kg	6,4	6,1	5,7	6,6	6,0	5,5
Threonin	g/kg	7,9	6,9	6,1	8,0	7,2	6,1
Tryptophan	g/kg	2,2	2,1	1,9	2,1	1,9	1,6
Calcium	g/kg	7,1	6,8	6,2	6,6	6,8	6,3
Phosphor*	g/kg	4,8	4,6	4,6	4,7	5,1	5,1
Lysin/ MJ ME	g	0,86	0,74	0,68	0,86	0,76	0,68

\* Phytasezusatz

Im Ergebnis der dreiphasigen Mastfütterung wurden die in Tabelle 20 dargestellten Ergebnisse für die beiden Fütterungsvarianten ermittelt.

**Tabelle 20:** Mast- und Schlachtleistung Praxisversuch I  
(Erbsenanteil mit aufsteigender Mastphase von 15 auf 25 %)

Variante	Ausw. Tiere Stück	Einstall- gewicht kg	Schlacht- körpermasse kg	Masttagszu- nahme g	Muskel- fleischanteil %	Futter- aufnahme kg/Tag
Erbse	215	23,13 ± 3,33	96,85 ± 6,67	825 ± 74	57,70 ± 2,69	2,37a ± 0,18
SES	222	23,04 ± 3,36	96,84 ± 7,31	819 ± 75	57,71 ± 2,70	2,30b ± 0,21
♀ Erbse	122	22,96 ± 3,29	96,69 ± 6,62	823 ± 76	58,71 ± 2,17	2,30a ± 0,19
♀ SES	122	22,86 ± 3,64	96,68 ± 6,93	816 ± 68	58,70 ± 2,19	2,22b ± 0,24
♂ Erbse	93	23,30 ± 3,39	96,70 ± 6,77	826 ± 73	56,69 ± 2,89	2,44a ± 0,14
♂ SES	100	23,21 ± 2,98	97,00 ± 7,77	821 ± 84	56,71 ± 2,86	2,37b ± 0,14

a, b im Vergleichsblock = Signifikanz bei  $p < 0,05$

Im Ergebnis der Mastdauer von 121 bzw. 122 Masttagen traten zwischen den beiden Fütterungsvarianten keine Leistungsunterschiede auf. Diese Ausgeglichenheit in der Mastleistung trifft auch auf den Vergleich innerhalb der Geschlechterblöcke zu. Demgegenüber traten gesicherte Unterschiede zwischen den beiden Futtervarianten in der täglichen Futteraufnahme innerhalb der Geschlechter und folglich im zusammengefassten Variantenvergleich auf. Die mit rund 70 g/Tier höhere tägliche Futteraufnahme bei der Erbsenfütterung belegt einerseits keine nachteilige Geschmacksbeeinflussung der gewählten Erbsenzulage. Der andererseits zu erwartende positive Einfluss auf die Tageszunahmen ließ sich ebenso wie ein erhöhter Futteraufwand nicht signifikant nachweisen.

Mit der Versuchsreihe II wurden die Erbsenanteile weiter erhöht, um deren Einfluss auf die Futterakzeptanz und den Einspareffekt zum Sojaschrot zu ermitteln. Deshalb kamen mit aufsteigender Mastphase 20, 25 und 30 % Erbsen in den Versuchsrationen zum Einsatz. Die weiteren Versuchsbedingungen entsprachen der vorangehenden Untersuchung. In Tabelle 21 werden die Rationszusammensetzung und die Inhaltsstoffe ausgewiesen.

**Tabelle 21:** Zusammensetzung und Inhaltsstoffe Praxisversuch II

Rationskomponenten		Kontrollgruppe			Erbsengruppe		
		AM	MM	EM	AM	MM	EM
Erbsen	%	-	-	-	20,0	25,0	30,1
Sojaschrot	%	16,2	13,7	7,4	11,1	7,8	-
Rapsschrot	%	5,0	4,8	7,1	5,8	5,8	9,8
Gerste	%	43,7	45,5	48,5	35,0	34,0	33,3
Weizen	%	31,3	32,5	34,5	25,0	24,3	23,8
Mineral-/Zusatzstoffe	%	3,0	2,8	2,5	2,6	2,5	2,5
Sojaöl	%	0,8	0,7	-	0,5	0,6	0,5

#### Deklarierte Inhaltsstoffe (88 % Trockenmasse)

ME	MJ/kg	13,1	13,1	12,9	13,1	13,0	12,8
Rohprotein	g/kg	177	166	148	173	163	146
Lysin	g/kg	11,5	9,9	8,4	11,3	9,9	8,4
Methionin	g/kg	3,1	3,0	2,4	3,0	3,1	2,3
Methionin/Cystin	g/kg	6,5	6,1	5,4	6,5	6,1	5,0
Threonin	g/kg	7,6	6,6	5,6	7,4	6,5	5,6
Tryptophan	g/kg	2,2	2,0	1,7	2,2	2,0	1,5
Calcium	g/kg	7,1	6,8	6,2	7,1	6,8	6,3
Phosphor*	g/kg	4,9	5,1	4,6	4,9	5,0	4,6

\* Phytasezusatz

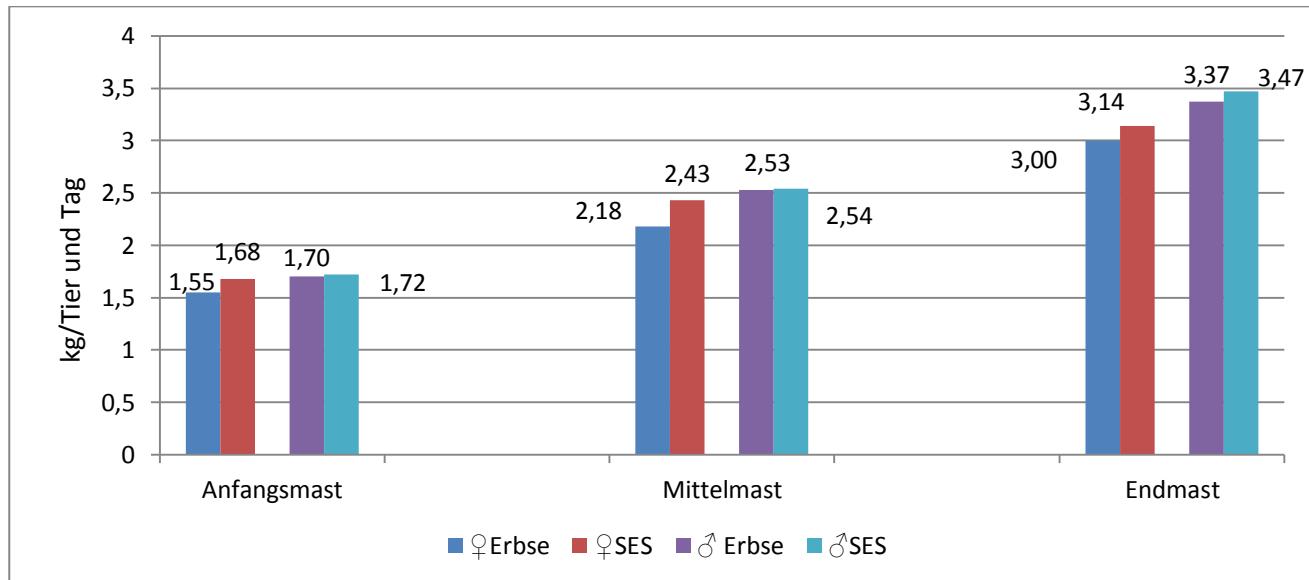
Bei einer mittleren Mastdauer von 105 Tagen wurden die in der Tabelle 22 für die beiden Fütterungsvarianten ausgewiesenen Ergebnisse ermittelt.

**Tabelle 22:** Mast- und Schlachtleistung für Praxisversuch II  
(Erbsenanteil mit aufsteigender Mastphase von 20 auf 30 %)

Variante	Ausw. Tiere Stück	Einstall- gewicht kg	Schlacht- gewicht kg	Masttags- zunahme g	Muskel- fleischanteil %	Futter- aufnahme kg/Tag
Erbse	159	31,56 ± 3,45	123,96a ± 9,00	887a ± 102	57,85 ± 2,82	2,46a ± 0,13
SES	121	31,93 ± 3,71	127,43b ± 8,71	917b ± 96	57,94 ± 2,94	2,53b ± 0,13
♀ Erbse	84	31,82 ± 3,85	122,95a ± 9,46	872a ± 104	58,84 ± 2,55	2,36a ± 0,12
♀ SES	58	32,25 ± 3,48	127,45b ± 8,58	917b ± 101	58,98 ± 2,54	2,46b ± 0,07
♂ Erbse	75	31,27 ± 3,19	124,96a ± 8,40	902 ± 97	56,85 ± 2,75	2,55a ± 0,02
♂ SES	63	31,64 ± 3,89	127,39b ± 8,84	917 ± 91	56,90 ± 2,94	2,59b ± 0,14

a, b im Vergleichsblock = Signifikanz bei  $p < 0,05$

Bei ausgeglichenen Lebendmassen zu Versuchsbeginn traten in beiden Geschlechtern gleichgerichtete signifikante Differenzen in der Futteraufnahme auf. Dabei konnte mit der geprüften Ration an Körnererbsen nicht der Futterverzehr von der vorrangig auf Sojaextraktionsschrot basierenden Kontrollration erreicht werden. Beim Vergleich der Futteraufnahme nach Mastphasen tritt die ermittelte Verzehrsdepression bei den Mastsauen in allen drei Mastabschnitten, bei den Kastraten aber lediglich in der Endmast auf (Abb. 16). Dies führte bei den weiblichen Masttieren und in der Gesamtheit der beiden Geschlechter auch zu gesichert niedrigeren Masttagszunahmen. Demgegenüber wurde die Fleischansatzleistung nicht beeinflusst.



**Abbildung 16:** Futteraufnahme nach Mastphasen und Geschlecht im Praxisversuch II

### 3.3 Überblick zu Gehalten an antinutritiven Substanzen / Literaturrecherche

Die Einsatzrate an Futtererbsen wird nicht allein durch die nährstoffseitige Zusammensetzung der Futterrationen, sondern auch von der Berücksichtigung der Einsatzempfehlungen, resultierend aus nachteilig wirkenden Futterinhaltsstoffen, bestimmt. Diese unter der Bezeichnung Antinutritive Faktoren (ANF) zusammengefassten Pflanzeninhaltsstoffe können bei Überschreitung bestimmter Gehalte die Futteraufnahme, die Nährstoffverdaulichkeit, die Stoffwechselaktivität bzw. die Tiergesundheit nachteilig beeinflussen. Für die großkörnigen Leguminosen wird mit Tabelle 23 ein Überblick zum Auftreten und den Auswirkungen gegeben.

**Tabelle 23:** Antinutritive Faktoren von großkörnigen Leguminosen und Einfluss in Schweinefütterung  
(nach Zentek und Hellweg, 2007)

Substanz	Wirkungsweise	Leguminose
Protease-inhibitoren	Senkung Proteinverdaulichkeit durch Hemmung Trypsin und Chymotrypsin	Erbse, Ackerbohne, Lupine
Tannine (Phenolderivate)	Futteraufnahmedepression, Hemmung proteolytischer Enzyme, reduzierte Proteinverdaulichkeit, Verstopfungen	Erbse, Ackerbohne
Vicin, Convicin	Störung des Fettstoffwechsels, Störung der Fruchtbarkeit und Laktation	Ackerbohne
Phytinsäure	Organische Bindung von Phosphor, Chelatbildung mit Calcium, Zink, Eisen und Reduzierung deren Verfügbarkeit	Erbse, Ackerbohne, Lupine
Lectine	Resorptionsstörungen bei Darmmukosa	Ackerbohne, Lupine
Unverdauliche Oligosacharide	Schneller mikrobieller Umsatz im Caecum/Durchfall	Erbse, Ackerbohne, Lupine

Da im Rahmen der Projektbearbeitung keine Analytik zu den Gehalten an ANF wegen nicht vorhandener Untersuchungskapazität durchgeführt werden konnte, wird der Kenntnisstand in Bezug auf den Erbseneinsatz in der Schweinefütterung als Literaturrecherche dargelegt.

Schwerpunktmäßig werden für die Futtererbsen Ergebnisse zur Analytik der Proteaseinhibitoren und der Phenolderivate aus dem ökologischen und konventionellen Anbau ausgeführt.

Als Bewertungsmaßstab zum Gehalt an Proteasehemmstoffen wird die Trypsin-Inhibitor-Aktivität (TIA) herangezogen. Bei umfangreichen Untersuchungen zum Vergleich westeuropäischer Sorten ermittelten VIDAL-VALVERDE u. a. (2003) eine TIA von 0,8 bis 8,4 Trypsininhibitoreinheiten (TIU)/mg Trockenmasse (TM) bei z. T. signifikanter Sortendifferenz. Bastianelli u. a. (1998) verglichen Futtererbsen (vorrangig weißblühend) mit buntblühenden Erbsen und stellten für Erstere bei 36 analysierten Sorten einen mittleren Gehalt von 4,2 TIU/mg TM (Spanne 1,0 bis 14,6) fest, der sich nicht signifikant vom Wert der Buntblüher ( $n = 12$ ;  $\bar{x} = 2,5$ ; Spanne = 1,0 bis 3,7) unterschied. Auch bei gleichgerichteten Sortenvergleichen durch Pastuszewska u. a. (2004) traten mit im Mittel 6,54 für weißblühende gegenüber 6,50 TIU/mg TM für buntblühende Sorten keine Unterschiede auf. Dagegen verweisen Urbatzka u.a. (2011) im ökologischen Anbau in Deutschland für die geprüften Wintererbsensorten auf eine signifikant höhere TIA gegenüber Sommererbsen. Zur Relativierung der Gehalte verweisen sie auf Werte von über 6 bis 7 mg TIA je g Futter, die sich, ausgehend von Literaturangaben, nachteilig auf die Futterverdaulichkeit und Leistung von Monogastern auswirken. Aus deutschem Anbau liegen außerdem von Mosenthin u. a. (2007) Angaben zum Gehalt an TIA vor, jedoch mit abweichendem Bewertungsmaßstab nach Analytik in Dänemark mit der amtlichen A.O.C.S.-Methode (1990). Von den ausgewiesenen sechs analysierten Sorten waren zwei auch beim Thüringer Erbsenmonitoring mit einbezogen. So wies die Sorte Rocket einen Gehalt von 3,9 und die Sorte Santana von 2,4 mg Trypsin“inhibited“ (TI) je g Rohprotein auf. Die ermittelten Bandbreite aller Sorten lag zwischen < 0,2 bis 5,0 mg TI/g XP. Von Jezierny u. a. (2010) wird dazu auf die Relation von 1,90 TIU/mg als Äquivalent zu 1,0 mg TI/g verwiesen. Außerdem ist ein Bezug von TIA zum Rohprotein gehalt möglich. Die hier aufgeführten Ergebnisse lassen nicht nur eine unterschiedliche Analytik sowie Bezugsebene und damit Vergleichbarkeit erkennen, sondern verweisen kaum auf Schwellenwerte, die im Interesse der Tiergesundheit und Leistung nicht zu überschreiten sind.

Abweichend zu voranstehenden Ergebnissen traten im Gehalt an condensierten Tanninen als der dominierenden Komponente innerhalb der Gesamtphenole deutliche Differenzen in Abhängigkeit von der Blühfarbe der Erbsen auf. Bei dem von Bastianelli u. a. (1998) in Frankreich analysierten Sortenspektrum lag der Gehalt an Gesamtphenolen bzw. condensierten Tanninen (8,68 bzw. 5,49 mg Catechinäquivalent/g) bei den buntblühenden Sorten mit z. T. internationaler Herkunft signifikant über den Werten der vorrangig weißblühenden Futtererbsen (2,9 bzw. 0,07 mg Catechinäquivalent/g). Bereits Gdala u. a. verwiesen 1991 über hochsignifikante Gehaltsdifferenzen zwischen weiß- gegenüber buntblühenden Erbsensorten (2,04 vs. 7,50 mg /g TM). Von Pastuszewska u. a. (2004) wird im Ergebnis der Tanninanalytik aufgezeigt, dass der Gehalt im Schalenanteil den der ungeschälten Körner um rund das Zehnfache übertrifft, so dass das Schälen bei tanninreichen Sorten deutlich den Gehalt reduziert.

Bei den von Urbatzka u. a. (2011) geprüften violettblühenden Wintererbsen traten zudem signifikant höhere Gehalte an condensierten Tanninen in der Spanne von 1,0 bis 2,0 % der TM gegen-

über der Sorte Santana als Vertreter der Sommererbsen mit einem nur geringfügig über Null liegenden Anteil auf. Von Berk und Ebert (2014) wurden im Rahmen von Fütterungsversuchen auch Analyseergebnisse von Einzelproben einer buntblühenden Wintererbse und einer Sommererbsensorte mit 0,77 % bzw. 0,42 % Gesamtpolyphenolen ausgewiesen. Dabei wird der ermittelte Wert der geprüften Wintererbse als sehr niedrig eingeschätzt. Jezierny u. a. (2010) konnten in eigenen Untersuchungen bei weißblühenden Sorten keine kondensierten Tannine nachweisen. Daraus schlussfolgernd sind bei den in Deutschland angebauten Futtersommererbsen keine nachteiligen Auswirkungen durch höhere Tanningehalte zu erwarten.

WINK (1998) differenzierte die ANF hinsichtlich ihrer Hitzeempfindlichkeit. Als hitzelabil wurden Lectine und Proteaseinhibitoren angeführt. Demgegenüber erweisen sich Vicin und Convicin, Phytinsäuren und auch die Oligosacharide als hitzestabil. Davon ausgehend kann mittels geeigneter technischer Bearbeitungsverfahren der Gehalt an ANF reduziert und der Einsatz insbesondere in der Monogasterfütterung aus Sicht der Tierernährung erweitert werden.

### 3.4 Schlussfolgerungen

- Körnererbsen sind die bevorzugte Leguminose als regionale SES-Alternative zur Mastschweinefütterung.
- Die Proteingehalte Thüringer Erbsenherkünfte liegen deutlich unter den DLG-Richtwerten (mehrjähriges Mittel bei 19 % Rohprotein/88% TM). Dies erfordert eine entsprechende Berücksichtigung bei der Rationsberechnung.
- Einsatzempfehlungen, abgeleitet aus eigenen Fütterungsversuchen in der Schweinemast, mit ca. 15 % Rationsanteil in der Anfangsmast bis auf 25 % in der Endmast. Der Einsatz von 30 % bei Flüssigfütterung in Kombination mit Rapsextraktionsschrot reduzierte Futteraufnahme und Mastleistung gegenüber einer Soja-/Rapsschrot-Ration.
- In der Endmast ermöglichen Erbsen, ergänzt durch Rapsextraktionsschrot und angepasste freie Aminosäurenzulage, den Verzicht auf Sojaschrot. Bei Anfangs- und Mittelmast nur anteilige Sojareduzierung durch Erbseneinsatz vertretbar.
- Für Einsatz bei Absetzferkeln bzw. bei Sau konnten keine eigenen Untersuchungsergebnisse ermittelt werden.
- Im Vergleich zu reinen Sojaschrotrationen mit den geprüften Erbsen/Rapsschrotrationen ist eine Sojaeinsparung von ca. 50 bis 60 % möglich. Dabei Verbrauch von ca. 110 kg Erbsen/Mastplatz und Jahr als Kalkulationsgröße.
- Mastleistungen bei Bedarfsabgleich mit freien AS mit Erbsenrationen gleichwertig zu Sojaschrotrationen. Teilweise Vorteile im Futteraufwand ermittelt. Futterkosten/Tier bei versuchszeitraumbezogenen Marktpreisen nicht über dem Sojaschroteinsatz.
- Innerbetriebliche bzw. Lohnverarbeitung der Futtererbsen ist zu empfehlen.
- Die Literaturrecherche zu Antinutritiven Substanzen verdeutlicht für die hier angebaute weißblühende Sommererbse unkritische Tannin-/Gesamtphenolgehalte. Die Werte für Proteaseinhibitoren lassen sich durch abweichende analytische Bezugsgrößen kaum autorenübergreifend vergleichen. Bei einer Wertung wird meist von einer niedrigen Belastung ausgegangen.

## **4 Einsatz einheimischer Eiweißpflanzen in Rationen in der Wiederkäuerfütterung**

### **4.1 Die Wirkung des Einsatzes von druckhydrothermisch behandelten Ackerbohnen (Opticon®-Verfahren) auf die Leistung von Milchkühen**

#### **4.1.1 Einleitung**

In der Rinder- und Schweinefütterung wird vorwiegend importiertes Sojaextraktionsschrot zur Eiweißergänzung der Rationen eingesetzt. Ausschlaggebend dafür sind an erster Stelle der hohe Rohproteingehalt und dessen gute Verdaulichkeit.

In den letzten Jahren wird jedoch zunehmend eine Reduzierung der Importe von Sojaprodukten aus Übersee zu Fütterungszwecken im Interesse des Umweltschutzes gefordert. Die damit verbundene Diskussion über den Einsatz gentechnisch veränderter Pflanzen als Futtermittel in der Tierernährung stellt zunehmend die Frage nach heimischen Eiweißalternativen. Auch die neue Förderperiode der Gemeinsamen EU-Agrarpolitik unterstützt den Anbau von Eiweißpflanzen, zu denen auch die Körnerleguminosen zählen. In Thüringen wurden 2015 Körnerleguminosen auf knapp 18.300 ha angebaut, davon hauptsächlich Erbsen und Ackerbohnen. Ihre Anbaufläche hat sich im Vergleich zu 2014 mehr als verdoppelt und betrug bei Erbsen ca. 12.600 ha und bei Ackerbohnen 4.900 ha. Bei einem unterstellten Ertrag von 3,5 t/ha ergibt sich für diese ein Aufkommen von 61.250 t/Jahr.

Regional angebaute Körnerleguminosen können aufgrund ihres Proteingehaltes einen entscheidenden Beitrag zur Eiweißversorgung leisten. Im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot liegen die Futterwerte von unbehandelten Ackerbohnen, Futtererbsen und Lupinen deutlich niedriger, weisen allerdings eine hohe Abbaubarkeit der Nährstoffe im Pansen auf. Daraus resultieren geringere Gehalte an nutzbarem Rohprotein (nXP) und unabgebautem Rohprotein (UDP). Diese können bei höheren Milchleistungen einsatzbeschränkend wirken. Zudem weisen Ackerbohnen antinutritive Substanzen auf, die im Tier bestimmte negative Effekte auslösen können. Dazu zählen beispielsweise die Reduzierung der Nährstoffabsorption, eine verminderte Proteinverdaulichkeit sowie eine reduzierte Futteraufnahme. Durch technologische Behandlungen (thermisch, hydrothermisch, druckthermisch) können diese Effekte reduziert werden, einen Beitrag zur Verringerung der Abbaurate im Pansen leisten und damit zu einem Anstieg des nXP-Gehaltes im Pansen beitragen.

An der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft Jena wurde bei zahlreichen Versuchsanstellungen mit Milchkühen der Frage nach alternativen Eiweißfuttermitteln nachgegangen. Seit einiger Zeit steht vor allem der Einsatz von großkörnigen Leguminosen in Rationen im Focus der praxisbezogenen Versuchsanstellungen. In einem der vorangegangenen Fütterungsversuche konnte unter Praxisbedingungen gezeigt werden, dass im mittleren Laktationsdrittelpunkt ca. 85 % der eingesetzten Sojamenge bei gleicher Milchleistung durch druckhydrothermisch behandelte Ackerbohnen (Opticon®-Verfahren) ersetzt werden (Dunkel, 2010). Ausgehend von diesem Ergebnis bestand das Ziel der nachfolgenden Untersuchung darin, zu prüfen, welche Wirkung der vollständige Ersatz von SES durch druckthermisch behandelte Ackerbohnen (Opticon®-Verfahren) auf Milchleistung, Futteraufnahme, Tiergesundheit sowie Fruchtbarkeit, speziell im ersten Laktationsabschnitt hat.

#### **4.1.2 Material und Methoden**

Der Versuch fand unter Produktionsbedingungen von Oktober 2013 bis September 2014 statt. Die Milchkühe für die Versuchs- und Kontrollgruppe im Fütterungsversuch wurden aus der Milchvieherde (Rasse Deutsche Holsteins) zusammengestellt. Die mittlere Laktationsleistung aller Kühe des Betriebes lag im Jahr 2014 bei 10.134 kg mit 3,86 % Fett und 3,6 % Eiweiß. Angelehnt an die Gruppeneinteilung der Milchkühe in dem Produktionsbetrieb entsprachen die Versuchsgruppe der Gruppe 2 und die Kontrollgruppe der Gruppe 3. Die Milchkühe wurden aus der Transitgruppe zwischen dem 20. und 35. Laktationstag der Versuchs- bzw. Kontrollgruppe zugeordnet. Kriterien der Gruppenzuordnung waren die Milchleistung und die Laktationsnummer. Der Eintritt des Tieres in die jeweilige Gruppe galt als Versuchsbeginn. Zur Auswertung wurden nur Tiere herangezogen, welche mindestens 50 Versuchstage in der Versuchs- bzw. Kontrollgruppe standen. Es konnten insgesamt 242 Milchkühe der Rasse Deutsche Holsteins in den Versuch einbezogen werden (Versuchsgruppe 132 Kühe; Kontrollgruppe 110 Kühe). Die Haltung der Milchkühe während der Unter-

suchung erfolgte in Liegeboxenlaufställen mit Gummimatten im Liegebereich, Vollspaltenboden und Fressgittern. Wasser stand den Tieren ad libitum zur Verfügung.

Während der Versuchsdurchführung wurde die Futteraufnahme gruppenweise und täglich erfasst. Die Vorlage über den Futtermischwagen wurde elektronisch und die Restfuttermenge manuell durch den Versuchstechniker dokumentiert. Die Erfassung der Fruchtbarkeitsparameter und die Erkrankungen erfolgten durch den Betrieb im HERDE-Managementprogramm. Außerdem fand monatlich eine Stoffwechselkontrolle in den Gruppen statt.

Die Totalen Mischnrationen (TMR), die in beiden Gruppen auf gleichen Anteilen aus Gras-, Maissilage, Heu, Kraftfutter und einer Mineralstoffmischung basierte (Tab. 24), wurden zweimal täglich zur freien Aufnahme über den Futtermischwagen vorgelegt. Die TMR der Versuchs- und Kontrollgruppe waren auf eine Milchleistung von 42 kg/Tier und Tag ausgelegt, nach den Vorgaben der GfE (2001) erstellt sowie isokalorisch und isonitrogen zusammengesetzt. Sie unterschieden sich jedoch in der Fütterung von SES 0,75 kg/Kuh und Tag in der Kontrollgruppe bzw. druckhydrothermisch behandelten Ackerbohnen mit 1,9 kg Opticon®-Ackerbohne/Kuh und Tag (Versuchsgruppe).

**Tabelle 24:** Zusammensetzung und Nährstoffgehalte der Totalen Mischnrationen (kg FM/Tier und Tag). Für eine Milchkuh mit 650 kg Lebendmasse, 42 kg Milch mit 3,4 % Eiweiß und 4,3 % Fett

	Versuchsration	Kontrollration
<b>Rationskomponenten</b>		
Maissilage	25	25
Grassilage	11	11
Heu	0,6	0,6
Biertreber, siliert	5,0	5,0
Getreide (Gerste)	2,5	2,5
Deukalac 234 (50 % Maiskörnerschrot, 25 % pansengeschütztes RES und 25 % pansengeschütztes Sojaextraktionschrot)	-	3,0
Rapsextraktionsschrot (RES)	2,4	2,4
MLF 20/4 (ohne SES)	2,0	2,0
Melasse	1,0	1,0
Opticon® Ackerbohne	1,9	-
Maiskörnerschrot	1,1	-
Glycerin	0,2	0,2
Mineralstoff und sonstiges <sup>1)</sup>	0,74	0,74
<b>Energie- und Nährstoffgehalt</b>		
Trockenmasse, kg/Tier und Tag	24,7	24,7
NEL, MJ/kg TM	6,9	6,9
Rohfaser, g/Tier und Tag	159	159
nXP, g/kg TM	157	157
RNB, gN/Tag	+16	+35
Stärke/Zucker, g/kg TM	276	255

<sup>1)</sup> Ca-Seife pansengeschützt; Viehsalz; kohlensaurer Futterkalk; Natriumbikarbonat; Proteinmix (Hefe/Harnstoff)

Opticon® ist ein von der Firma „Deutsche Tiernahrung Cremer“ entwickeltes Verfahren zur Bearbeitung von Einzelfuttermitteln und Futtermittelmischungen. Dabei wird durch die Verwendung von einer druckhydrothermisch arbeitenden Verfahrenstechnik ein hoher Stoffwandlungsgrad erreicht. Dies findet auf rein physikalischer Weise ohne die Verwendung von Zusatzstoffen statt. Bei der Herstellung des pansengeschützten und proteinreichen Spezialfutters für Hochleistungskühe „deukalac UDP 39“ wird dieses Verfahren angewendet (DEUKA, 2015). Die in diesem Versuch eingesetzte Ackerbohne wurde mit dem Opticon®-Verfahren behandelt. Mit welchen Folgen für die Ackerbohne durch die Behandlung zu rechnen ist, kann nicht konkret gesagt werden, da dies weiterer Untersuchungen bedarf und abhängig von der entsprechenden Untersuchungsmethode ist. In einer Untersuchung von der TLL aus dem Jahr 2010 konnte eine Steigerung des UDP-Gehaltes von 15 % auf 20 % nachgewiesen werden. Der nXP-Gehalt stieg dabei von 196 g auf 207 g/kg TM.

#### 4.1.3 Ergebnisse

##### Trockenmasseaufnahme

Die mittlere Trockenmasseaufnahme betrug im Versuchsverlauf in der Kontrollgruppe 26,0 kg und in der Versuchsgruppe 25,6 kg/Tier und Tag. Die Milchkühe nahmen im Mittel beider Gruppen 4 % mehr Futter auf als geplant. In Abbildung 17 ist die Entwicklung der Trockenmasseaufnahme im Versuchszeitraum grafisch dargestellt. Insgesamt ist von einem fast gleichen Verlauf der Trockenmasseaufnahme auf hohem Niveau in beiden Gruppen auszugehen. In der 25. Versuchswoche fiel die Futteraufnahme in der Kontrollgruppe um 12,3 % und in der Versuchsgruppe um 18,3 % ab. Die mikrobiologische Untersuchung in diesem Zeitraum ergab in der TMR beider Gruppen einen erhöhten Gehalt an verderbanzeigenden Bakterien und einen deutlich erhöhten Keimgehalt an Hefen. Ursache hierfür könnten die verderbanzeigenden Schimmelpilze, Hefen und Bakterien in der Maissilage und Anwelksilage sein. In der 41. Versuchswoche lagen für die Anwelksilage und das Getreide leicht erhöhte Gehalte an verderbanzeigenden Bakterien, Hefen und Schimmelpilzen vor. Diese geringgradige Qualitätsminderung könnte auch hier der Grund für den Rückgang der Trockenmasseaufnahme sein.

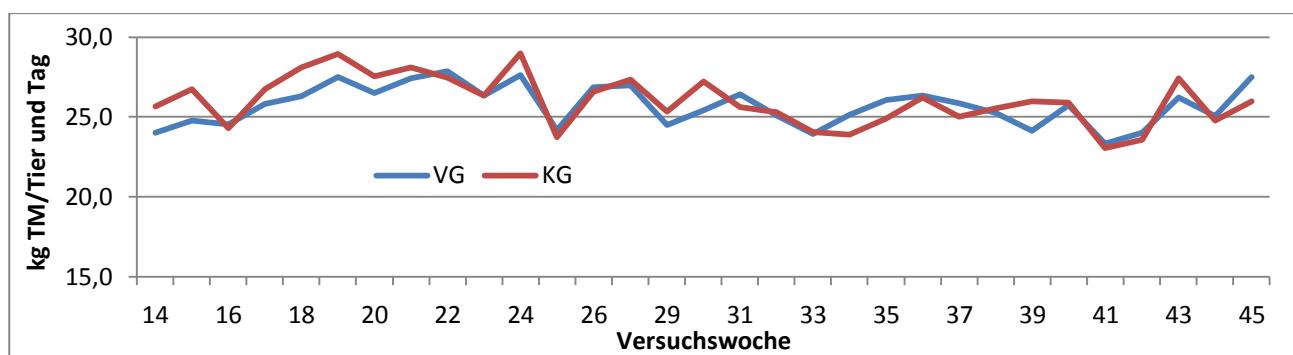


Abbildung 17: Trockenmasseaufnahme im Versuchsverlauf (kg/Tier und Tag)

##### Futterration

Die Analysenwerte der Totalen-Mischration (TMR) in beiden Gruppen ergab in den Parametern Trockenmasse, Rohasche, Rohfaser und Rohfett keine statistischen Unterschiede. Die Energiekonzentration lag sowohl in der Kontroll- als auch in der Versuchsgruppe bei 7,0 MJ/kg TM. Diese Nährstoff- und Energiekonzentrationen entsprachen den Bedarfsempfehlungen der GfE (2001). Unterschiede ergaben sich beim Gehalt an unabgebauter Stärke und Zucker in der TMR. Die Bedarfsempfehlung wurde in beiden Gruppen mit ca. 50 g/kg Trockenmasse überschritten (VG: 302 g/kg TM; KG: 295 g/kg TM).

##### Milchleistung

Die Milchleistung lag im Durchschnitt der Versuchsgruppe bei 37,8 kg/Tag und damit im Vergleich zur Kontrollgruppe um 0,2 kg höher. Dieser Unterschied ist statistisch gesichert. Sowohl beim Milchfett- und Milcheiweißgehalt als auch bei der Zellzahl konnten keine signifikanten Einflüsse der Futterration festgestellt werden (Tab. 25).

Die Protein- und Harnstoffgehalte in der Milch reflektierten, dass eine ausgeglichene Fütterung in beiden Gruppen vorlag. Der Milchharnstoffgehalt war in der Versuchsgruppe um 16 ppm/l signifikant niedriger als in der Kontrollgruppe. Die ruminale Stickstoffbilanz im Pansen ist demzufolge in der Versuchsgruppe ausgeglichenener.

**Tabelle 25:** Milchleistung im Versuchszeitraum

Parameter	Kontrollgruppe (KG) n = 110	Versuchsgruppe (VG) n = 132	p-Wert
Milchleistung, kg/Kuh und Tag	37,6 ± 7,9	37,8 ± 7,9	0.0247
Protein, %	3,46 ± 0,27	3,51 ± 0,29	0.9709
Fett, %	3,58 ± 0,63	3,58 ± 0,73	0.4365
Harnstoff, mg/l	276,4 ± 53,1	260,4 ± 56,5	0.0048
Zellzahl, 1000/cm <sup>3</sup>	90,5 ± 99	91,8 ± 102	0.2489

### Stoffwechsel

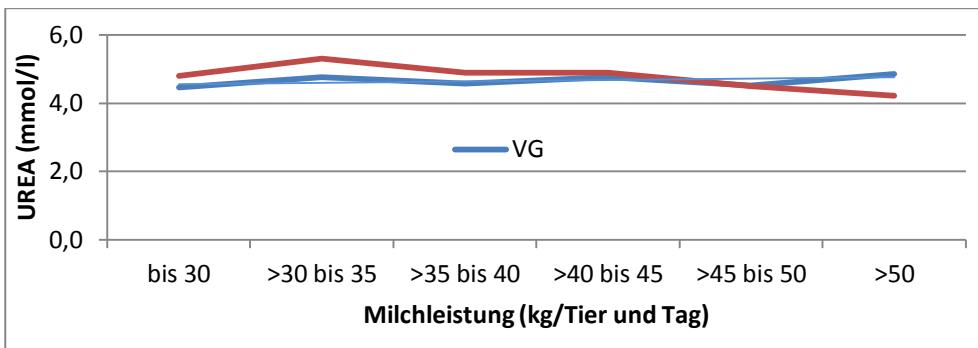
Anhand der Untersuchung bestimmter Blutparameter kann die Stoffwechselleage der Kühle beurteilt werden, um darauf Rückschlüsse auf die Energie- und Eiweißversorgung zu erhalten. Die Stoffwechseluntersuchungen ließen keine statistischen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen erkennen (Tab 26). Die Grenzwerte für Stoffwechselparameter der Thüringer Tierseuchenkasse im Blut für die vorliegenden Kuhgruppen (Frischmelker/Laktierer) werden mit Ausnahme der AST in keinem der untersuchten Parameter unter- bzw. überschritten. Die Aktivitätssteigerung der AST kann bis zum Dreifachen als leicht eingestuft werden. Um Lebererkrankungen zu differenzieren, sind weitere Enzyme zu bestimmen. Die Ergebnisse der HBS und FFS schließen eine energetische Unterversorgung der Milchkühe im Versuchszeitraum aus. Gleiches gilt für die Eiweißversorgung der Kühle. Der Harnstoff entsteht im Blut sowohl beim endogenen Abbau von Protein als auch aus dem mit dem Futter aufgenommenen Eiweiß und wird durch Kreislaufstörungen sowie durch Energieunterversorgung, analog wie in der Milch, verändert. Laut Untersuchungsbefunden liegen hier keine Kreislaufstörungen oder Energieunterversorgungen bei den Milchkühen in beiden Gruppen vor.

**Tabelle 26:** Stoffwechselparameter im Blut

Parameter	oberer und unterer Grenzwert*	Kontrollgruppe (KG) n = 42	Versuchsgruppe (VG) n = 44	p-Wert
UREA, mmol/l	2,5 – 5,0	4,8 ± 1,08	4,7 ± 0,98	0.3440
HBS, µmol/l	0 - 900	424 ± 116	474 ± 142	0.1835
FFS, mmol/l	0 - 0,34	0,32 ± 0,05	0,32 ± 0,03	0.9906
AST, nkat/l	0 - 1300	1461 ± 274	1503 ± 271	0.6080
BILI, µmol/l	0 - 5	2,4 ± 0,9	2,7 ± 0,8	0.2606
GLDH, nkat/l	0 - 500	397 ± 203	375 ± 263	0.9341
CHOL, mmol/l	2,5 - 6	4,8 ± 1,2	4,7 ± 1,3	0.6304

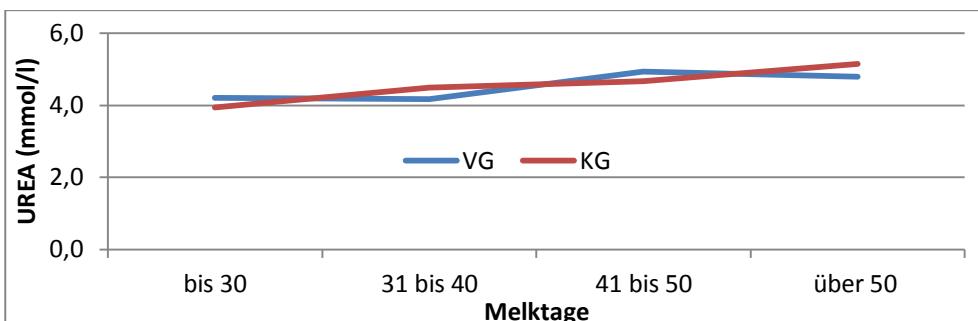
\*obere und untere Grenzwerte für Tiergruppe Frischmelker/Laktierer laut Thüringer Tierseuchenkasse (TGD, Jena); UREA = Harnstoff; HBS = Ketokörper = Hydroxybutyrat; FFS = Freie Fettsäuren; AST = Aspartat-Amino-Transferase; BILI = Bilirubin; GLDH = Glutamat-Dehydrogenase; CHOL = Cholesterin

Abbildung 18 stellt die Harnstoffkonzentration im Blutserum in Abhängigkeit von der Milchleistung dar. Beide Gruppen liegen trotz hoher Milchleistungen im Referenzbereich. Auch hier besteht keine Energieunterversorgung.



**Abbildung 18:** Harnstoffkonzentration im Blutserum in Abhängigkeit von der Milchleistung

Die Ergebnisse der Blutharnstoffkonzentration in Abhängigkeit vom Melktag verdeutlicht, dass die Energieversorgung der Milchkühe mit Zunahme der Melktage schwieriger wird (Abb. 19). Dies ist vor allem auf die Steigerung der Michleistung zurückzuführen und trifft für beide Gruppen zu. Eine Energieunterversorgung ist in beiden Gruppen offensichtlich nicht vorhanden.

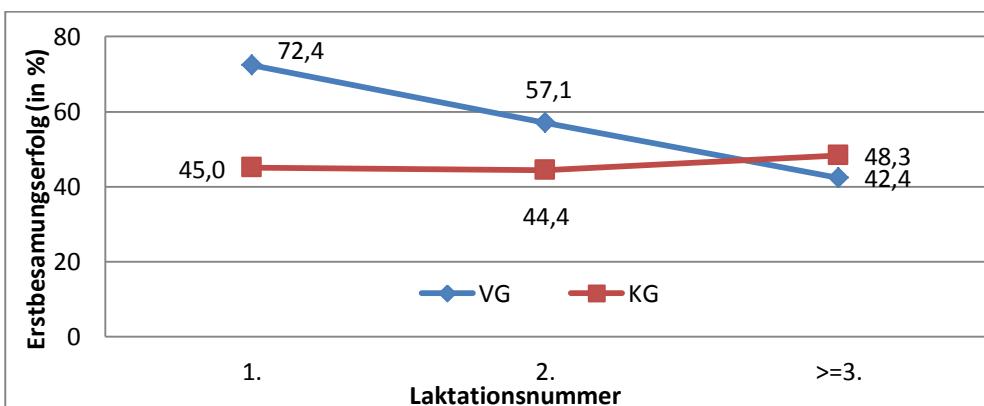


**Abbildung 19:** Harnstoffkonzentration im Blutserum in Abhängigkeit vom Melktag

### Fruchtbarkeitsparameter

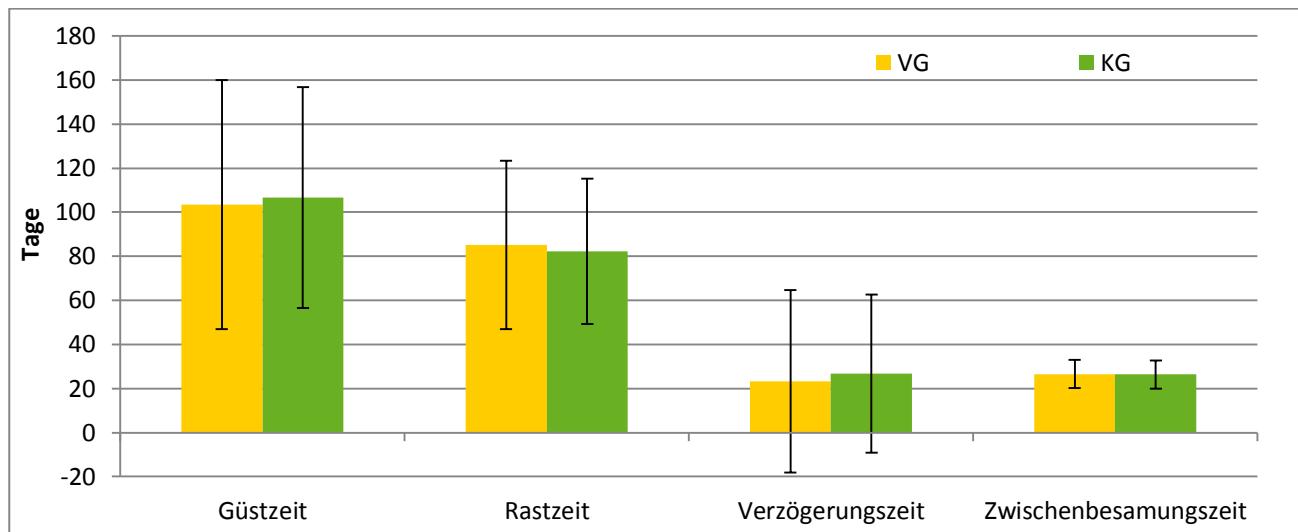
Die Werte des Besamungs- und Trächtigkeitsindex beider Gruppen unterscheiden sich kaum. Der Besamungsindex ist mit 3,0 (VG) und 3,2 (KG) in beiden Gruppen vergleichbar. Beim Trächtigkeitsindex liegen mit 1,7 (VG) und 1,9 (KG) ebenfalls nur minimale, nicht statistisch zu sichernde Unterschiede vor. Bei der Berechnung des Erstbesamungserfolges ergaben sich für die Versuchsgruppe (Ackerbohne/RES) 56,6% und für die Kontrollgruppe (SES) 46,1 %.

Den Erstbesamungserfolg in Abhängigkeit von der Laktationsnummer zeigt Abbildung 20. Versuchstiere der 1. Laktation haben einen Erstbesamungserfolg von 70 % (KG: 45 %). Dieser sinkt auf ca. 42 %, je höher die Laktationsnummer der Tiere wird. Bei den Tieren der Kontrollgruppe (SES) schwankt der Wert zwischen 45 und 48 % und ist damit vergleichsweise stabil.#



**Abbildung 20:** Erstbesamungserfolg in Abhängigkeit von der Laktationsnummer (%)

Die Abbildung 21 stellt die Zwischenbesamungszeit sowie die Güst-, Rast- und Verzögerungszeit dar. Dabei wird ersichtlich, dass diese Zeiten in beiden Gruppen annähernd gleich sind. Beim Versuch wurde eine Güstzeit von 103 (Versuchsgruppe (Ackerbohne/RES) und 106 (Kontrollgruppe (SES)) Tagen erreicht. Die Rastzeit ergab bei den Versuchstieren 85 Tage und bei den Kontrolltieren 82 Tage. Bei der Zwischenbesamungszeit konnten identische Werte ermittelt werden.



**Abbildung 21:** Mittelwerte der Güst-, Rast-, Verzögerungs- und Zwischenbesamungszeit

Die Anzahl und Ergebnisse der Trächtigkeitsuntersuchung sind der Tabelle 27 zu entnehmen. In der Versuchsgruppe (Ackerbohne/RES) wurden 63,4 % der Milchkühe tragend. Bei 36,6 % der Tiere wurde ein negatives Trächtigkeitsergebnis festgestellt. Gleiche Befunde liegen in der Kontrollgruppe vor. Zwischen beiden Gruppen gibt es keinen statistisch gesicherten Unterschied.

**Tabelle 27:** TU-Ergebnisse (n, %)

TU-Ergebnis	VG (Ackerbohne/RES) n = 131		KG (SES) n = 120	
	n	%	n	%
Positiv	83	63,4	76	63,3
Negativ	48	36,6	44	36,7
p-Wert	0,997			

Die Ergebnisse aus der Trächtigkeitsuntersuchung (TU) zur Abhängigkeit der Laktationsnummer sind in Tabelle 28 dargestellt. Diese sind nicht statistisch gesichert. In der Versuchsgruppe (Ackerbohne/RES) konnten die meisten Trächtigkeiten bei Tieren der ersten Laktation ermittelt werden (74,4 %). Bis über die dritte Laktation hinaus wurden immer weniger Tiere tragend (3. Laktation 56,9 %). Bei den Kontrolltieren (SES) waren 60 und 70 % der Tiere ohne größere Schwankungen zwischen den Laktationen tragend.

**Tabelle 28:** TU-Ergebnisse in Abhängigkeit von der Laktationsnummer (n, %)

Laktation	TU-Ergebnis								p-Wert	
	Positiv				Negativ					
	VG		KG		VG		KG			
	n	%	n	%	n	%	n	%		
1.	29	74,4	20	64,5	10	25,6	11	35,5	0,379	
2.	21	61,8	27	57,4	13	38,2	20	42,6	0,701	
>=3.	33	56,9	29	69,0	25	43,1	13	31,0	0,216	

## **Erkrankungen**

Tabelle 29 zeigt die Anzahl der erkrankten Tiere, welche mindestens 50 Tage am Versuch teilgenommen haben. In der Versuchsgruppe wurde bei 41 Tieren eine Krankheit diagnostiziert und 115 Tiere blieben ohne Auffälligkeiten. Bei 32 Tieren der Kontrollgruppe (SES) konnte eine Erkrankung nachgewiesen werden. 107 Tiere blieben gesund. Prozentual betrachtet sind die Unterschiede mit 26,3 % (VG) und 23,0 % (KG) erkrankter Tiere sehr gering. Ebenso sind keine Differenzen bei der mittleren Anzahl von Erkrankungen je Tier zu sehen. In der Versuchsgruppe (Ackerbohne/RES) gab es im Mittel 1,6 Erkrankungen je Tier. Bei der Kontrollgruppe (SES) waren es 1,3 Erkrankungen je Tier.

**Tabelle 29:** Anzahl der erkrankten Tiere und der Erkrankungen im Versuchszeitraum

	VG (Ackerbohne/RES) n = 156		KG (SES) n = 139	
	n	%	n	%
gesunde Tiere	115	73,7	107	77,0
kranke Tiere	41	26,3	32	23,0
Erkrankungen während des Versuches	65	26,3	41	23,0
Ø Erkrankungen je Tier		1,6		1,3

### **4.1.4 Fazit**

In einem Fütterungsversuch an HF-Milchkühen wurde die Wirkung eines vollständigen Ersatzes von SES durch druckhydrothermisch behandelte Ackerbohnen (Opticon®-Verfahren) auf Milchleistung, Futteraufnahme, Tiergesundheit sowie Fruchtbarkeit, speziell im ersten Laktationsabschnitt, geprüft.

Unter den Bedingungen des Praxisexperimentes lag die Milchleistung in der Versuchsgruppe um 0,2 kg/Kuh und Tag signifikant höher. Bei den Milchinhaltstoffen Fett, Eiweiß und Zellzahl konnten keine Unterschiede festgestellt werden. Der vollständige Ersatz von SES durch druckhydrothermisch behandelte Ackerbohnen (Opticon®-Verfahren) führte zu einer signifikanten Senkung des Milchharnstoffgehaltes in der Versuchsgruppe. Die Stoffwechselparameter im Blutserum lagen im empfohlenen Referenzbereich. Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse weisen auf eine energetische und nährstoffgerechte Versorgung der Milchkühe hin. Auf die üblichen Fruchtbarkeitparameter als auch auf Erkrankungen zeigte die Fütterung der Opticon®-Ackerbohne keine negativen Wirkungen an.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass ein vollständiger Ersatz von SES durch Opticon®-Ackerbohne im ersten Laktationsdrittelpunkt bei gleichbleibender Leistung und bei gleichbleibenden Milchinhaltstoffen möglich ist. Der geringere Gehalt an Durchflussprotein in der Ackerbohne wird durch die druckhydrothermische Behandlung deutlich verbessert. Die Stärkeverdaulichkeit könnte auch angestiegen sein, dazu sind jedoch weitere Untersuchungen notwendig. Die Opticon®-Ackerbohne ist eine alternative Quelle beim Ersatz von SES. Jedoch kann beim vollständigen Austausch von SES auf den Einsatz von Rapsextraktionsschrot zur Versorgung der Hochleistungskuh mit Methionin nicht verzichtet werden.

Der Einsatz von hydrothermisch behandelter Ackerbohne als Ersatzfuttermittel für Sojaextraktionschrot hatte keine negative Wirkung auf die Fruchtbarkeit und die ausgewerteten fütterungsbedingten Stoffwechselerkrankungen.

## **4.2 Erhebungen zu sojafreien Futterrationen bei Milchkühen in der Praxis**

### **4.2.1 Material und Methoden**

#### **Betriebsbeschreibung**

Die in die Erhebung einbezogenen Betriebe nahmen alle an der Milchleistungsprüfung des TVL teil. Die Ergebnisse zur Jahresmilchleistung sowie zu den Milchinhaltstoffen laut TVL-Jahresbericht 2014 sind in Tabelle 30 zusammengefasst. Die Herdengröße variierte zwischen 300 bis 1.500 Milchkühen. Die höchste Milchleistung von allen Betrieben wurde mit mehr als 11.700

kg/Tier und Jahr im Betrieb J erreicht. Die Futterrationen enthielten hier Sojaextraktionsschrot. Betriebe D, I und K produzierten ohne Sojaeinsatz im Jahresmittel Milchleistungen über 10.000 kg Milch/Kuh und Jahr. Die Kühe in Betrieb K wurden über den Melkroboter gemolken.

**Tabelle 30:** Ergebnisse der Milchleistungsprüfung im Jahr 2014 (TVL-Jahresbericht 2014)

Betrieb	Sojafütterung	Herdengröße	Milchleistung kg/Kuh und Jahr	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %
A	ohne	457	8.066	3,88	3,43
B <sup>1)</sup>	ohne	849	8.510	3,91	3,40
C	ohne	681	9.914	3,70	3,27
D	ohne	235	10.384	4,10	3,40
E	ohne	1.533	8.839	3,76	3,27
F	mit	1.078	9.253	4,32	3,39
G	ohne	373	8.967	4,01	3,42
H	mit	769	10.791	4,02	3,42
I	ohne	391	10.278	4,25	3,46
J	mit	568	11.724	3,90	3,21
K <sup>1)</sup>	ohne	281	10.686	3,67	3,19

<sup>1)</sup> Melkroboter

### Datenerhebung

Im Zeitraum von September 2014 bis September 2015 wurden in 11 Thüringer Milchviehbetrieben monatlich die Futterrationen für alle Fütterungsphasen (TS 1, TS 2, Starter, HL, ML, AM) abgefragt und die jeweiligen Futterkomponenten der Rationen (Grobfutter monatlich, Kraftfutter vierteljährlich) einschließlich der Totalen-Mischrationen beprobt. Die Analyse der Nährstoffgehalte erfolgte an der TLL in der Abteilung Untersuchungswesen. Weiterhin wurden monatlich die Milchleistungsdaten aus dem jeweiligen Herdenmanagementprogramm erfasst.

### 4.2.2 Ergebnisse

#### Futtermittelanalysen

##### Grobfuttermittel

Aus den untersuchten Praxisbetrieben liegen 231 analysierte Futtermittelproben vor. Zu den wichtigsten Grundfuttermitteln zählen die Anwelk- und Maissilage. Ganzpflanzensilage sowie Silagen aus Klee-Gras, Luzerne-Gras bzw. Luzernesilage werden in einzelnen Betrieben eingesetzt, ihr Anteil am Gesamtergebnis beträgt jedoch nur 14,5 %.

In Tabelle 31 sind die Analysenergebnisse von Anwelk- und Maissilage unterteilt nach Betrieben mit und ohne Sojafütterung zusammengefasst. Statistische Unterschiede zwischen den Betrieben liegen bei beiden Silagearten in der Trockensubstanz vor, entsprechen aber den Zielvorgaben. Alle anderen Unterschiede sind nicht statistisch gesichert. Der Energiegehalt in der Anwelksilage liegt mit 0,4 MJ NEL/kg TM unter dem Zielwert. Auch beim nutzbaren Rohprotein in den Anwelksilagen wird der Zielwert unabhängig von der Fütterungsvariante nicht erreicht.

**Tabelle 31:** Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Anwelk- und Maissilage im Vergleich der Betriebe mit und ohne Sojafütterung (Mittelwerte,  $\pm$  s)

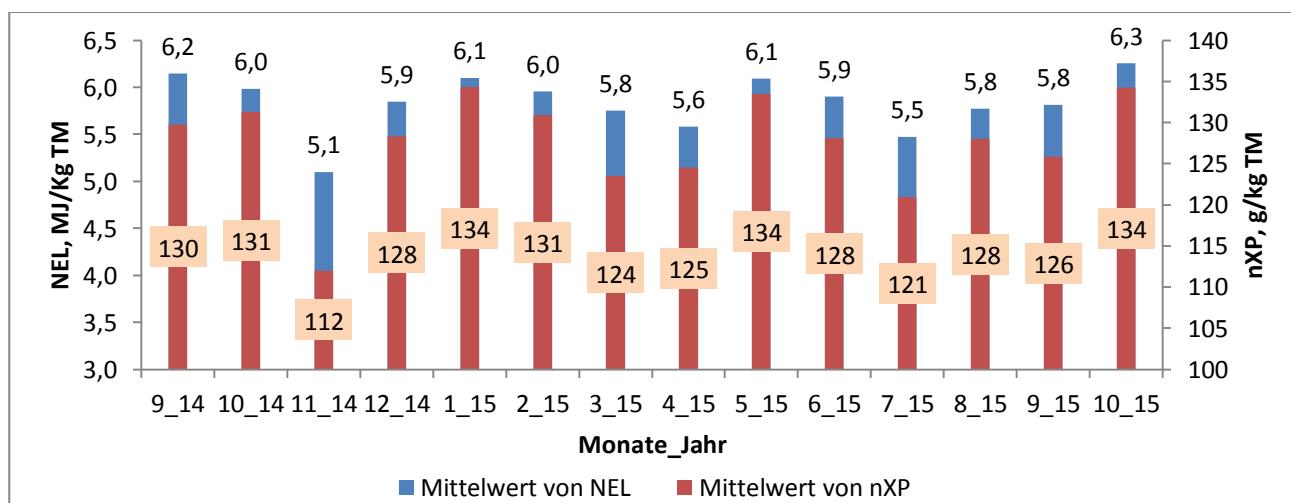
Parameter	Anwelksilage			Maissilage		
	Betriebe mit Sojaeinsatz n=35	Betriebe ohne Sojaeinsatz n=115	Zielwerte <sup>1)</sup> 1. Schnitt	Betriebe mit Sojaeinsatz n=36	Betriebe ohne Sojaeinsatz n=136	Zielwerte <sup>2)</sup>
TM, g	332,3 $\pm$ 54,9	341,2 $\pm$ 71,9	300 - 400	351,4 $\pm$ 37,5	319,2 $\pm$ 36,3**	280 - 350
XA, g/kg TM	82,8 $\pm$ 17,5	86,3 $\pm$ 21,8	< 100	36,9 $\pm$ 3,7	36,9 $\pm$ 3,7	< 45
XP, g/kg TM	135,0 $\pm$ 24,9	135,1 $\pm$ 35,8	< 170	76,9 $\pm$ 4,5	71,9 $\pm$ 6,9	< 90
XF, g/kg TM	235,7 $\pm$ 50,7	236,4 $\pm$ 38,5	220 - 250	189,9 $\pm$ 18,2	202,4 $\pm$ 26,5	170 - 200
ADF <sub>OM</sub> , g/kg TM	290,6 $\pm$ 34,1	291,7 $\pm$ 39,6	250 - 300	207,9 $\pm$ 20,7	221,5 $\pm$ 29,6*	<sup>3)</sup>
aNDF <sub>OM</sub> g/kg TM	479,0 $\pm$ 50,1	472,7 $\pm$ 52,6	400 - 480	369,1 $\pm$ 29,6	389,6 $\pm$ 47,0*	<sup>3)</sup>
XS g/kg TM				316,0 $\pm$ 65,8	294,8 $\pm$ 72,1	> 300
XZ g/kg TM	43,7 $\pm$ 20,1	47,5 $\pm$ 37,5	20 - 100			
ME Rind, MJ/kg TM	9,9 $\pm$ 0,7	9,9 $\pm$ 0,9	> 10,4	11,0 $\pm$ 0,2	10,7 $\pm$ 0,5	> 10,8
NEL, MJ/kg TM	5,9 $\pm$ 0,5	5,8 $\pm$ 0,6	> 6,2	6,5 $\pm$ 0,2	6,4 $\pm$ 0,3	> 6,5
nXP g/kg TM	130,1 $\pm$ 10,7	128,0 $\pm$ 11,9	> 135	130,9 $\pm$ 3,2	127,8 $\pm$ 3,9	> 130
RNB g N/kg TM	+ 0,8 $\pm$ 2,7	+ 1,3 $\pm$ 3,0	< 6,0	- 8,7 $\pm$ 0,9	- 9,1 $\pm$ 0,9	- 7 bis - 9

1) [http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Grassilageartikel\\_Endfassung.pdf](http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Grassilageartikel_Endfassung.pdf) [27.07.2016]

2) [http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Maissilageartikel\\_Endfassung.pdf](http://www.lufa-nord-west.de/data/documents/Downloads/Maissilageartikel_Endfassung.pdf) [27.07.2016]

3) keine Angaben

Abbildung 22 zeigt sowohl den mittleren Verlauf der Energiekonzentration (NEL) als auch den Gehalt an nutzbarem Rohprotein je kg TM im Erhebungszeitraum für die Anwelksilage, bezogen auf alle Betriebe. Dabei weist der Mittelwert der Energiekonzentration starke Schwankungen auf (5,1 bis 6,3 MJ NEL/kg TM). Bei einer unterstellten Trockenmasseaufnahme aus Anwelksilage von 8 kg/Kuh und Tag im Hochleistungsbereich bedeutet dies, dass 9,6 MJ NEL pro Kuh und Tag für die Milchproduktion nicht zur Verfügung stehen. Äquivalent entspricht dies einem Verlust von ca. 3 kg Milch bzw. für eine Fütterungsgruppe von 100 Milchkühen 300 kg Milch pro Tag oder ca. 21.000 Euro pro Jahr bei einem Milchpreis von 20 Cent. Schlechte Grundfutterqualitäten beeinflussen zudem auch die Trockenmasseaufnahme, wobei zwischen schlechter und guter Grundfutterqualität eine Differenz von bis zu 5 kg Trockenmasse/Kuh und Tag möglich ist.



**Abbildung 22:** Energiekonzentration und Gehalt an nXP in der Anwelksilage, alle Betriebe

Sowohl die Energiegehalte als auch der Gehalt an nutzbarem Rohprotein schwanken bei der Maissilage im Erhebungszeitraum kaum (Abb. 23). Im Monat März 2015 liegen keine Probenahmen für Maissilage vor.

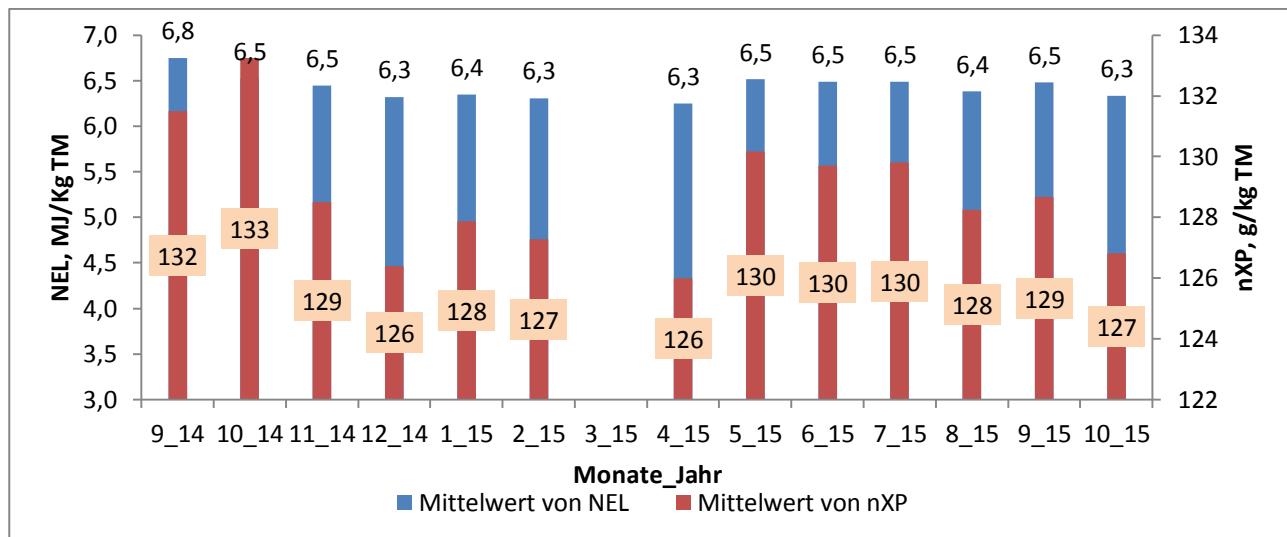


Abbildung 23: Energiekonzentration und Gehalt an nXP in der Maissilage, alle Betriebe

### Konzentratfuttermittel

Neben den Grobfuttermitteln Anwelk-, Mais- oder Luzernesilagen werden in den Futterrationen verschiedene Kraftfuttermittel eingesetzt, die sich je nach Fütterungsvariante (mit und ohne Sojaeinsatz) voneinander unterscheiden. In Tabelle 32 sind die verwendeten Konzentratfuttermittel zusammengefasst. In Futterrationen ohne Soja werden Körnerleguminosen wie Ackerbohne, Erbsen, Lupinen und Rapsprodukte mit unterschiedlichen Bearbeitungsverfahren eingesetzt. Ihr Einsatz erfolgt als Einzelfuttermittel oder als Bestandteil im Milchleistungsfutter. Biertriebersilage als beachtenswertes Eiweißfuttermittel trägt gleichermaßen in sojafreien Rationen zur Deckung des Proteinbedarfs bei. Getreide wird in beiden Fütterungsvarianten eingesetzt.

Tabelle 32: Überblick Einsatz Konzentratfuttermittel in Futterrationen mit und ohne SES

Konzentratfuttermittel	Futterrationen mit SES	Futterrationen ohne SES
Ackerbohne		X
Biertriebersilage		X
Erbsen	X	X
Lupicorn		X
Rapsextraktionsschrot, geschützt bzw. ungeschützt	X	X
Rapskuchen	X	
Rapssaat, micronisiert		X
Sojaextraktionsschrot, geschützt bzw. ungeschützt	X	
Getreide	X	X
Milchleistungsfutter	X	X
Maiskörnerschrot	X	X
Trockenschnitzel		X
Pressschnitzelsilage	X	X

In der folgenden Tabelle 33 sind für Eiweißfuttermittel die Mittelwerte und die Standardabweichung der jeweiligen Parameter dargestellt. Bei Erbsen liegen die Rohproteinwerte etwa 5 % niedriger als bei den Gehaltsangaben der DLG-Futterwerttabellen für Wiederkäuer (1997) und den Ergebnissen

des UFOP-Monitorings 2015 zur Qualität von Körnerleguminosen. Der bei der Erbse analysierte Rohproteingehalt (20 %) in Verbindung mit den mehrjährigen sortenbezogenen Futteranalysen bei Erbsen in Thüringen (Heinze 2015) ist davon auszugehen, dass hier die proteinarme Erbsensorte Rocket verfüttert wurde. Deshalb sind bei der Sortenwahl proteinreichere Sorten zu bevorzugen. Bei den anderen Futtermitteln werden die Mittelwerte aus den DLG-Tabellen in etwa erreicht.

Für eine exakte Rationsberechnung ist vor dem Einsatz im eigenen Betrieb eine Nährstoffanalyse bei allen Körnerleguminosen unbedingt notwendig, nicht nur zur Bestimmung des tatsächlichen Rohproteingehaltes.

**Tabelle 33:** Energie- und Nährstoffgehalte von verschiedenen Eiweißfuttermitteln  
(Angaben je kg Trockenmasse)

	Ackerbohnen <sup>1)</sup> n = 9	Erbsen n = 3	RES n = 24	Rapskuchen n = 2	Rapssaat <sup>2)</sup> n = 6	SES n = 5
TM, g	874,1 ± 10,8	875,3 ± 6,7	882,0 ± 7,1	916,5 ± 4,9	949,3 ± 6,7	872,8 ± 9,6
XP, g	277,2 ± 13,5	205,5 ± 4,9	383,9 ± 7,7	345,5 ± 12,0	205,2 ± 7,5	477,2 ± 16,0
XF, g	108,7 ± 28,3	118,1 ± 35,8	153,2 ± 5,9	150,0 ± 8,5	238,2 ± 58,4	90,2 ± 13,2
XL, g	21,1 ± 2,4	25,5 ± 0,4	42,9 ± 4,9	155,5 ± 2,1	190,7 ± 220,6	30,1 ± 4,5
XS, g	413,0 ± 23,6	487,0 ±	56,3 ± 12,6			
NEL, MJ	8,5 ± 0,5	8,5 ± 0,1	7,4 ± 0,1	8,7 ± 0,1	10,8 ± 0,1	8,5 ± 0,0
nXP, g	173,0 ± 57,7	180,0 ± 3,6	239,4 ± 46,6	164,5 ± 2,1	73,4 ± 3,8	229,6 ± 112,8

<sup>1)</sup> druckthermisch behandelt, <sup>2)</sup> micronisiert

### **Totale - Mischration**

Die Totalen Mischrationen (TMR) gliedern sich in den Landwirtschaftsbetrieben unabhängig von den Fütterungsvarianten in die Phasen:

- Trockensteher 1 (TS 1, 6 bis 8 Wochen vor der Kalbung)
- Trockensteher 2 (TS 2, 3 Wochen vor der Kalbung)
- Starter (ca. 3 bis 4 Wochen nach der Kalbung)
- Hochleistung
- Mittelleistung
- Altmelker.

Die TMR der einzelnen Phasen unterscheiden sich in den Fütterungsvarianten mit Soja- bzw. ohne Sojaeinsatz signifikant in ihrem Rohproteingehalt, dies trifft auch für den Parameter ELOS zu (Methode zur Schätzung der organisch verdaulichen Substanz), (Tab.34). Sojarnationen zeichnen sich durch höhere Rohproteingehalte aus, auch die verdauliche organische Substanz liegt mit durchschnittlich 3 % höher. Der Energiegehalt nach Fütterungsvarianten und Fütterungsphasen unterscheidet sich in Bezug auf den Einsatz von Soja nicht signifikant. Im Hochleistungsbereich liegt die Differenz beim Rohprotein zwischen beiden Fütterungsvarianten bei 15,3 g/kg TM. Dies bedeutet, dass aus dem Rohprotein rund 4 kg weniger Milch pro Tier und Tag produziert werden kann (Unterstellung: ausgeglichene kalkulierte Stickstoffbilanz im Pansen (RNB), wobei der Bedarf an Rohprotein mit dem nXP-Bedarf identisch ist). Die Verdaulichkeit der Gesamtrationen liegt in der Fütterungsvariante mit Sojaeinsatz mit mehr als 2 % höher als in Futterrationen ohne Sojaeinsatz.

**Tabelle 34:** Inhaltsstoffe (analysiert) der TMR nach Fütterungsphase und Fütterungsvariante

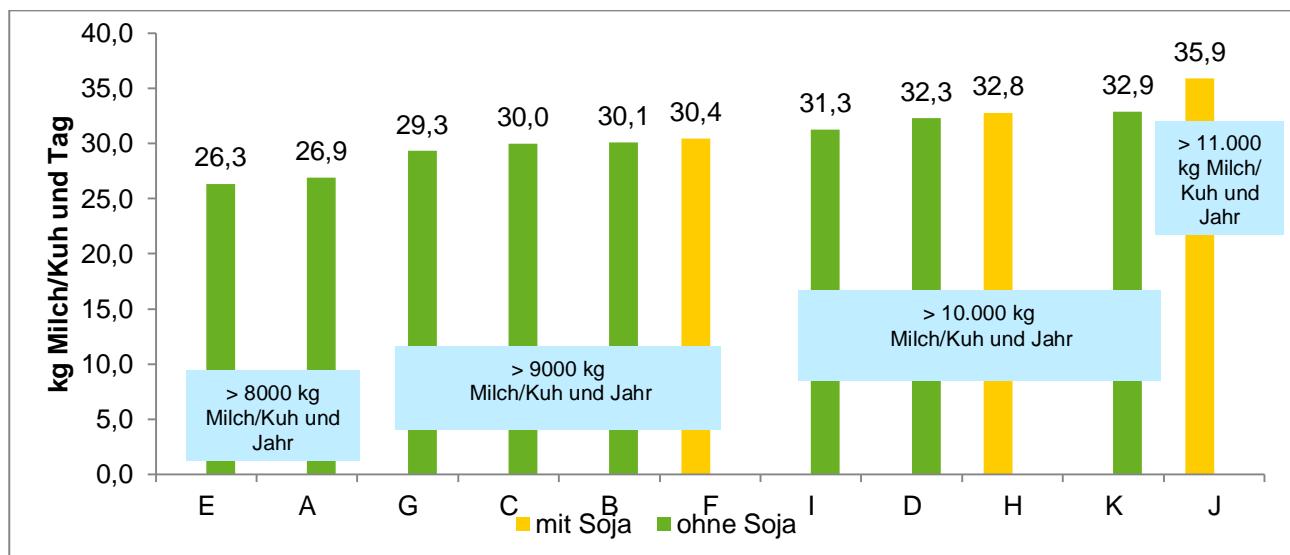
Fütterungsphase	Fütterungsvariante	XP g/kg TM	ELOS % der TM	NEL g/kg TM
HL	ohne Soja	137,3	64,0	6,5
	mit Soja	152,6*	66,6*	6,6
ML	ohne Soja	131,4	62,0	6,4
	mit Soja	151,1*	65,1*	6,5
AM	ohne Soja	132,2	62,1	6,4
	mit Soja	150,5*	64,9*	6,5
TS 1	ohne Soja	130,2	60,8	6,4
	mit Soja	150,1*	63,9*	6,4
TS 2	ohne Soja	131,8	61,6	6,4
	mit Soja	148,9*	64,7*	6,5

\* - Unterschiede signifikant ( $p < 0,001$ )

### Milchleistung

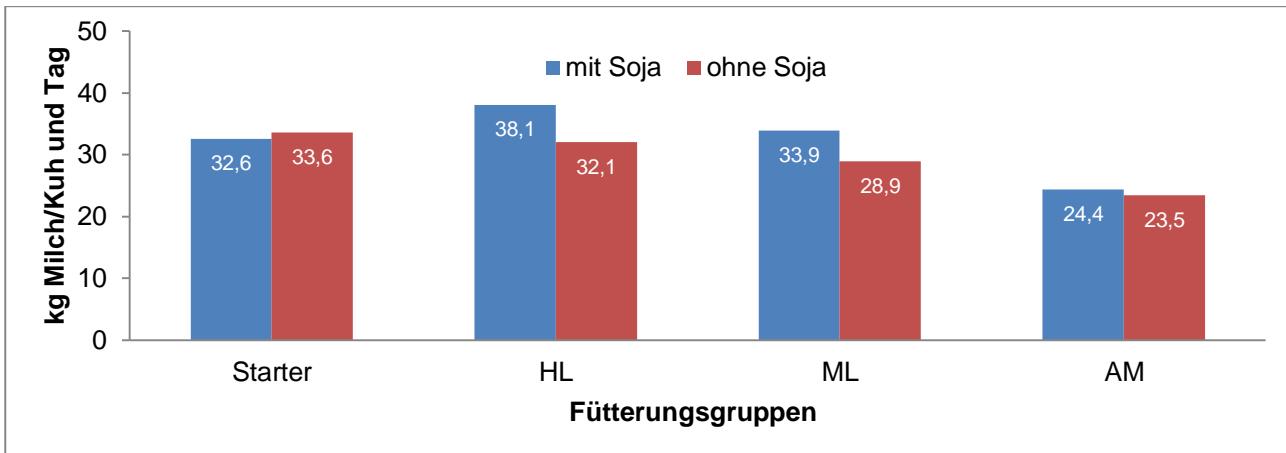
Die mittlere Milchleistung der einzelnen Betriebe mit und ohne Sojaeinsatz stellt Abbildung 24 dar. Im Leistungsbereich bis 10.000 kg Milch pro Jahr erfolgt zu 83 % kein Sojaeinsatz (Betriebe E, A, G, C, B). Betrieb F liegt ebenfalls im Leistungsbereich bis 10.000 kg Milch, die Rationen enthalten jedoch in der Fütterungsphase TS 2, Starter und Hochleistung Sojaextraktionsschrot. In der Hochleistung werden dabei 1,0 bis 1,2 kg SES/Kuh und Tag verfüttert, im Starterbereich 1 bis 1,5 kg bzw. in der Phase TS 2 1,0 bis 1,9 kg. Die Futterrationen im Altmelkerbereich und in TS 1 sind jedoch sojafrei. Betriebe I, D und K erreichen hingegen ebenfalls ohne Sojaeinsatz Milchleistungen über 10.000 kg/Kuh und Jahr.

Bei Milchleistungen über 11.000 kg Milch pro Kuh und Jahr wurden die Rationen in den einzelnen Fütterungsphasen mit SES ergänzt. Im Hochleistungsbereich variiert die Einsatzmenge von SES zwischen 1 bis 2,5 kg/Kuh und Tag, in der Mittelleistung beträgt der Anteil 1,5 kg bzw. im Altmelkerbereich 0,5 bis 1 kg. Im Trockensteherbereich TS 1 wird SES eingesetzt, in TS 2 erhalten die Tiere 0,75 kg SES/Tag.



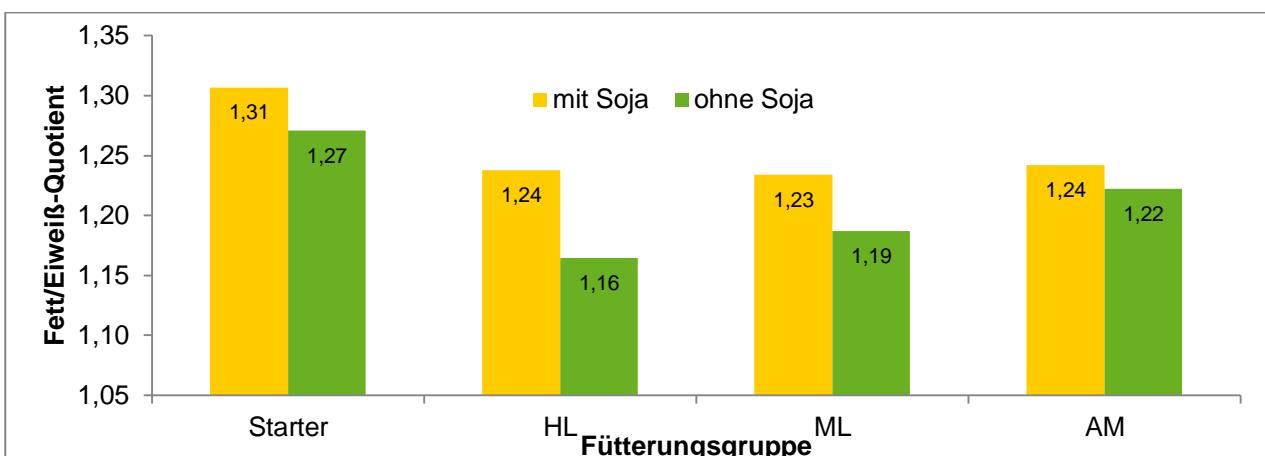
**Abbildung 24:** Milchleistung (kg/Kuh und Tag) mit und ohne Sojaeinsatz nach Betrieben

Futterrationen mit Sojaeinsatz erreichen in den Fütterungsphasen HL, ML und Altmelker signifikant höhere Milchleistungen/Kuh und Tag. In der Starter-Fütterung sind die Milchleistungen bei soja-freien Rationen signifikant erhöht und liegen über den mittleren Milchleistungen der Hochleistungsration (Abb. 25).



**Abbildung 25:** Milchleistung (kg/Kuh und Tag) mit und ohne Sojaeinsatz nach Fütterungsgruppen, alle Unterschiede signifikant ( $p < 0,001$ )

Zur Erkennung ketosegefährdeter Kühe dient der Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ), gebildet aus dem Fett- und Eiweißgehalt der Milch. Dabei sind Werte  $\geq 1,5$  ein Hinweis auf subklinische Ketosen. Ein  $FEQ \leq 1,0$  deutet auf eine unzureichende Rohfaserversorgung hin mit negativen Auswirkungen auf die Pufferkapazität des Pansens (subklinische Pansenazidose mit ggf. akuten Krankheitsfällen oder Spätfolgen, z.B. für die Klauengesundheit). In den Fütterungsgruppen gibt es zwischen den Fütterungsvarianten mit und ohne Sojaeinsatz auf Grund des FEQ keine Hinweise auf subklinische Ketosen. Die Kühe sind in allen Fütterungsgruppen ausreichend mit Rohfaser versorgt (Abb. 26).



**Abbildung 26:** Fett/Eiweiß-Quotient mit und ohne Sojaeinsatz nach Fütterungsgruppen, alle Unterschiede signifikant ( $p < 0,001$ )

Tabelle 35 fasst die Milchleistung, den Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalt sowie den Fett-Eiweißquotient nach der Jahresmilchleistung und den Fütterungsphasen bei sojafreier Fütterung zusammen. Hohe Jahresleistungen sind mit hohen Tagesleistungen verbunden. Zwischen den einzelnen Fütterungsphasen unterscheiden sich die Milchleistungen auch voneinander (Altmelker niedrigste bzw. Hochleistung höchste Milchleistung). Sojafreie Betriebe mit mehr als 10.000 kg Milch/Jahr weisen insgesamt mit 38,3 kg pro Kuh und Tag die höchste Milchleistung auf. Der Milchharnstoffgehalt variiert innerhalb der Fütterungsgruppen genauso wie in Abhängigkeit von der Jahresleistung. Steigende Milchleistungen erhöhen auch in Futterrationen ohne Sojaeinsatz den Milchharnstoffgehalt (Tab. 35). Im Vergleich zu Sojarnationen mit 230 mg Harnstoff/l Milch liegt dieser mit 194 jedoch signifikant niedriger.

**Tabelle 35:** Mittlere Milchleistung mit sojafreien Futterrationen ( $p < 0.001$ )

Fütterungsphase	kg Milch/Kuh und Jahr	Milchleistung kg/Tier und Tag	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %	FEQ	Harnstoffgehalt mg/l Milch
Starter	> 8000	29,9 ± 5,9 <sup>a</sup>	4,1 ± 0,7 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,3 <sup>a</sup>	1,24 ± 0,2 <sup>a</sup>	164,5 ± 60,1 <sup>a</sup>
	> 9000	32,8 ± 7,4 <sup>b</sup>	3,9 ± 0,6 <sup>b</sup>	3,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	1,18 ± 0,2 <sup>b</sup>	196,9 ± 54,6 <sup>b</sup>
	> 10000	35,5 ± 9,5 <sup>b</sup>	4,4 ± 0,7 <sup>b</sup>	3,4 ± 0,4 <sup>b</sup>	1,28 ± 0,2 <sup>b</sup>	213,5 ± 54,3 <sup>ab</sup>
HL	> 8000	30,3 ± 7,0 <sup>a</sup>	3,8 ± 0,6 <sup>a</sup>	3,3 ± 0,3 <sup>a</sup>	1,16 ± 0,2 <sup>a</sup>	182,2 ± 60,8 <sup>a</sup>
	> 9000	30,7 ± 7,0 <sup>b</sup>	3,7 ± 0,6 <sup>b</sup>	3,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	1,11 ± 0,2 <sup>b</sup>	207,2 ± 67,2 <sup>b</sup>
	> 10000	38,3 ± 6,4 <sup>b</sup>	4,1 ± 0,6 <sup>b</sup>	3,4 ± 0,3 <sup>b</sup>	1,21 ± 0,2 <sup>b</sup>	224,9 ± 52,46 <sup>b</sup>
ML	> 8000	24,6 ± 6,7 <sup>a</sup>	4,1 ± 0,6 <sup>a</sup>	3,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	1,18 ± 0,2 <sup>a</sup>	202,3 ± 69,2 <sup>a</sup>
	> 9000	31,7 ± 7,4 <sup>b</sup>	3,8 ± 0,6	3,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	1,16 ± 0,2 <sup>b</sup>	194,3 ± 62,3 <sup>b</sup>
	> 10000	31,7 ± 4,5 <sup>ab</sup>	4,0 ± 0,5 <sup>b</sup>	3,3 ± 0,3 <sup>b</sup>	1,22 ± 0,1 <sup>b</sup>	225,5 ± 52,0 <sup>b</sup>
AM	> 8000	21,5 ± 6,1 <sup>a</sup>	4,3 ± 0,6 <sup>a</sup>	3,5 ± 0,3 <sup>a</sup>	1,22 ± 0,2 <sup>a</sup>	209,6 ± 64,6 <sup>a</sup>
	> 9000	22,9 ± 5,3 <sup>b</sup>	4,1 ± 0,6 <sup>b</sup>	3,6 ± 0,3 <sup>b</sup>	1,13 ± 0,2 <sup>b</sup>	211,1 ± 81,2 <sup>b</sup>
	> 10000	25,8 ± 5,0 <sup>b</sup>	4,6 ± 0,6 <sup>b</sup>	3,8 ± 0,3 <sup>b</sup>	1,20 ± 0,1 <sup>b</sup>	216,3 ± 47,9 <sup>b</sup>

a, b: Werte mit unterschiedlicher Bezeichnung unterscheiden sich signifikant.

Beim Vergleich der Milchleistungen innerhalb der Laktation zeigt sich, dass Futterrationen mit Soja signifikant höhere Milchleistungen aufweisen (Tab. 36). Die Fett-, Eiweiß- und Harnstoffgehalte liegen unabhängig von der Fütterungsvariante im Normalbereich. Sie werden durch die Fütterung wie z. B. Fütterungssystem, Struktur, Rohfaser, Rohfett, Stärke, Energie oder nXP-Gehalt beeinflusst. Auch der FEQ bewegt sich im Normbereich. Der Harnstoffgehalt unterscheidet sich zwischen den Fütterungsvarianten, wobei Rationen ohne Soja signifikant niedrige Werte aufweisen.

**Tabelle 36:** Milchleistung nach Laktationen

Laktation	Fütterungs-variante	Milchleistung kg/Tier und Tag	Fettgehalt %	Eiweißgehalt %	FEQ	Harnstoffgehalt mg/l Milch
1	mit Soja	30,6 <sup>a</sup>	4,1 <sup>a</sup>	3,36	1,22	227 <sup>a</sup>
	ohne Soja	25,5 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	3,40	1,18	204 <sup>b</sup>
2	mit Soja	34,7 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>	3,42	1,24	215 <sup>a</sup>
	ohne Soja	30,6 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	3,42	1,17	199 <sup>b</sup>
3	mit Soja	34,9 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	3,41	1,26	210 <sup>a</sup>
	ohne Soja	31,6 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	3,42	1,19	196 <sup>b</sup>
4	mit Soja	34,2 <sup>a</sup>	4,3 <sup>a</sup>	3,44	1,27	208 <sup>a</sup>
	ohne Soja	31,6 <sup>b</sup>	4,0 <sup>b</sup>	3,42	1,18	204 <sup>b</sup>
>4	mit Soja	33,6 <sup>a</sup>	4,4 <sup>a</sup>	3,41	1,29	207 <sup>a</sup>
	ohne Soja	30,7 <sup>b</sup>	4,1 <sup>b</sup>	3,39	1,22	197 <sup>b</sup>

a, b: Werte mit unterschiedlicher Bezeichnung unterscheiden sich signifikant ( $p < 0.001$ )

## Futterrationen

### Futterrationen Betriebe mit und ohne Sojaeinsatz

In Tabelle 37 sind verschiedene Energie- und Inhaltsstoffe für die Fütterungsphasen Starter, Hochleistung, Altmelker und Trockensteher nach Fütterungsvarianten (mit bzw. ohne Soja) zusammengefasst. Unabhängig von der Fütterungsvariante werden die Futterrationen je nach Fütterungsphase entsprechend kalkuliert.

Die kalkulierte Trockenmasseaufnahme entspricht der jeweiligen Milchleistung der entsprechenden Fütterungsphase. Die Trockenmasseaufnahme aus dem Grobfutter variiert zwischen den Varianten, im Hochleistungsbereich liegt sie zwischen 13 mit Sojafütterung bzw. 15 kg/Kuh und Tag ohne Sojafütterung. Auch in der Mittelleistung werden mit 16 kg sehr hohe Grobfutteraufnahmen in soja-freien Rationen erreicht.

Über diese hohen Grobfutteraufnahmen wird das Potential des Grobfutters für die Rohproteinversorgung besser genutzt. Die Energiegehalte in den Rationen sind gleich und unabhängig von der entsprechenden Fütterungsvariante. Die Versorgung mit nXP ist ausreichend und schwankt kaum zwischen den Fütterungsvarianten. In Bezug auf die Pansenübersäuerung ist die Summe aus Zucker und der im Pansen verfügbaren Stärke zu beachten. Für melkende Tiere ist bei gezielter Vorbereitungs- und Anfütterung, geeigneter Fütterungstechnologie und ausreichenden Mengen an strukturiertem Grobfutter ein Gehalt an pansenverfügbarer Kohlenhydraten (unbeständige Stärke und Zucker) bis zu 250 g/kg TM der Gesamtration möglich. Die kalkulierten Rationen berücksichtigen alle diesen Orientierungswert.

**Tabelle37:** Mittlerer Nährstoff- und Energiegehalt sowie Trockenmasseaufnahme nach Fütterungsphase und Fütterungsvariante (kalkuliert in Futterration)

Fütterungs-phase	Fütterungs-variante	TMA	TMA aus GF	NEL	nXP	XF	XL	XS + XZ
		kg/Tier und Tag		MJ/kg TM	g/kg TM	g/kg TM		
Starter	mit Soja	21,5	12,7	7,1	158,2	164,9	42,3	239,2
	ohne Soja	20,7	12,4	7,1	153,6	161,5	51,8	222,4
HL	mit Soja	22,3	13,2	7,1	158,5	159,2	43,4	243,2
	ohne Soja	21,7	14,8	7,1	161,1	164,6	38,8	208,3
ML	mit Soja	19,9	12,9	6,8	144,3	170,3	36,3	247,6
	ohne Soja	19,3	16,5	6,9	143,8	165,3	45,6	234,9
AM	mit Soja	17,8	11,9	6,6	145,9	174,5	34,0	248,1
	ohne Soja	18,8	12,9	6,7	139,3	183,8	39,7	184,5
TS 1	mit Soja	10,6	10,3	5,5	120,9	266,4	42,2	61,9
	ohne Soja	11,8	9,2	6,0	120,6	241,3	52,2	121,2
TS 2	mit Soja	11,0	8,5	6,5	144,1	189,5	30,8	199,1
	ohne Soja	11,7	8,0	6,5	145,9	188,8	45,3	183,7

In den Abbildungen 27 und 28 sind die eingesetzten Futtermittel aus den verschiedenen Hochleistungsrationen hinsichtlich ihrer mittleren Einsatzmengen zusammengestellt, die zwischen den einzelnen Fütterungsvarianten abweichen. Futterrationen mit Soja enthalten ausschließlich Sojaextraktionsschrot in geschützter und/oder ungeschützter Form. Andere Sojafuttermittel kamen in den untersuchten Betrieben nicht zum Einsatz. Ihre Einsatzmenge beträgt in den HL-Rationen im Mittel zwischen 1,0 bzw. 1,2 kg /Tier und Tag.

Rapsprodukte sind in den Rationen vielfältig. Es wird geschütztes und ungeschütztes Rapsextraktionsschrot ebenso eingesetzt wie micronisierte Rapssaat und Rapskuchen. Ungeschütztes Rapsextraktionsschrot bzw. Rapskuchen sind auch in sojafreien Futterrationen zu finden. Körnerleguminosen (Ackerbohne, Erbse) sowie eine Kombination aus geschützter Lupine und geschütztem Rapsextraktionsschrot (Lupicon) werden ausschließlich in sojafreien Rationen verfüttert. Die Höchstmenge an Erbsen in HL-Rationen betrug 1 kg/Kuh und Tag und bei den Ackerbohnen 1,5 kg/Kuh und Tag.

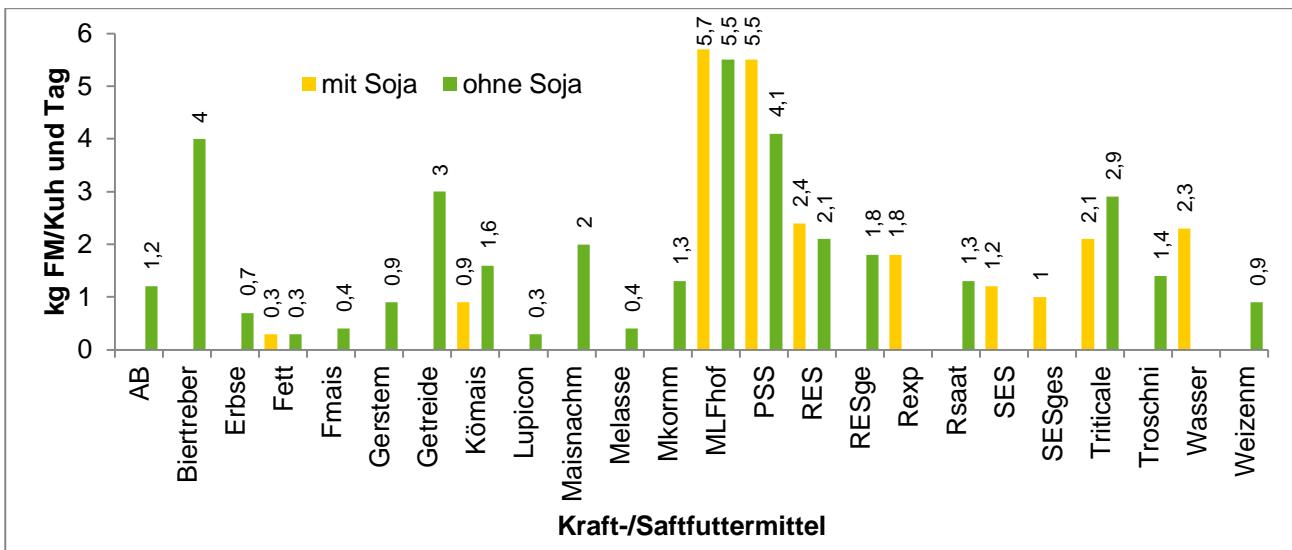


Abbildung 27: Kraft-/Saftfuttermittel in den Hochleistungsrationen (kg FM/Tier und Tag, Mittelwert)

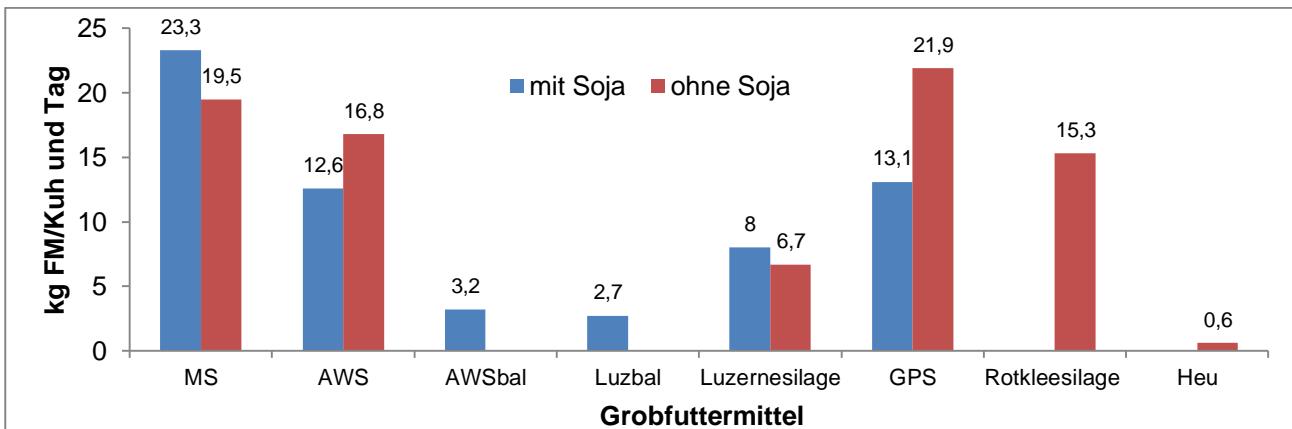


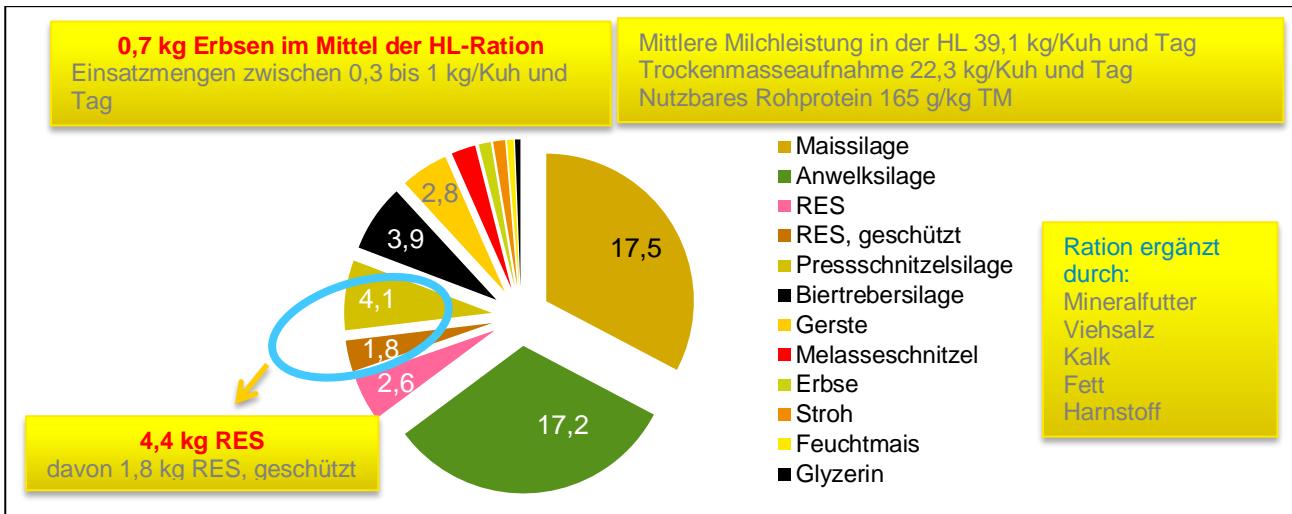
Abbildung 28: Grobfuttermittel in Hochleistungsrationen (kg FM/Tier und Tag, Mittelwert)

### Futterrationen ohne Soja (Hochleistung)

#### Betrieb I

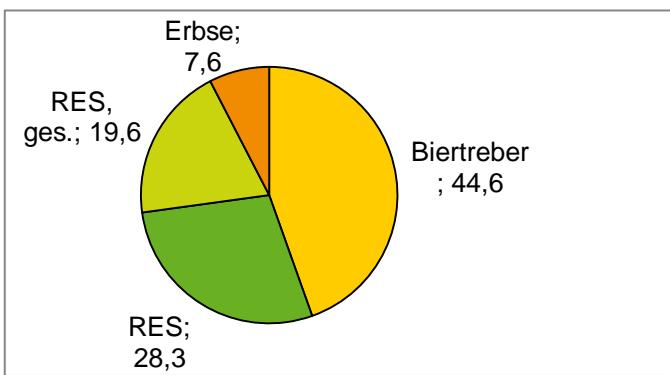
Betrieb I erzielt innerhalb der Betriebe ohne Sojaeinsatz eine Jahresmilchleistung von mehr als 10.278 kg Milch pro Kuh (TVL 2014). Die Fütterung erfolgt als Totale Mischration über den Futtermischwagen. Das Melken erfolgt über den Melkstand. Nachfolgend werden die Futterrationen im Hochleistungs- und Altmelkerbereich beschrieben.

Die Hochleistungsphase im Betrieb I ist durch eine mittlere Milchleistung von 39,1 kg /Kuh und Tag gekennzeichnet. Innerhalb dieser Leistungsgruppe sind Einzelmilchleistungen von bis zu 50 kg pro Tier und Tag möglich. Die mittlere Trockenmasseaufnahme von 22,3 kg/Kuh und Tag sowie der Gehalt an nutzbarem Rohprotein in der Totalen Mischartion (165 g/kg TM) entsprechen den Empfehlungen der GfE (2001), (Abb. 29). Die TMR-Analyse der HL-Ration ergibt 6,8 MJ NEL bzw. 156 g XP je kg Trockenmasse. Anwek- und Maissilage bilden die Grobfuttergrundlage mit gleichen Anteilen von 17,5 bzw. 17,2 kg Frischmasse in der Gesamtration zuzüglich Stroh. Zu den Kraft- und Saftfuttermitteln zählen Pressschnitzel- und Bierbrebersilage, Rapsextraktionsschrot, geschütztes Rapsextraktionsschrot, Gerste, Melasseschnitzel, Erbsen, Feuchtmais und Glyzerin. Die Gesamt ration wird anteilig durch Mineralfutter, Viehsalz, Kalk, Fett und Harnstoff ergänzt. In der Hochleistungsphase werden insgesamt 4,4 kg Rapsextraktionsschrote eingesetzt, davon 1,8 kg in geschützter Form. Die Erbsenmenge in der Ration beträgt rund 0,7 kg/Kuh und Tag, wobei die Einsatzmenge im Jahresverlauf zwischen 0,3 bis 1,0 kg schwankt (Abb. 29).



**Abbildung 29:** Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Hochleistungsbereich im Betrieb I (kg Frischmasse/Kuh und Tag)

Zu den Eiweißfuttermitteln (Kraft- und Saftfutter) in der Hochleistungsgruppe gehören Biertreber, Rapsextraktionsschrot, geschütztes Rapsextraktionsschrot und Erbsen (Abb. 30). Der Anteil an Biertreber ist mit rund 45 % hoch. Der Energiegehalt von silierten Biertrebern liegt bei ca. 6,7 MJ NEL je kg Trockenmasse. Biertrebereiweiß zeichnet sich durch eine hohe Pansenstabilität aus, die Abbaubarkeit in den Vormägen liegt bei ca. 52 % (UDP-Gehalt 40 %). Im Vergleich zum tatsächlichen Rohproteingehalt (250 gXP/kg TM) kommt es dadurch zu einer relativen hohen Eiweißanlieferung am Dünndarm. Auch der Aminosäuregehalt in den Biertrebern ist hoch. In der praktischen Rationsgestaltung im Betrieb I wird deutlich, dass im Hochleistungsbereich bei einer mittleren Milchleistung von 39 kg/Tier und Tag geschütztes Rapsextraktionsschrot notwendig ist. Der Anteil beträgt rund 20 Prozent (Abb. 30). Der größte Anteil des Eiweißes im Rapsextraktionsschrot unterliegt dem Abbau im Pansen (65 %). Der UDP-Anteil beträgt 35 %. So kann z. B. durch gezielte technische (Hitze, Druck) oder chemische Behandlungen dieser Anteil bis auf rund 70 % gesteigert werden, so dass bei unverändertem Gehalt an Rohprotein der Gehalt an nXP erhöht wird.



**Abbildung 30:** Anteilige Zusammensetzung (%) der Eiweißfuttermittel (Kraft-/Saftfutter) im Hochleistungsbereich (Betrieb I)

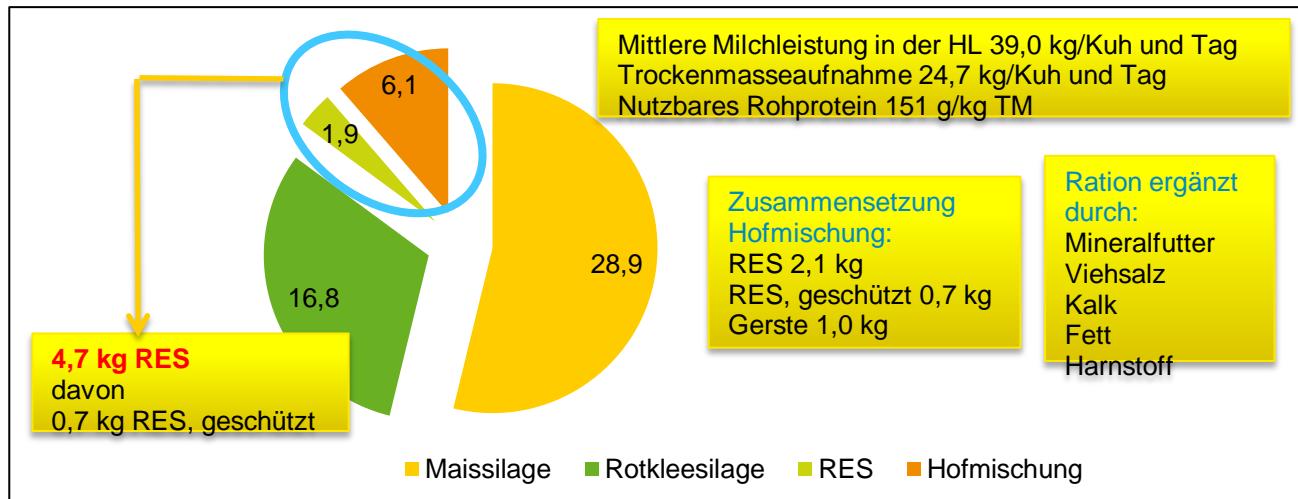
## Betrieb D

Betrieb D erzielt als Betrieb ohne Sojaeinsatz eine Jahresmilchleistung von 10.384 kg Milch pro Kuh (TVL, 2014).

Die Fütterung erfolgt als Totale Mischartion über den Futtermischwagen und das Melken über den Melkstand. Nachstehend werden die Futterrationen im Hochleistungs- und Altmelkerbereich beschrieben.

Die Hochleistungsphase in Betrieb D ist durch eine 39,0 kg/Kuh und Tag gekennzeichnet (Maximum: 53,9 kg/Kuh und Tag). Die mittlere Trockenmasseaufnahme ist mit 24,7 kg/Kuh und Tag hoch. Der Gehalt an nutzbarem Rohprotein ist in der Gesamtration mit 151 g/kg TM niedrig (GfE-Empfehlung bei 40 kg Milch: 160 g/kg TM), (Abb. 31). Dennoch wird durch die hohe Trockenmasseaufnahme der Bedarf an nutzbarem Rohprotein abgedeckt. Maissilage ist bei den Grobfut-

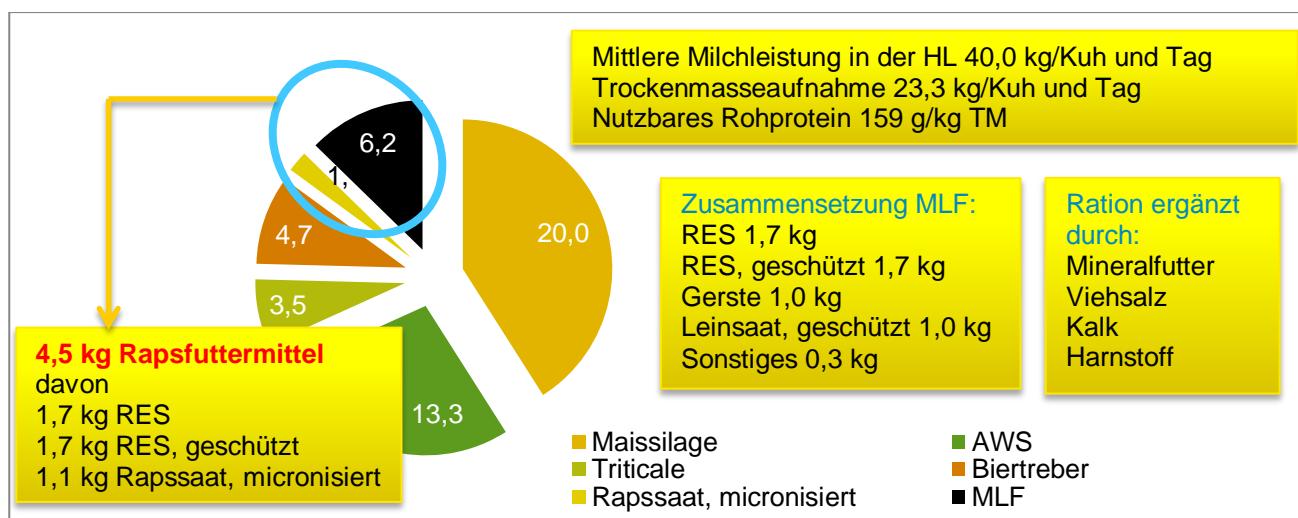
termitteln die Hauptkomponente (28,9 kg FM/Kuh und Tag bzw. 9,2 kg TM/Kuh und Tag). Ergänzt wird diese durch eine Silage aus Rotklee. Als Kraftfutterkomponenten werden Rapsextraktionschrot (geschützt, ungeschützt) und Getreide (Weizen, Gerste) verwendet. Im Hochleistungsbereich kommen dabei 4,7 kg Rapsextraktionsschrot, davon 0,7 kg Rapsextraktionsschrot in geschützter Form pro Kuh und Tag zum Einsatz. Ergänzt wird die Ration durch Mineralfutter, Viehsalz, Kalk, Futterfett und Harnstoff. Die TMR-Analyse der HL-Ration ergibt 6,4 MJ NEL bzw. 146 g XP je kg Trockenmasse. Diese Werte entsprechen den berechneten Futterraten.



**Abbildung 31:** Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Hochleistungsbereich im Betrieb D (kg Frischmasse/Kuh und Tag)

## Betrieb K

Betrieb K hat im Vergleich zu den Betrieben ohne Sojaeinsatz die höchste Milchleistung mit 10.686 kg auf (TVL 2014). Die Tiere werden über Melkroboter gemolken. Die zu melkenden Kühe bekommen die Basalration als TMR vorgelegt. Dazu erhalten die Kühe eine leistungsabhängige Zuteilung an Milchleistungsfutter im Melkroboter (ca. 2 bis 7 kg/Kuh und Tag). In Abbildung 32 ist die Hochleistungsration inklusive 7 kg Milchleistungsfutter dargestellt. Wie in den Betrieben I und D (Abb. 29 und 31) setzt sich die HL-Ration aus hohen Anteilen an Rapsfuttermitteln zusammen, wobei an erster Stelle das Rapsextraktionsschrot steht. Die Hochleistungsration in Betrieb K enthält insgesamt 4,5 kg Rapsfuttermittel, davon 2,8 kg RES in behandelter (geschützter Form). Die Trockenmasseaufnahme beträgt bei 40 kg Milch/Tier und Tag 23,3 kg, davon rund 11,3 kg aus Grobfutter. Die Grobfutterbasis bilden Mais- und Anwelsilage. Wie in Betrieb I ist Biertrebersilage Bestandteil der TMR, dessen Protein sich durch eine hohe Pansenstabilität auszeichnet.

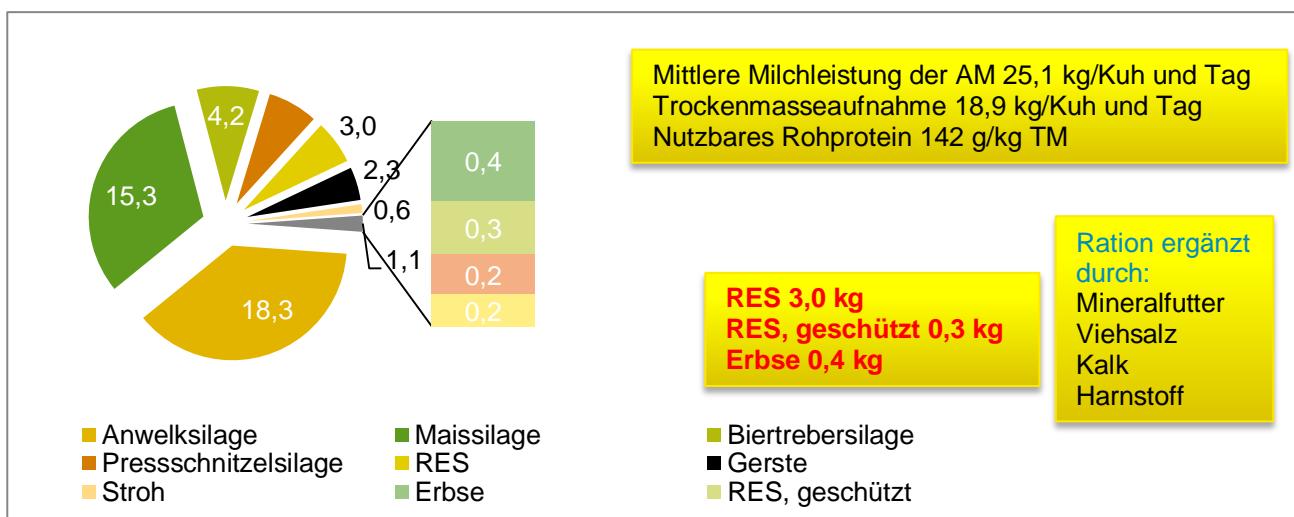


**Abbildung 32:** Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Hochleistungsbereich im Betrieb K (kg Frischmasse/Kuh und Tag)

## Futterrationen ohne Soja (Altmelker)

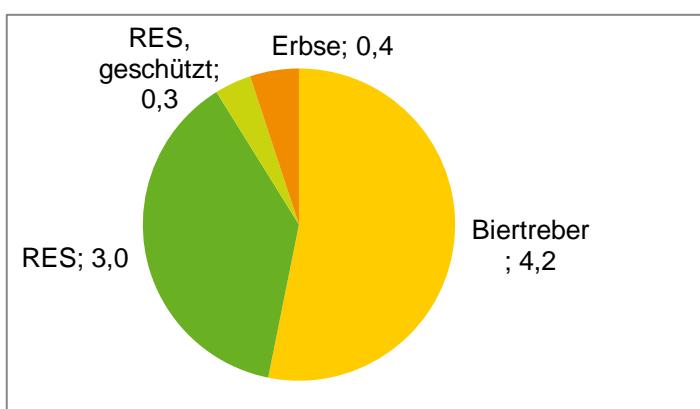
### Betrieb I

In Betrieb I setzen sich die Futterkomponenten im Altmelkerbereich bis auf wenige Ausnahmen ähnlich wie im Hochleistungsbereich zusammen, die durch entsprechende Futterzusätze ergänzt (Abb. 33) werden. Die Ration ist der Michleistung entsprechend angepasst und folgt auch hier den Empfehlungen der GfE. Insgesamt werden 3,3 kg Rapsextraktionsschrot, davon 0,3 kg in geschützter Form, pro Kuh und Tag eingesetzt.



**Abbildung 33:** Prozentuale Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Altmelkerbereich im Betrieb I (kg Frischmasse/Kuh und Tag)

Die eingesetzten Eiweißfuttermittel (Kraft- und Saftfuttermittel) unterscheiden sich im Altmelkerbereich nicht von der Hochleistungsration. Der Anteil an Biertreber ist mit rund 45 % ähnlich wie in der Hochleistung (Abb. 34). Biertreber trägt auch hier zu einer Erhöhung der Eiweißanlieferung am Dünndarm bei.



**Abbildung 34:** Anteilige Zusammensetzung (%) der Eiweißfuttermittel (Kraft-/Saftfutter) im Altmelkerbereich (Betrieb I)

### 4.2.3 Fazit

Durch sojafreie Rationen sind nicht die absoluten Jahresmilchleistungen im Vergleich zu Rationen mit Sojaergänzung zu erwarten. Mit sojafreien Rationen können Milchleistungen bis 10.500 kg/Kuh und Jahr erreicht werden. Dabei muss die Kuh neben einer bedarfsgerechten Energieversorgung so mit Protein und Stickstoff versorgt werden, dass die Mikroben des Vormagens optimal wachsen können und den Bedarf der Kuh an Aminosäuren im Dünndarm decken.

In sojafreien Rationen ist Rapsextraktionsschrot das Haupteiweißfuttermittel, wobei sich der maximale Einsatz nach dem Proteinbedarf in den verschiedenen Fütterungsphasen richtet. Es ist ein heimisch produziertes Eiweißfuttermittel und wesentliche Säule der Proteinversorgung der Milchkühe.

Die Einsatzmengen von Ackerbohnen bzw. Erbsen in den erhobenen Hochleistungsrationen sind mit durchschnittlich 1,2 bzw. 0,7 kg/Tier und Tag als gering einzuschätzen. Im Altmelkerbereich sind die Futtermengen noch geringer. Die Einsatzempfehlungen liegen jedoch bei bis zu 4 kg/Tier und Tag für Erbsen, Ackerbohnen oder Lupinen. Um die Eiweißstrategie der Thüringer Landesregierung umzusetzen, sollte sich der Anteil dieser Eiweißfuttermittel in den Futterrationen deutlich erhöhen.

Beim Einsatz von Körnerleguminosen in der Milchviehfütterung müssen sowohl die hohen Stärke- und Fettgehalte als auch die beschriebenen unerwünschten Inhaltsstoffe beachtet werden. Bei Milchkühen ist ferner zu berücksichtigen, dass Ackerbohnen und Erbsen eine hohe Proteinabbaubarkeit im Pansen aufweisen und somit geringe nXP-Gehalte und UDP-Anteile und hohe RNB-Werte vorliegen. Eine Kombination mit Eiweißfuttermitteln, die einen hohen UDP-Anteil aufweisen (40 bis 70 %), ist zu empfehlen. Zu ihnen gehören beispielsweise geschütztes RES, Biertreber und Getreidetrockenschlempen. Bei Futtermengen über 1,5 kg/Kuh und Tag kann eine Behandlung der Körnerleguminosen (Wärme, Druck, Dampf) sinnvoll sein, damit einerseits der UDP-Anteil in der Ration erhöht und der hohe Bedarf an nXP für die Milchproduktion gedeckt wird. Problematisch könnte jedoch bei der Behandlung der Körnerleguminosen der Aufschluss der enthaltenen Stärke sein, der bei sehr hohen Einsatzmengen ggf. zu einem stärkeren pH-Wert-Abfall im Pansen führen und das Acidose-Risiko erhöhen könnte. Um die Pansenabbaubarkeit von Stärke und Rohprotein einzuschränken, sollten die Körnerleguminosen in grob geschröter oder gequetschter Form verabreicht werden.

Im ökologischen Landbau sind in Futterrationen die Futtermittel so einzusetzen, dass der Bedarf an Energie, Protein, Struktur und weiteren Nährstoffen gedeckt wird. Da im ökologischen Landbau keine Extraktionsschrote verfüttert werden dürfen, kann die Behandlung der Körnerleguminosen (Druck, Wärme, Dampf) auch bereits bei geringen Einsatzmengen unter 1,5 kg/Kuh und Tag sinnvoll sein.

Sojafreie Rationen könnten auf Grund der Reduzierung des Milchharnstoffgehalts positiv auf die Tiergesundheit wirken. Hierzu sind weitere Untersuchungen zur Tiergesundheit notwendig.

In der Milchkuhfütterung wird aus ökonomischen und physiologischen Gründen eine möglichst hohe Nährstoffkonzentration durch wirtschaftseigene Futtermittel angestrebt, nicht zuletzt um daraus einen erheblichen Anteil der Rohprotein- und Energieversorgung über die selbst erzeugten Silagen zu decken. Die Herstellung einer guten Silage schließt die weitestgehende Erhaltung der verdaulichen Nährstoffe des Ausgangsmaterials bzw. deren Lagerfähigkeit ein und ist zugleich Voraussetzung für eine hohe Trockenmasseaufnahme aus dem Grobfutter. Diese optimierten Silagen sind wichtiger Bestandteil in sojafreien Futterrationen. Ihr Anteil an der Deckung des Bedarfs an Energie und Protein ist erheblich.

Zu einer erfolgreichen sojafreien Fütterung sind Rationsberechnungen für jede Fütterungsphase und regelmäßige Futtermitteluntersuchungen unentbehrlich. Nur durch Analysen der Futtermittel kann der Futterwert richtig eingeschätzt werden. Bei den Grobfuttermitteln sollten grundsätzlich die Gehalte an Trockenmasse, Rohasche, NEL, nXP, RNB, Zucker, Stärke, Strukturwert, Ca, P, Na und Mg bekannt sein, zu empfehlen sind auch Detergenzienfasern ( $ADF_{om}$ ,  $aNDF_{om}$ ). Die Analyse der Gärqualität ist als Kontrolle der Konservierung, zur Einschätzung der möglichen Futteraufnahme und der Wahrscheinlichkeit der Nacherwärmung sinnvoll. Betriebseigene Futtermittel sind auch bei sojafreien Rationen um geeignete Zukauffuttermittel zu ergänzen. Auch hier ist eine regelmäßige Futtermitteluntersuchung zu empfehlen. Nicht zuletzt tragen Futtermitteluntersuchungen dazu bei, Futterrationen bedarfsgerecht und kostengünstig zu gestalten.

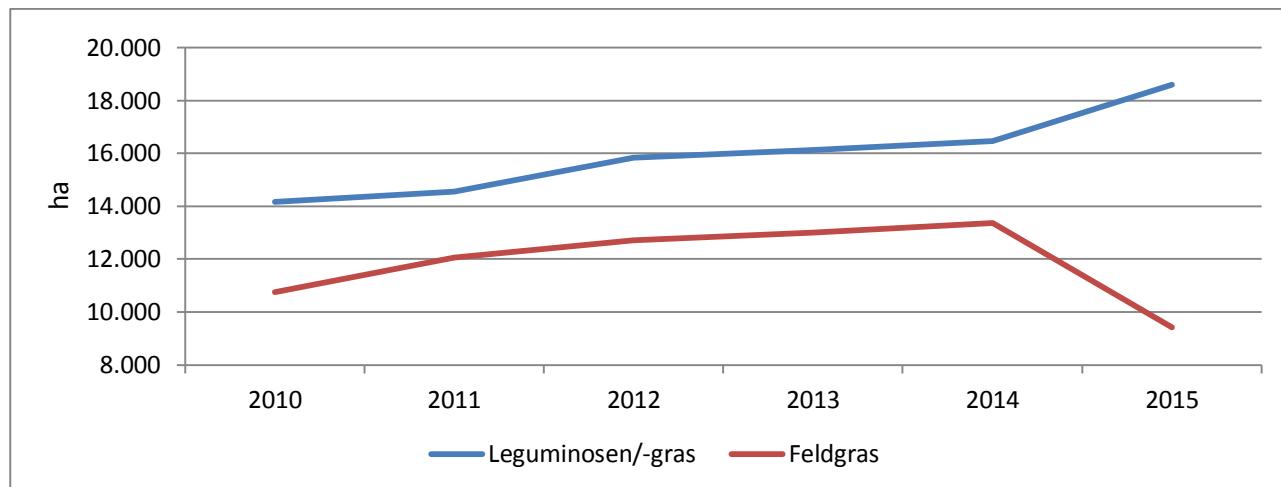
#### **4.3 Erhöhung des Beitrages von eiweißreichem Grundfutter zur Deckung des Proteinbedarfs der Wiederkäuer**

Eine Erhöhung des Beitrages von eiweißreichem Grundfutter zur Deckung des Proteinbedarfs der Wiederkäuer setzt eine auf die Ansprüche der Tierart abgestimmte Bewirtschaftung von Grünland und mehrschnittigem Feldfutter voraus. Während Feldfutter nahezu ausschließlich für die Fütterung der Milchkühe angebaut wird, ernährt das Grünland auch weniger anspruchsvolle Tierarten, wie Mutterkühe, Schafe oder Ziegen sowie als Nischenprodukte auch Wild und Pferde.

Die höchsten Ansprüche an die Futterqualität stellt die Milchkuh. Als realisierbare Zielkriterien gelten (Hochberg et al., 2014):

- |                                |   |                        |
|--------------------------------|---|------------------------|
| - Rohfasergehalte in der TM    | frische Standorte<br>trockene Standorte | 21 – 24 %<br>24 – 26 % |
| - Rohprotein gehalte in der TM |   | 16 – 18 %              |
| - Energiedichten pro kg TM     |   | ≥ 6,0 MJ NEL           |

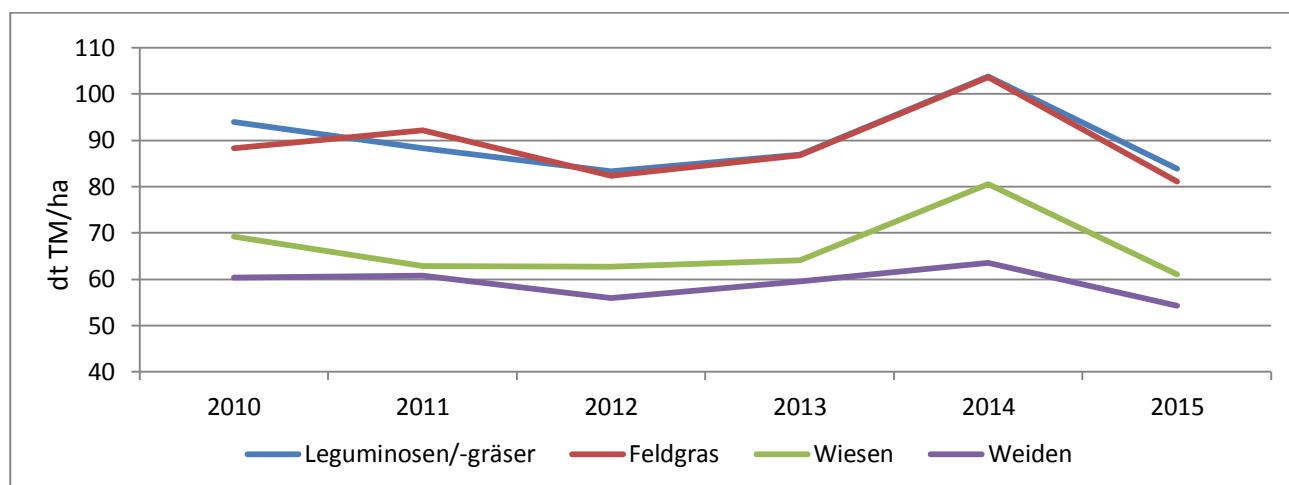
Die Anbauentwicklung von mehrschnittigem Feldfutter in Thüringen zeigt Abbildung 35.



**Abbildung 35:** Anbauentwicklung mehrschnittiger Ackerfutterpflanzen in Thüringen (Quelle: TLS)

Nach einem deutlichen Absinken bis zu Beginn der 2000er Jahre steigt vor allem der Anbau von Leguminosen und deren Gemenge wieder an. Hauptsächlich trägt dazu der Luzerneanbau in der Ackerebene bei. Der Feldgrasanbau bewegte sich seit dem Jahr 2000 relativ konstant zwischen ca. 12.000 und 13.000 ha, wobei aufgrund der „Greeningmaßnahmen“ nach 2014 ein Absinken der Anbaufläche zu Gunsten der kleinkörnigen Leguminosen eintrat.

Die Entwicklung der Trockenmasseerträge sowohl vom Ackerfutter als auch vom Grünland ist in Abbildung 36 dargestellt. Aus der Abbildung lässt sich ein deutlicher Jahresseffekt erkennen. Die Niederschläge besitzen einen ganz wesentlichen Einfluss auf die Ertragsleistung, wie das Jahr 2014 beispielhaft zeigt. Die Praxiserträge von Feldgras und Leguminosen/-gras unterscheiden sich im Durchschnitt Thüringens nicht und betragen im fünfjährigen Mittel ca. 90 dt TS/ha. Der Ertragsverlauf der Wiesen folgt dem der Feldfutterpflanzen mit einem relativ konstanten Abstand von etwa 20 dt TM/ha. Bei den Weiden lassen sich nur geringe Ertragsschwankungen erkennen. Die mittleren Erträge verfehlten die der Wiesen um ca. 10 dt TM/ha.



**Abbildung 36:** Entwicklung Trockenmasseerträge in Thüringen (Quelle: TLS)

Die Feldfutter- und Wiesenaufwüchse dienen nahezu ausschließlich der Konservat-Erzeugung. Dabei dominiert die Silagebereitung. Die Entwicklung der Gärqualität zeigt die Tabelle 37. Bei den Qualitäten der Grassilagen kann nicht zwischen Anwekugut vom Feld oder vom Grünland unterschieden werden. Die Silierung erfolgt in den Betrieben zumeist gemeinsam in ein Silo.

**Tabelle 38:** Gärqualität Thüringer Grassilagen

(Quelle: Lüdke, H. [2004])

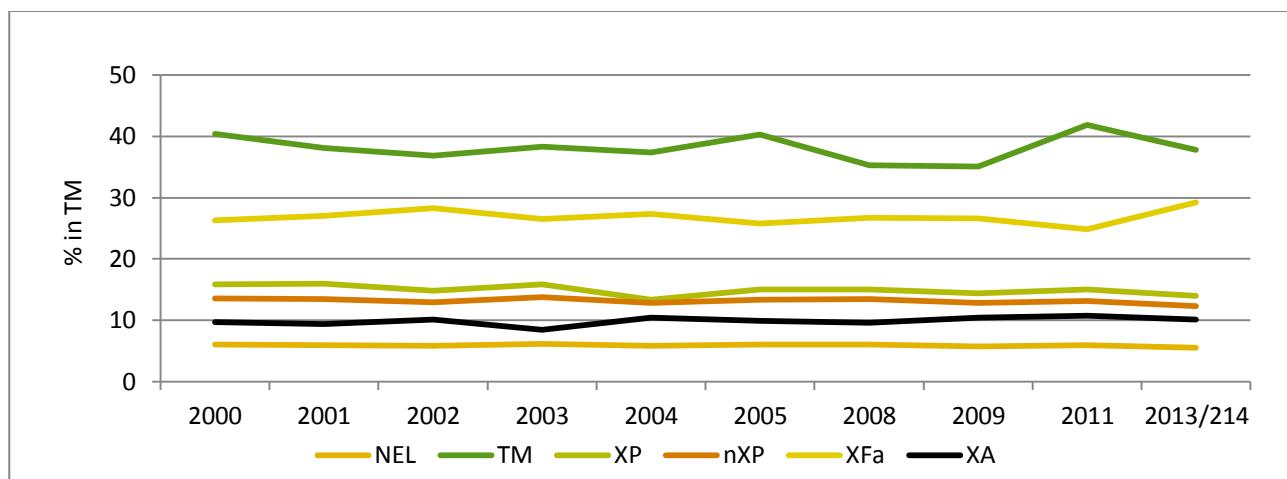
Jahre	Anteil Noten 1 + 2	Anzahl Silagen
2000 - 2002	66 – 73 %	401
2010/2011	95 %	61
2013/2014	70 %	970

Auch hier ist ein gewisser Jahreseinfluss erkennbar. Aus der Tabelle 38 wird ersichtlich, dass die Thüringer Landwirtschaftsbetriebe mittlerweile das Verfahren der Silierung von Anwekugut gut beherrschen. Jedoch tritt insbesondere bei größeren einzulagernden Flächen ein verstärktes Witterungsrisiko auf.

Niederschlagsereignisse behindern das für die Silierung von Anwekugut notwendige Vorwelken. Bei längeren Feldliegezeiten gehen vor allem die für die Silierung notwendigen leichtlöslichen Kohlenhydrate verlustig und somit wird eine ausreichende Ansäuerung des Siliergutes erschwert. Eng mit der Witterung verbunden ist die Einhaltung eines optimalen Erntetermins. Länger anhaltende Regenperioden verhindern einen rechtzeitigen Schnitt und führen zu überständigen Pflanzenbeständen mit erhöhten Rohfasergehalten sowie niedrigeren Rohprotein- und Kohlenhydratgehalten. Höhere Rohfasergehalte erschweren die Verdichtung und die niedrigeren Kohlenhydratgehalte eine zügige, ausreichende Absenkung des pH-Wertes. Ebenso kann es bei feuchter Witterung zu stärkerer Verschmutzung kommen. Die in den Erdanhaltungen vorhandenen Gärschädlinge erhöhen die Gefahr des Verderbs der Silage unter anderem durch Umwandlung von Milchsäure in Buttersäure.

Ein erhebliches Auftreten von Feldmäusen, wie beispielsweise in den Jahren 2013 sowie 2015 in weiten Teilen Thüringens, kann ebenfalls zu deutlich höherer Verschmutzung des Siliergutes und daraus resultierend zu einer Verschlechterung der Gärqualität führen. Die Gärqualität gibt Auskunft über das Gelingen der Erhaltung der Inhaltsstoffe des Ausgangsmaterials.

Die Abbildung 37 zeigt die Inhaltsstoffentwicklung der untersuchten Silagen Thüringer Landwirtschaftsbetriebe. Daraus wird ersichtlich, dass noch große Reserven bestehen. Insgesamt lässt sich keine Tendenz erkennen. Die mittleren Trockenmassegehalte liegen im angestrebten Bereich. Die relativ hohen Rohfaser- und niedrigeren Rohprotein-gehalte deuten auf eine verspätete Nutzung hin. Daraus resultieren auch die unbefriedigenden Energiegehalte.



**Abbildung 37:** Inhaltsstoffentwicklung Thüringer Grassilagen (Quelle: Lüdke, H. [2004])

Eine Verbesserung der Silagequalität setzt insbesondere eine optimierte, auf Standortproduktivität ausgerichtete Grünlandbewirtschaftung voraus. Hier liegen die größten Reserven (Hochberg et al., 2013).

Eine wesentliche Voraussetzung für die Erhaltung optimaler Pflanzenbestände besteht in einer standort- und bestandsdifferenzierten Düngung. Weiterhin muss eine ausreichende Mindestpflege gewährleistet sein. Dies beinhaltet erforderliche mechanische Pflegemaßnahmen, eine gezielte chemische Bestandesregulierung sowie eine situationsbedingte Bestandsverbesserung durch Nachsaat bzw. Neuansaat. Ziel sind hierbei artenarme Bestände mit 60 bis 80 % wertvollen Futtergräsern, 10 bis 20 % Leguminosen und nur einem geringen Anteil von Kräutern. Auf Ertrag und Qualität ausgerichtete Zielgrößen für die wesentlichen Grünlandtypen in Thüringen können der Tabelle 39 entnommen werden.

**Tabelle 39:** Ertrags- und Qualitätsrichtwerte für produktives Grünland in Thüringen  
(Quelle: Hochberg, et al., 2014)

Grünlandtyp	Nutzungen	Ernte-termin	TM-Ertrag	NEL	ELOS	Rohfaser	Roh-protein
						1.Aufwuchs	
	Anzahl	1.Aufw.	dt/ha/a	MJ/kg TM	% in der TM		
Alopecuretum pratensis (Wiesen-Fuchsschwanzwiese)	5 4	08.05. 21.05.	85 86	6,8 6,2	74 67	21,4 25,7	20,2 14,9
Arrhenatheretum elatioris (Glatthaferwiese)	4 3	08.05. 18.05.	71 82	6,6 6,0	72 64	22,2 26,7	17,1 14,0
Geranio-Trisetetum (Goldhaferwiese)	4 3	12.05. 21.05.	67 75	7,1 6,6	77 71	18,3 22,1	21,2 17,1
Mähweide (Wiesenschwingel/Lieschgras)	4 3	17.05. 07.06.	89 94	6,6 5,0	77 62	22,0 30,0	21,0 12,0

Das Erreichen der gewünschten Qualitätsparameter erfordert eine rechtzeitige Nutzung. Anhaltspunkte zur optimalen Nutzungszeitspanne der einzelnen Grünlandtypen anhand von morphologischen Merkmalen gibt Abbildung 38.

Grünlandtyp	Entwicklungsstadium / Nutzungszeitspanne	
	Beginn	Ende
Knaulgras	1. Knoten	Sichtbarwerden Blütenstand
Talwiesen (Fuchsschwanz, Wiesenschwingel Lieschgras)	2. Knoten	Blütenstand 1/4 herausgeschoben
Mähweiden (Deutsches Weidelgras)	2. Knoten	Blütenstand 1/2 herausgeschoben
Bergwiesen	~ 40 cm Wuchshöhe	Blütenstand 3/4 herausgeschoben

**Abbildung 38:** Bestimmung der optimalen Mähnutzungszeitspanne für Grünland anhand des Entwicklungsstadiums (Hochberg et al., 2014)

Eine Verzögerung der Nutzung des ersten Aufwuchses beeinträchtigt nicht nur dessen Qualität, sondern wirkt sich auch negativ auf die Folgeaufwüchse aus. Ausführliche Hinweise zur standort- und bestandsangepassten Erzeugung von Qualitätsfutter vom Grünland gibt der Abschlussbericht „Grünlandbewirtschaftung in Thüringen“ (Hochberg et al., 2014).

Die Tabelle 40 zeigt die erzielbaren Qualitäten beim mehrschnittigen Ackerfutter. Dabei erbringen die ersten beiden Aufwüchse ca. 75 % des Jahresertrages. Rotklee, Luzerne und deren Gemenge mit Graspartner stellen gerade für die Deckung des Proteinbedarfs der Wiederkäuer eine wesentliche Quelle dar. Mit standortangepasstem Anbaumangement lassen sich unter Thüringer Bedingungen die angestrebten Werte erreichen. Ausführliche Hinweise können der aktuellen Leitlinie zur Erzeugung von Feldgras und kleinkörnigen Leguminosen entnommen werden.

**Tabelle 40:** Qualitätsrichtwerte für mehrschnittiges Ackerfutter

Inhaltsstoff	Maßeinheit	Feldgras	Rotklee	Luzerne
Rohprotein	%	16	18	20
Rohfaser	%	24	23	25
Verdaulichkeit der organischen Substanz	%	77	72	66
Energiedichte	MJ NEL/kg TS	6,6	6,0	5,4

Aus ernährungsphysiologischer Sicht ist die Kombination von Leguminosen(gras)silagen mit Maissilage besonders günstig. Während Leguminosensilage die Pansenmikroben mit Protein versorgt, liefert Maissilage die notwendige Energie, die zum mikrobiellen Abbau des Proteins im Pansen benötigt wird. Kleinkörnige Leguminosen gelten aufgrund ihres geringen Zucker- und hohen Proteingehaltes jedoch als schwer silierbar. Hier sind Grasmenge gegenüber Klee- bzw. Luzerne-reinbeständen günstiger zu bewerten.

Aktuelle Untersuchungen in drei Landwirtschaftsbetrieben dienten dem Ziel, Aussagen zu Ertragsanteilen und Ertragserwartungen sowie zu Futterqualität und Siliereigenschaften zu erhalten. Dabei wurden Rotklee-, Luzerne- und Weißkleegrasgemenge einbezogen. Am Tag des 1. Schnittes erfolgte die Bestimmung des Entwicklungsstadiums (BBCH-Skala) sowie eine Bonitur der jeweiligen Bestände mittels Schnittproben innerhalb eines 0,25 m<sup>2</sup> Zählrahmens. Auf diese Weise konnte eine grobe Ertragsschätzung sowie die Schätzung der Gras-/Leguminosenanteile vorgenommen werden.

Für das Rotkleegrasgemenge wurde mit der beschriebenen Prozedur bereits 14 Tage vor dem 1. Schnitt begonnen und diese im 6-tägigen Abstand fortgeführt, um eine Aussage zur Entwicklung des zu erwartenden Ertrages und des Futterwertes mit zunehmendem Vegetationsstadium zu erhalten.

Am Tag des 1. Schnittes bzw. der Silierung vom Rotkleegras sowie Luzernegras wurde frisches bzw. angewelktes Probenmaterial genommen, aus dem (in gehäckselter Form) Modellsilagen in 1-l Weckgläsern angefertigt wurden. Während eine Charge (n=3) ohne Zusatz von Siliermitteln siliert wurde, erfolgte bei zwei weiteren Chargen (je n=3) ein Zusatz. Es sollte untersucht werden, ob sich aus dem Einsatz von Siliermitteln möglicherweise Effekte auf Futterwert und/oder Gärqualität ergeben. Das angewelkte Weißkleegras wurde ohne den Zusatz von Siliermitteln siliert. Nach einer Silierdauer von 90 Tagen wurden die Gläser geöffnet und es erfolgte in den Silagen (Einzelproben) die Bestimmung der Inhaltsstoffe sowie ausgewählter Gärparameter. Des Weiteren wurden in einer Mischprobe je Behandlung eine Proteinfraktionierung sowie die Bestimmung der mikrobiologischen Qualität vorgenommen.

Um eine Aussage zu Veränderungen in der Nährstoffausstattung der Gemenge während des Silierprozesses treffen zu können, wurde vom Rotkleegras sowie vom Luzernegras frisches gehäckseltes Siliegut nach dem Abladen am Fahrsilo entnommen. In einem Teil des Siliegutes wurde zeitnah die Bestimmung der TM- und Nährstoffgehalte vorgenommen, während ein weiterer Teil in Laborgläsern mit jeweils drei Wiederholungen siliert und nach 90 Tagen Silierdauer einer Nährstoffbestimmung unterzogen wurde.

Beim Rotkleegras wurde im Stadium zwischen Knospe und Beginn der Blüte beim Rotklee, im Rispenschieben bei Wiesenschwingel, sowie im Fahnenblattstadium bei Wiesenlieschgras geschnitten. Beim geschätzten Trockenmasse(TM)-Ertrag war über die 12 Tage ein Zuwachs um insgesamt 23 dt/ha zu verzeichnen, wobei sich der geschätzte Kleeanteil zum Schnitt am 19.05.14 auf 85 % der TM belief. Der Wiesenschwingel machte den Hauptanteil der Gräserfraktion im Rotkleegras aus. Im Stadium des fast abgeschlossenen Rispenschiebens war der optimale Schnitzeitpunkt bereits am 19.05.2014 mit einem Gehalt an Rohfaser in der Gräserfraktion von 33,8 % der TM deutlich (Ziel: < 26 %) überschritten. Auch der Restzucker war in der Gräserfraktion mit Gehalten von lediglich 8,22 % der TM bereits deutlich abgebaut. Nicht erklärt werden kann hingegen der mit 10,6 % der TM relativ hohe Zuckergehalt im Rotklee zum letzten Boniturtermin, da Klee in diesem Entwicklungsstadium bereits meist geringere Zuckergehalte aufweist.

Sowohl beim Klee als auch beim Gras zeigte sich das typische Bild der innerhalb weniger Tage rasch ansteigenden Rohfasergehalte bei gleichzeitig abnehmenden Rohprotein- und Energiegehalten mit zunehmendem Vegetationsverlauf. Innerhalb von 12 Tagen hat sich der Rohfasergehalt in der Gräserfraktion mehr als verdoppelt, wobei der Rohproteingehalt sich um 34 g/kg TM reduzierte. Im Rotklee war in diesem Zeitraum ein Rohfaserzuwachs um 62 g/kg TM und eine Rohpro-

teinabnahme um 58 g/kg TM zu beobachten. Die Gehalte an ME nahmen sowohl im Klee als auch im Gras um 1 MJ/kg TM ab.

Der Schnitt des Luzernegrases erfolgte im Knospenstadium bei Luzerne (BBCH 56 – 58) und im vollen Ährenschieben beim Welschen Weidelgras (BBCH 57 – 59) am 20.05.2014. Der geschätzte TM-Ertrag belief sich auf 57 dt/ha, bei Anteilen von 30 % Gras und 70 % Luzerne. Den Futterwertparametern nach zu urteilen, war der optimale Schnittzeitpunkt für das Luzernegras erreicht. Erwartungsgemäß wies die Luzerne mit lediglich 6,02 % der TM einen sehr geringen Zuckergehalt auf. Im Gegensatz dazu lag der Zuckergehalt im Welschen Weidelgras bei 22,2 % der TM. Dies verwundert nicht, handelt es sich bei Welschem Weidelgras doch um eine sehr zuckerreiche Gräserart.

Das Weißkleegras wurde am 16.5.2014 geschnitten. Zu diesem Zeitpunkt befand sich der Weißklee im Stadium des abgeschlossenen Längenwachstums (BBCH 39 – 45) und die Mehrzahl der Gräser im Schossen (BBCH 30 – 35). Der geschätzte TM-Ertrag lag bei 24 dt/ha. Der Weißklee nahm einen Anteil von etwa 63 % an der Gesamt-TM ein.

Der Weißkleegrasbestand war zum Zeitpunkt der Ernte(bonitur) noch relativ jung (Weidereife). Aufgrund des frühen Vegetationsstadiums wies der Weißklee mit 25 % einen sehr hohen Rohproteinanteil bei gleichzeitig geringem Rohfasergehalt von nur 13,6 % der TM auf. Auch der Rohproteinanteil im Weidelgras war mit 15,7 % hoch. Entsprechend des geringen Bestandsalters konnten sowohl im Gras als auch im Weißklee hohe Energiegehalte von über 11 MJ/kg TM realisiert werden.

Kleinkörnige Leguminosen weisen höhere Rohaschegehalte im Vergleich zu Futtergräsern auf. Dies deutet aber nicht unbedingt auf einen Schmutzeintrag hin.

Im Hinblick auf das enthaltene Rohprotein ist zu konstatieren, dass die absoluten Gehalte mit zunehmendem Vegetationsstadium zwar geringer werden, die Proteinlöslichkeit im Pansen jedoch abnimmt und sich die Qualität des Rohproteins somit erhöht (höherer UDP-Anteil). Ein ähnlicher „Effekt“ kann auch durch lange Anwelkzeiten bei günstigen Witterungsbedingungen erreicht werden, allerdings stehen die damit verbundenen hohen Nährstoffverluste dem entgegen. Der optimale Schnittzeitpunkt stellt in Gemengen meist einen Kompromiss dar und sollte am Vegetationsstadium des Hauptbestandsbildners ausgerichtet sein.

## Einschätzung der Modellsilagen

Die Silagen aus Rotkleegras (RKG) waren aufgrund der langen Anwelkzeit durch einen hohen TM-Gehalt gekennzeichnet. Mit Werten von 45 bis 52 % wurde der TM-Bereich, in dem optimale Silierbedingungen vorliegen (30 – 40 %), teils deutlich überschritten. Warum der Siliermittelzusatz in beiden Fällen einen signifikanten Anstieg des TM-Gehaltes bewirkte, kann nicht erklärt werden. Auch die ME-Gehalte lagen in den Varianten mit Siliermittelzusatz um 0,3 MJ/kg TM signifikant unter dem Energiegehalt der Kontrolle. Als Ursache dafür kommt der in den beiden Varianten höhere Rohaschegehalt in Betracht. Die untersuchten Gärparameter liegen für alle RKG-Silagen innerhalb der empfohlenen Spanne, was auf einen erfolgreichen Gärverlauf hindeutet. Lediglich in einer Einzelprobe der Variante „ohne Siliermittel“ wurde ein Buttersäuregehalt von 3,51 g/kg TM gefunden, der somit oberhalb des Orientierungswertes von < 3 g/kg TM lag. In den übrigen Proben war keine Buttersäure nachweisbar. Als Schlussfolgerung daraus ergibt sich, dass bei Verzicht auf einen Silierzusatz das Risiko für eine Fehlgärung und die Entstehung von Buttersäure deutlich höher ist. Der Anteil an pepsinunlöslichem Rohprotein wird als Indikator für eine mögliche Überhitzeung der Silage (z. B. durch Nacherwärmung oder Heißvergärung) hinzugezogen. Die RKG-Silagen lagen mit Werten von 26 – 28 % noch im Bereich keiner bzw. sehr geringer Proteinschädigung.

Die Luzernegras(LZG)-Silagen wiesen mit einer Spanne von 32,3 – 39 % aus Sicht der Silierbarkeit optimale TM-Gehalte auf. Die signifikant geringeren TM-Gehalte bei Zusatz von Siliermitteln können nicht abschließend erklärt werden. Die Rohproteinanteile lagen im Bereich zwischen 20,6 und 22,1 % der TM und somit über dem Wert aus der DLG-Tabelle für Wiederkäuer (1997) von 19,3 %.

Die Gärparameter lagen für die LZG-Silagen teils deutlich oberhalb der empfohlenen Bereiche. Die pH-Werte waren für den entsprechenden TM-Bereich, insbesondere bei Zusatz von Siliermitteln, mit > 4,5 als zu hoch einzuschätzen und lassen auf eine unzureichende Ansäuerung schließen. Auch der Anteil an Ammoniak-N am Gesamt-N war in allen Silagen als erhöht anzusehen (> 8 %),

wobei die Ammoniak-N-Anteile in Verbindung mit einem Siliermittelzusatz, jedoch unabhängig von der Art des Siliermittels, deutlich höher waren als in der Variante ohne Zusatz. Eine ähnliche Beobachtung konnte auch für die Gehalte an Essig- und Propionsäure gemacht werden, die ebenfalls, insbesondere bei Silierzusatz, teils deutlich erhöht waren. Dies deutet auf die Brisanz bei der Silierung von Luzernereinbeständen hin. In der vorliegenden Untersuchung war Buttersäure in keiner der Modellsilagen nachweisbar. Eine eindeutige Ursache, mit der die scheinbar negative Wirkung der Silierzusätze auf den Gärverlauf zu erklären wäre, kann nicht abschließend genannt werden.

Ganz allgemein lässt sich das Luzernegras gegenüber Rotkleegras schwerer silieren. Eine Kombination aus Melasse und homofermentativen Milchsäurebakterien als Silierzusatz für leguminosenreiche Silagen (mit 40 % TM) kann den Gärverlauf positiv beeinflussen. Die Verwendung von Melasse als Siliermittel ist jedoch mit einem erheblichen technischen bzw. logistischen Aufwand verbunden (30 – 50 kg/t Siliergut; erfordert Extratank und Dosierer für Häcksler sowie Melassetank am Feldrand).

Der TM-Gehalt der Weißkleegras-Silage lag trotz einer Anwekdauer von ca. 30 h (konstant 25 °C) bei lediglich 28,7 %. Noch längere Anwekzeiten können aus Sicht des damit verbundenen Nährstoffverlustes allerdings nicht empfohlen werden.

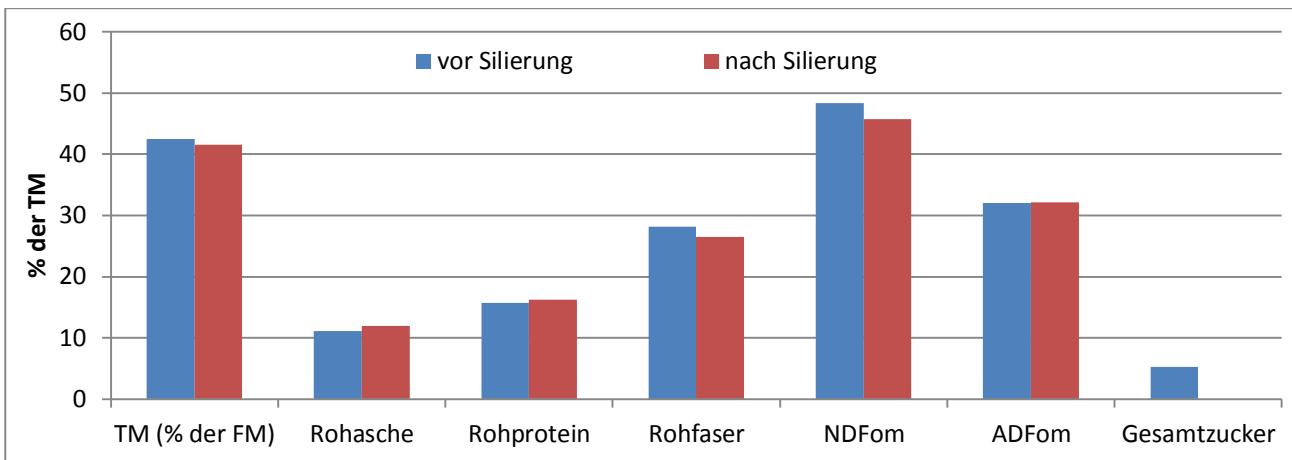
Der Rohproteingehalt lag erwartungsgemäß mit 20,6 % der TM auf einem hohen Niveau, wobei aufgrund des frühen Vegetationsstadiums von einem geringen UDP-Anteil auszugehen ist. Wie ebenfalls charakteristisch für junge Aufwüchse, ist der Rohfasergehalt mit lediglich 18,6 % der TM als gering, der Energiegehalt mit 11,8 MJ ME/kg TM dementsprechend als hoch einzuschätzen.

Der pH-Wert lag mit 4,25 leicht oberhalb des für diesen TM-Bereich als „kritisch“ angesehenen pH-Wertes von 4. Die untersuchten Gärparameter bewegten sich trotzdem im „unauffälligen“ Bereich. In allen Modellsilagen wurde eine ausreichende Verdichtung erreicht. Die Lagerdichten lagen, je nach TM-Gehalt, für RKG-Silage zwischen 468 und 536, für LZG-Silagen zwischen 646 und 590 und für die Weißkleegrasilage bei 578 kg/m<sup>3</sup>. Somit ordneten die Werte sich in den empfohlenen Bereich von 550 – 600 kg/m<sup>3</sup> für Silagen mit einer TM von 25 – 30 % bzw. von 350 – 500 kg/m<sup>3</sup> bei einer TM von 40 – 60 % ein.

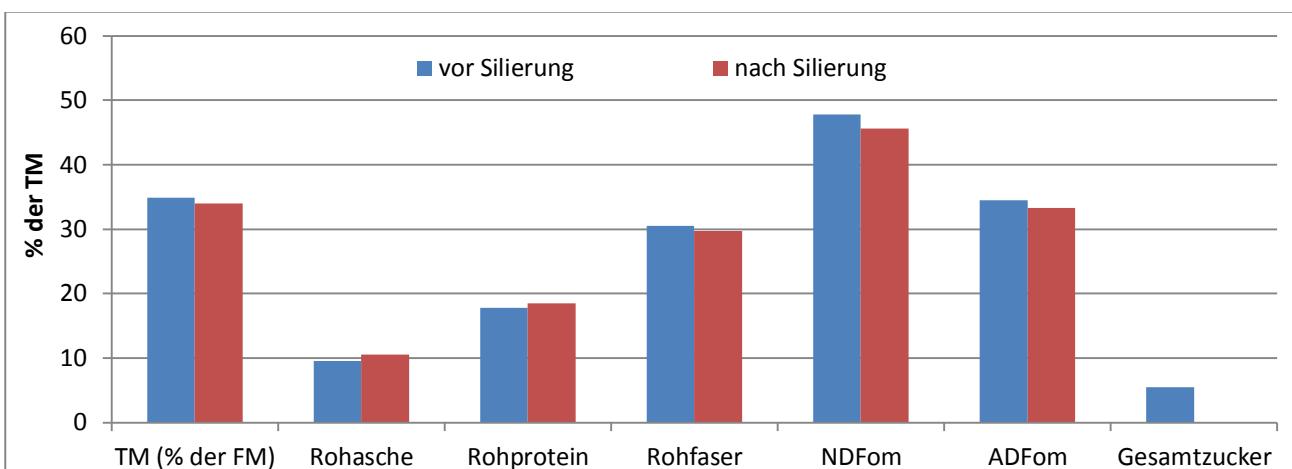
### Rohnährstoffvergleich vor und nach der Silierung

Wie in den Abbildungen 39 und 40 deutlich wird, wiesen die Silagen in beiden Fällen leicht geringere TM-Gehalte auf als das Ausgangsmaterial. Auch die NDF-Fraktion war im silierten Material geringer als im Frischen. Da im ADF-Gehalt kaum eine Veränderung zu beobachten war, ist davon auszugehen, dass während des Silierprozesses ein gewisser Anteil an Hemicellulosen abgebaut wurde (NDF = ADF + Hemicellulosen).

Während im gehäckselten Siliergut unmittelbar vor der Silierung noch 5,3 (RKG) bzw. 5,4 % Zucker (LZG) in der TM enthalten waren, konnte in den Silagen kein Restzucker mehr nachgewiesen werden. Der geringe Zuckergehalt im Ausgangsmaterial von < 8 % ist ein wesentliches Merkmal leguminosenreicher Silagen und wird neben den hohen Proteingehalten als Ursache für die oben bereits angesprochene ungünstige Vergärbarkeit angesehen, da den Milchsäurebakterien aufgrund dessen zu wenig Substrat zur Milchsäuregärung zur Verfügung steht.



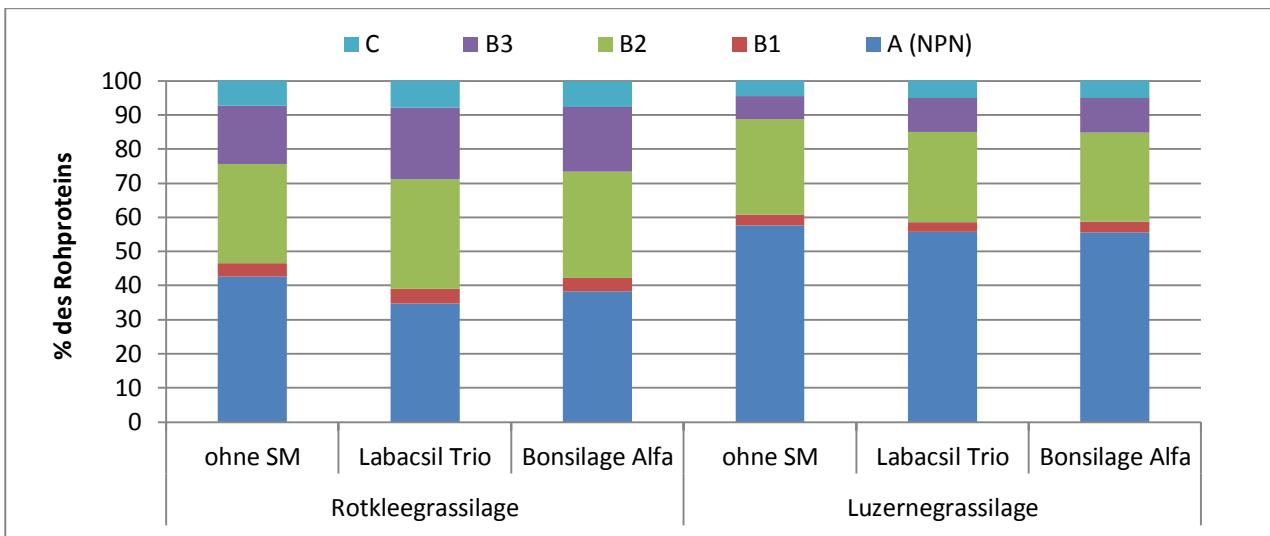
**Abbildung 39:** Vergleich der Rohnährstoffgehalte im Häckselgut vor bzw. nach der Silierung von Rotkleegras (Silierung mit Labacsil Trio)



**Abbildung 40:** Vergleich der Rohnährstoffgehalte im Häckselgut vor bzw. nach der Silierung von Luzernegras (Silierung mit Bonsilage alfa)

### Rohproteinfraktionierung

Die einzelnen Fraktionen des Rohproteins (A, B1, B2, B3, C) sind gekennzeichnet durch ihre unterschiedliche Löslichkeit/Abbaubarkeit im Verdauungstrakt der Wiederkäuer. Während Fraktion A in hohem Maße pansenlöslich ist, nimmt die Abbaubarkeit nach C weiter ab, wobei C die fasergebundene Proteinfaktion umfasst und als nicht abbaubar gilt. Den höchsten Beitrag zum nutzbaren Rohprotein (nXP) in Form von im Pansen unabbaubarem Protein (UDP) leisten die Fraktionen B2 und B3. Die Fraktionierung des Rohproteins in den Silagen ergab das in Abbildung 41 dargestellte Bild. Die leicht abbaubare Fraktion A nahm in allen drei Varianten jeweils den höchsten Anteil am Rohprotein ein. Bei Zusatz von Siliermitteln war eine leichte Verschiebung in Richtung B1 und B2 festzustellen, die in Verbindung mit Zusatz des Kombipräparates (Labacsil Trio) in der RKG-Silage am deutlichsten zu Tage trat (ohne SM: 34,8 %; mit Labacsil Trio: 42,7 %). Generell zeigt sich, dass der Anteil der Fraktion A in der Rotkleegressilage deutlich geringer ausfiel, als in der Luzernesislage. Dies deckt sich mit den Werten zum UDP-Anteil bzw. zur Proteinlöslichkeit, bei deren Berechnungen die einzelnen Fraktionen hinzugezogen werden. Verantwortlich für die deutlich geringere Proteinlöslichkeit ist vermutlich ein Polyphenol-Oxidase-System im Rotklee, welches phenolische Verbindungen erzeugt, die wiederum die Proteolyse hemmen.



**Abbildung 41:** Verteilung der Proteinfraktionen in den Modellsilagen

Die mikrobiologische Qualität in den Rotkleegrassilagen war als gut einzuschätzen. Gleichermaßen für die Luzernegrassilagen attestiert werden. Die ausführliche Ergebniszusammenstellung und Schlussfolgerungen können dem Versuchsbericht der TLL „Untersuchungen zu Anbau, Ertragsleistung sowie Futterqualität kleinkörniger Leguminosen im Gemenge mit Gras in Thüringer Betrieben“ (Baumgärtel, 2016) entnommen werden.

Die Verwertung von Grünlandaufwüchsen durch Beweidung mit Milchkühen findet in Thüringen kaum statt. Weidewirtschaft erfolgt fast ausschließlich mit Junggrindern und Trockenstehern. Mutterkühe und Schafe stellen deutlich geringere Ansprüche an die Futterqualität und kommen so für die Nutzung extensiv bewirtschafteter Grünlandbestände infrage. Die Weidenutzung mit Mutterkühen hat hierbei eine herausragende Bedeutung, insbesondere in den grünlandreichen Gebieten. Die Pflege der Mager-/ Halbtrockenrasen erfolgt traditionell mit Schafen/Ziegen in Form der Hütehaltung. Infolge des stetigen Rückgangs der Schafbestände werden aber bereits über 40 % dieser Flächen mit Mutterkühen gepflegt.

Durch die Wiedererlangung einer nachhaltig optimalen Intensität auf potentiell produktivem Grünland könnten auch auf derzeit extensiv genutzten Flächen die Ansprüche der Milchkühe an die Futterqualität erfüllt werden. Ausführliche Hinweise dazu gibt der Versuchsbericht der TLL „Effekte der Intensitätssteigerung nach langjähriger moderater Nutzungshäufigkeit- und / oder Inputreduzierung“ (Zopf, 2016). In der Konsequenz ließe sich der Feldgrasanbau deutlich reduzieren.

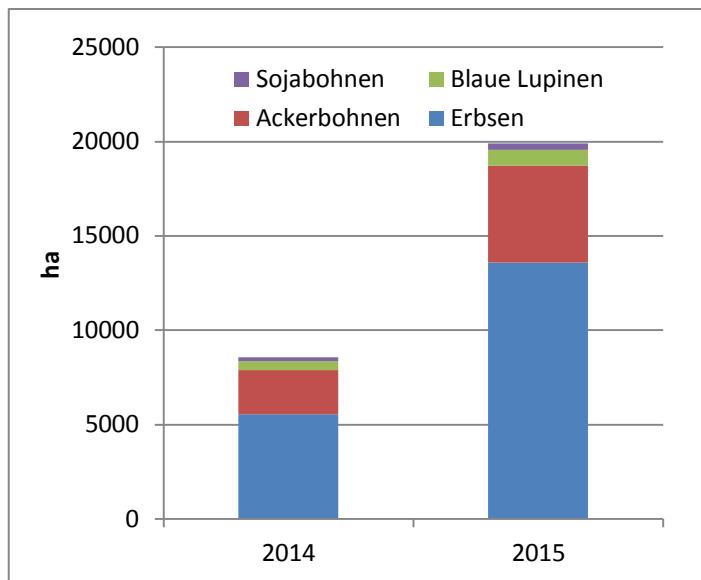
## 4.4 Monitoring Futterwert aus LSV Körnerleguminosen 2010 – 2014

### 4.4.1 Einleitung und Zielstellung

Einheimische Körnerleguminosen können einen wesentlichen Beitrag zur Proteinversorgung der Nutztiere leisten. Gleichzeitig stellen sie aufgrund ihrer N-Fixierungsfähigkeit und phytosanitären Wirkung ein wertvolles Fruchtfolgeglied dar und tragen zum Erhalt der Bodenfruchtbarkeit bei. Aufgrund ihrer geringeren wirtschaftlichen Konkurrenzfähigkeit gegenüber anderen Feldfrüchten sowie den Problemen in der Ertragsstabilität ist ihre Anbaubedeutung in Thüringen jedoch gering. Auch ihre Bedeutung in der Fütterung wird derzeit als gering angesehen. In den anbauenden Betrieben finden Körnerleguminosen, soweit möglich, zwar meist Eingang in die Fütterung, die Einsatzmengen sind allerdings sehr gering. Die Deckung des Proteinbedarfes der Nutztiere erfolgt derzeit in hohem Maße über proteinreiche Nebenprodukte der Ölherstellung (Extraktionsschrote von Raps und Sojabohnen). Der Einsatz von importierten, meist gentechnisch veränderten Sojaprodukten aus Übersee steht seit einigen Jahren jedoch stark in der Kritik.

Im Rahmen der Eiweißpflanzenstrategie des Bundes (2012) und einiger Bundesländer (z. B. Thüringer Eiweißstrategie, 2014) wird versucht, diesem Trend Einhalt zu gebieten. Es werden vermehrt Anstrengungen zur Verbesserung von Züchtung, Anbau und Verwertung unternommen. Nicht zuletzt dank fördertechnischer Anreize (KULAP oder Anrechnung für Greening) wurde 2015

in Thüringen mehr als die doppelte Fläche mit Körnerleguminosen bestellt als noch 2014 (Abb. 42). Den mit zwei Dritteln höchsten Anteil machen dabei die Erbsen aus, gefolgt von Ackerbohnen mit einem Anteil von rund einem Viertel. Der Anbau von Blauen Lupinen und Sojabohnen beschränkt sich auf die jeweiligen Gunstlagen und stellt in Thüringen nur eine Nische dar. Ob sich der Sojabohnenanbau aufgrund von Anstrengungen und Verbesserungen in Züchtung und Anbau weiter ausbreitet, bleibt abzuwarten.



**Abbildung 42:** Anbaufläche von Körnerleguminosen in Thüringen 2014 und 2015 (TLS, 2015, 2016)

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, über die im Rahmen der Landessortenversuche vorgenommene standardmäßige Analyse des Rohproteingehaltes hinaus Aussagen zu weiteren wesentlichen Futterwertparametern der wichtigsten Sorten der Erbsen, Ackerbohnen, Blauen Lupinen und Sojabohnen zu erhalten und diese untereinander sowie mit Werten aus den DLG-Futterwerttabellen zu vergleichen.

#### 4.4.2 Material und Methoden

In den Jahren 2010 bis 2014 wurde für ausgewählte Körnerleguminosensorten an unterschiedlichen Standorten aus den Landessortenversuchen (LSV) Thüringens (siehe Bericht AP I) eine Bestimmung der wesentlichen futterwertbestimmenden Inhaltsstoffe (Rohasche [XA], Rohprotein [XP], Rohfaser [XF], Rohfett [XL], Gesamtzucker [XZ], Stärke [XS]), der Aminosäuren Lysin (Lys), Cystin (Cys, 2 Moleküle der Aminosäure Cystein), Methionin (Met) und Threonin (Thr) sowie der Mengenelemente Calcium (Ca), Phosphor (P) und Magnesium (Mg) vorgenommen.

Da nicht jede der beschriebenen Sorten über den genannten 5-Jahreszeitraum bzw. auf allen Standorten geprüft bzw. ihr Futterwert nicht umfänglich bestimmt wurde, weist die Matrix Lücken auf. In die Auswertung der Futterwertparameter einbezogen wurden daher nur Sorten, für die mindestens jeweils 5 (Erbse und Sojabohne), 6 (Blaue Lupine) bzw. 10 (Ackerbohne) Einzelwerte vorlagen. Einen Überblick über die jeweils geprüften Sorten gibt Tabelle 41.

**Tabelle 41:** Auswahl der geprüften Körnerleguminosensorten

Körnerfuttererbsen	Ackerbohnen	Blaue Lupinen	Sojabohnen
Alvesta	Espresso	Boregine	Aliigator
Astronaute	Fabelle*	Borlu	Alma Ata
Casablanca	Fuego	Boruta	Amandine
KWS La Mancha	Isabell	Haags Blaue	Cordoba
Navarro	Pyramid	Probor	ES Mentor
Rebel	Taifun**	Sonate	Lissabon
Respect	Tangenta**		Merlin
Rocket			OAC Wallace
Salamanca			Primus
Santana			Suedina
Volt			Sultana

\* nach Züchterangaben geringe Vicin- und Convicingehalte, \*\* tanninarme Sorten

Auf eine statistische Auswertung musste verzichtet werden, da es sich beim analysierten Probenmaterial jeweils um sortenreine Mischproben aus je vier Einzelproben (Parzellenversuch) handelte und eine Analyse aller Einzelproben aus Kapazitätsgründen nicht möglich war.

#### 4.4.3 Ergebnisse

##### 4.4.3.1 Rohnährstoffe

Die mittleren Rohnährstoffgehalte der einzelnen Körnerleguminosensorten sind den Abbildungen 43 bis 46 zu entnehmen. Detailliertere Angaben zu den einzelnen Rohnährstoffgehalten (MW, s, Min, Max-Werte) enthalten die jeweiligen Versuchsberichte (AInfo). Die Mittelwerte über die jeweiligen Sorten mit den dazugehörigen Standardabweichungen sind in Tabelle 42 zusammengestellt. Die Rohaschegehalte (XA) lagen für alle geprüften Körnerleguminosensorten auf einem geringen Niveau, bei teilweise hohen Schwankungen zwischen einzelnen Sorten. Mit einem Wert von 5,3 % der TM wiesen die Sojabohnen im Mittel die höchsten Rohaschegehalte auf.

Den mit im Mittel 40,5 % der TM höchsten Rohprotein gehalt (XP) erreichten die Sojabohnen, während in Erbsen im Mittel lediglich 22,1 % XP enthalten war. Ackerbohnen bzw. Blaue Lupinen ordneten sich mit durchschnittlich 29,3 bzw. 34,7 % der TM dazwischen ein. Die Schwankungsbreite im Rohprotein gehalt war mit etwas mehr als 10 %-Punkten für Ackerbohnen und Erbsen bzw. 15 %-Punkten für Blaue Lupinen und Sojabohnen beträchtlich. Ursächlich für die enorme Schwankungsbreite waren erwartungsgemäß Unterschiede zwischen einzelnen Sorten. Schwankungen sowohl zwischen den Anbaujahren als auch den Versuchsstandorten sind aber ebenfalls bei der Interpretation zu berücksichtigen. Die rohproteinreichsten Erbsensorten waren Santana (24,2 % der TM), Casablanca (23,3 %) und Rebel (23,2 %), während die Sorten Rocket und Volt im Mittel nur 20,4 % XP enthielten. Bei den Ackerbohnen führte die Sorte Fabelle mit durchschnittlich 30,7 % XP in der TM das Feld an. In den Sorten Espresso und Pyramid waren hingegen im Mittel nur 28,4 bzw. 28,2 % XP enthalten. Die Sorten Probor und Borlu wiesen im Mittel mit 36,4 bzw. 35,7 % der TM die höchsten Proteingehalte bei den Blauen Lupinen auf, während Boregine und Haags Blaue mit 33,5 bzw. 33,6 % die „Schlusslichter“ darstellten. Die proteinreichsten Sojabohnensorten waren Primus und Sultana mit durchschnittlich 43,6 bzw. 42,1 % XP in der TM. Mit einem mittleren Protein gehalt von 37,6 % wies die Sorte OAC Wallace den geringsten Wert auf. Das in Körnerleguminosen enthaltene Protein weist eine geringe Pansenbeständigkeit auf. Der Anteil an Durchflussprotein (UDP) wird in den DLG-Futterwerttabellen für Ackerbohnen und Erbsen mit 15 % des XP angegeben, für Blaue Lupinen und Sojabohnen (dampferhitzt) mit 20 %. Der UDP-Anteil in rohen Sojabohnen wird als geringer eingeschätzt.

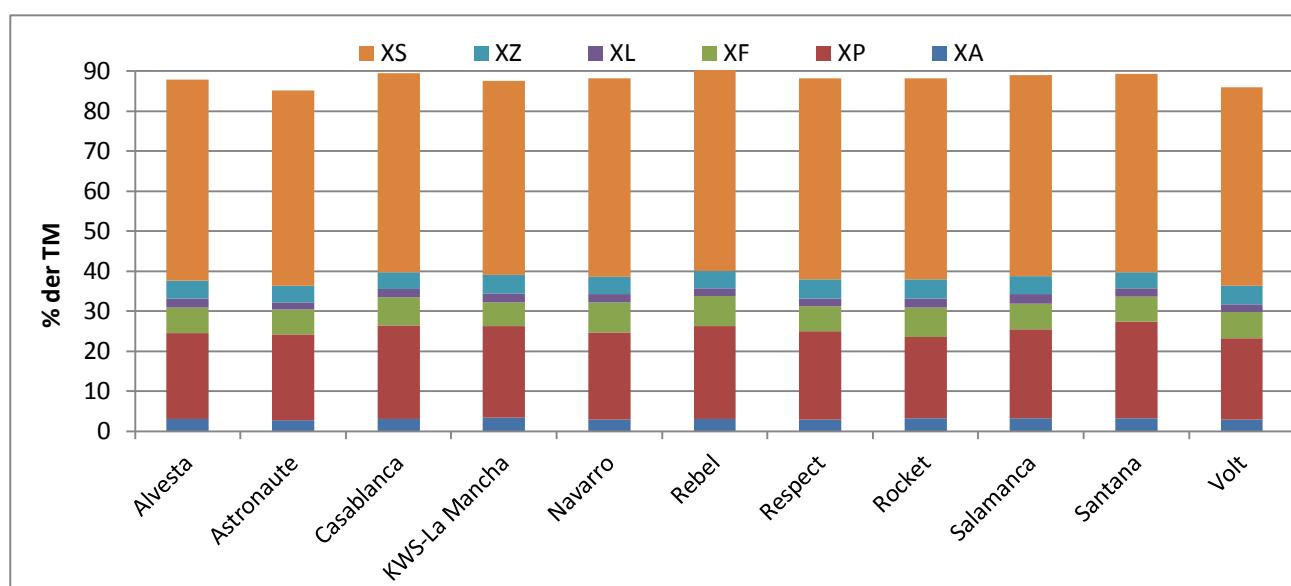
Mit einem mittleren Gehalt von 15,6 % der TM sind Blaue Lupinen am rohfaserreichsten, gefolgt von Ackerbohnen und Sojabohnen mit 9,5 bzw. 9,0 % der TM. Die geprüften Erbsensorten enthielten im Mittel 6,7 % XF in der TM. Die ermittelten Rohfasergehalte sind allerdings im Falle der So-

jabohnen aufgrund von Problemen mit der hauseigenen Faserbestimmung fetthaltiger Futtermittel mit Vorbehalt zu interpretieren.

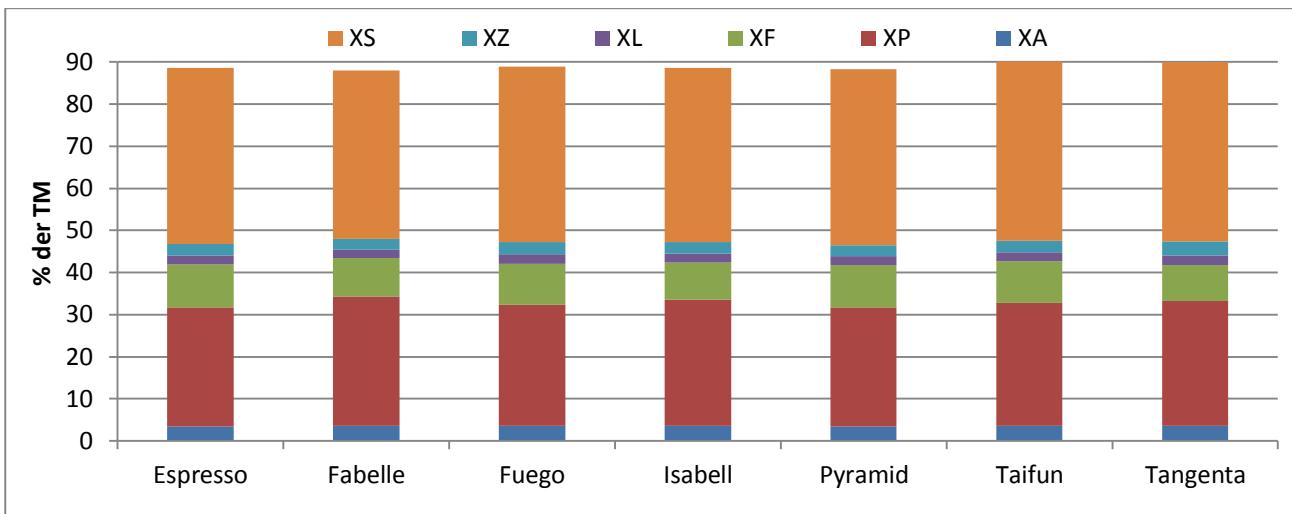
Rohfett (XL) spielt in Ackerbohnen und Erbsen mit Werten < 2,5 % der TM keine wesentliche Rolle. Anders in Blauen Lupinen, die im Mittel 7 % XL in der TM enthielten. Dabei war der Gehalt in der Sorte Boregine mit 7,5 % am höchsten. Bei Sojabohnen handelt es sich um eiweißreiche Ölfrüchte, deren Öl für vielfältige Zwecke gewonnen wird. In den geprüften Sorten waren im Mittel 21,4 % XL in der TM enthalten, wobei die Sorten Aligator, Amandine, Merlin und OAC Wallace > 22 % XL aufwiesen. Zwischen Rohprotein- und Rohfettgehalt besteht bei Sojabohnen eine deutlich negative Beziehung (Korrelationskoeffizient = -0,78).

Zucker (XZ) ist in Körnerleguminosen nur in geringem Umfang enthalten. Eine Ausnahme bilden Sojabohnen. In den geprüften Sorten wurde ein mittlerer Gehalt von 9,8 % der TM bestimmt. Der Zuckergehalt der Blauen Lupinen lag bei 5,5, jener der Erbsen bei 4,4 % der TM. In Ackerbohnen ist Zucker kaum in nennenswertem Umfang enthalten (2,9 % der TM).

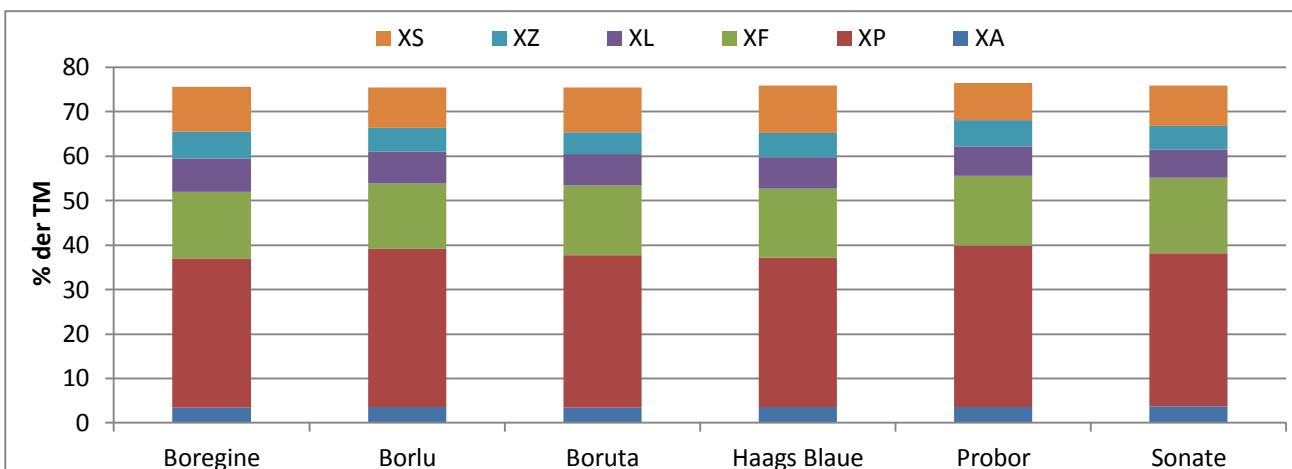
Erbsen und Ackerbohnen zeichnen sich durch hohe Stärkegehalte (XS) aus. Insbesondere die geprüften Erbsen waren mit einem mittleren Gehalt von 49,8 % der TM äußerst stärkerich, wobei die Sorten Alvesta, Rebel, Respect, Rocket und Salamanca mit Werten von knapp über 50 % die höchsten Gehalte aufwiesen. Der Stärkegehalt in Ackerbohnen fiel mit durchschnittlich 41,6 % der TM etwas geringer aus. Die stärkerichsten Sorten waren Taifun und Tangenta mit 42,5 bzw. 42,6 % der TM. Die enthaltene Stärke weist jedoch nur eine geringe Beständigkeit im Pansen auf. Zwischen dem Stärke- und dem Rohprotein gehalt wurde für Ackerbohnen und Erbsen ein negativer Zusammenhang festgestellt (Korrelationskoeffizient = -0,44). Blaue Lupinen sind deutlich stärkeärmer. In den geprüften Sorten waren im Mittel lediglich 9,6 % XS enthalten. In den geprüften Sojabohnensorten konnte kaum Stärke nachgewiesen werden. Im Mittel lagen die Gehalte unterhalb der labortechnischen Nachweisgrenze von 3 % der TM.



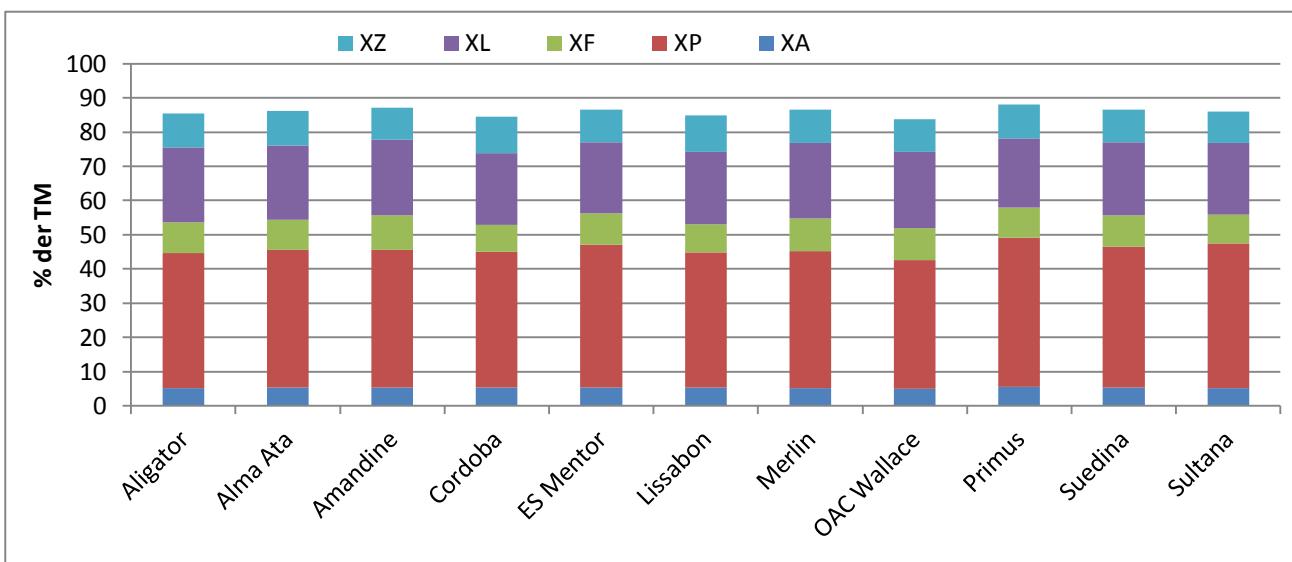
**Abbildung 43:** Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Erbsensorten ( $n \geq 5$ )



**Abbildung 44:** Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Ackerbohnensorten ( $n \geq 10$ )



**Abbildung 45:** Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Lupinensorten ( $n \geq 6$ )



**Abbildung 46:** Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Sojabohnensorten ( $n \geq 5$ )

#### 4.4.3.2 Aminosäuren

Lysin, Methionin und Threonin gehören zu den essentiellen Aminosäuren, das heißt, sie müssen mit dem Futter aufgenommen werden. Cystein kann aus Methionin aufgebaut werden und wird somit als semi-essentiell bezeichnet. Üblicherweise wird bei letzterer Aminosäure analytisch der Gehalt an Cystin ausgewiesen, wobei sich Cystin aus zwei Molekülen der Aminosäure Cystein zusammensetzt. Korrekterweise ist Cystin somit keine einzelne Aminosäure, wird aber meist als solche bezeichnet. Da die Aminosäurenbildung bei Wiederkäuern in hohem Maße durch die Pansenmikroben erfolgt, spielt ihr Verhältnis im Futterprotein für Wiederkäuer daher allerdings eher eine untergeordnete Rolle. Schweine und Geflügel hingegen sind auf die Zufuhr der genannten Aminosäuren über das Futter angewiesen. Während Lysin beim Schwein die erstlimitierende Aminosäure darstellt, sind es beim Geflügel die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein. Tryptophan gilt ebenfalls als essentielle Aminosäure, die limitierend ist, wurde aber im Zuge der vorliegenden Untersuchung nicht bestimmt, da die Methode derzeit nicht Bestandteil der Aminosäurenanalytik im hauseigenen Labor ist.

Die mittleren Gehalte der einzelnen Körnerleguminosensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin sind den Abbildungen 47 bis 50 zu entnehmen.

Absolut gesehen wiesen die Sojabohnen die mit Abstand höchsten Aminosäurengehalte auf. Vor allem Lysin (25,4 g/kg TM), Methionin (5,4 g/kg TM) und Threonin (15,8 g/kg TM) waren in deutlich höheren Mengen enthalten als in den übrigen Körnerleguminosen. Die Lysingehalte in Ackerbohnen, Erbsen und Blauen Lupinen lagen in einem Bereich von 16,2 bis 17,3 g/kg TM. Der mittlere Methioningehalt betrug einheitlich 2,0 g/kg TM. Auch im Cystingehalt gab es kaum Unterschiede zwischen Ackerbohnen (3,7 g/kg TM), Erbsen (3,6 g/kg TM) und Blauen Lupinen (4,9 g/kg TM), während der Threoningehalt in Erbsen mit durchschnittlich 8,5 g/kg TM am geringsten war. Erwartungsgemäß waren bei allen Körnerleguminosen die proteinreichsten Sorten auch jene mit den höchsten Aminosäurengehalten.

Das Verhältnis der Aminosäuren Lysin : Methionin/Cystin : Threonin im Futterprotein sollte idealerweise für Schweine etwa bei 1 : 0,6 : 0,6 und für Geflügel etwa bei 1 : 0,9 : 0,7 liegen. Im Mittel lag das Verhältnis in den ausgewählten Erbsensorten bei 1 : 0,35 : 0,53, in den Blauen Lupinen bei 1 : 0,42 : 0,74, in den Ackerbohnen bei 1 : 0,32 : 0,57 und in den Sojabohnen bei 1 : 0,5 : 0,6. Es wird deutlich, dass insbesondere der Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren (Methionin/Cystin) vor allem für die Geflügelfütterung als deutlich zu gering eingeschätzt werden muss. Zudem ist die praecaecale Verdaulichkeit, insbesondere von Methionin und Cystin, vor allem bei Erbsen und Ackerbohnen als gering zu beurteilen. Um die Zusammensetzung des Idealproteins zu erreichen, müsste auf Basis der Gesamtration ein Ausgleich mit Hilfe von synthetischen Aminosäuren vorgenommen werden.

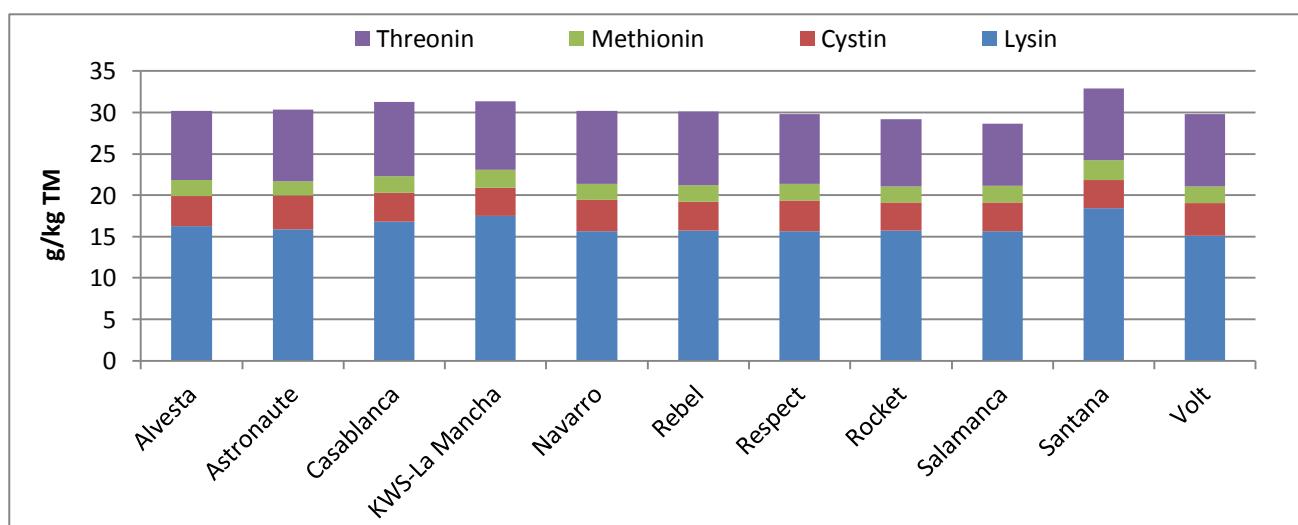
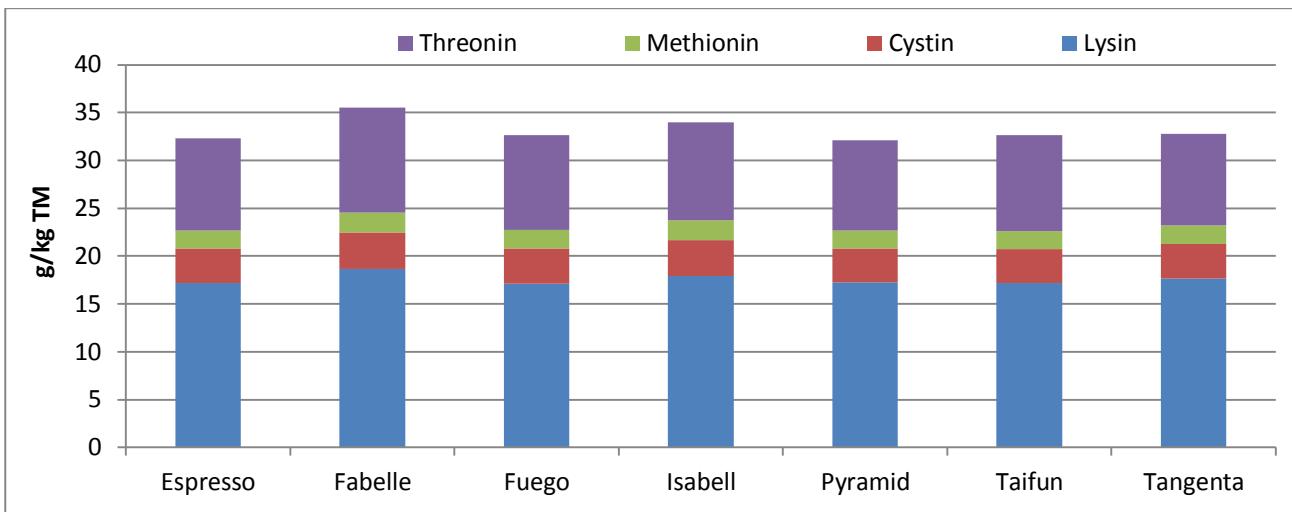
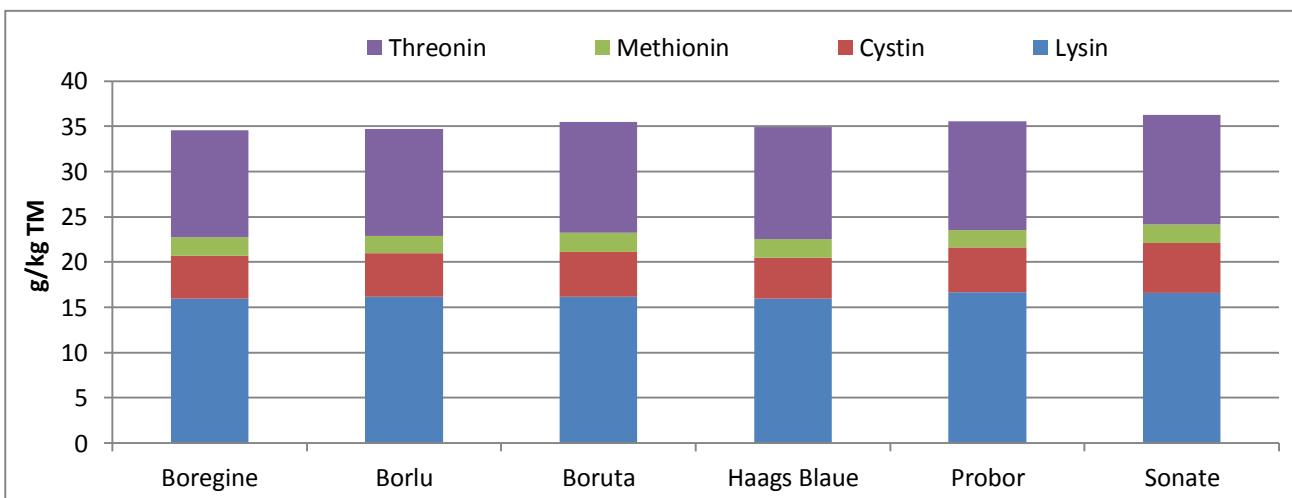


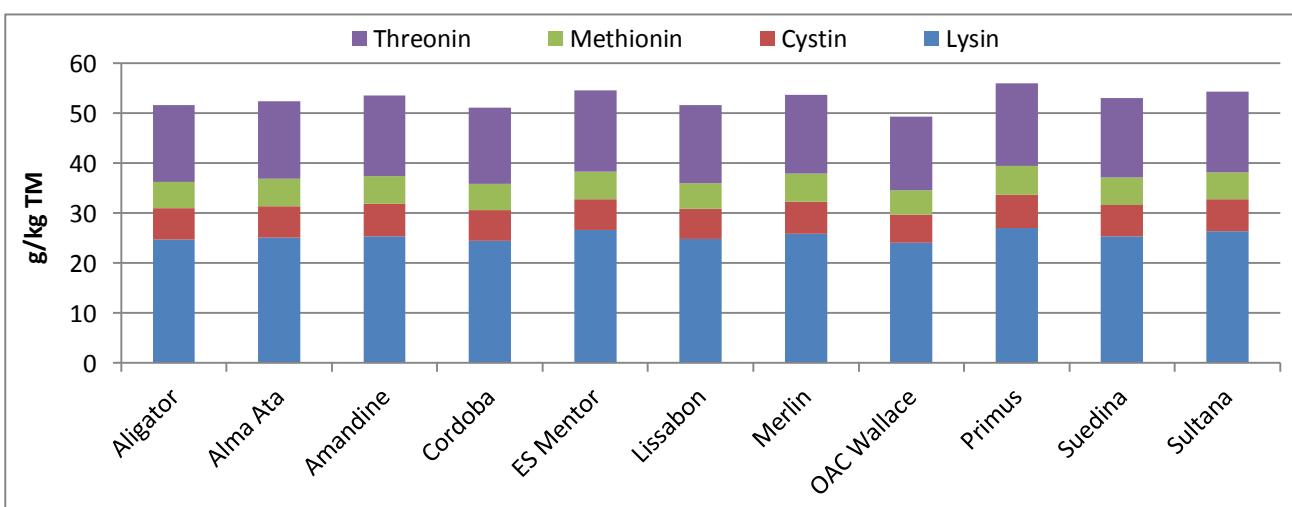
Abbildung 47: Mittlere Gehalte ausgewählter Erbsensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 5$ )



**Abbildung 48:** Mittlere Gehalte ausgewählter Ackerbohnensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 10$ )

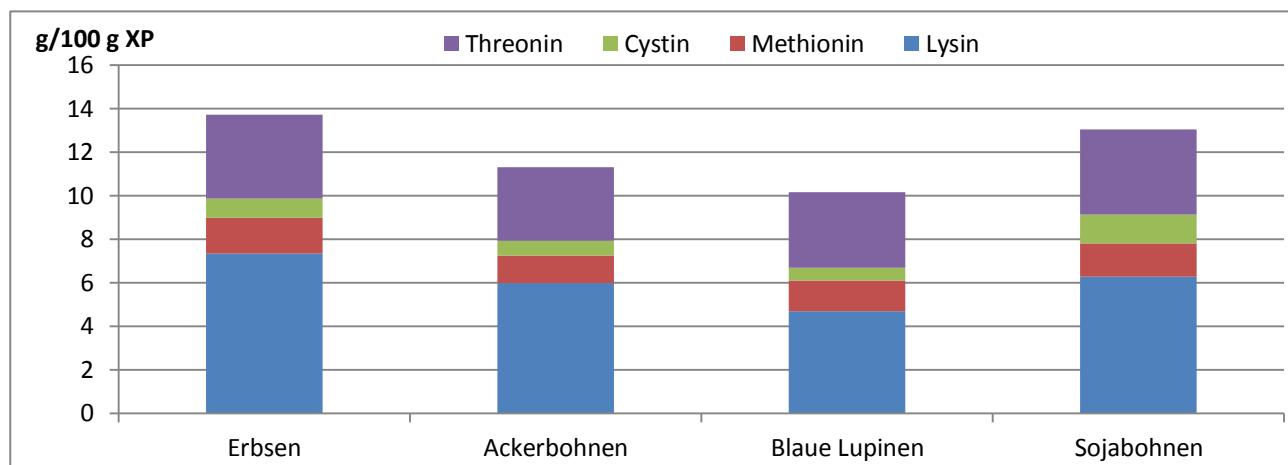


**Abbildung 49:** Mittlere Gehalte ausgewählter Lupinensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 6$ )



**Abbildung 50:** Mittlere Gehalte ausgewählter Sojabohnensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 5$ )

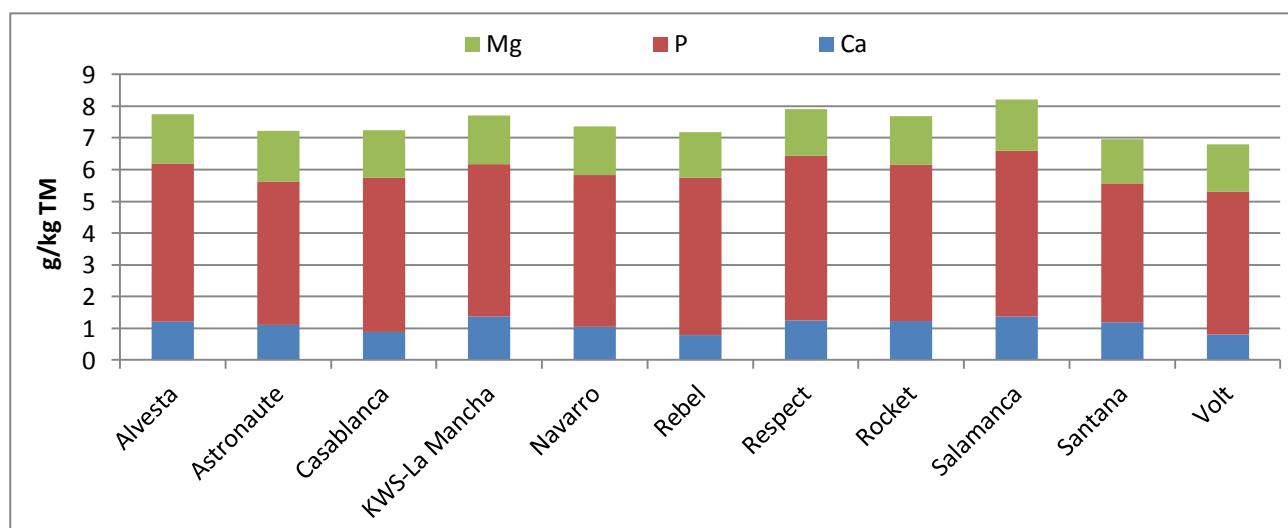
In Abbildung 51 sind für die jeweiligen Körnerleguminosen die ermittelten Aminosäurenmuster, bezogen auf 100 g Rohprotein, dargestellt. Hier zeigt sich, dass sich die Qualität des Rohproteins im Hinblick auf die limitierenden Aminosäuren der Unterschied zwischen Sojabohnen und Erbsen relativiert. Bezogen auf 100 g XP ist die Aminosäurenausstattung der Erbsen sogar jener der Sojabohnen leicht überlegen. Jedoch ist das „Gesamtlieferungsvermögen“ an den entsprechenden Aminosäuren bei Erbsen natürlich deutlich geringer.



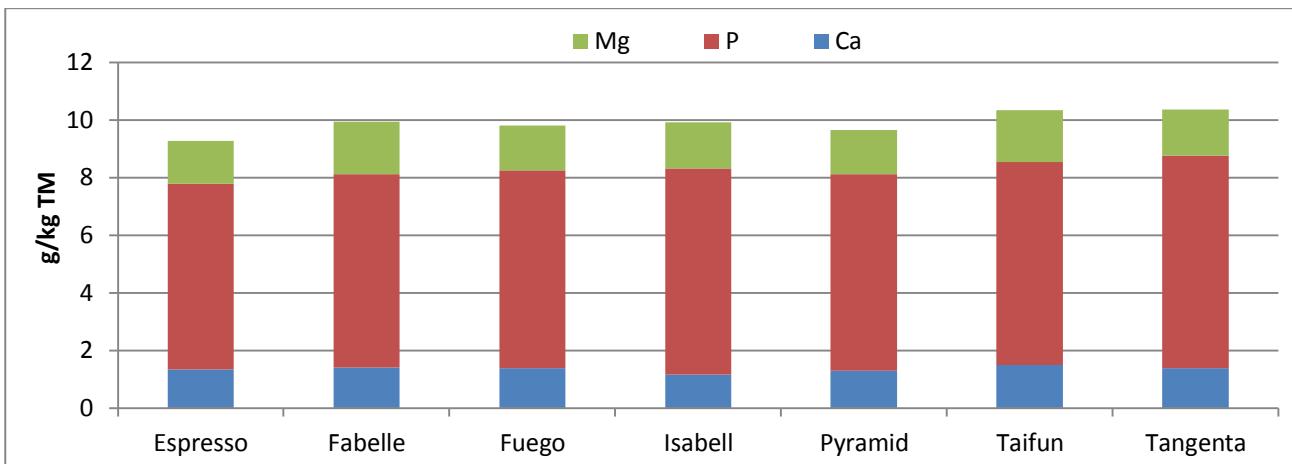
**Abbildung 51:** Vergleich der AS-Zusammensetzung in Körnerleguminosen in Bezug auf 100 g XP

#### 4.4.3.3 Mineralstoffe

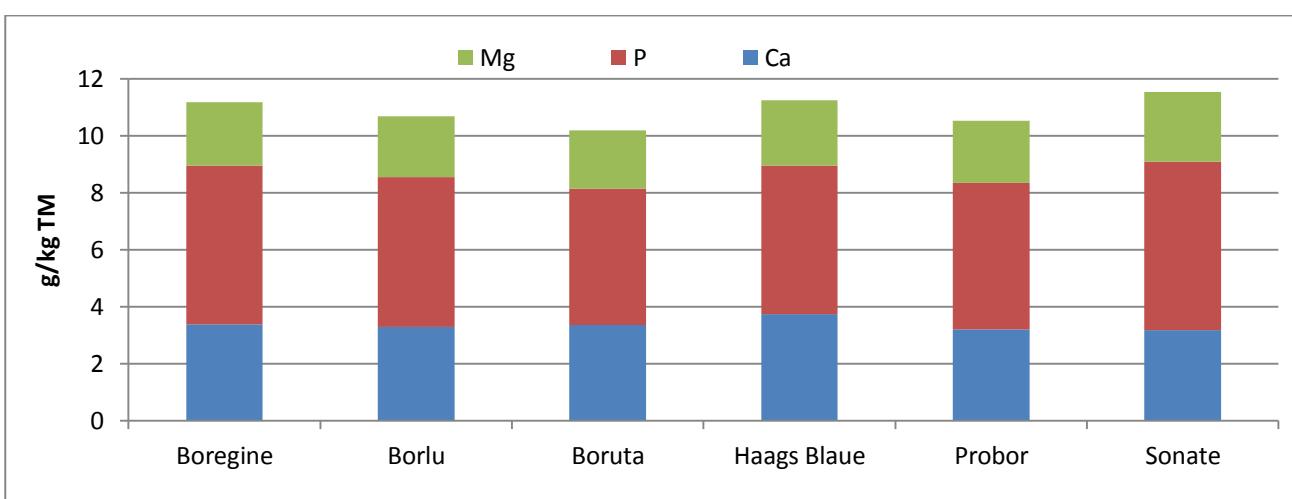
Die Gehalte der einzelnen Körnerleguminosensorten an den Mengenelementen Calcium, Phosphor und Magnesium sind in Abbildung 52 bis 55 dargestellt. Die mittleren Calciumgehalte lagen für die geprüften Erbsen-, Ackerbohnen- und Sojabohnensorten auf einem geringen Niveau (1,1 bis 1,9 g/kg TM). In den Blauen Lupinen ließ sich hingegen ein mittlerer Calciumgehalt von 3,4 g/kg TM feststellen. Der Phosphorgehalt lag deutlich höher, wobei in den geprüften Ackerbohnen der mit durchschnittlich 6,9 g/kg TM höchste Wert ermittelt wurde, gefolgt von Blauen Lupinen mit 5,3 g/kg TM. Die geprüften Sojabohnen- und Erbsensorten wiesen gleichermaßen im Mittel 4,8 g Phosphor/kg TM auf. Auch die Magnesiumgehalte fielen erwartungsgemäß gering aus. Während die Blauen Lupinen im Mittel 2,2 g/kg enthielten, erreichten die übrigen Körnerleguminosen durchschnittliche Werte von 1,5 bis 1,6 g Magnesium/kg TM. Auch in Bezug auf die Mineralstoffgehalte wurden teils sehr hohen Schwankungsbereiche beobachtet.



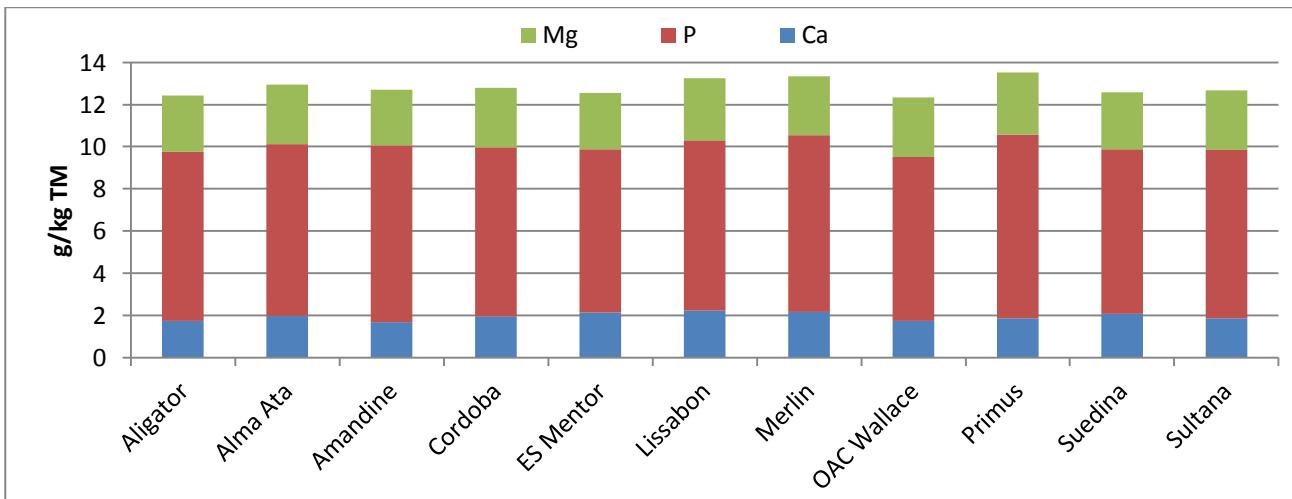
**Abbildung 52:** Mittlere Gehalte ausgewählter Erbsensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 5$ )



**Abbildung 53:** Mittlere Gehalte ausgewählter Ackerbohnensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 10$ )



**Abbildung 54:** Mittlere Gehalte ausgewählter Lupinensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 6$ )



**Abbildung 55:** Mittlere Gehalte ausgewählter Sojabohnensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 5$ )

#### **4.4.3.4 Vergleich der Futterwerte mit Tabellenwerten**

Ein deutlicher Unterschied zeigt sich in den Rohprotein- und Stärkegehalten der LSV-Erbsen. Während der Rohproteingehalt die DLG-Werte deutlich unterschreitet, lag der mittlere Stärkegehalt zwei Prozentpunkte über den Tabellenwerten. Diese Diskrepanz kann für eine fein abgestimmte Rationsplanung durchaus problematisch werden, wenn dabei in Ermangelung eigener Befunde auf Tabellenwerte zurückgegriffen werden muss, da es zu einer Überschätzung des Rohproteingehaltes kommen kann. Es hat sich gezeigt, dass in den letzten Jahren die Bedeutung des Rohprotein gehaltes im Rahmen der Züchtung zugunsten einer hohen Ertragsstabilität/-erwartung stark in den Hintergrund geraten ist. Ertragsstarke Sorten, wie Alvesta, Rocket, Navarro und Volt, wiesen im Mittel unterdurchschnittliche Rohproteingehalte auf. Unter Berücksichtigung dieser Entwicklung sollte eine Anpassung seitens der DLG vorgenommen werden. Analog gilt dies auch im Besonderen für den Gehalt an Lysin, der in den untersuchten LSV-Sorten ebenfalls deutlich hinter den Tabellenwerten zurückblieb.

Die geprüften LSV-Sorten der Ackerbohnen wiesen gegenüber den Tabellenwerten etwas höhere Gehalte an Rohfaser, Rohfett, Phosphor und Energie (Rind) auf. Der Zuckergehalt lag in den LSV-Sorten unter den Tabellenwerten. Bei den Rohprotein- und Stärkegehalten ist eine gute Übereinstimmung festzustellen. Auch die Aminosäurengehalte sind mit denen der Tabellen vergleichbar. Der Vergleich der Futterwertparameter zeigt für Blaue Süßlupinen eine weitgehende Übereinstimmung zwischen den LSV-Daten und den Tabellenwerten.

Der Stärkegehalt kommt mit 9,6 % der TM dem in der DLG-Futterwerttabelle für Wiederkäuer (1997) sehr nahe. Der in der DLG-Tabelle für Schweine (2014) mit 6 % für Blaue Süßlupinen ausgewiesene Stärkegehalt kann anhand der eigenen Daten nicht nachvollzogen werden.

In den LSV-Sorten lag der mittlere Rohfettgehalt mit 7 % der TM etwas über den Tabellenwerten. Somit wurden auch geringfügig höhere Werte für die Energiegehalte geschätzt. Auch die Mengenelemente (mit Ausnahme von Na) waren im vorliegenden Datensatz im Mittel höher als die jeweiligen Werte in der DLG-Tabelle für Schweine. Für die Aminosäurengehalte konnte eine sehr gute Übereinstimmung festgestellt werden.

Der Vergleich der Mittelwerte für die Inhaltsstoffe bzw. die geschätzten Energiegehalte aus den im LSV geprüften Sojabohnensorten mit den Werten aus den DLG-Tabellen für Wiederkäuer bzw. Schweine zeigt eine überwiegend gute Übereinstimmung. Lediglich der Rohfasergehalt lag in den geprüften Sorten mit 9,0 % der TM deutlich über dem DLG-Wert von 6,2 %. Möglicherweise ist dies aber auf die o. a. Probleme zurückzuführen, an deren Lösung jedoch gearbeitet wird. Die Gehalte an Ca, P und Mg waren in den LSV-Sojabohnen hingegen deutlich geringer. Die Gehalte an ME bzw. NEL sollten mit Vorbehalt interpretiert werden, da zur Berechnung Verdauungsquotienten von dampferhitzen Sojabohnen zu Grunde gelegt wurden, die Nährstoffverdaulichkeiten in rohen Sojabohnen aber vermutlich geringer sind. Daher werden eventuell in rohen Sojabohnen dement sprechend geringere Energiegehalte erreicht. Die Datenlage gibt derzeit jedoch leider keine genauere Berechnung her.

**Tabelle 42:** Vergleich der Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Körnerleguminosen aus den LSV mit Werten der DLG-Futterwerttabellen (1997, 2014)

	XA	XP	XF	XL	XZ	XS	ME Schwein	ME Rind	NEL	Lys	Meth	Cys	Thr	Ca	P	Mg
	% der TM						MJ/kg TM			g/kg TM						
<b>Körnerleguminosen aus Landessortenversuchen</b>																
Erbsen (n=152)	3,1 $\pm 0,16$	22,1 $\pm 1,14$	6,7 $\pm 0,52$	2,1 $\pm 0,17$	4,4 $\pm 0,23$	49,8 $\pm 0,58$	15,4	13,5	8,6	16,2 $\pm 0,95$	2,0 $\pm 0,15$	3,6	8,5 $\pm 0,39$	1,1 $\pm 0,20$	4,8 $\pm 0,26$	1,5 $\pm 0,06$
Ackerbohnen (n=138)	3,6 $\pm 0,08$	29,3 $\pm 0,82$	9,5 $\pm 0,55$	2,1 $\pm 0,08$	2,9 $\pm 0,22$	41,6 $\pm 0,83$	14,2	13,8	8,7	17,6 $\pm 0,54$	2,0 $\pm 0,09$	3,7 $\pm 0,08$	10,0 $\pm 0,47$	1,4 $\pm 0,09$	6,9 $\pm 0,28$	1,6 $\pm 0,12$
Blaue Lupine (n=67)	3,6 $\pm 0,08$	34,7 $\pm 1,04$	15,6 $\pm 0,72$	7,0 $\pm 0,34$	5,5 $\pm 0,37$	9,6 $\pm 0,78$	15,6	14,5	9,1	16,3 $\pm 0,27$	2,0 $\pm 0,08$	4,9 $\pm 0,31$	12,1 $\pm 0,20$	3,4 $\pm 0,19$	5,3 $\pm 0,36$	2,2 $\pm 0,13$
Sojabohnen (n=75)	5,3 $\pm 0,17$	40,5 $\pm 1,53$	9,0 $\pm 0,59$	21,4 $\pm 0,60$	9,8 $\pm 0,49$	k. A.**	18,1	16,1	10,0	25,4 $\pm 0,89$	5,4 $\pm 0,23$	6,3 $\pm 0,26$	15,8 $\pm 0,51$	1,9 $\pm 0,18$	4,8 $\pm 0,26$	1,5 $\pm 0,06$
<b>DLG-Futterwerttabelle Wiederkäuer (1997)</b>																
Erbsen	3,4	25,1	6,7	1,5	6,1	47,8	-	13,5	8,5	-	-	-	-	1,0 <sup>#</sup>	4,7 <sup>#</sup>	1,4 <sup>#</sup>
Ackerbohnen	3,9	29,8	8,9	1,6	4,1	42,2	-	13,6	8,6	-	-	-	-	1,4 <sup>#</sup>	5,8 <sup>#</sup>	1,2 <sup>#</sup>
Blaue Lupine	3,5	33,3	16,2	5,7	5,4	10,1	-	14,2	8,9	-	-	-	-	2,4*	3,2*	k.A.
Sojabohnen***	5,4	39,8	6,2	20,3	8,1	5,7	-	15,9	9,9	-	-	-	-	2,9 <sup>+</sup>	7,1 <sup>+</sup>	3,7 <sup>+</sup>
<b>DLG-Futterwerttabelle Schweine (2014)</b>																
Erbsen	3,7	25,0	6,5	1,5	6,0	47,5	15,2	-	-	18,0	2,4	3,6	9,0	1,0	4,6	1,5
Ackerbohnen	4,0	30,0	8,8	1,6	4,0	41,5	14,1	-	-	18,5	2,3	3,9	10,1	1,4	5,5	1,6
Blaue Lupine	3,6	33,5	16,3	5,5	5,6	6,0	15,3	-	-	16,7	2,1	5,0	12,0	2,1	3,2	1,9
Sojabohnen***	5,3	40,0	6,2	20,3	8,0	5,8	17,7	-	-	24,5	5,4	6,0	15,0	2,8	6,5	2,8

<sup>#</sup>Quelle: Spiekers et al. (2009); \*Quelle: Beyer et al. (2003); <sup>\*</sup>Quelle: LfL (2015); \*\*keine Angabe möglich, da kein Mittelwert kalkulierbar (Einzelwerte teils unterhalb Nachweisgrenze),

\*\*\*dampferhitzt (für rohe Sojabohnen liegen derzeit noch keine Werte vor)

#### **4.4.4 Fazit**

Während sich die geprüften Ackerbohnen- und Erbsensorten vor allem durch hohe Stärkegehalte und mittlere Rohproteingehalte auszeichneten, waren in Blauen Lupinen und Sojabohnen neben hohen Rohproteingehalten nennenswerte Mengen an Fett enthalten. Bei allen genannten Körnerleguminosen handelt es sich daher sowohl um Eiweiß- als auch um Energiefutter.

Die Schwankungen der einzelnen Nähr- bzw. Mineralstoffe fielen sorten-, jahres- bzw. standortabhängig teilweise beträchtlich aus. Ein Vergleich der mittleren Inhaltsstoffgehalte mit den Werten aus den DLG-Futterwerttabellen zeigte eine überwiegend gute Übereinstimmung. Allerdings wurde der ausgewiesene Rohproteingehalt bei Körnerfuttererbsen in den eigenen Untersuchungen im Mittel deutlich unterschritten. Für Sojabohnen ist ein Vergleich der Energiegehalte derzeit nur bedingt möglich, da bislang nur Daten für dampferhitzte Sojabohnen vorliegen.

Körnerleguminosen fallen betriebsindividuell meist nur in so geringen Mengen an, dass der Handel daran kaum Interesse hat und dementsprechend geringe Preise zahlt. Eine betriebsinterne „Vereidelung“ kann daher durchaus sinnvoll sein. Für den innerbetrieblichen Einsatz der Körnerleguminosen empfiehlt sich in jedem Fall, den Futterwert im Vorfeld analysieren zu lassen, um eine bedarfsgerechte Rationsplanung vornehmen zu können.

Im Falle buntblühender Ackerbohnensorten sowie der Sojabohnen ist bei einem Einsatz in der Schweine- bzw. Geflügelfütterung zur Inaktivierung unerwünschter Inhaltsstoffe eine thermische Aufbereitung ratsam.

### **5 Wirtschaftliche Aspekte des Anbaus und der Verwertung von groß- und kleinkörnigen Leguminosen**

#### **5.1 Rinderfütterung**

Der Anbau heimischer Eiweißpflanzen in Thüringen soll ausgeweitet werden mit dem Ziel der Auflockerung der von Getreide dominierten Fruchtfolgen und der Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit sowie im Hinblick auf den Ersatz von importiertem (GVO-)Soja in der Thüringer Rinderfütterung.

Um dieses Ziel zu erreichen, muss der Einsatz heimischer Eiweißpflanzen in der Tierfütterung für die Landwirtschaftsbetriebe ökonomisch von Vorteil sein. Das ist festzustellen durch eine Gegenüberstellung gegenwärtig üblicher Futterrationen mit Rationen, die einen deutlich höheren Anteil einheimischer Eiweißquellen enthalten und die gleiche Tierleistung ermöglichen.

In der Rinderfütterung können Leguminosen sowohl als Grundfutter als auch als Kraftfutter eingesetzt werden. Die ökonomischen Folgen der Nutzung der einzelnen Eiweißpflanzen als Rinderfutter sollen zur besseren Wertbarkeit der Ergebnisse getrennt nach großkörnigen Leguminosen (Ackerbohnen, Erbsen) im Kraftfutter und kleinkörnigen Leguminosen (Klee, Luzerne) als Konserve im Grundfutter dargestellt werden.

Die Futtermengen der zu vergleichenden Futterungsregimes für die Tiersorten wurden ausgehend von Einzelrationen berechnet. Beim Milchvieh ist die Bezugsbasis Kuh und Jahr, für Junggrinderaufzucht und Bullenmast das erzeugte Tier.

Diesen Futtermengen wurden einheitliche Preise zugeordnet:

- Grundfutter – Herstellungskosten lt. TLL-Richtwerten
- Kraftfutter – Marktpreise im Durchschnitt der Jahre 2010 - 2014 bzw. bei Getreide Erzeugerpreise für diesen Zeitraum umgerechnet auf 88 %Trockensubstanz zuzüglich Verarbeitung

Daraus ergaben sich Futterkosten pro Kuh und Jahr bzw. pro erzeugtem Tier für die Referenzsituation und bei maximalem Einsatz von einheimischen Eiweißfuttermitteln.

Die Problematik Eiweißpflanzen im Kraftfutter wurde für die Fütterung von Milchkühen auf Acker- und Grünlandstandorten, von Junggrindern und Mastbüffeln auf Ackerstandorten betrachtet. Die anderen Rinderhaltungsverfahren in Thüringen (Mutterkühe, Junggrinder auf Grünlandstandort) haben auf Grund der Grundfutterzusammensetzung nur einen sehr geringen Bedarf zur Proteinergänzung und damit nur marginale Einsatzmöglichkeiten für einheimische Körnerleguminosen (KL).

Zur Beschreibung der Referenzsituation wurden folgende Rationen berechnet bzw. aus vorhandenen betriebswirtschaftlichen Richtwerten übernommen:

- Milchkuh, 9.000 kg Jahresleistung, für die Laktationsabschnitte Hochlaktation, Altmelker, Trockensteher und Transitfütterung je eine Ration auf Basis Mais/AWS Feldgras+ Soja/weiteres Kraftfutter und AWS Grünland/Mais+ Soja/weiteres Kraftfutter
- Jungrinderaufzucht je eine Ration für 6 Entwicklungsabschnitte von 108 kg LM bis 480 kg LM (2,5 Mon. bis 24 Mon.) auf Basis Mais/Heu+Soja/Getreide und Mais/Luzerne-AWS/Heu+Soja/Getreide
- Bullenmast/Schwarzbunt ab Kalb je eine Ration für 9 Mastabschnitte von 150 bis 550 kg LM auf Basis Mais+Soja
- Bullenmast/Fleischrind ab Absetzer je eine Ration für 9 Mastabschnitte von 250 bis 650kg LM auf Basis Mais+Soja

In allen Rationen wurde Sojaextraktionsschrot (SES) komplett durch Ackerbohnen, Erbsen, Rapsextraktionsschrot (RES) und geringfügig andere Kraftfutterkomponenten ersetzt. Für Milchvieh war das Mengenverhältnis der beiden KL-Arten von der optimalen Rationszusammensetzung bestimmt, während für Aufzucht und Mast ein Thüringer Körnerleguminosen-Mix (KL-Mix, 75 % Erbsen und 25 % Ackerbohnen entsprechend dem Thüringer Anbauverhältnis) zum Einsatz kam. Dazu mussten bei Erreichen der höchstmöglichen Einsatzmengen KL-Mix noch weitere Ergänzungsfuttermittel eingesetzt werden. Die Grundfutterkomponenten wurden beibehalten, aber mengenmäßig angepasst. Insgesamt wurden die neuen Rationen so gestaltet, dass das Leistungsniveau für Milch bzw. Wachstum zur Referenzsituation unverändert blieb.

In der Milchviehfütterung stehen beim Kraftfutter Einsparungen von 322 EUR für Soja, Rapskuchen, Bioprofin, Getreide und Milchleistungsfutter neue bzw. Mehrausgaben von 301 EUR für Ackerbohnen, Erbsen, Treber, sowie RES und Pressschnitzel gegenüber. Insgesamt könnten durch den Austausch von Soja durch KL und die Anpassung der neuen Ration an das ursprüngliche Milch-Leistungsniveau 37 EUR je Kuh und Jahr gespart werden (Tab. 43). Das sind unter 1% der Vollkosten von rund 3.900 EUR/Kuh und Jahr.

**Tabelle 43:** Kostenvergleich Einsatz von KL in der Milchviehfütterung auf Ackerstandort

Futtermittel		Referenz		KL-Rationen		Differenz	
	Preise EUR/dt OS	Kosten EUR/Kuh	Summen EUR/Kuh	Kosten EUR/Kuh	Summen EUR/Kuh	Kosten EUR/Kuh	Summen EUR/Kuh
<b>Jahresbedarf</b>							
Silomais	3,80	343,56		304,08		-39,47	
AWS FG	4,80	233,34		257,33		23,99	
Heu FG	13,10	3,73		3,73		0,00	
Stroh	7,00	5,98	586,62	4,99	570,13	-1,00	-16,48
Gerste	19,50	159,27		102,21		-57,06	
RES	25,95	98,13		142,09		43,96	
Raps-Kuchen	25,80	43,41		0,00		-43,41	
Bioprofin	31,53	75,53		26,08		-49,46	
SES	39,10	128,23				-128,23	
MLF 20/3	23,14	35,64				-35,64	
Ackerbohnen	22,86			48,37		48,37	
Erbsen	23,55			178,24		178,24	
Treber	3,50			16,17		16,17	
Pressschnitzel	10,00	77,00		92,40		15,40	
Fettflocken	120,00	9,24	626,46	0,00	605,57	-9,24	-20,89
Kostendifferenz insgesamt							-37,37

Bei Grünland betonter Fütterung können durch den Ersatz von Soja und anderen konventionellen Futtermitteln durch KL ebenfalls nur 30 EUR/Kuh und Jahr eingespart werden (Tab. 44). Das ist auch im Verhältnis zu den Vollkosten pro Kuh und Jahr eine vergleichbare Größenordnung zu den Rationen mit Schwerpunkt Ackerfutter.

Für den Bereich Jungrinderaufzucht wurden mehrere Ackerfutter betonte Fütterungsregimes verglichen:

- Maissilage/Heu + SES/Getreide als Extremvariante mit geringer Praxisrelevanz

- Maissilage/Luzernesilage/Heu + SES/Getreide als Möglichkeit der Fütterung auf trockenen Ackerstandorten mit schlechten Feldgraserträgen
- Ersatz von Soja in beiden Rationstypen durch den genannten KL-Mix und Rapsextraktionschrot

**Tabelle 44:** Kostenvergleich Einsatz von KL in der Milchviehfütterung auf Grünlandstandort

Futtermittel	Preise EUR/dt OS	Referenz		KL-Rationen		Differenz	
		Kosten EUR/Kuh	Summen EUR/Kuh	Kosten EUR/Kuh	Summen EUR/Kuh	Kosten EUR/Kuh	Summen EUR/Kuh
Silomais	3,80	182,27		172,09		-10,18	
AWS GL	5,61	449,27		461,11		11,84	
Heu GL	13,10	3,73		4,48		0,75	
Stroh	7,00	5,98	641,26	4,99	642,66	-1,00	1,40
Gerste	19,50	186,30		182,74		-3,56	
Maisschrot	20,10	46,43		15,48		-30,96	
RES	25,95	82,15		97,40		15,25	
Raps-Kuchen	25,80	35,46		0,00		-35,46	
Bioprofin	31,53	26,97		23,02		-3,96	
SES	39,10	98,12				-98,12	
MLF 18/3	23,14	92,66				-92,66	
Abo	22,86			37,16		37,16	
Erbsen	23,55			146,55		146,55	
Treber	3,50			18,87		18,87	
Trockenschnitzel	18,40	29,75	597,86	45,34	566,55	15,59	- 31,31
Kostendifferenz insgesamt							- 29,91

Durch den Einsatz einheimischer Körnerleguminosen anstelle von Soja lassen sich auf Grundlage der hier gewählten Rationsbeispiele 24 EUR pro Tier über die gesamte Aufzuchtdauer (EKA 24 Monate) einsparen. Das entspricht 1,2 % der Vollkosten von rund 1.800 EUR/aufgezogenes Tier (Tab. 45).

**Tabelle 45:** Kostenvergleich Fütterung Jungrinder Ackerstandort

Futtermittel	EUR/dt OS	Referenz		KL-Rationen		Differenz	
		Mais/ Soja	Mais/Luz/ Soja	Mais/ KL	Mais/Luz/ KL	Mais	Mais/Luz
		EUR		EUR		EUR	
Silomais	3,80	385,24	276,82	361,20	276,36	-24,04	- 0,46
Luzerne-AWS	5,20	0,00	182,29	0,00	182,29	0,00	0,00
SES	39,10	178,39	67,19	0,00	0,00	- 178,39	- 67,19
RES	25,95	0,00	0,00	128,66	11,45	128,66	11,45
KL-Mix	23,38	0,00	0,00	42,67	16,71	42,67	16,71
Getreide (WE)	20,60	22,24	57,33	65,79	73,00	43,55	15,66
Heu	13,10	29,88	10,76	5,98	10,76	- 23,91	0,00
		615,76	594,39	604,29	570,56	- 11,47	- 23,84

Zur Ermittlung der ökonomischen Wirkung des Einsatzes von heimischen KL anstelle von Soja in der intensiven Bullenmast in Thüringen ist zwischen der Mast schwarzbunter Bullen ab Kalb und der Mast von Absetzern aus der Mutterkuhhaltung (Fleischrassen) zu unterscheiden, da letztere intensiver zu füttern sind, um das rassebedingte Leistungspotential auszuschöpfen.

Bei beiden Mastverfahren ist ein Ersatz von Soja allein durch den KL-Mix wegen physiologischer Einsatzobergrenzen nicht möglich. Es ist weitere Proteinergänzung durch Rapsextraktionsschrot notwendig.

In der Schwarzbunt-Mast werden 178 EUR Kostenersparnis durch 142 EUR Kosten für anderen Kraftfutter-Zukauf, davon überwiegend Rapsextraktionsschrot, und auch für etwas höheren Silomais-Bedarf fast wieder aufgezehrt. Die verbleibende Kostenminderung gegenüber der Referenz-

situation von 36 EUR entspricht einem Anteil von 2 % an den ca. 1.600 EUR Gesamtkosten für einen erzeugten Bullen (Tab. 46).

**Tabelle 46:** Kostenvergleich Fütterung Bullenmast Schwarzbunt

<b>Futtermittel</b>	<b>Preis</b>	<b>Referenz</b>	<b>KL_Ration</b>	<b>Differenz</b>
	EUR/dt OS	EUR/erz.Tier	EUR/erz.Tier	EUR/erz.Tier
Silomais	3,80	233,85	241,68	7,83
Gerste	19,50	97,38	40,68	-56,71
SES	39,10	121,05	0,00	-121,05
RES	25,95	0,00	90,72	90,72
KL-Mix	23,38	0,00	42,97	42,97
Summe		452,29	416,05	-36,24

Auch für den Einsatz heimischer KL in der Fütterung von Mastrassen-Bullen ergibt sich kein anderes Bild. Es könnten knapp 30 EUR/Bulle (1,5 % der Vollkosten) gespart werden (Tab. 47).

**Tabelle 47:** Kostenvergleich Fütterung Bullenmast Fleischrinder

<b>Futtermittel</b>	<b>Preis</b>	<b>Referenz</b>	<b>KL_Ration</b>	<b>Differenz</b>
	EUR/dt OS	EUR/erz.Tier	EUR/erz.Tier	EUR/erz.Tier
Silomais	3,80	235,29	230,91	-4,38
Gerste	19,50	43,95	20,55	-23,40
SES	39,10	121,50	0,00	-121,50
RES	25,95	0,00	88,08	88,08
KL-Mix	23,38	0,00	32,60	32,60
Summe		400,75	372,13	-28,62

Aus diesen Beispielen für die Kraftfutterzusammensetzung ist zu schlussfolgern, dass der vollständige Ersatz von Soja allein durch eine aus physiologischer Sicht maximale Menge an einheimischen KL nicht möglich ist. Es müssen immer andere Kraftfutterkomponenten zusätzlich gekauft und in der Variante Schwarzbunt-Mast auch geringfügig mehr Grobfutter bereitgestellt werden. An die Stelle der für Soja eingesparten Kosten treten die geringeren Aufwendungen für KL und weitere Kraftfutterkosten. Insgesamt ist für jede der betrachteten Tierarten/ Produktionsverfahren eine Kosteneinsparnis nachzuweisen, die jedoch, bezogen auf die jeweiligen Vollkosten, gering ist. Allein aus betriebswirtschaftlicher Sicht kann ein Verzicht auf Soja zu Gunsten der KL nicht begründet werden.

Um den Anbau heimischer eiweißreicher Grundfutterarten auszuweiten, muss der Einsatz von alternativen Konservaten aus Luzerne- bzw. Rotkleegras in der Tierfütterung für die Landwirtschaftsbetriebe ökonomisch von Vorteil sein. Die Bewertung stützt sich auf den Vergleich gegenwärtig üblicher Futterrationen für Milchkühe, die neben Silomais als zweite Grundfutterkomponente Getreide-GPS bzw. AWS aus Feldgras enthalten, mit Rationen, in denen Leguminosen als zweites Grundfutter Verwendung finden.

Der Rationsvergleich kommt nur für die Milchproduktion auf Ackerbaustandorten in Frage. In Grünlandregionen sollte neben dem notwendigen Silomaisanteil in der Milchviehfütterung der restliche Grundfutterbedarf für alle Raufutterfresser von der absoluten Futterfläche gedeckt werden.

Die Region der Trockenstandorte wird durch den Luzerneanbau repräsentiert, der Getreide-GPS ersetzen kann. Der Rotklee bietet auf Niederschlag reicheren Standorten die Möglichkeit, Feldgras abzulösen.

Zur Beschreibung der Referenzsituation wurden jeweils für eine Jahresleistung von 9.000kg Milch folgende Rationen berechnet:

- Mais/Gersten-GPS + Soja/ weiteres Kraftfutter (Trockenstandort)
- Mais/AWS Feldgras+ Soja/ weiteres Kraftfutter (feuchterer Standort)

In den Zielvarianten erfolgte der Austausch der Grundfutterkomponenten mit entsprechender Kraftfutteranpassung:

- Mais/Luzerne-AWS + Soja/ weiteres Kraftfutter (Trockenstandort)
- Mais/AWS Rotkleegras+ Soja/ weiteres Kraftfutter (feuchterer Standort)

### Futterleguminosen in der Milchproduktion auf trockenem Ackerbaustandort

Wegen des höheren Preises für Luzerne-AWS verteuert sich das Grundfutter um 35 EUR/Kuh und Jahr (Tab. 48). Beim Kraftfutter sinkt der Aufwand um 18 EUR/Kuh durch die Einsparung von 0,3 kg Soja/Tag trotz einer leichten Erhöhung beim Futtergetreide. Per Saldo erhöht der Einsatz von Luzerne-AWS anstelle von Gersten-GPS die Futterkosten insgesamt um 17 EUR/Kuh und bringt daher keinen ökonomischen Vorteil.

**Tabelle 48:** Kostenvergleich von Luzernegrassilage mit Gersten-GPS in der Milchviehfütterung auf trockenem Ackerbaustandort

Futtermittel	Preise EUR/ dt OS	Mais/GPS		Mais/Luzerne		Differenz
		Menge kg OS/d	Kosten EUR/Kuh	Menge kg OS/d	Kosten EUR/Kuh	
Silomais	3,80	23,82	326,72	23,82	326,72	
Gersten- GPS	4,40	12,24	194,48			
Luzernegras- AWS	5,20			12,24	229,84	
Gerstenstroh	7,00	0,33	8,38	0,33	8,45	
Grundfutter			529,58		565,02	+35,43
Soja-Extraktionsschrot	39,05	1,95	275,60	1,70	239,46	
Futtergerste	19,50	2,55	179,74	2,68	188,66	
Futterweizen <sup>)</sup>	20,64	2,55	190,21	2,68	199,65	
Kraftfutter			645,55		627,76	-17,78
Kostendifferenz insg.			0			+17,65

### Futterleguminosen in der Milchproduktion auf feuchtem Ackerbaustandort

Der höhere Preis für Kleegras-AWS gegenüber Feldgras verteuert das Grundfutter um 25 EUR/Kuh und Jahr (Tab. 49). Der Kostenanstieg ist geringer als in der Luzernevariante, weil sich die Ertragsvorteile vom Rotklee im günstigeren Preis niederschlagen.

**Tabelle 49:** Kostenvergleich von Rotkleegrasilage mit Feldgrassilage in der Milchviehfütterung auf feuchtem Ackerbaustandort

Futtermittel	Preise EUR/ dt OS	Mais/WWG-AWS		Mais/Kleegras		Differenz
		Menge kg OS/d	Kosten EUR/Kuh	Menge kg OS/d	Kosten EUR/Kuh	
Silomais	3,80	23,82	327,00	23,82	326,72	
WWG- AWS	4,80	13,64	227,00			
Kleegras- AWS	5,00			14,49	261,50	
Stroh	7,00	0,34	8,53	0,35	8,82	
Grundfutter			571,65		597,04	+25,39
Soja-Extraktionsschrot	39,05	1,87	263,69	1,36	191,40	
Futtergerste	19,50	2,25	158,72	2,34	164,46	
Futterweizen	20,64	2,25	167,96	2,34	174,04	
Kraftfutter			590,37		529,90	-60,47
Kostendifferenz insg.			0			-35,07

Durch eine stärkere Sojaeinsparung (0,5 kg Soja/Tag) sinken die Kraftfutterkosten deutlicher um 60 EUR/Kuh. Damit entsteht beim Einsatz von Kleegras-AWS ein ökonomischer Vorteil durch insgesamt sinkende Futterkosten von 35 EUR/Kuh.

Die Einsparung von Soja durch die Verwendung von Konservaten aus Futterleguminosen als zweite Grundfutterkomponente hält sich in Grenzen. Im Fall der Luzernefütterung als Lösung für Trockenstandorte ergibt sich wegen der höheren Futterkosten kein ökonomischer Anreiz. Der Einsatz von Rotklee anstelle von Feldgras auf feuchteren Ackerbaustandorten senkt die Gesamtfutterkosten um einen relativ bescheidenen Betrag von 35 EUR/Kuh und Jahr. Das entspricht weniger als 1% der Vollkosten.

Hinsichtlich der Grundfuttererzeugung aus einheimischen Leguminosen ist zu schlussfolgern, dass sich aus betriebswirtschaftlicher Sicht der Vorzug von Futterleguminosen für die Milchkuhfütterung auch unter Berücksichtigung des monetär schwer zu fassenden Vorfruchtwertes nicht zwingend begründen lässt. Nicht zuletzt darf auch das Risiko von höheren Qualitätsverlusten des schwerer vergärbaren eiweißreicherem Ackerfutters nicht außer Acht bleiben.

## 5.2 Schweinefütterung

Importiertes Sojaextraktionsschrot spielt gegenwärtig in der Schweinefütterung eine dominierende Rolle, um die Tiere mit Futtereiweiß zu versorgen. Dagegen bleibt die Nutzung einheimischer Eiweißpflanzen bzw. -quellen unter den Erwartungen. Ausgehend von einer bedarfsgerechten Versorgung der Thüringer Schweinebestände mit Futterprotein sind deshalb die wirtschaftlichen Effekte abzuschätzen, mit denen beim Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch heimische Eiweißquellen gerechnet werden muss.

Bemessungsgrundlage zur Ableitung des Jahresbedarfs an Futterenergie und -protein ist der Thüringer Schweinebestand vom 03.11.2015 (Tab. 50, Spalte 2).

**Tabelle 50:** Bedarfswerte des Thüringer Schweinebestandes

Ifd. Nr.	Kategorie	Tiere x 1.000 <sup>1)</sup>	Mittlerer Tagesbedarf je Tier					Jahresbedarf Gesamtbestand	
			MJ ME	g pcv Lysin	g pcv RP	g XP	g pcv Lysin/MJ ME	GJ ME	t pcv Lysin
	[1]	[2]	[3.1]	[3.2]	[3.3]	[3.4]	[3.5]	[4.1]	[4.2]
01	Ferkel dav. Saugferkel <sup>2)</sup>	377,0							
	dav. Absetzferkel <sup>2)</sup>	132,0	3,9	4,1	59,1	69,5	1,06		
	245,0	9,9	7,9	112,5	132,4	0,80	884.844	704,5	
	Jungschweine <50 kg LG	136,5	21,7	14,4	212,1	249,5	0,67	1.079.241	718,5
	Mastschweine 50 - 80 kg LG	96,6	30,7	17,2	252,3	296,8	0,56	1.080.164	604,2
	Mastschweine 80 - 110 kg LG	72,5	33,5	14,8	217,6	256,0	0,44	887.738	391,6
	Mastschweine >110 kg LG	26,0	33,6	12,3	183,4	215,8	0,37	319.690	117,1
	Jungsauen nicht belegt	12,1	31,3	13,2	194,8	229,1	0,42	138.139	58,5
	tragende Jungsauen	12,8	30,9	10,6	155,8	183,2	0,34	144.238	49,5
	tragende Altsauen andere nicht tragende Altsauen	54,5	32,8	8,3	122,3	143,8	0,25	652.191	165,4
	13,9								
09	dav. ferkelführende Sauen <sup>2)</sup>	9,0	98,3	54,8	806,0	948,2	0,56	322.880	180,0
10	dav. güste Sauen <sup>2)</sup>	4,9	24,5	2,1	31,1	36,6	0,09	43.799	3,8
11	Zuchteber	0,3	35,0	17,0	250,0	294,1	0,49	3.833	1,9
	<b>Schweine insgesamt</b>	<b>802,2</b>						<b>5.556.755</b>	<b>2.995,0</b>
	- Jung- u. Mastschweine (Zeile 01 bis 05)	<b>576,6</b>						<b>4.251.675</b>	<b>2.535,9</b>
	- Sauen, Jungsauen, Eber (Zeile 06 bis 11)	<b>93,6</b>						<b>1.305.080</b>	<b>459,1</b>

<sup>1)</sup> Thüringer Landesamt für Statistik, Erfurt 2016: Schweinebestände per 03.11.2015, (Abfrage: 23.02.2016 / 14:48)

<sup>2)</sup> rechnerische Aufteilung

ME: Umsetzbare Energie

pcv RP: praecaecal verdauliches Rohprotein

pcv Lysin: praecaecal verdauliches Lysin

XP: Rohprotein

Die täglichen Bedarfskennwerte in Tabelle 50, Spalten 3.1 und 3.2, ergeben sich aus den faktoriellen Ableitungen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE). Dabei werden die funktionalen Beziehungen zwischen dem Niveau der verschiedenen Teilleistungen (Wachstum, maternaler bzw. trächtigkeitsbedingter Stoffansatz sowie Milchbildung) und dem Bedarf genutzt. Es gelten durchschnittliche Gewichts- und Leistungsannahmen sowie praxisübliche Haltungsbedingungen.

Die Bedarfsbilanzierung an Proteinfutter erfolgt auf Basis des pcv Lysin als erstlimitierende Aminosäure. Die Angaben zum pcv RP und zum XP sind nach ihren rechnerischen Verhältnissen zum pcv Lysin ergänzt. (Eine Bilanzrechnung nach pcv RP oder XP würde zu einer deutlichen Untersversorgung an Lysin führen!)

Entscheidendes Kriterium für die bedarfsgerechte Futterbilanzierung ist das Verhältnis zwischen pcv Lysin und Futterenergie: Je höher dieser Quotient ist, umso größer muss der Anteil von Proteinfuttermitteln in der Futterration sein.

Als Referenz dient für jede der 11 Tierkategorien eine genau bedarfsdeckende Futtermischung aus Getreide (50 % Weizen, 50 % Gerste) und Sojaextraktionsschrot (= Minimalkombination zur Energie- und Eiweißversorgung bei einem bedarfsgerechten Lysin – Energieverhältnis durch lineare Optimierung). In Substitutionsrechnungen werden pro Tierkategorie jeweils 7 Alternativmischungen aus Getreide, Austauschfuttermittel und - soweit noch erforderlich - Sojaextraktionsschrot im Optimierungsmodell ermittelt (Tab. 51). Der Einsatz der Austauschfuttermittel erfolgt entweder bis zu den von der Tierernährung empfohlenen Obergrenzen oder bis zum bedarfsgerechten Lysin – Energieverhältnis. Die Gehaltswerte sind in Tabelle 52 zur Qualitätsbeschreibung der ausgewählten Futtermittel aufgeführt. In den Substitutionsvarianten wird nur für jeweils 1 alternatives Proteinfuttermittel das Austauschverhältnis zum Sojaextraktionsschrot bestimmt, da wegen fehlender Kenntnisse über mögliche Wechselwirkungen keine Vorgaben zum kombinierten Einsatz vorliegen.

Zur Versorgung des Thüringer Schweinebestandes nach Umfang und Struktur des Jahres 2015 sind 5.557.755 GJ ME und 2.995 t pcv Lysin notwendig. Aus der Zusammensetzung alternativer Futtermischungen für die einzelnen Tierkategorien bestimmen sich die erforderlichen Futtermengen für die Schweineproduktion in Thüringen (Tab. 53):

- In der Referenz-Fütterungsvariante sind 331.481 Tonnen Getreide und 90.168 Tonnen Sojaextraktionsschrot rechnerisch bedarfsdeckend.
- Für Futtererbsen gelten die geringsten Einsatzbeschränkungen in der Schweinefütterung. Damit kann die zur Eiweißversorgung theoretisch notwendige Menge Sojaextraktionsschrot von 90.168 t zu etwa 53 % (= 48.119 t) ersetzt werden. Um die gleiche Versorgungslage bei Futterenergie und pcv Lysin zu gewährleisten, sind 106.845 t Futtererbsen einzusetzen, die dann aber auch 61.195 t Getreide „verdrängen“.
- Alternativ dazu könnten auch Ackerbohnen in einem Umfang von etwa 67.519 t als Eiweißfutter in der Thüringer Schweinefütterung genutzt werden, um damit etwa 35.182 t Sojaextraktionsschrot und 28.921 t Getreide zu ersetzen.
- Unter Beachtung der geltenden Einsatzbeschränkungen könnten ebenso 36.477 t getoastete Sojabohnen aus heimischem Anbau zur Deckung des Protein- und Energiebedarfs beitragen. Das würde 28.167 t Sojaextraktionsschrot aus Importen und 18.113 t Getreide freisetzen. Bei diesem Bilanzierungsansatz wird von einer ganzjährigen Verfügbarkeit gleicher Qualitäten ausgegangen, was allerdings wegen der eingeschränkten Lagerfähigkeit von Vollfettbohnen (max. 6 Monate) nicht ganz realistisch erscheint.
- Für den Fall, dass die Verwertung einheimischer Sojabohnen auch zur Ölgewinnung in Frage käme, wäre der Sojakuchen mit einem Rohfett(rest-)gehalt von 8 % auch ein potenzielles Substitut für Sojaextraktionsschrot aus Importen: Bis zu 35.551 t Sojakuchen könnten maximal in der Schweinefütterung eingesetzt werden, die 29.741 t Sojaextraktionsschrot (Importware) und 8.082 t Getreide ablösen würden.
- Weiterhin besteht die Möglichkeit, mit 47.771 t Rapsextraktionsschrot in den Futtermischungen 28.031 t Sojaextraktionsschrot und fast 8.879 t Getreide zu substituieren.
- Oder 29.376 t Rapskuchen mit einem Rohfett(rest-)gehalt von 8 % könnten anstelle von 17.104 t Sojaextraktionsschrot und 11.333 t Getreide verfüttert werden.
- Die geringste Substitutionswirkung auf Sojaextraktionsschrot in der Schweinefütterung hat die getrocknete Getreideschlempe: Das Einsatzpotenzial liegt bei 47.827 t. Damit wären lediglich 3.842 t Sojaextraktionsschrot und 38.522 t Getreide freigesetzt.

**Tabelle 51:** Futtermischungen für Schweine mit alternativen Eiweißquellen zur bedarfsgerechten Versorgung mit Energie und pcv Lysin

Ifd. Nr.	Angaben in kg OM je Tier und Tag	Absetzferkel	Jungschwei- ne <50 kg LG	Mastschwei- ne 50 - 80 kg LG	Mastschwei- ne 80 - 110 kg LG	Jungsaufen, nicht belegt	tragende Jungsaufen	tragende Altsauen	ferkelführen- de Altsauen	güste Sauen	Eber	
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]
01	Getreide	0,464	1,157	1,800	2,166	2,292	2,047	2,144	2,422	5,777	1,855	2,182
	Sojaextraktionsschrot	0,287	0,488	0,527	0,378	0,252	0,325	0,197	0,062	1,682	0,000	0,473
	Referenzmischung	0,752	1,645	2,327	2,544	2,544	2,372	2,340	2,484	7,459	1,855	2,655
02	Getreide	0,400	0,876	1,272	1,685	1,971	1,709	1,894	2,344	4,927	1,855	1,804
	Sojaextraktionsschrot	0,237	0,267	0,112	0,000	0,000	0,059	0,000	0,000	1,013	0,000	0,176
	<b>Erbesen</b>	<b>0,112</b>	<b>0,490</b>	<b>0,922</b>	<b>0,840</b>	<b>0,561</b>	<b>0,590</b>	<b>0,436</b>	<b>0,137</b>	<b>1,485</b>	<b>0,000</b>	<b>0,660</b>
	Futtermischung A	0,749	1,633	2,306	2,525	2,531	2,358	2,330	2,481	7,425	1,855	2,640
03	Getreide	0,448	1,050	1,547	1,890	2,084	1,893	1,992	2,372	5,294	1,855	2,010
	Sojaextraktionsschrot	0,268	0,358	0,220	0,043	0,000	0,138	0,012	0,000	1,094	0,000	0,264
	<b>Ackerbohnen</b>	<b>0,038</b>	<b>0,249</b>	<b>0,589</b>	<b>0,644</b>	<b>0,485</b>	<b>0,359</b>	<b>0,354</b>	<b>0,119</b>	<b>1,127</b>	<b>0,000</b>	<b>0,401</b>
	Futtermischung B	0,754	1,657	2,357	2,577	2,569	2,390	2,358	2,490	7,516	1,855	2,675
04	Getreide	0,428	1,077	1,687	2,043	2,169	1,989	2,086	2,383	5,416	1,855	2,117
	Sojaextraktionsschrot	0,231	0,364	0,352	0,187	0,061	0,235	0,107	0,000	1,121	0,000	0,372
	<b>Sojabohnen</b>	<b>0,073</b>	<b>0,160</b>	<b>0,227</b>	<b>0,248</b>	<b>0,248</b>	<b>0,117</b>	<b>0,115</b>	<b>0,080</b>	<b>0,726</b>	<b>0,000</b>	<b>0,131</b>
	Futtermischung C	0,732	1,602	2,266	2,478	2,478	2,341	2,309	2,463	7,264	1,855	2,620
05	Getreide	0,451	1,120	1,747	2,109	2,234	2,034	2,130	2,408	5,567	1,855	2,167
	Sojaextraktionsschrot	0,237	0,351	0,334	0,167	0,041	0,275	0,148	0,010	0,908	0,000	0,417
	<b>Sojakuchen</b>	<b>0,060</b>	<b>0,163</b>	<b>0,231</b>	<b>0,253</b>	<b>0,253</b>	<b>0,059</b>	<b>0,058</b>	<b>0,062</b>	<b>0,925</b>	<b>0,000</b>	<b>0,066</b>
	Futtermischung D	0,748	1,634	2,312	2,528	2,528	2,368	2,337	2,480	7,400	1,855	2,651
06	Getreide	0,450	1,126	1,733	2,093	2,218	2,002	2,099	2,403	5,707	1,855	2,132
	Sojaextraktionsschrot	0,242	0,389	0,315	0,146	0,021	0,183	0,056	0,000	1,460	0,000	0,313
	<b>Rapsextraktionsschrot</b>	<b>0,077</b>	<b>0,168</b>	<b>0,361</b>	<b>0,395</b>	<b>0,395</b>	<b>0,243</b>	<b>0,239</b>	<b>0,105</b>	<b>0,377</b>	<b>0,000</b>	<b>0,272</b>
	Futtermischung E	0,769	1,683	2,409	2,634	2,634	2,427	2,395	2,508	7,545	1,855	2,717
07	Getreide	0,450	1,106	1,728	2,087	2,213	1,955	2,053	2,381	5,633	1,855	2,080
	Sojaextraktionsschrot	0,266	0,411	0,419	0,259	0,134	0,186	0,060	0,000	1,464	0,000	0,318
	<b>Rapskuchen</b>	<b>0,038</b>	<b>0,132</b>	<b>0,187</b>	<b>0,204</b>	<b>0,204</b>	<b>0,238</b>	<b>0,235</b>	<b>0,106</b>	<b>0,374</b>	<b>0,000</b>	<b>0,266</b>
	Futtermischung F	0,753	1,649	2,333	2,551	2,551	2,380	2,348	2,488	7,471	1,855	2,664
08	Getreide	0,434	1,023	1,514	1,853	1,979	1,854	1,953	2,220	5,169	1,855	1,966
	Sojaextraktionsschrot	0,284	0,475	0,499	0,347	0,221	0,306	0,178	0,042	1,621	0,000	0,451
	<b>Getreidetr.-schlempe</b>	<b>0,038</b>	<b>0,166</b>	<b>0,355</b>	<b>0,388</b>	<b>0,388</b>	<b>0,240</b>	<b>0,237</b>	<b>0,251</b>	<b>0,755</b>	<b>0,000</b>	<b>0,269</b>
	Futtermischung G	0,756	1,664	2,368	2,589	2,589	2,399	2,367	2,513	7,545	1,855	2,686

(Differenzen bei der Summenbildung rundungsbedingt)

In allen Futtermischungen liegt der Versorgungsgrad an pcv Lysin um 0,2 % über dem ermittelten Bedarf (absolut etwa 6 t): Ursache dafür sind die geringen Anforderungen der 4.800 güsten Sauen an das Verhältnis von g pcv Lysin zu MJ ME mit 0,09, das selbst ohne Proteinfutteranteile bei reiner Getreidefütterung mit 0,22 g pcv Lysin/MJ ME überschritten wird.

Um die wirtschaftlichen Wirkungen des Sojaersatzes in der Schweinefütterung einzuschätzen, werden die mittleren Preisverhältnisse des Zeitraumes 2010 – 2014 angenommen (Tab. 52).

Von den 60 monatlichen Preisnotierungen in diesem Zeitraum liegen allerdings für Thüringen teilweise weniger als 35 % vor. Aus diesem Grund wurde das Preisniveau im Bundesdurchschnitt herangezogen.

**Tabelle 52:** Preise / Wertansätze in EUR je dt Originalmasse (OM) und Preisrelationen ausgewählter Futtermittel für Schweine (5-jähriger Durchschnitt Deutschland 2010 – 2014)

Ifd. Nr.	Futtermittel (TM; ME; pcv Lys je kg OM)	EUR je dt OM	
	[1]	[2]	
01	Weizen (880 g; 13,77 MJ; 2,9 g)	20,64	<sup>1)</sup> 18,48 EUR/dt Erzeugerpreis Futterweizen, Strecke ab Hof; 1,50 EUR/dt Zuschlag für Lagerung, Umschlag, Mahlen
02	Gerste (880 g; 12,68 MJ; 2,8 g)	19,50	<sup>1)</sup> 17,39 EUR/dt Erzeugerpreis Futtergerste, Strecke ab Hof; 1,50 EUR/dt Zuschlag für Lagerung, Umschlag, Mahlen
	Getreidemischung (880 g; 13,20 MJ; 2,9 g)	20,07	Mittelwert Weizen 50 %, Gerste 50 %
03	Sojaextraktionsschrot (880 g; 13,10 MJ; 22,8 g)	39,05	<sup>1)</sup> 39,05 EUR/dt Abgabepreis Sojaextraktionsschrot, frei Hof;
04	Erbsen (880 g; 13,46 MJ; 11,9 g)	23,78	<sup>1)</sup> Preisnotierung Futterweizen * 0,768 + 7,3234; Preisregression zu Futtererbsen 85 % TM; Gesamtes Bundesgebiet (n = 74 Monatsmittel) 1,50 EUR/dt Zuschlag für Lagerung, Umschlag, Mahlen
05	Ackerbohnen (880 g; 12,48 MJ; 13,1 g)	22,51	<sup>1)</sup> Preisnotierung Futterweizen * 0,7413 + 6,5924; Preisregression zu Ackerbohnen; 85 % TM; Gesamtes Bundesgebiet (n = 49 Monatsmittel) 1,50 EUR/dt Zuschlag für Lagerung, Umschlag, Mahlen
06	Sojabohnen, getoastet (935 g; 16,67 MJ; 19,0 g)	39,64	<sup>2)</sup> Nährstoffvergleichspris (= Preiswürdigkeit oder Substitutiv Referenzfuttermittel Weizen, Gerste, Körnermais, Sojaextraktionsschrot)
06	Sojakuchen (8 % Rohfett) (890 g; 13,96 MJ; 19,7 g)	38,53	<sup>2)</sup> Nährstoffvergleichspris (= Preiswürdigkeit oder Substitutiv Referenzfuttermittel Weizen, Gerste, Körnermais, Sojaextraktionsschrot)
05	Rapseextraktionsschrot (900 g; 10,14 MJ; 13,9 g)	25,95	<sup>1)</sup> 25,95EUR/dt Abgabepreis Rapseextraktionsschrot, frei Hof,
07	Rapskuchen (8 % Rohfett) (910 g; 12,72 MJ; 14,4 g)	29,72	<sup>3)</sup> Preis Rapseextraktionsschrot * 1,15 (feste Preisrelation)
08	Getreideschlempe, getrocknet (920 g; 11,68 MJ; 4,1 g)	26,24	<sup>4)</sup> Preisnotierung Rapseextraktionsschrot (Niederrhein) * 0,8718 + 3,6194; Preisregression zu ProtiGrain Zeitz

Futterwertangaben: Futterberechnung für Schweine (LfL Bayern 2012)

<sup>1)</sup> AMI ([www.ami-informiert.de](http://www.ami-informiert.de)); <sup>2)</sup> eigene Berechnung; <sup>3)</sup> einzelbetriebliche Information;

<sup>4)</sup> Preisinformationen CropEnergies AG Ochsenfurth 06/2012 bis 05/2013

Nach den mittleren Preisverhältnissen des Zeitraumes 2010 - 2014 beläuft sich der wertmäßige Futterverbrauch zur bedarfsgerechten Versorgung des Thüringer Schweinbestandes mit Energie und pcv Lysin aus Getreide und Sojaextraktionsschrot auf etwa 101,7 Mio. EUR (Tabelle 53, Referenz).

Um ein Ferkel von 7 bis 27,5 kg Lebendgewicht mit einer Futtermischung aus Getreide und Sojaextraktionsschrot aufzuziehen, sind 10,53 EUR an Futterkosten zu veranschlagen, für ein Mastschwein von 27,5 – 120 kg Lebendgewicht 62,09 EUR und je Sau im Jahresmittel 266,70 EUR.

**Tabelle 53:** Futteraufkommen und -kosten alternativer Futtermischungen zur Versorgung des Thüringer Schweinebestandes mit Energie und pcv Lysin

Ifd. Nr.		t OM	% Misch.- anteile	GJ ME	t pcv Lys	Mio. EUR	EUR je erz. Ferkel <sup>1)</sup>	EUR je erz. MastS <sup>2)</sup>	EUR je Sau JDB <sup>3)</sup>
	[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]
01	Thüringer Schweinebe- stand (Bedarf/a)			-5.556.755	-2.995,0				
02	Getreide Sojaextraktionsschrot Referenzmischung	331.481 90.168 421.649	78,6% 21,4% 100%	4.375.555 1.181.200 5.556.755	944,7 2.055,8 3.000,6	66,529 35,211 101,739	4,78 5,75 10,53	42,46 19,63 62,09	217,53 49,18 266,70
03	Getreide Sojaextraktionsschrot <b>Erbesen</b> Futtermischung A	270.286 42.049 <b>106.845</b> 419.180	64,5% 10,0% <b>25,5%</b> 100%	3.567.782 550.838 <b>1.438.135</b> 5.556.755	770,3 958,7 <b>1.271,5</b> 3.000,5	54,247 16,420 <b>25,405</b> 96,072	4,11 4,74 <b>1,37</b> 10,22	32,62 4,57 <b>20,36</b> 57,55	202,20 25,73 <b>31,70</b> 259,63
04	Getreide Sojaextraktionsschrot <b>Ackerbohnen</b> Futtermischung B	302.560 54.986 <b>67.516</b> 425.066	71,2% 12,9% <b>15,9%</b> 100%	3.993.792 720.321 <b>842.643</b> 5.556.755	862,3 1.253,7 <b>884,5</b> 3.000,5	60,724 21,472 <b>15,199</b> 97,395	4,61 5,36 <b>0,43</b> 10,40	37,40 7,67 <b>13,24</b> 58,31	208,49 27,80 <b>23,65</b> 259,94
05	Getreide Sojaextraktionsschrot <b>Sojabohnen</b> Futtermischung C	313.369 62.001 <b>36.477</b> 411.847	76,1% 15,0% <b>8,9%</b> 100%	4.136.467 812.218 <b>608.070</b> 5.556.755	893,1 1.413,6 <b>693,7</b> 3.000,5	62,893 24,212 <b>14,459</b> 101,564	4,40 4,62 <b>1,49</b> 10,51	39,92 11,94 <b>10,11</b> 61,97	210,68 28,48 <b>27,22</b> 266,37
06	Getreide Sojaextraktionsschrot <b>Sojakuchen</b> Futtermischung D	323.400 60.427 <b>35.551</b> 419.377	77,1% 14,4% <b>8,5%</b> 100%	4.268.874 791.596 <b>496.285</b> 5.556.755	921,7 1.377,7 <b>701,1</b> 3.000,5	64,907 23,597 <b>13,698</b> 102,201	4,64 4,75 <b>1,18</b> 10,57	41,27 11,13 <b>10,02</b> 62,43	214,02 24,11 <b>29,57</b> 267,70
07	Getreide Sojaextraktionsschrot <b>Rapsextraktionsschrot</b> Futtermischung E	322.603 62.137 <b>47.771</b> 432.511	74,6% 14,4% <b>11,0%</b> 100%	4.258.357 813.996 <b>484.403</b> 5.556.755	919,4 1.416,7 <b>664,5</b> 3.000,6	64,747 24,265 <b>12,397</b> 101,408	4,63 4,85 <b>1,02</b> 10,50	41,04 10,91 <b>9,87</b> 61,83	215,56 37,10 <b>13,68</b> 266,34
08	Getreide Sojaextraktionsschrot <b>Rapskuchen</b> Futtermischung F	320.148 73.064 <b>29.376</b> 422.588	75,7% 17,3% <b>7,0%</b> 100%	4.225.957 957.140 <b>373.658</b> 5.556.755	912,4 1.665,9 <b>422,2</b> 3.000,5	64,254 28,532 <b>8,730</b> 101,516	4,63 5,31 <b>0,57</b> 10,51	40,83 14,86 <b>6,24</b> 61,93	213,44 37,20 <b>15,66</b> 266,30
09	Getreide Sojaextraktionsschrot <b>Getreidetr.-schlempe</b> Futtermischung G	292.960 86.326 <b>47.827</b> 427.113	68,6% 20,2% <b>11,2%</b> 100%	3.867.069 1.130.877 <b>558.810</b> 5.556.755	834,9 1.968,2 <b>197,3</b> 3.000,5	58,797 33,710 <b>12,521</b> 105.059	4,46 5,69 <b>0,51</b> 10,66	36,41 18,46 <b>9,82</b> 64,69	198,74 45,53 <b>30,50</b> 274,77

(Differenzen bei der Summenbildung rundungsbedingt)

<sup>1)</sup> erzeugtes Ferkel im Abschnitt 7,0 – 27,5 kg Lebendgewicht;

<sup>2)</sup> erzeugtes Mastschwein im Abschnitt 27,5 – 120 kg Lebendgewicht;

<sup>3)</sup> Sau des Jahresdurchschnittsbestandes; Wurffolge 2,32 mit 12 lebend geborenen Ferkeln je Wurf

Beim Einsatz von Futtererbsen bis zu den empfohlenen Höchstgrenzen ließe sich der wertmäßige Futterverbrauch des Gesamtbestandes um etwa 5,6 % reduzieren (absolut ca. 5,7 Mio. EUR bzw. 0,31 EUR/erzeugtes Ferkel, 4,54 EUR/erzeugtes Mastschwein, 7,07 EUR/Sau JDB).

Alternative Futtermischungen mit Ackerbohnen wären 4,3 % günstiger (absolut ca. 4,3 Mio. EUR bzw. 0,12 EUR/erzeugtes Ferkel, 3,78 EUR/erzeugtes Mastschwein, 6,76 EUR/Sau JDB). Gemes- sen an den Futterkosten je Produkteinheit sind diese Effekte in der Mast mit -7,3 % beim Einsatz von Futtererbsen bzw. -6,1 % im Falle der Einmischung von Ackerbohnen jeweils am größten.

Dieser Kostenvergleich allein dürfte aber noch keinen betriebswirtschaftlichen Anreiz bieten, ein Maximum an Sojaextraktionsschrot in den Futtermischungen für Schweine zu ersetzen:

- Erbsen und auch Ackerbohnen haben mit den geringen Methionin- und Tryptophangehalten kein ausgeglichenes Aminosäuremuster. Die Verhältnisse der essentiellen Aminosäuren untereinander entsprechen nicht dem tierseitig geforderten „idealen“ Protein. So decken z. B. die Futtermischungen mit maximalem Erbsenanteil den Jahresbedarf an pcv Methionin nur etwa zu 87 %. Die restlichen 13 % (etwa 110 t) zur Versorgung des Thüringer Schweinebestandes wären ggf. synthetisch zu ergänzen. Beim Einsatz von Ackerbohnen bis zu den empfohlenen Obergrenzen fehlen rechnerisch ca. 7,7 % bzw. 66 t des erforderlichen pcv Methionins.  
In welchem Ausmaß das Leistungsniveau der Schweinebestände betroffen wäre, wenn in den Futtermischungen die Relationen der mehr als 10 (essentiellen) Aminosäuren untereinander von den Empfehlungen der GfE abweichen, lässt sich aus Unkenntnis der Dosis-Wirkungs-Beziehungen nicht einschätzen.
- Für Sojaextraktionsschrot sind die wertgebenden Inhaltsstoffe zur Tierernährung (Toleranzen für Wasser, Rohprotein, Lysin, Rohfaser) vertraglich festgeschrieben. Beim Handel von Futtererbsen und Ackerbohnen bestehen dazu keine Regelungen, Qualitätsrisiken gehen vollständig zu Lasten des Abnehmers.
- Trotz der Obergrenzen in den Empfehlungen zum Einsatz von Futtererbsen und Ackerbohnen besteht ein Risiko, dass die antinutritiven Substanzen in den unbehandelten Futterkomponenten verzehrs- und/oder leistungshemmend wirken.

Die gewählten Wertansätze für Sojabohnen und -kuchen verstehen sich unter dem Blickwinkel ihres max. Gebrauchswertes in der Schweinefütterung im Vergleich zu einer gegebenen Referenzmischung. (Der absolute Kostenvergleich dient in diesem Fall eher der Plausibilitätsprüfung.) Inwieweit bei diesen Schwellenwerten überhaupt die Erzeugungskosten dieser Futtermittel gedeckt werden können, bleibt fraglich. Der Tauschwert für getoastete Sojabohnen in der Schweinefütterung liegt zu mittleren Preisrelationen 2010 - 2014 bei 39,64 EUR/dt. Unter der Annahme, dass Kosten in Höhe von mind. 5,00 bis 6,00 EUR/dt für Wärmebehandlung, Lagerung, Umschlag und Mahlen anfallen, müsste damit der Erzeugerpreis für Sojabohnen aus heimischem Anbau auf ca. 34 EUR/dt begrenzt bleiben.

Der Austausch von importiertem Sojaextraktionsschrot in den Futtermischungen für Schweine durch Rapsextraktionsschrot und -kuchen stellt sich nahezu wertneutral dar. Ein Indiz dafür, dass die Marktpreise dieser Produkte auch ihrem Gebrauchswert in Futterrationen für Schweine entsprechen.

Eine (anteilige) Substitution von Sojaextraktionsschrot durch Getreidetrockenschlempe ist bei der angegebenen Preisrelation wirtschaftlich nicht von Interesse. Erst bei einem Niveau von weniger als 80 % des in Tabelle 52 angesetzten Preises ist ein wertgleicher Einsatz in der Schweinefütterung möglich.

## Fazit

Eine Erhöhung des Anteils einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißquellen in der Schweinefütterung ist mit Sicherheit möglich. Jedoch kann Sojaextraktionsschrot wegen der jeweils bestehenden Einsatzbeschränkungen für Alternativ-Futtermittel nicht vollständig ersetzt werden.

Wenn Sojaextraktionsschrot durch einheimische Eiweißpflanzen mit der Absicht substituiert werden soll, weiterhin keine gentechnisch veränderten Rohstoffe in der Fütterung zu verwenden, dann ist konsequenterweise auch der Einsatz synthetischer Aminosäuren abzulehnen. Die mittels gentechnisch veränderter Mikroorganismen synthetisch hergestellten (essentiellen) Aminosäuren sind notwendig, um Futtermischungen mit suboptimaler Aminosäurezusammensetzung aufzuwerten. Und gerade das Aminosäuremuster von Erbsen und Ackerbohnen entspricht nicht den Anforderungen zur bedarfsgerechten Versorgung der Schweine.

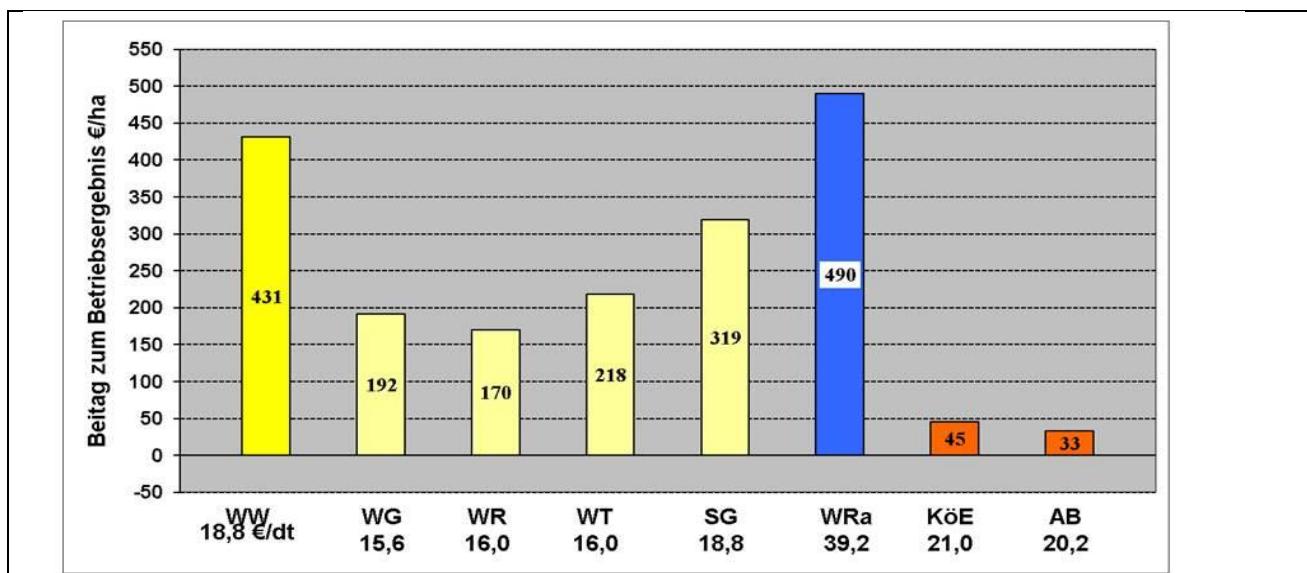
Wenn sich alternative Möglichkeiten bieten, Futtermischungen für Schweine herzustellen, wird die Auswahl letztendlich von den Preisrelationen der Futtermittel untereinander bestimmt. Der wirtschaftliche Druck in der Schweineproduktion lässt für andere Entscheidungskriterien keinen Spielraum.

Agrarpolitische Lenkungsabsichten sollten sich nicht allein auf die Erhöhung der Verfügbarkeit einheimischer Körnerleguminosen beschränken. Zur bedarfsgerechten und stabilen Eiweißversorgung der Monogastriden ist auch deren qualitative Verbesserung erforderlich.

### 5.3 Gesamtbetriebliche Bewertung des Leguminosenanbaus und Förderstrategie

Die größten Chancen für eine Anbauausweitung bestehen bei den großkörnigen Leguminosen, wenn die im Abschnitt 3 ermittelten Einsatzpotenziale bei den einzelnen Tierarten ausgeschöpft werden. Zur Erzeugung der mit wirtschaftlichen Vorteilen in der Fütterung verwertbaren Einsatzmenge von knapp 125 kt Körnererbsen und Ackerbohnen wird bei derzeitigen Erträgen von 3,3 t/ha eine Ackerfläche von rund 40.000 ha benötigt. Aus Sicht der Fruchtfolge und Standorteignung stellt die Erhöhung des Anteiles von derzeit rund 2 % auf reichlich 6 % des Ackerlandes kein Problem dar. Damit würde obendrein die ackerbaulich erwünschte Auflockerung der Getreide betonten Fruchtfolgen einhergehen.

Als wesentlicher Hinderungsgrund für die bisher nicht erfolgte Erschließung dieser Vorteilswirkungen ist die mangelnde Wirtschaftlichkeit des Anbaues von Körnerleguminosen anzusehen (Abb. 56).



**Abbildung 56:** Wirtschaftlichkeit von Druschfrüchten mit Ackerflächenprämie (2010...14)

Durch ihren geringen Ertrag (weniger als die Hälfte des Winterweizens) und einen Preis, vergleichbar mit dem oberen Weizensegment, weisen die Leguminosen die schwächste Marktleistung auf. Dieser Nachteil kann durch die bisher gewährte gekoppelte Prämie (rund 50 €/ha) und geringere Kosten nicht wettgemacht werden.

Durch die Anrechnung des Vorfruchtwertes lässt sich die wirtschaftliche Situation verbessern. Der Betrag ergibt sich aus den monetär bewerteten Effekten in der Fruchtfolge. In Anbetracht der Vielfalt vorherrschender Meinungen der Fachleute wird in folgendem Ansatz eine aktuelle Befragung zum Produktionsverfahren Stoppelweizenanbau als Referenzvariante gesetzt (Tab. 54).

**Tabelle 54:** Wirtschaftlichkeit von Fruchtfolgegliedern mit und ohne Leguminosen (Stand 2014 ohne gekoppelte Prämie)

Glied	Fruchtfolge o. Leguminosen	Fruchtfolgeglied mit Leguminosen		
		Gewinnbeitrag €/ha	Gewinnbeitrag €/ha	Differenz €/ha
1	WW St.	213	KöE	45
2	SG	319	WW Leg.	547
Summe		532		592
				60

Mit einem Vorfruchtwert in der Größenordnung von 50...100 €/ha dürfte jedoch nur zu rechnen sein, wenn mit den produktionstechnisch schwieriger zu beherrschenden Verfahren unkrautfreie und ertragreiche Bestände ins Feld gestellt werden können. Im Vergleich zu den übrigen Drusch-

früchten ergeben sich höhere Anforderungen bei der Bestandesetablierung und im Pflanzenschutz (zeitigere und tiefere Aussaat mit erhöhtem Schaddruckrisiko; stark beschränkte PSM-Palette). Für eine Erweiterung des Anbaus kleinkörniger Futterleguminosen gibt es wegen fehlender bzw. geringer Kostenvorteile in der Fütterung keine wirtschaftliche Begründung. Insgesamt erscheint ein Zielwert für den Anteil von 8 – 9 % klein- und großkörniger Leguminosen an der Ackerfläche angemessen. Dabei spielen Letztere mit einer Potenzialsteigerung auf über 300 % die tragende Rolle.

Die Stärkung von Nachfrageimpulsen nach Körnerleguminosen als eiweißreiches Kraftfutter setzt den wissenschaftlich fundierten Umgang mit ihren Eigenschaften bei Fütterungsberatern, Tierärzten und –haltern voraus.

Im Pflanzenbau gilt es, mehr Sicherheit in den Produktionsverfahren zu schaffen, wobei hier auch der Vorleistungsbereich insbesondere hinsichtlich Züchtungsfortschritt und Indikationszulassung von Pflanzenschutzmitteln gefordert ist. Die monetäre Bewertung der ackerbaulichen Vorteile der Leguminosen verdient in der Praxis wesentlich stärkere Beachtung.

Zur Behebung der ertrags- und preisbedingten Defizite in der Gesamtleistung und damit der Wirtschaftlichkeit bei den Körnerleguminosen ist eine zusätzliche Anreizkomponente notwendig. Mit zwei Maßnahmen im neuen KULAP-Programm wurde diese Forderung umgesetzt:

- A11 - „Artenreiche Fruchfolge“
- V11 - „Artenreiche Fruchfolge in Verbindung mit ökologischen Vorrangflächen“

Unter Thüringer Bedingungen hätte sich mit dem in der GAK festgelegten Leguminosenanteil von 10 % und 5 Hauptfruchtarten ein deutlich geringerer Beihilfebedarf als in der Nationalen Rahmenregelung (NRR) ergeben (Tab. 55).

**Tabelle 55:** Beihilfebedarf für die Maßnahme „Artenreiche Fruchfolge“ in Abhängigkeit von den Fördertatbeständen

Variante	Anteil Leguminosen %	Anzahl Hauptfruchtarten	Beihilfebedarf €/ha
L2 (KULAP 2007)	5	6	53
FF 1a*	10	5	69
A 11	10	5	90
FF 1b**	10	5	49
V11	10	5	70

\* FF1a entspricht Sollwert „Artenreiche Fruchfolge für Thüringen“

\*\* FF1b entspricht Sollwert „Artenreiche Fruchfolge in Verbindung mit ökologischen Vorrangflächen“ für Thüringen

## 6 Aufbereitungsanlagen zur Verbesserung des Futterwertes von Körnerleguminosen

### 6.1 Problemstellung

In Deutschland wurden im Jahr 2014 auf etwa 10.000 Hektar Sojabohnen angebaut. Optimale klimatische Bedingungen möglicher Vegetationszeit der Bohnen zwischen Ende April/Anfang Mai und Mitte Oktober herrschen nur an einigen Standorten in Süddeutschland. Seit 1996 konzentriert man sich auf den ökologischen Anbau, um gentechnikfreies Soja-Futtermittel zu gewinnen.

Allerdings ist die Sojabohne vor dem Einsatz in der Tierfütterung zu zerkleinern, zu entfetten und zu erhitzen. Der hohe Gehalt an Sojaöl wird durch Pressung (Sojakuchen) und/oder Extraktion mittels Hexan (Sojaextraktionsschrot) teilweise entfernt.

Die Sojabohne ist eine Kurztagspflanze und hat relativ hohe Wärmeansprüche, die mit denen von Körnermais vergleichbar sind. Somit ist der Anbau von Sojabohnen unter den Bedingungen Mitteldeutschlands wegen mangelnder Abreifesicherheit sehr risikobehaftet und auf kleine Bereiche des Thüringer Beckens beschränkt.

In Thüringen werden an Gunststandorten auf nur ca. 200 ha Soja in Pilot- und Testanbau angebaut, woraus folgend sich eine geringe aufzubereitende Menge von 700 bis 800 t/a ergibt. Das Ziel

der Bereitstellung von GVO-freiem Soja als Eiweißfuttermittel besonders für den Ökolandbau ist mit eigenem Anbau in Thüringen auf absehbare Zeit nicht erreichbar. Auch ist festzustellen, dass unter Beachtung der Tatsache, dass Sojaeinsatz in der Fütterung ohne thermische Behandlung nicht möglich ist, bei den gering anfallenden Mengen und der schwierigen Wirtschaftlichkeit der Aufbau einer eigenen Behandlungsanlage für Soja in Thüringen kaum zielführend sein kann.

Auf der anderen Seite ist, allein durch die Ausgestaltung des KULAP 2015, der Anbau großkörniger Körnerleguminosen zur Bereitstellung von heimischem Eiweißfuttermittel 2015 in Thüringen deutlich angestiegen. Dieser Effekt hat vorrangig förderpolitische Ursachen. Da aber bei der Bewilligung ein hoher Anteil dieser Anbauflächen keine Förderung erhalten hat und somit auch keine Bindung vorliegt, ist zu erwarten, dass in 2016 wieder eine deutliche Verringerung des Anbaus erfolgen wird. Insgesamt wurden 2015 in Thüringen großkörniger Körnerleguminosen auf knapp 16 Tha angebaut, was 2,8 % der AF entspricht (Tab. 56).

**Tabelle 56: Anbau von Soja und Körnerleguminosen in Thüringen**

	Anbau (T ha)		Ertrag (t/ha)	Anfall 2015 t/a
	2014	2015		
Erbse	5,6	12,6	3,5	44.100
Ackerbohne	2,3	4,9	3,5	17.150
Sojabohne	0,2	0,2*	3,0	600
Lupine	0,5	0,8	3,5	2.800
<b>Summe</b>	<b>8,6</b>	<b>18,5</b>		<b>64.650</b>

\* geschätzt

Damit hat sich der Anbau im Vergleich zu 2014 mehr als verdoppelt. Grob geschätzt sind somit rund 65.000 t/a zu verwerten. Beachtet man, dass der Anbau von 2014 verwertet wurde, so sind etwas mehr als 30.000 t Ware zusätzlich zu verwerten. Daraus folgend ist einzuschätzen, dass für 2015/2016 ein Preisdruck entstehen wird. Ursache hierfür ist auch, dass der Handel diese kleinen Partien, auch wegen fehlender Vermarktbarkeit, nur ungern aufnimmt. Die Anbauer müssen somit in eigener Verwertung organisieren. Allerdings ist zu erwarten, dass dies nur ein einjähriger Effekt ist, da die Fördermittel nicht ausreichten, um alle Antragsteller in eine Bindung zu bekommen.

Zielstellung ist es somit, die verfügbaren Verfahren vergleichend zu beschreiben und, soweit möglich, die Aufbereitungseffekte anhand der Literatur für Körnerleguminosen zu bewerten. Weiter ist ökonomisch abzuschätzen, welche Kosten die Aufbereitung verursacht, und für die spezifischen Bedingungen Thüringens ist zu prüfen, ob die Investition in Aufbereitungsverfahren empfehlenswert ist. Hierbei sind der mittelfristig bestehende Aufbereitungsbedarf und die Alternativen zur Aufbereitung zu beachten

## 6.2 Stand und Verfahren zur Aufbereitung von Eiweißfuttermitteln

### 6.2.1 Vorbemerkungen

Zur Gewinnung von Sojaextraktionsschrot werden die Sojabohnen in der Regel als erstes gereinigt, geschält und mechanisch zerkleinert und dann das Öl mit Hilfe von Hexan bis auf einen Restölgehalt von ca. 1 % aus den Bohnen gewonnen. Danach wird der Sojaschrot erhitzt, wodurch das Hexan entfernt wird, die enthaltenen Trypsin-Inhibitoren, die die Proteinverdauung hemmen und Hämaggglutinine, die das Tierwachstum stören können, werden zerstört.

Sojaschrot entsteht bei einer Kaltpressung, wenn keine Lösungsmittel zur Ölextraktion eingesetzt werden. Der Restölgehalt liegt dann im Bereich von 6 %.

Besonders aus Richtung des Ökolandbaus, wo GVO – Freiheit gefordert wird, besteht das Interesse an kleinen Aufbereitungsanlagen, um eine Vermischung zu vermeiden. Ohne Entölung ist die Lagerfähigkeit des in kleineren dezentralen Anlagen erzeugten Sojaschrotes stark eingeschränkt. Alternativen sind sehr kleine dezentrale Anlagen bzw. das Toasten der ganzen Bohnen. Die eigentliche Aufbereitung erfolgt somit durch thermische Behandlung.

Der Aufbereitungsbedarf von Körnerleguminosen wird oft subjektiv von der Sojaaufbereitung abgeleitet, obwohl bei Körnerleguminosen nicht die Hemmung der proteinspaltenden Enzyme (Protease (Trypsin) –inhibitor) sondern die Inaktivierung von Lektinen und Hämagglutininen, die die körpereigenen Abwehrkräfte beeinträchtigen, sowie Tanninen und Polyphenoderivaten, die zu verminderter Futteraufnahme und Proteinverdauung führen, im Vordergrund stehen.

Ursache für die Übertragung des Aufbereitungsbedarfs auf Körnerleguminosen ist, dass diese Effekte auch durch thermische Behandlung erreicht werden können. Weiterhin ist festzustellen, dass aber im Gegensatz zur Sojaaufbereitung eine thermische Aufbereitung bei Körnerleguminosen nicht zwingend ist. Besonders bei kleinen Mengen und dem Verfüttern im mittleren und unteren Leistungsbereich ist ein Einsatz ohne thermische Behandlung unproblematisch. Auch gibt es keine Anzeichen dafür, dass die Kosten der Aufbereitung durch höhere Effizienz in der Fütterung refinanzierbar sind. Somit ist die thermische Behandlung von Körnerleguminosen, die zu Mehrkosten zwischen 6 bis 10 €/dt führt, nur bei hohen Einsatzmengen und hohem Leistungsniveau erforderlich. Hierausfolgend hat eine Forderung nach Aufbau von eigenen Aufbereitungsanlagen für die Thüringer Landwirte wenig Grundlage.

## 6.2.2 Aufbereitungsverfahren

Der verfahrenstechnische Stand der Aufbereitungsverfahren für Soja bzw. Körnerleguminosen ist besonders bei den kleineren Anlagen sehr uneinheitlich. Es zeigt sich auch kein einheitlicher Trend, welche Aufbereitungsart bzw. welches technische Konzept zu welchem Ergebnis führt und bei welchen Fruchtarten anzuwenden ist. Besonders bei den dezentralen Kleinanlagen ist das verfahrenstechnische Niveau sehr niedrig, so dass ca. 1/3 der Anlagen bei Sojabohnenaufbereitung Trypsininhibitaktivitäten über 5 mg/g aufweisen, wie von der LfL in Bayern festgestellt wurde.

Die Systematisierung, Analyse und Bewertung der Aufbereitungsverfahren basiert wesentlich auf den Ergebnissen des Deutschen Sojaförderrings ([www.sojainfo.de](http://www.sojainfo.de)). Aussagen zu Körnerleguminosen sind allerdings kaum darin enthalten. Auch fehlen meist Angaben zu den einzelnen Kosten der Verfahren und den erreichbaren Ergebnissen anhand der Futterqualität (Behandlungserfolg). Eine Ableitung des Effektes ohne Untersuchung im Labor kann aus den verfahrenstechnischen Daten nicht erfolgen.

Im Einzelnen sind folgende Verfahren, vorrangig für Soja und vereinzelt auch für Körnerleguminosen, im Einsatz:

Hydrothermische Verfahren (Dampfeinsatz) und Hydroreaktoren (mit Dampf beheizbare Böden in einem in mehrere Etagen aufgeteilten Gehäuse mit speziellen Öffnungen) zur drucklosen Langzeitbehandlung (10 – 60 min) sowie Dampf-Kochverfahren (Erhitzen auf 100°C) werden zum Aufbereiten von Sojabohnen in der Regel nur in großtechnischen Anlagen eingesetzt. Auch ist der Einsatz vom Extraktor zur Sojaverarbeitung in der Ölmühle der BAG Ölmühle BetriebsgmbH in Güssing/Österreich als ein großtechnisches Verfahren für momentan 200 - 230 Tonnen Sojabohnen pro Tag einzustufen.

Diese großtechnischen Verfahren werden im Weiteren nicht betrachtet, da sie für die Zielstellung nicht relevant sind und auch für Thüringen nicht in Frage kommen.

Bei den thermischen Aufbereitungsanlagen wird unterschieden in Rösten (ohne Zugabe von Druck und Wasser), Toasten (Heißluftbehandlung) und die Infrarotbehandlung. Die Mikrowellenbehandlung zur Verminderung antinutritiver Substanzen befindet sich derzeit noch in der Entwicklungsphase. Bei den thermischen Verfahren gibt es kleinere, mobile Anlagen, wie z. B. der Schneckentoaster von Dilts-Wetzel, Heißlufttoaster von Roastech und Roast -A- Matic Roaster von Circle Energy.

Die Verfahren zur direkten thermischen Aufbereitung können für den Einsatz in landwirtschaftlichen Betrieben interessant sein, da diese mit geringerem verfahrenstechnischem Aufwand und vor allem mit deutlich reduzierter Durchsatzleistung realisierbar sind. Nachteilig bei den meisten thermischen Verfahren ist, dass oft die Gefahr der stärkeren Proteinschädigung besteht. Verfahren, die die ganzen Bohnen behandeln, führen oft nicht zu Einschränkungen in der Lagerfähigkeit (besonders bei Soja). Oft werden aber die äußeren Schichten der Bohnen stärker thermisch beeinflusst als die inneren, woraus folgend eine schlechtere Aufbereitungsqualität zu vermuten ist.

Ein Vertreter der thermischen Verfahren ist die in den USA von Jim Wetzel entwickelt Dilts-Wetzel Röstschncke mit einem Durchsatz von ca. 2,5 t/d. Diese arbeitet im Durchlaufverfahren mit elektrisch beheiztem Ölmantel, in dem sich eine Schnecke, welche die Bohnen kontinuierlich wei-

tertransportiert, befindet. Laut Herstellerempfehlung werden die Bohnen für ca. 1,5 Stunden bei ca. 180°C geröstet und verlassen die Heizkammer mit ca. 120°C. Durch den relativ günstigen Anschaffungspreis und das einheitliche, kompakte System ist es möglich, die Maschine in Betriebe und kleine Futtermischanlagen zu integrieren. Auch die gemeinsame Nutzung der Anlage durch mehrere Landwirte ist denkbar. Das System kann u. a. feuchtere Partien direkt nach der Ernte ohne Trocknung verarbeiten. Die einfache Steuerung und Einstellung des Geräts, als wichtiger Vorteil deklariert, birgt aber die Gefahr, dass der Aufbereitungserfolg nicht erreicht wird. Der Einsatz von Strom als sehr teurem Energieträger für die Heizung und die relativ lange Anheizzeit von ca. 2 Stunden sind deutliche Verfahrensnachteile.

Der Feedprocessor „Dantoaster“ der Firma Cimbria wurde in Dänemark speziell für die Hitzebehandlung gut fließfähiger Futtermittel entwickelt und ist in Kirchham/Bayern im Einsatz. Das zum Einsatz kommende Verfahrensprinzip - hohe Temperatur (ca. 900°C) für kurze Zeit (ca. 40 Sekunden) - wird hier realisiert, ohne dass es Ergebnisse zur besseren oder schlechteren Wirksamkeit im Vergleich zu Verfahren mit langer Aufenthaltszeit und niedrigen Temperaturen gibt. Zur Vermeidung möglicher Eiweißschädigung erfolgt die Kühlung des bis zu 110°C heißen Produkts auf unter 20°C. Das kompakte System mit hohem Durchsatz auch für feuchtes erntefrisches Material kann wahlweise mit Erdgas bzw. Heizöl befeuert werden. Es gibt wenig konkrete Vorgaben des Herstellers zur Einstellung der Verweildauer und durch die ständige Überwachung ist der Personalaufwand hoch. Ohne eine gute Vorreinigung ist auch eine nicht zu unterschätzende Brandgefahr gegeben.

Zu den kleineren Anlagen zählen ebenfalls die indirekt über den Druck wirkenden Extruder und Expander. Durch die auch als Schneckenpresse bezeichneten Anlagen wird die Zellstruktur des zu behandelten Futtermittels durch eine Kombination von Temperatur, Reibung und Druck intensiv bearbeitet, um eine maximale Eiweiß- und Ölverfügbarkeit zu erreichen. Extruder werden bei Sojabohnen mit zur Entölung eingesetzt. Sie arbeiten mit kurzzeitiger Hitzebehandlung (125°C – 165°C) für einen Zeitraum von einer bis zu mehreren Sekunden.

Auf dem Asamhof in Kissing wird z. B. eine Expanderanlage der Fa. Amandus-Kahl mit einer Leistung von 3,3 t/h bei Sojabohnen eingesetzt. Die vermahlene Ware wird mit Dampf, Feuchtigkeit, Temperatur und Druck behandelt. Der Expander nutzt kurze Behandlungszeiten (1 - 5 s) mit einer relativ hohen Temperatur (125 – 165°C). Die Anlage soll auch eine eiweißschonende Behandlung von Sojaken / Vollfettsoja und weiteren Futtermitteln z. B. Ackerbohnen, Erbsenverarbeiten ermöglichen. Nachteilig sind die relativ hohe Investition, der hohe Energieeinsatz und der Verschleiß an den 130 kW Expandern. Auch in Tschechien und anderen osteuropäischen Ländern werden Sojabohnen oft mittels Extruder-Technik aufbereitet.

Heizlüfter werden z. B. von der Firma Roastech in Südafrika hergestellt. Mittels heißer Luft werden Sojabohnen ohne Zusatz von Feuchtigkeit geröstet. Dazu müssen die Bohnen kontinuierlich durch die Maschine bewegt und anschließend gekühlt werden. Der Röster soll auch für Körner mit einer Größe von mindestens 2,5 mm einsetzbar sein, die möglichst gleichmäßig sortiert sowie staubfrei sein sollten und nicht zusammenkleben dürfen. Der Energieaufwand des elektrisch betriebenen Rösters liegt - in Abhängigkeit von der Feuchtigkeit - bei 6 kg/kWh bis 9,6 kg/kWh (Soja).

Um direkt beim Kunden die Aufbereitung vornehmen zu können, werden mobile Geräte entwickelt, wie z. B. Mobiler Extruder von der Firma Eurosivo (Ukraine), Fahrbarer Röster der Fa. Schnupp's Grain Roasting (USA). Eine Zusammenstellung der Aufbereitungsanlagen in Deutschland findet sich in Anlage 1.

### 6.2.3 Stand der Aufbereitungstechnik in Thüringen

In Thüringen gibt es derzeit nur zwei Betriebe, die Aufbereitungsverfahren für Körnerleguminosen betreiben. Beide Betriebe (Extrusion bzw. Micronisation) suchen derzeit nach geeigneten Prozessabläufen für die Behandlung. Die Extruderanlage in Wenigenlubnitz (Abb. 57 bis 59) wird nur sporadisch mit Kundenmaterial betrieben und in der Anlage zur Micronisation in Großgeschwenda wird vorrangig Rapssaat verarbeitet.

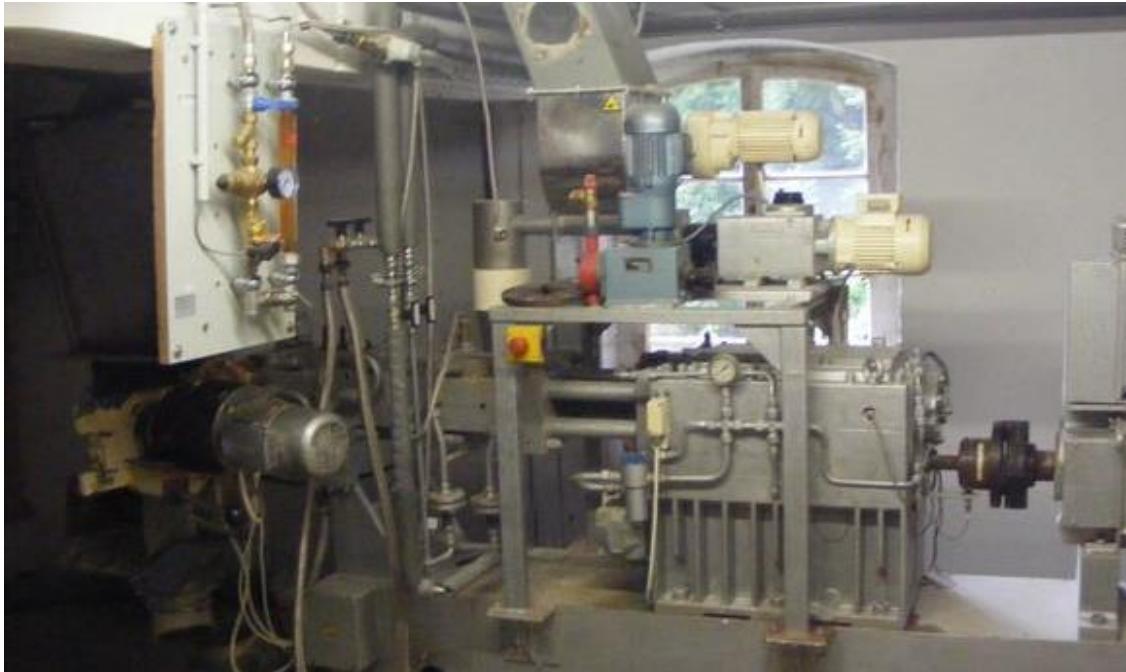


Abbildung 57: Extruder Anlage in Wenigenlubnitz

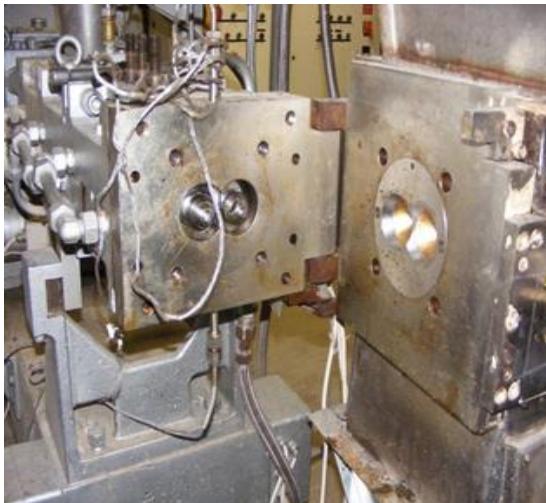


Abbildung 58: Austrittsdüse



Abbildung 59: Kühlstrecke

Der Antrieb des Extruders in Wenigenlubnitz erfolgt über ein 60 kW BHKW, auch um bei der sporadischen Betriebsweise die Leistungspreissteigerung beim Strombezug zu verhindern.

In 2015 erfolgte die Demonstration und Erprobung von mindestens 2 Aufbereitungsanlagen in Thüringen.

Im September 2015 wurde der EcoToast 100 der Firma EST in der AG Schlöben vorgeführt (Abb. 60). Das Gerät besitzt eine elektrische Beheizung und stellt eine kompakte Toasterlösung für die Aufbereitung von 300 bis 500 Jahrestonnen dar.

Die Investitionsrechnung der Fa. EST geht für den EcoToster 100 von 26.000 € zuzüglich 27.000 € für die nachgeschaltete Presse und 10.000 € für Fördertechnik etc. aus, woraus bei 5 Jahren NND 12.600 € Afa und ca. 1.000 € für Kapitalverzinsung folgen.



Abbildung 60: EcoToast 100 (Quelle Fa. EST)

Das bedeutet, dass inklusive einer Versicherung (0,8 %) bei einer Jahresleistung von 500 t spezifische Festkosten in Höhe von 34 €/t entstehen. Die variablen Kosten werden deutlich vom Energiebedarf, der in Abhängigkeit von der Wärmerückgewinnung mit < 100 kWh/t im Prospekt angegeben wird, bestimmt. In der Kalkulation der Fa. EST wird dagegen von 150 kWh ausgegangen (Tab. 57). Bei 20 ct/kWh folgen hieraus Energiekosten in der Größenordnung von 20 €/t. Insgesamt ist somit von Kosten von ca. 80 €/t auszugehen, die aber in Abhängigkeit vom Strompreis und dem Automatisierungsgrad auch deutlich steigen können.

**Tabelle 57:** Kalkulation der variablen Kosten der Fa. EST (ergänzt)

Verarbeitete Menge	500 t pro Jahr
Betriebstage	208 Tage pro Jahr
Arbeitsaufwand	1,0 h pro Betriebstag
Stundenlohn	€ 20,00 pro Arbeitsstunde
Arbeitskosten	€ 8,33 pro t Sojabohne
Energiebedarf	150,00 kWh pro t
Strompreis	€ 0,20 pro kWh Netto
Stromkosten	€ 30,00 pro t Sojabohne
Verschleiß + Wartung	€ 5,00 pro t Sojabohne
Summe Variable Kosten	€ 43,33 pro t Sojabohne

Durch die Food GmbH erfolgte die Entnahme von Proben des Ausgangs- und des behandelten Materials. Die Proben wurden sichergestellt. Da die TLL über keine Mittel zur Probenuntersuchung verfügt, sind noch keine Aussagen zur Aufbereitungsqualität möglich. Perspektivisch sollen die Proben mit Mitteln aus dem angedachten Inno-Projekt untersucht werden.

Darüber hinaus erfolgte im Dezember 2015 in Thüringen durch die Firma TLD-Thüringer Landdienste GmbH (An der Spitzwiese 1, 07819 Lemnitz) die Erprobung der „Mobilen Sojatoastanlage“ von Rainer und Jürgen Möhler GbR (Abb. 61).



**Abbildung 61:** Mobile Sojatoastanlage von Rainer und Jürgen Möhler GbR (Quelle: Prospekt Möhler GbR)

Dazu wurden in mehreren Betrieben Mitteldeutschlands Erbsen und Ackerbohnen aufbereitet (Anlage 2). Perspektivisch beabsichtigt die Firma TLD-Thüringer Landdienste, in eine solche Aufbereitungsanlage zu investieren, um auf diesem Markt als Dienstleister aufzutreten.

Der Einsatz der Anlage wurde durch die TLL begleitet. Folgende Erfahrungen konnten dabei gewonnen werden:

- Um die Anlage betreiben zu können, sollte eine Halle mit entsprechendem Platzbedarf für den Toaster (20 m x 3 m) zuzüglich des Platzbedarfs für die Zufuhr des Materials (Rangierflächenbedarf für Radlader bzw. Zufuhr über Hänger mit Schnecke) sowie zur Aufnahme des getoasteten Materials zur Verfügung stehen. Außerdem ist eine nicht unwesentliche Staubentwicklung

- aus dem Abluftstrom des Kühlers vorhanden, so dass das Arbeiten in einer geschlossenen Halle nicht zu empfehlen ist.
- Bei der Substrateinbringung muss beachtet werden, dass der Dosierer (Abb. 62) relativ klein dimensioniert ist. Bei mobiler Beschickung sind somit 2 bis 3 Beschickende pro Stunde erforderlich.



**Abbildung 62:** Annahmewanne des Toasters

- Bedienerqualifikation Lohngruppe V mit Lkw-Führerschein aufgrund des notwendigen Straßentransports der Anlage.
- Bedingt durch den relativ kleinen Dosierer und die nicht vorhandene Automatisierung ist es erforderlich, dass ständig eine Arbeitskraft vor Ort ist. Diese hat neben der Anlagenüberwachung die Aufgabe, alle 20 bis 30 min. die Annahmewanne des Toasters zu befüllen.
- Der Instandhaltungsaufwand wird aufgrund des Abriebs in den Schnecken und des Mobilitätskonzeptes als relativ hoch eingeschätzt, ohne dass bei dem kurzen Einsatz in Thüringen Messergebnisse gewonnen werden konnten.
- Rüstzeiten:
  - o 15 min. zur Aufstellung und Erstbeschickung,
  - o Nach ca. 90 min. ist der Kühler vollständig gefüllt und die ersten Bohnen verlassen die Anlage.
  - o Nach Brennerabschaltung sind ca. 60 min. erforderlich, bis der Kühler vollständig geleert ist.
- Durchsatz für Ackerbohne/Erbse
  - o 2,30 t/h Toasterlaufzeit bzw.
  - o 2,06 t/h BHKW Laufzeit
- Energieversorgung:
  - o Elektrischer Antrieb über ein integriertes, mit Diesel betriebenes BHKW mit 60 kW Nennleistung für 7 Motoren á 2,5 kW und 2 Motoren á 7,5 kW, die die Fördereinrichtungen, Gebläse, Brenner, etc. antreiben.
  - o Wärmeversorgung über Propangasbrenner (3 Gasflaschen mit je 320 kg Fassungsvermögen, an Gas-Tankstellen zu befüllen) (Abb. 61 und 63)
  - o Bei vollständig gefüllten Flaschen und gefülltem Tank wird die Schwelle eines Gefahrguttransports erreicht. Deshalb muss das Umsetzen zwischen den Betrieben mit geleerten Gasflaschen erfolgen (allerdings ist formal juristisch ein Gefahrguttransport zwischen der Gas-Tankstelle und dem Einsatzbetrieb gegeben).
- Temperaturen: Brenner 250 °C, Abluft 80 °C, Substrat Erbsen ca. 100 °C
- Keine Wärmerückgewinnung aus der Abluft aufgrund des mobilen Konzeptes möglich.

- Energieverbrauch:
  - o Dieselverbrauch für An- und Abtransport je nach Entfernung
  - o Betrieb des 60 kW Notstrom –BHKW
  - o Propangasverbrauch 0,43 l/t Material (12,87 kWh/kg, 0,4305 kg/l) bzw. ca. 3 kWh/t



**Abbildung 63:** Kühlturm und Gasflaschenunterbringung auf dem Tieflader

- Mindestaufbereitungsmenge je Einsatzfall ca. 10 t
- Aufbereitungskosten 8 bis 10,5 €/t zuzüglich Anfahrt in Abhängigkeit der Bedingungen und der Chargengröße.

Im Rahmen der Begutachtung des Möhler Toasters erfolgte eine Probenahme des Ausgangssubstrats und der getoasteten Ware. Da in der TLL jedoch keine Mittel zur Verfügung stehen, konnten die Proben bisher nicht untersucht werden, so dass keine Aussagen zum Behandlungseffekt möglich sind.

### 6.3 Effekte der Aufbereitung

Da in der TLL kein Mittel zur direkten Prüfung der Aufbereitungseffekte zur Verfügung stehen und vorbereitete bzw. laufende Fütterungsversuche noch keine Ergebnisse geliefert haben, erfolgte eine Abschätzung des erreichbaren Behandlungserfolges für Ackerbohnen und Erbsen anhand der verfügbaren Literatur (Tab. 58). Zusammengefasst zeigt sich, dass keine deutliche Leistungssteigerung durch den Einsatz getoasteter Ackerbohnen/ Erbsen gegenüber rohen Bohnen festzustellen ist. Dies war bereits anhand des geringen verfahrenstechnischen Niveaus der Anlagen und der großen Unterschiede in der Verfahrensauslegung und Gestaltung zu erwarten.

**Tabelle 58:** Auswertung der verfügbaren Literatur zum Effekt der thermischen Behandlung

Frucht-art	Tierart	Effekt	Quelle
AB	Milchkühe (Öko)	Expanderbehandlung Ackerbohnen kann <b>nicht empfohlen</b> werden	1
AB	Öko-Ferkel	Es konnte festgestellt werden, dass extrudierte Ackerbohnen in den Ferkelaufzuchtfuttern, gegenüber den getoasteten, zu <b>keiner Leistungssteigerung</b> der Ferkel geführt haben. Es zeigte sich eher die Überlegenheit der Ferkel der getoasteten Ackerbohnen-Gruppe mit signifikant höheren täglichen Zunahmen von 519 g im Vergleich zur extrudierten Ackerbohnen-Gruppe, die eine tägliche Zunahme von 461 g erreichte.	2
AB	Öko-Ferkel	<b>Kleine generelle Leistungssteigerung</b> durch den Einsatz getoasteter Ackerbohnen gegenüber rohen Bohnen. 1. Kaum Unterschiede in den Mastleistungen. 2. Kaum Unterschiede in der Schlachtkörperbewertung. 3. Erheblich höhere Futterkosten durch den Einsatz. Der Einsatz getoasteter Ackerbohnen rechnete sich im vorliegenden Versuch nicht, da die erheblichen Kosten für das Toasten der Bohnen nicht durch höhere Erlöse ausgeglichen werden	3
AB	Schweinemast	In einem Schweinemastversuch wurde der Einfluss der Behandlung von Ackerbahnen mit einem Toaster bzw. Extruder untersucht. Zwischen den Gruppen traten in der Mast- und Schlachtleistung <b>keine signifikanten Unterschiede</b> auf.	4
Erbse	Milchkühe (Öko)	Durch das Jet-Sploder-Verfahren (Rösten) wurde die Milchleistung bei gleicher Futteraufnahme zum Teil signifikant erhöht. Die Behandlung mit dem Opticon®-Verfahren (Expandieren) führte tendenziell zu einer Steigerung der Milchleistung bei gleichzeitig höherer Futteraufnahme. Inwieweit diese Verfahren betriebswirtschaftlich sinnvoll sind, hängt von den jeweiligen Behandlungs- und den notwendigen Transportkosten ab. Bei Erbsen waren nur in einer Untersuchung gesicherte Mehrleistungen durch die Behandlung nachzuweisen. Untersuchungen der Gäräuremuster im Pansen zeigen, dass positive Effekte eher auf eine <b>bessere Energieversorgung</b> als auf eine bessere Eiweißversorgung zurückzuführen sind. Bei steigenden Weizenpreisen <b>verringert sich die betriebswirtschaftliche Vorteilhaftigkeit der Behandlung für Kühe mit mittleren Leistungen</b> , da der Energiegehalt im Vergleich zum Proteingehalt an Bedeutung gewinnt.	2
AB/Erbse/Süßlupine	Ferkel	<b>Keine Effekte im praktischen Fütterungsversuch</b> Über 30 % Rationsanteil → Verschlechterung Gesundheit und Futteraufnahme	5
Erbse / Lupine	Mastschweine	<b>keine Vorteile der Aufbereitung,</b> Über 30 % Rationsanteil → Verschlechterung Magerfleischanteil	6

**Quellen:**

- 1 Einsatz von heimischen Körnerleguminosen in der Milchviehfütterung im ökologischen Landbau Autoren: Prof. Dr. Mechthild Freitag, Fachgebiet Tierproduktion, Fachhochschule Südwestfalen, Soest, Dr. Herbert Steingaß, Institut für Tierernährung, Universität Hohenheim, Dr. Peter Manusch, Naturland e. V., Dr. Jürgen Weiß, Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen, Kassel
- 2 Öko-Ferkel: Inulin und Ackerbohnen geprüft. - LZ Rheinland Ausgabe 50, 15. Dezember 2011, Dr. Gerhard Stalljohann und Sybille Patzelt, Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
- 3 Impulsvortrag: Körnerleguminosen-Fütterung, Einschätzung der Einsatzwürdigkeit –Einsatzverbesserung, Dr. Gerhard Stalljohann, LWK Nordrhein-Westfalen, Münster
- 4 Einsatz von getoasteten und extrudierten Ackerbohnen in der Schweinemast, W Wetscherek, W Zollitsch und E Lettner
- 5 Agro-Europe 26/15, 22.6.12015 (LWK NRW)
- 6 Agro-Europe 26/15, 22.6.12015 (Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen)

## 6.4 Schlussfolgerungen und Entscheidungsvorschläge

In der Eiweißpotentialstudie der TLL (2013) werden die tierartspezifischen maximalen Einsatzmengen nach Hofmann und Steinhöfel (2010) und UFOP (2009, 2010) genannt. Diese Obergrenzen setzen eine optimale Aufbereitung (inklusive Toasten/Rösten) und ggf. Entölten für die Sojabohnen voraus. Zu beachten ist, dass Ackerbohnen und Erbsen deutlich geringere Anforderungen an eine Aufbereitung stellen. Werden diese Einsatzmengen deutlich reduziert und ist kein sehr hohes Leistungsniveau vorhanden, so ist die Aufbereitung von Erbsen/Ackerbohnen über eine thermische Behandlung nicht zwingend erforderlich.

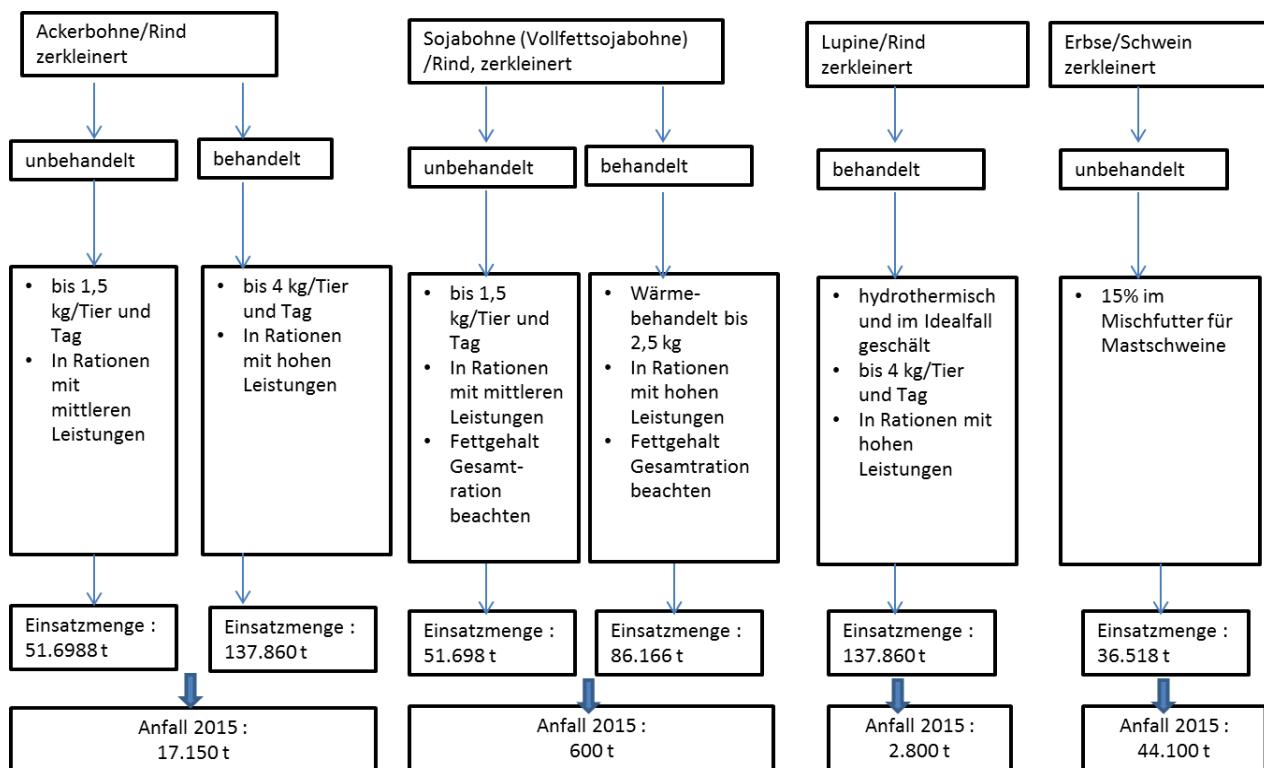
Die Verwertbarkeit der Mengen steht entsprechend der Eiweißpotentialstudie in Thüringen nicht in Frage. Auch ist für 2016 ein Rückgang im Anbau festzustellen. Besonders bei Milchkühen < 8500 l und z. T. bei Monogastrieden wird eingeschätzt, dass bei Reduzierung der Einsatzgrenzen eine thermische Behandlung unterbleiben kann. Eingesetzt werden hier vorzugsweise die Acker- und Sojabohne.

**Tabelle 59:** Verwertungspotential von Körnerleguminosen in Thüringen ohne Aufbereitung

Tierart	Einsatzmenge ohne Aufbereitung	Tierbestand	Tierbestand (GV)	Verwertungspotential (t/a)
Milchkuh	1 kg /Kuh.d	113.000 Kühe	135.600	41.245
Nachzucht	1,2 kg/GV.d	0,6 GV/Kuh	81.360	14.800
Mastschweine	15 % d. Mischung bei 2,3 kg/d	290.000 Stück		36.518
				92.563

Geht man bei Milchkühen von nur 1 kg/Kuh und Tag bzw. 1,2 kg/GV Nachzucht und bei Mastschweinen von nur 15 % der Mischung (2,3 kg/Tier und Tag) aus, so ergibt sich ein Verwertungspotential von rund 80.000 t/a, was deutlich über dem Anfall von 2015 liegt. Für Milchkühe wird der vorwiegende Einsatz von Ackerbohnen empfohlen. Zu beachten ist, dass der Einsatz vorrangig unbehandelt im niedrigen Leistungsbereich erfolgen sollte.

In der Schweinfütterung sollten vorwiegend Erbsen ohne zusätzliche Behandlungsmaßnahmen zum Einsatz kommen. Der derzeitige Mastschweinebestand kann damit ca. 83 % des Erbsenanfalls verwerten (Abb. 64).



**Abbildung 64:** Einsatzmengen von Körnerleguminosen in der Thüringer Tierhaltung (Dunkel, Heinze 2016)

Unter den Bedingungen Thüringens mit einem begrenzten Anbauumfang für Soja und einem nur eingeschränkten Aufbereitungsbedarf im Bereich der Körnerleguminosen lassen sich folgende ökonomische Strategien ableiten:

1. *Wenn der Substitutionswert minus Lager- (1,0 €/dt) und Aufbereitungskosten (1,4 €/dt) kleiner als der Verkaufserlös:*  
→ *kein Einsatz in der Fütterung, Verkauf ist zu empfehlen*  
bzw.  
2. *Wenn der Substitutionswert minus Lager- (1,0 €/dt) und Aufbereitungskosten (1,4 €/dt) größer als der Verkaufserlös ist, aber keine ausreichend Tierhaltung vorhanden ist:*  
→ *Einsatz der in der Fütterung verwertbaren Menge ohne weitergehende Aufbereitung*  
→ *Verkauf der nicht verwertbaren Menge mit Verlust*  
(Ökonomisch sind dann Alternativen zum Anbau zu prüfen, indem ein Wechsel der Greening-Maßnahmen (zu Stilllegung, KUP, Zwischenfrucht, etc.) erfolgt).
3. *Wenn der Substitutionswert minus Lager- (1,0 €/dt) und Aufbereitungskosten (1,4 €/dt) größer als der Verkaufserlös und ausreichend Tierbestand im mittleren Leistungsbereich im Betrieb vorhanden ist:*  
→ *Einsatz in der Fütterung, die Menge ist auf das gesamte Jahr zu verteilen (Einsatz kleiner Menge ohne weitere Aufbereitung).*

Insgesamt ergibt sich, auch in Anbetracht der Verfügbarkeit stationärer und mobiler Anlagen (siehe Anhang), dass kein Bedarf für die Errichtung neuer Anlagen besteht.

## Literatur

---

- Bastianelli, D., Grosjean, F., Peyronnet, C., Duparque, M. und Regnier, J. M. (1998): Feeding value of pea (*Pisum sativum*, L.) 1. Chemical composition of different categories of pea. *Anim. Sci.* 67, 609-619
- Baumgärtel, T. (2016): Untersuchungen zu Anbau, Ertragsleistung sowie Futterqualität kleinkörniger Leguminosen im Gemenge mit Gras in Thüringer Betrieben, Eigenverlag TLL, 16 S.
- Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (2015). Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkuhe, Zuchtrinder, Schafe und Ziegen. 39. Auflage, LfL-Informationen.
- BDP [Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter e.V.] (2016): Sortenförderung, URL [http://www.bdp-online.de/de/Ueber\\_uns/Netzwerk/Sortenfoerderung - SFG/](http://www.bdp-online.de/de/Ueber_uns/Netzwerk/Sortenfoerderung - SFG/), Abruf am 02.03.2016
- Berk, A. und Ebert, U. (2014): Abschlussbericht/Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaues. FLI Braunschweig und Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH
- Beyer, M., Chudy, A., Hoffmann, L., Jentsch, W., Laube, W., Nehring, K., Schiemann, R. (2003): Rostock Feed Evaluation System – Reference numbers of feed value and requirement on the base of net energy. Hrsg. W. Jentsch, A. Chudy, M. Beyer, Plexus-Verlag, Miltenberg-Frankfurt
- BSA [Bundessortenamt] (2014): Das Bundessortenamt - Schutz und Zulassung neuer Pflanzensorten, Hannover, Mai 2014
- BSA [Bundessortenamt] (2000): Richtlinien für die Durchführung von landwirtschaftlichen Wertprüfungen und Sortenversuchen, Hannover, Landbuch-Verlag
- DLG [Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft] (2014). DLG-Futterwerttabellen - Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- DLG [Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft] (1997). DLG-Futterwerttabellen - Wiederkäuer. 7. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- DLG [Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft] (2010). Erfolgreiche Mastschweinefütterung 1. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/M.
- Deutsche Tiernahrung Cremer (DEUKA) (2015): „opticon - Kompetenz durch Innovation“ [online], unter: [www.deutsche-tiernahrung.de/open/brand\\_id/1/action/standard%3Bdetail/menu/33/M/oOOoIQ](http://www.deutsche-tiernahrung.de/open/brand_id/1/action/standard%3Bdetail/menu/33/M/oOOoIQ), Abruf am 20.11.2015
- Dunkel, S., Heinze, A. (2016): Einsatzmengen von Körnerleguminosen in der Thüringer Tierhaltung. Fachtagung „Heimisches Eiweiß in der Tierfütterung – Projektergebnisse“. Jena, 8. Juni 2016
- Dunkel, S., Trauboth, K., Ochromenko, W.-J., Zacher, D. (2010): Einsatz von druckhydrothermisch behandelten Ackerbohnen in Milchviehrationen. In: 122. VDLUFA-Kongressband, VDLUFA-Schriftenreihe, Speyer: VDLUFA-Verlag, S. 738 - 744
- Gdala, J., Buraczewska, L. UND Grala, W. (1992): The chemical composition of different types and varieties of pea and the digestion of their protein in pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 1, 71-79
- GfE [Ausschuss für Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (2001): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung der Milchkuhe und Aufzuchtrinder, Band 8, DLG-Verlag Frankfurt/Main
- Guddat, Ch.; W. Karalus (2015): Zurück aus der Versenkung - Körnerleguminosen für die Anbaugebiete der ostdeutschen Bundesländer, in: Bauernzeitung 2015, 56. Jahrg., 5. Woche, S. 26-28
- Heinze, A., Rau, K., Herzog, E. (2015): Sortenvergleich von Körnererbsen aus Thüringen in der Schweinefütterung. In: 127. VDLUFA-Kongressband, VDLUFA-Schriftenreihe, Darmstadt: VDLUFA-Verlag, S. 594 - 599
- Hochberg, H. et al. (2013): Studie zur Erhaltung, Nutzung und Verwertung des Dauergrünlandes in Thüringen bis 2020. Eigenverlag TLL, 03/2013, 50 S.

Hochberg, H. et al. (2014): Abschlussbericht Grünlandbewirtschaftung in Thüringen; Projekt-Nr. 95.04.; Eigenverlag TLL 06/2014, 37 S.

Hoffmann, M. und Steinhöfel, O. (2010): Futtermittelspezifische Restriktionen. 5. Auflage, Dt. Landwirtschaftsverlag GmbH, 29

Jentsch, U.; K. Günther; Ch. Guddat (2016): Landessortenversuche in Thüringen – Körnerfuttererbsen – Versuchsbericht 2015, 1. Auflage, TLL, Jena, Eigenverlag, Januar 2016

Jentsch, U.; K. Günther; Ch. Guddat (2015): Landessortenversuche in Thüringen – Ackerbohnen – vorläufiger Versuchsbericht 2015, 1. Auflage, TLL, Jena, Eigenverlag, November 2015

Jezierny, D., Mosenthin, R. und Bauer, E. (2010): The use of grain legumes as a protein source in pig nutrition: a review. Animal Feed Science and technology 157, 111-128

LfL [Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft] (2014): Futterberechnungen für Schweine (kom-pakt) 1. Auflage. Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft

Lüdke, H. (2004): Silage-Monitoring. Silagen aus der Ernte der Jahre 2000 bis 2002; TLL, Abschlussbericht Themenblatt-Nr. 46.08.200/2003, 28 S.

Mosenthin, R., Jezierny, D. und Eklund, M. (2007): Untersuchungen zur Bestimmung der standariserten praecaecalen Verdaulichkeiten von Protein und Aminosäuren aus Körnerleguminosen beim Schwein. <http://www.ufop.de/files/1914/5406/2972>

Pastuszewska, B., Vitjazkova, M., Swiech, E. und Taciak, M. (2004): Composition and in vitro digestibility of raw versus cooked white- and colour-flowered peas. Nahrung/Food 48, 221-225

Potenzialstudie zur Erhöhung des Anteils einheimischer Eiweißpflanzen und anderer heimischer Eiweißquellen in der Tierfütterung in Thüringen (2013). [www.tll.de](http://www.tll.de), Abruf am 16.11.2016

Rutz, H. W. et al. (2011): Sorten und Saatgutrecht, 12. Auflage

Roßberg, D.; V. Michel; R. Graf; R. Neukampf (2007): Definition von Boden-Klima-Räumen für die Bundesrepublik Deutschland. Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes, 59(7), 155-161

Spiakers, H.; H. Nußbaum, V. Potthast (2009). Erfolgreiche Milchviehfütterung. 5. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt/M.

TLS [Thüringer Landesamt für Statistik]: Anbauflächen und Ernteerträge ausgewählter landwirtschaftlicher Fruchtarten in Thüringen. Berichtsjahre 1993 bis 2015

TLS [Thüringer Landesamt für Statistik] (2015): Pressemitteilung 174/2015

TLS [Thüringer Landesamt für Statistik] (2005 - 2015): Statistischer Bericht - Bodennutzung in Thüringen (jeweilige Jahrgänge).

TVL [Thüringer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V.] (2014): Jahresbericht 2014, [www.tvlev.de](http://www.tvlev.de), Abruf am 16.11.2016

Urbatzka, P., Graß, R., Haase, T., Schüler, C., Trautz, D. und Heß, J. (2011): Grain yield and quality characteristics of different genotypes of winter pea in comparison to spring pea for organic farming in pure and mixed stands. Org. Agr. 1, 187-202

Vidal-Valverde, C., Frias, J., Hernandes, A., Martin-Alvares, P., J., Sierra, I., Rodriguez, C., Blazquez, I. und Vicente, G. (2003): Assessment of nutritional compounds and antinutritional factors in pea (*Pisum sativum*) seeds. J Sci Food Agric 83, 298-306

Wink, M. (1998): Antinutritive Faktoren (ANFs) in Körnerleguminosen. Lupinen in Forschung und Praxis, 41-52

Zentec, J. und Hellweg, P. (2007): Antinutritive Substanzen in Futtermitteln. Vortrag 05.Juli 2007, FU Berlin

Zopf, D. (2016): Effekte der Intensitätssteigerung nach langjähriger moderater Nutzungshäufigkeit- und / oder Inputreduzierung. Eigenverlag TLL, 19 S.

## Abkürzungen

---

$\mu\text{mol}$	Mikromol (Maßeinheit)	FM	Frischmasse
a	Jahr	Fmais	Feuchtkörnermais
AB	Ackerbohne	GAK	Gemeinschaftsaufgabe zur Verbesserung von Ackerstruktur und Küstenschutz
Abb.	Abbildung	Gerstem	Gerstenmehl
ADF (Gehalt)	(Zellulose+Lignin)/Sure Detergenzfaser	Getreide-GPS	Getreide-Ganzpflanzensilage
ADForm	Organischer Anteil an ADF/Säure-Detergenzienfaser, aschefrei (acid detergent fibre)	GF	Grundfutter
AF	Ackerfläche	GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
Afa	Abschreibung/Absetzung für Abnutzung	Ggf	gegebenenfalls
AG	Agrargenossenschaft	GJ	Gigajoule
AM	Anfangsmast	GL	Grünland
AMI	Agrarmarkt Informations-Gesellschaft mbH	GLDH	Glutamat-Dehydrogebase
aNDForm	Organischer Teil Neutraler Detergenzfaser, amylasebehandelt, aschefrei (neutral detergent fibre)	GV	Großviecheinheit
ANF	Antinutritive Inhaltsstoffe	GVO(-frei)	Gentechnisch veränderte Organismen
AST	Aspartat-Aminotransferase	Ha	Hektar
AWS/bal	Anweltsilage/Ballen	HBS	Ketokörper
BBCH-Skala	Skala zur einheitlichen Codierung phänologischer Entwicklungsstadien bei Pflanzen (Hrsg.: Biologische Bundesanstalt, Bundesortenamt und chemische Industrie)	HL	Hochleistung
BDP	Bundesverband deutscher Pflanzenzüchter	JDB	Jahresdurchschnittsbestand
BHKW	Blockheizkraftwerk	KG	Kontrollgruppe
BILI	Bilirubin	Kg	Kilogramm
BSA	Bundessortenamt	KL	Körnerleguminosen
BSL	Beschreibende Sortenliste	Kmais	Körnermais
Ca	Calcium	KöE	Körnererbse
Chol	Cholesterin	KULAP	Programm zur Förderung von umweltgerechter Landwirtschaft, Erhaltung der Kulturlandschaft, Naturschutz und Landschaftspflege
$\text{cm}^3$	Kubikzentimeter	L	Liter
Cys	Cystin	LfL	Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
D	Diluvial-Standort	LSV	Landessortenamt
d. h.	das heißt	lt.	laut
DEUKA	Deutsche Tiernahrung Cremer	Luzbal	Luzernsilage, Ballen
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft	Lys	Lysin
dt	Dezitonnen	LZG	Luzernegras
EKA	Erstkalbealter	$\text{m}^2$	Quadratmeter
ELOS	Enzymlöslichkeit der organischen Substanz, Cellulaselöslichkeit	MastS	Mastsau
EM	Endmast	max.	Maximum
Erbs	Erbse	ME	Umsetzbare Energie
erz.	erzeugtes	Meth	Methionin
ESA	Essentielle Aminosäuren	Mg	Milligramm
Fa.	Firma	Mg	Magnesium
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient	min.	Minimum
FLESIMA	Fleischschweinemast GmbH Langenwetzendorf	MJ	Megajoule
		MLF	Milchleistungsfutter
		MM	Mittelmast
		MW	Mittelwert
		N	Stickstoff
		n	Anzahl

n. a.	nicht analysiert	TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft
Na	Natrium	TLPVG	Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgut GmbH Buttstedt
NDF	Neutrale Detergenzienfaser	TLS	Thüringer Landesamt für Statistik
NEL	Netto-Energie-Laktation	TM	Trockenmasse
Nkat	Nanokatal	TMR	Totale Mischration
NND	Normative Nutzungsdauer	TMS	Trockenmasseaufnahme
NRR	Nationale Rahmenregelung	Troschni	Trockenschnitzel
NS	Niederschlag	TS	Trockensubstanz
nXP	Nutzbares Rohprotein am Dünndarm	TS-1	Trockensteher 1
Öko	Ökologisch	TS-2	Trockensteher 2
OM	Originalmasse	TU	Trächtigkeitsuntersuchung
OS	Originalsubstanz	TVL	Thüringer Verband für Leistungsprüfung
p	Signifikanzwert	UDP	im Pansen unabbaubares Rohprotein
P	Phosphor	UFOP	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.
Pcv-Lysin	Praecael verdauliches Lysin	UREA	Harnstoff
Pcv-RP	Praecael verdauliches Rohprotein	V	Verwitterungs-Standort
Pfl	Pflanzen	VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
ppm	parts per million	Viele Grüße	Versuchsgruppe
PSS	Pressschnitzelsilage	War	Winterraps
RES	Rapsextraktionsschrot	Weizenm	Weizenmehl
RESge	Rapsextraktionsschrot, geschützt	WG	Wintergerste
Rexp	Rapsepeller	WP	Wertprüfung
RKG	Rotkleegras	WR	Winterroggen
RNB	Ruminale Stickstoffbilanz	WT	Wintertriticale
RP	Rohprotein	WW	Winterweizen
Rsaat	Rapssaat	WW Leg.	Winterweizen nach Leguminose
SaatG	Saatgutverkehrsgesetz	WW St.	Stoppelweizen
SES	Sojaextraktionsschrot	XA	Rohasche
SESGes	Sojaextraktionsschrot, geschützt	XF	Rohfaser
SG	Sommergerste	XL	Rohfett
SM	Siliermittel	XP	Rohprotein
SPSS	Statistiksoftware	XZ	Rohzucker
SX	Rohstärke	z. B.	zum Beispiel
t	Tonnen	z. T.	zum Teil
Tab.	Tabelle	ZR	Zuckerrübe
Temp	Temperatur	Z-Saatgut	Zertifiziertes Saatgut
Tha	Tausend Hektar		
Thr	Threonin		
TIA	Trypsin-Inhibitor-Aktivität		
TIU	Trypsin-Inhibitor-Einheiten		
TKM	Tausendkornmasse		

## Abbildungen

---

Abbildung 1	Entwicklung der Anbaufläche von Körnerleguminosen in Thüringen .....	5
Abbildung 2	Entwicklung der Anteile an der Körnerleguminosenfläche in Thüringen .....	6
Abbildung 3	Anbaugebiete für die Sortenprüfung von Körnerfuttererbsen .....	9
Abbildung 4	Anbaugebiete für die Sortenprüfung von Ackerbohnen .....	9
Abbildung 5	RP-Erträge von Körnerfuttererbsensorten mit Intervallen.....	12
Abbildung 6	Bestandeshöhe vor Ernte von Körnerfuttererbsensorten mit Intervallen.....	13
Abbildung 7	RP-Erträge von Ackerbohnensorten mit Intervallen .....	15
Abbildung 8	Vergleich der Korn- und RP-Erträge sowie der RP-Gehalte von Körnerfutter- Erbsen und Ackerbohnen an orthogonalen Standorten der LSV 2002-2015 .....	17
Abbildung 9	Vergleich der jährlichen Kornträge von Körnerfuttererbsen und Acker- bohnen an orthogonalen Standorten der LSV 2002-2015 .....	17
Abbildung 10	Vergleich der Korn- und RP-Erträge sowie der RP-Gehalte von Körner- futtererbsen und Blauen Lupinen an orthogonalen Standorten der LSV 2002-2015 .....	18
Abbildung 11	Kornträge (dt/ha bei 86 % TS) und Bestandesdichten (Pflanzen/m <sup>2</sup> ) bei Aussaatstärken von 55 bzw. 70 keimfähigen Körnern je m <sup>2</sup> .....	25
Abbildung 12	Ertragsleistung der Pflanzen bei unterschiedlichen Saatstärken (Mittel der 2 Jahre und 2 Orte) .....	25
Abbildung 13	Sortenverteilung (% Anbaufläche) zum Thüringer Erbsenanbau nach Erhebung im Jahr 2014.....	27
Abbildung 14	Prozentuale Abweichung der mittleren Gehalte aus der Erbsenbeprobung zu den DLG-Futterwertangaben.....	29
Abbildung 15	Lineare Beziehung zwischen dem Lysin- und Rohprotein gehalt von Körnererbsen.....	30
Abbildung 16	Futteraufnahme nach Mastphasen und Geschlecht im Praxisversuch II .....	35
Abbildung 17	Trockenmasseaufnahme im Versuchsverlauf (kg/Tier und Tag) .....	40
Abbildung 18	Harnstoffkonzentration im Blutserum in Abhängigkeit von der Milchleistung .....	42
Abbildung 19	Harnstoffkonzentration im Blutserum in Abhängigkeit vom Melktag .....	42
Abbildung 20	Erstbesamungserfolg in Abhängigkeit von der Laktationsnummer (%).....	42
Abbildung 21	Mittelwerte der Güst-, Rast-, Verzögerungs- und Zwischenbesamungszeit.....	43
Abbildung 22	Energiekonzentration und Gehalt an nXP in der Anwelksilage, alle Betriebe .....	46
Abbildung 23	Energiekonzentration und Gehalt an nXP in der Maissilage, alle Betriebe .....	47
Abbildung 24	Milchleistung (kg/Kuh und Tag) mit und ohne Sojaeinsatz nach Betrieben .....	49

Abbildung 25	Milchleistung (kg/Kuh und Tag) mit und ohne Sojaeinsatz nach Fütterungsgruppen, alle Unterschiede signifikant ( $p < 0.001$ ) .....	50
Abbildung 26	Fett/Eiweiß-Quotient mit und ohne Sojaeinsatz nach Fütterungsgruppen, alle Unterschiede signifikant ( $p < 0.001$ ) .....	50
Abbildung 27	Kraftfuttermittel in Hochleistungsrationen (kg FM/Tier und Tag, Mittelwert).....	53
Abbildung 28	Grobfuttermittel in Hochleistungsrationen (kg FM/Tier und Tag, Mittelwert) .....	53
Abbildung 29	Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Hochleistungsbereich im Betrieb I (kg Frischmasse/Kuh und Tag).....	54
Abbildung 30	Prozentuale Zusammensetzung der Eiweißfuttermittel im Hochleistungsbereich (Betrieb I). ....	54
Abbildung 31	Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Hochleistungsbereich im Betrieb D (kg Frischmasse/Kuh und Tag) .....	55
Abbildung 32	Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Hochleistungsbereich im Betrieb K (kg Frischmasse/Kuh und Tag) .....	55
Abbildung 33	Prozentuale Zusammensetzung der sojafreien Futterration im Altmelkerbereich in Betrieb I .....	56
Abbildung 34	Prozentuale Zusammensetzung der Eiweißfuttermittel im Altmelkerbereich (Betrieb I).....	56
Abbildung 35	Anbauentwicklung mehrschnittiger Ackerfutterpflanzen in Thüringen.....	58
Abbildung 36	Entwicklung Trockenmasseerträge in Thüringen.....	58
Abbildung 37	Inhaltsstoffentwicklung Thüringer Grassilagen.....	59
Abbildung 38	Bestimmung der optimalen Mähnutzungszeitspanne für Grünland anhand des Entwicklungsstadiums.....	60
Abbildung 39	Vergleich der Rohnährstoffgehalte im Häckselgut vor bzw. nach der Silierung von Rotkleegras .....	64
Abbildung 40	Vergleich der Rohnährstoffgehalte im Häckselgut vor bzw. nach der Silierung von Luzernegras .....	64
Abbildung 41	Verteilung der Proteinfraktionen in den Modellsilagen .....	65
Abbildung 42	Anbaufläche von Körnerleguminosen in Thüringen 2014 und 2015 .....	66
Abbildung 43	Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Erbsensorten ( $n \geq 5$ ).....	68
Abbildung 44	Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Ackerbohnensorten ( $n \geq 10$ ) .....	69
Abbildung 45	Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Lupinensorten ( $n \geq 6$ ) .....	69
Abbildung 46	Mittlere Rohnährstoffgehalte ausgewählter Sojabohnensorten ( $n \geq 5$ ) .....	69
Abbildung 47	Mittlere Gehalte ausgewählter Erbsensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 5$ ) .....	70

Abbildung 48	Mittlere Gehalte ausgewählter Ackerbohnensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 10$ ) .....	71
Abbildung 49	Mittlere Gehalte ausgewählter Lupinensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 6$ .....	71
Abbildung 50	Mittlere Gehalte ausgewählter Sojabohnensorten an Lysin, Cystin, Methionin und Threonin ( $n \geq 5$ ) .....	71
Abbildung 51	Vergleich der AS-Zusammensetzung in Körnerleguminosen in Bezug auf 100 g XP .....	72
Abbildung 52	Mittlere Gehalte ausgewählter Erbsensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 5$ ) .....	72
Abbildung 53	Mittlere Gehalte ausgewählter Ackerbohnensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 10$ ) .....	73
Abbildung 54	Mittlere Gehalte ausgewählter Lupinensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 6$ ) .....	73
Abbildung 55	Mittlere Gehalte ausgewählter Sojabohnensorten an Calcium, Phosphor und Magnesium ( $n \geq 5$ ) .....	73
Abbildung 56	Wirtschaftlichkeit von Druschfrüchten mit Ackerflächenprämie (2010...2014)....	87
Abbildung 57	Extruder Anlage in Wenigenlubnitz .....	92
Abbildung 58	Austrittsdüse .....	92
Abbildung 59	Kühlstrecke .....	92
Abbildung 60	Eco Toast 100 .....	92
Abbildung 61	Mobile Sojatoastanlage von Rainer und Jürgen Möller GbR .....	93
Abbildung 62	Annahmewanne des Toasters .....	94
Abbildung 63	Kühlturm und Gasflaschenunterbringung auf dem Tieflader .....	95
Abbildung 64	Einsatzmengen von Körnerleguminosen in der Thüringer Tierhaltung .....	97

## Tabellen

---

Tabelle 1	Merkmale mit Feststellung der Ausprägung von Eigenschaften bei Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen .....	7
Tabelle 2	Ausgewählte Merkmale mit Darstellung der Ergebnisse in den TLL-Versuchsberichten der LSV zu Körnerfuttererbsen und Ackerbohnen .....	8
Tabelle 3	Bedeutung der Noten des BSA ausgedrückten Merkmalsausprägung .....	10
Tabelle 4	Merkmalsausprägung bei wichtigen Eigenschaften ausgewählter Körner-Futtererbsensorten.....	11
Tabelle 5	Merkmalsausprägung bei wichtigen Eigenschaften ausgewählter Ackerbohnensorten.....	11
Tabelle 6	Ergebnisse der LSV bei Körnerfuttererbsen auf Lö- und V-Standorten .....	14
Tabelle 7	Ergebnisse der LSV bei Ackerbohnen auf Lö- und V-Standorten .....	16
Tabelle 8	Beschreibung der Standorte .....	20
Tabelle 9	Kurzcharakteristik der dreijährig geprüften Sorten.....	21
Tabelle 10	Kornerträge der dreijährig geprüften Sorten in dt/ha bei 86 % Trockensubstanz ..	22
Tabelle 11	Kornerträge dreijährig geprüfter Sorten am Standort Dornburg .....	22
Tabelle 12	Rohproteingehalte der dreijährig geprüften Sorten in der Trockensubstanz .....	23
Tabelle 13	Reifezeit der dreijährig geprüften Sorten.....	23
Tabelle 14	Lager vor Ernte .....	24
Tabelle 15	Inhaltsstoffe nach Erntejahren der vorrangig angebauten Sorten .....	28
Tabelle 16	Mittelwerte der Inhaltsstoffe nach Sorten und Vergleich zu DLG .....	29
Tabelle 17	Zusammensetzung und Inhaltsstoffe Stationsversuch .....	31
Tabelle 18	Mastleistung und Schlachtkörperqualität Stationsversuch.....	32
Tabelle 19	Zusammensetzung und Inhaltsstoffe Praxisversuch I .....	33
Tabelle 20	Mast- und Schlachtleistung Praxisversuch I .....	34
Tabelle 21	Zusammensetzung und Inhaltsstoffe Praxisversuch II .....	34
Tabelle 22	Mast- und Schlachtleistung für Praxisversuch II .....	35
Tabelle 23	Antinutritive Faktoren von großkörnigen Leguminosen und Einfluss in Schweinefütterung .....	36
Tabelle 24	Zusammensetzung und Nährstoffgehalte der Totalen Mischrationen .....	39
Tabelle 25	Milchleistung im Versuchszeitraum .....	41
Tabelle 26	Stoffwechselparameter im Blut.....	41
Tabelle 27	TU-Ergebnisse (n, %) .....	43
Tabelle 28	TU-Ergebnisse in Abhängigkeit von der Laktationsnummer (n, %).....	43
Tabelle 29	Anzahl der erkrankten Tiere und der Erkrankungen im Versuchszeitraum .....	44
Tabelle 30	Ergebnisse der Milchleistungsprüfung im Jahr 2014 .....	45
Tabelle 31	Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Anwek- und Maissilage im Vergleich der Betriebe mit und ohne Sojafütterung.....	46

Tabelle 32	Überblick Einsatz Konzentratfuttermittel in Futterrationen mit und ohne SES.....	47
Tabelle 33	Energie- und Nährstoffgehalte von verschiedenen Eiweißfuttermitteln.....	48
Tabelle 34	Inhaltsstoffe (analysiert) der TMR nach Fütterungsphase und Fütterungsvariante .....	49
Tabelle 35	Mittlere Milchleistung mit sojafreien Futterrationen ( $p < 0.001$ ).....	51
Tabelle 36	Milchleistung nach Laktationen .....	51
Tabelle 37	Mittlere Nährstoff- und Energiegehalte sowie Trockenmasseaufnahme nach Fütterungsphase und Fütterungsvariante .....	52
Tabelle 38	Gärqualität Thüringer Grassilagen .....	59
Tabelle 39	Ertrags- und Qualitätsrichtwerte für produktives Grünland in Thüringen.....	60
Tabelle 40	Qualitätsrichtwerte für mehrschnittiges Ackerfutter .....	61
Tabelle 41	Auswahl der geprüften Körnerleguminosensorten .....	67
Tabelle 42	Vergleich der Inhaltsstoffe und Energiegehalte von Körnerleguminosen aus den LSV mit Werten der DLG-Futterwerttabellen .....	75
Tabelle 43	Kostenvergleich Einsatz von KL in der Milchviehfütterung auf Ackerstandort.....	77
Tabelle 44	Kostenvergleich Einsatz von KL in der Milchviehfütterung auf Grünlandstandort .....	78
Tabelle 45	Kostenvergleich Fütterung Jungrinder Ackerstandort .....	78
Tabelle 46	Kostenvergleich Fütterung Bullenmast Schwarzbunt .....	79
Tabelle 47	Kostenvergleich Fütterung Bullenmast Fleischrinder .....	79
Tabelle 48	Kostenvergleich von Luzernegrassilage mit Gersten-GPS in der Milchviehfütterung auf trockenem Ackerbaustandort.....	80
Tabelle 49	Kostenvergleich von Rotkleegressilage mit Feldgrassilage in der Milch- viehfütterung auf feuchterem Ackerbaustandort .....	80
Tabelle 50	Bedarfswerte des Thüringer Schweinebestandes .....	81
Tabelle 51	Futtermischungen für Schweine nach alternativen Eiweißquellen zur bedarfsgerechten Versorgung mit Energie und pcv Lysin .....	83
Tabelle 52	Preise/Wertansätze in EUR je dt Originalmasse (OM) und Preisrelationen ausgewählter Futtermittel für Schweine .....	84
Tabelle 53	Futterauskommen und –kosten alternativer Futtermischungen zur Versorgung des Thüringer Schweinebestandes mit Energie und pcv Lysin.....	85
Tabelle 54	Wirtschaftlichkeit von Fruchtfolgegliedern mit und ohne Leguminosen (Stand 2014 ohne gekoppelte Prämie) .....	87
Tabelle 55	Beihilfebedarf für die Maßnahme „Artenreiche Fruchtfolge“ in Abhängigkeit von den Fördertatbeständen .....	88
Tabelle 56	Anbau von Soja und Körnerleguminosen in Thüringen.....	89
Tabelle 57	Kalkulation der variablen Kosten der Fa. EST (ergänzt).....	93
Tabelle 58	Auswertung der verfügbaren Literatur zum Effekt thermischer Behandlung .....	96
Tabelle 59	Verwertungspotential Körnerleguminosen in Thüringen ohne Aufbereitung .....	97

**Anlage 1:** Aufbereitungsanlagen in Deutschland

**Börde-KRAFTKORN-SERVICE GmbH**

Lohntoosten von Vollfett-Sojabohnen mittels eines Drehtrommel-Toasters An der Schäferei 76 a, 39397 Gröningen, OT Dalldorf  
Tel.: 039403-92767, Fax: 039403-92769

**Gerauer OHG**

Toastung von Soja  
Reith 4, 94148 Kirchham, Niederbay Reith  
Tel.: 08533-1270, Fax: 08533-919873

**Kraichgau Raiffeisen Zentrum eG**

Hydrothermische Toastung von Sojabohnen  
beim Kooperationspartner Mühle Ebert Dielheim  
Raiffeisenzentrum 11, 75031 Eppingen  
Tel.: 07262-922134, Fax: 07262-922156

**Meika Tierernährung GmbH**

Hydrothermische Aufbereitung und Entölung von Sojabohnen  
Bahnhofstraße 95 – 99, 86845 Großaitingen  
Tel.: 08203-96080, Fax: 08203-951986

**Rainer und Jürgen Möhler GbR**

Lohntoosten mit der "Mobilen Sojatoastanlage"  
Eichelshof 2, 74214 Schöntal  
Telefon: +49 7947 27 78, Fax: +49 7947 951 00

**napus GmbH**

Aufbereitung mit gleichzeitiger Entölung von Sojabohnen  
Leunisstraße 3, 31171 Nordstemmen/Mahlerten  
Tel.: 0172-4303891

**Raiffeisen Kraftfutterwerk Kehl GmbH**

Toastung von Soja  
Weststraße 29, 77694 Kehl  
Tel.: 07851-87090

**Rieder Asamhof GmbH & Co. KG**

Entölung und Aufbereitung von Soja mittels einer hydrothermischen Expanderanlage  
Hauptstraße 1, 86438 Kissing  
Tel.: 08233-5676, Fax: 08233-60663

**Stadlhuber Agrarservice GbR**

Toastung von Soja  
Thann 17, 84544 Aschau am Inn  
Tel.: 08638-3279, Fax: 08638-85079

**Anlage 2:** Aufbereitungsbetriebe in Mitteldeutschland

Betrieb	Durchsatz	Tonnen
Dobareuth	Agrargenossenschaft Dobareuth eG Keine Bewertungen – Landwirtschaftliche Produkte Einzelhandel Dobareuth 73 036649 82237 Wolfram Gräser	Erbse 35,6
Rodau	Agrargenossenschaft Rodau E.g. Stelzenweg 16 08539 Rodau Sachsen 037435/51737 Herr Wendorf 037435/51939 037435/519339 <a href="http://www.ag-rodau.de">www.ag-rodau.de</a>	Erbse 17,57
Knau	Agrofarm Knau eG An der Bahn 4 07389 Knau Telefon: 03 64 84 / 67 00 Herr Schneider Telefax: 03 64 84 / 6 70 19 E-Mail: <a href="mailto:agrofarm-knau@t-online.de">agrofarm-knau@t-online.de</a>	Erbse 22,56
Rückersdorf	Agrargenossenschaft Rückersdorf E.g. Am Brand 6 07580 Rückersdorf 036602/5300 Herr Vogel	Ackerbohne 20,27
Kauern	Agrargenossenschaft Kauern eG Kaimberger Straße 2 07554 Kauern Eckhard Reimann 0174 3435788	Soja 12,88
Pahren	Pahren Agrar Kooperation Pahren Hainweg 11 07937 Zeulenroda Tel.: +49 (0) 36628 / 698-0 Fax: +49 (0) 36628 / 69817 E-Mail: <a href="mailto:info@pahren-agrar.de">info@pahren-agrar.de</a> Johannes Köber, Manfred Oertel	Erbse 50,27
Seubtendorf	Rinderhof Agrar GmbH Seubtendorf 101 07922 Tanna, Deutschland	Erbse 34,32
Bad Dürrenberg	Agrargenossenschaft Bad Dürrenberg e.G., Siedlungsstraße 17a 06231 Bad Dürrenberg, Deutschland Matthias Ulrich 0175 2631680	Soja 8,66
Hassenhausen	Agrar GmbH Hassenhausen Hauptstraße 20 06628 Naumburg OT Hassenhausen Mächler, Thomas (Agrar GmbH Hassenhausen) 0157 76208908	Erbse 6,26
Nebra	Agrargenossenschaft e.G. Nebra Kalter Hase 96 06647 Bad Bibra, Altenroda Carsten Fischer 0173 5737206	Ackerbohne 22,29