

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft

Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus

Coloured blooming winter peas in pig feed under the conditions of organic farming

FKZ: 11NA036

Projektnehmer:

Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH
Bahnhofstraße 15, 27374 Visselhövede
Tel.: +49 4262 9593-13
Fax: +49 4262 9593-77
E-Mail: u.ebert@oeko-komp.de
Internet: www.oeko-komp.de

Autoren:

Ebert, Ulrich

FKZ 11NA059

Projektnehmer:

Friedrich-Löffler-Institut
Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
Tel.: +49 531 5963-138
Fax: +49 531-5963-299
E-Mail: Andreas.Berk@fli.bund.de
Internet: www.fli.bund.de

Autoren:

Berk, Andreas

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Die inhaltliche Verantwortung für den vorliegenden Abschlussbericht inkl. aller erarbeiteten Ergebnisse und der daraus abgeleiteten Schlussfolgerungen liegt beim Autor / der Autorin / dem Autorenteam. Bis zum formellen Abschluss des Projektes in der Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft können sich noch Änderungen ergeben.

Abschlussbericht

Buntblühende Wintererbsen in der Schweinefütterung unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus (2811 NA 036) und (2811 NA 059)

Projektlaufzeit: 01.04.2012 – 15.11.2013

**Projektträger
FKZ 2811 NA 059**

**Friedrich-Loeffler-Institut,
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit,
Institut für Tierernährung,
Dr. Andreas Berk
Bundesallee 50,
38116 Braunschweig**

**Projektträger
FKZ 2811 NA 036**

**Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen GmbH
Ulrich Ebert
Bahnhofstr. 15
27374 Visselhövede**

Kurzfassung

Mit den Versuchen am Friedrich Löffler Institut (FLI) sollten quantifizierbare Unterschiede zwischen behandelten und unbehandelten Körnerleguminosen durch den Verdauungsversuch erarbeitet werden. Darüber hinaus wurde in einem Fütterungsversuch unter Institutsbedingungen der Einsatz von Wintererbsen, die unter den Bedingungen des ökologischen Landbaus erzeugt wurden, geprüft. Der Versuch wurde mit den gleichen Rationen und Tierzahlen in einem ökologischen Betrieb unter Praxisbedingungen wiederholt. Die Bilanzversuche wurden zu Projektbeginn durchgeführt, um die gewonnenen Daten bei der Konzipierung der folgenden Fütterungsversuche nutzen zu können.

Ziel des Forschungsvorhabens war es, die Effekte der Wintererbsen mit Bitterstoffgehalten in der Fütterung für Mastschweine zu überprüfen. Durch die Nutzung der Wintererbse in der Monogastriefütterung könnte der im Rückgang befindliche Anbau der Körnerleguminosen belebt werden. Durch die mögliche Nutzung der buntblühenden, dunkelschaligen Wintererbse besteht die Chance die betriebliche Futterbasis viehhaltender, ökologischer Betriebe zu erweitern und den Anteil an Sojakuchen ausländische Herkunft zu verringern.

Durch die Zusammenarbeit zwischen dem Futtermittelhersteller, der Leguminosen thermisch behandelt, der Beratung im ökologischen Landbau Niedersachsens (Kompetenzzentrum Ökolandbau Neidersachsen GmbH) und der Tierernährungswissenschaft (FLI Braunschweig) sollen Grundlagen gelegt werden um aktuelle Sorten heimischer, bitterstoffhaltiger Wintererbsen hinsichtlich ihres Futterwertes zu beschreiben und Hinweise zum optimierten Einsatz zu geben .

Das Projekt kommt zu dem Schluss, dass der Einsatz von Wintererbsen in der ökologischen Schweineproduktion anstelle von Sommererbsen möglich ist. Ein positiver Effekt durch eine thermische Behandlung und die Reduzierung der Tanningehalte konnte in den Fütterungsversuchen jedoch nicht nachgewiesen werden. Bei 30 % Wintererbsen in der Mastration wurden, offensichtlich durch eine dadurch erhöhte Aminosäurenimbalance, signifikant schlechteren Magerfleischanteile erzeugt.

Summary

Through the scheduled experiments at the Friedrich Loeffler Institute (FLI) quantifiable differences between processed and unprocessed grain legumes should be developed.

Furthermore the use of organic produced winter peas in the feeding of pigs was tested through an additional feeding experiment under institute conditions.

The experiment was repeated on an organic farm with the same rations and animal figures under practical conditions. The nutrient balance experiments were conducted at the start of the project to use the obtained data in the design of the following feeding experiments.

The aim of the project was to determine the effects of coloured flowering winter peas, which contain anti nutritive components, in pig feed, to determine the contents of digestible and indigestible nutrients and metabolisable energy and to develop recommendations for the optimal use of coloured flowering winter peas in pig feed.

By the use of winter peas in monogastric feeding the momentarily declining cultivation of grain legumes could be strengthened. There is a chance to expand the internal feed basis of livestock keeping organic farms and to reduce the proportion of soya cake of foreign origin due to the possible use of colourful flowering, dark-skinned winter peas.

Through collaboration between the feed manufacturer, which treated the legume thermally, the advisory service in organic farming in Lower Saxony (Competence centre for organic farming Lower Saxony) and animal nutrition science (FLI Braunschweig) foundations are laid to describe current varieties of native winter peas which contain anti nutritive components in terms of their nutritional value and possibly improve it.

The project concludes, that the use of winter peas instead of summer peas is possible in organic pig production. However, in this experiment the thermal treatment and the reduction of the content of tannin had no positive influence on the fattening performance. At 30% winter peas in fattening ration significantly lesser lean meat proportions were reached, probably by an increased imbalance of amino acids.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Summary	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einführung	6
1.1 Gegenstand des Vorhabens	6
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	6
1.3 Planung und Ablauf	6
2 Wissenschaftlicher und technischer Stand	7
3 Material und Methoden	8
3.1 Bilanzversuche	8
3.2 Mastversuche	9
3.2.1 Mastversuch FLI Braunschweig	9
3.2.2 Praxis Mastversuch Biohof Bakenhus	9
4 Ergebnisse	10
4.1 Thermische Behandlung der Wintererbsen	10
4.2 Bilanzversuche	11
4.3 Mastversuches Wintererbsen am FLI, Braunschweig	12
4.4 Praxis Mastversuch Wintererbsen auf dem Biohof Bakenhus	15
5 Diskussion der Ergebnisse	17
5.1 Behandlung der Leguminosen	17
5.2 Bilanzversuche	18
5.3 Vergleich der Verdaulichkeiten und des Gehaltes an Umsetzbarer Energie (ME)	18
5.4 Auswirkungen der Wintererbsenfütterung auf die Mast- und Schlachtleistung	18
6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	20
7 Gegenüberstellung Ziele und Ergebnisse	22
8 Zusammenfassung	23
9 Literaturverzeichnis	24
10 Veröffentlichungen zum Projekt	25
11 Tabellenanhang	26

Abkürzungsverzeichnis

AM	Anfangsmastabschnitt
BD	Basaldiät
beh	behandelt
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
EM	Endmastabschnitt
FCR	<i>Folin-Ciocalteu</i> -Reagenz
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
HKL	Handelsklasse
i.T.	in der Trockenmasse
l	linke
LM	Lebendmasse
LMZ	Lebendmassezunahme
ME	Mtabolisable Energy (Umsetzbare Energie)
MFA	Magerfleischanteil
MiFuFormel	(Auf Basis der) Mischfutterformel (zur ME-Berechnung)
MJ	Megajoule
NfE	N-freie Extraktstoffe
NSP	Nicht-Stärke-Polysaccharide
OM	Organische Masse
ÖSK	Öko-Sojakuchen
r	rechte
SE	Sommererbsen
SG	Schlachtgewicht
SKG	Schlachtkörpergewicht
St	Stärke
T	Trockenmasse
ub	unbehandelt
US	Ursprüngliche Substanz
verdIRN	(Auf Basis der) verdaulichen Rohnährstoffe (zur ME-Berechnung)
VQ	Verdauungsquotient
WE	Wintererbsen
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XX	N-freie Extraktstoffe
Zu	Zucker

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Ein wesentliches Ziel des ökologischen Landbaus liegt in der bedarfsgerechten Ernährung seiner landwirtschaftlichen Nutztiere mit Futtermitteln aus ökologischer Herkunft, die möglichst überwiegend aus der hofeigenen Fruchtfolge stammen. Während dies bei der Futterenergieversorgung meist über selbst erzeugtes Getreide problemlos gelingt, kann dieser Anspruch bei der Aminosäuren-Bedarfsdeckung der Monogastrier im Speziellen zurzeit (in Abhängigkeit von der Tierkategorie) nur relativ beschränkt erfüllt werden. Davon sind besonders Geflügel und Jungtiere, wie Ferkel betroffen (Zollitsch, 2007). In der Praxis werden daher in der Regel importierte Sojaprodukte in die Ration eingemischt. Die Möglichkeit der teilweisen Kompensation von Importsoja durch einheimische Körnerleguminosen ist der Hintergrund der Versuchsfragestellung.

Der Einsatz von einheimischen Körnerleguminosen in der Fütterung ist nicht ohne weiteres umsetzbar, weil Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen neben unterschiedlichen Nährstoffgehalten artspezifische antinutritive Inhaltsstoffe aufweisen (Marquart, 2009) und das Aminosäuremuster meist ungünstiger ist, als bei Sojaprodukten. Beide Eigenschaften können zu mangelnder Akzeptanz bei der Futteraufnahme und zudem zu eingeschränkter Nährstoffverfügbarkeit führen (Quanz & Weiß, 2001; Huisman & Van der Poel, 1989).

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Sowohl der Anbau und Einsatz von Wintererbsen in der Fütterung von Schweinen, als auch die Verfütterung eines hydrothermisch behandelten Leguminosengemisches an wachsende Monogastrier stehen im Einklang mit den Zielen der Bekanntmachung Nr. 3/11/51 des Bundesprogrammes Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft über die Durchführung von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FuE-Vorhaben) zur Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastriernahrung vom 01.03.2011. Das Projekt ist insbesondere dem Förderschwerpunkt 1.3 Identifizierung von Proteinträgern auf pflanzlicher oder mikrobieller Basis bzw. aus Nebenprodukten für eine Verwendung in der Fütterung zuzuordnen.

Das Ziel des Projektes war es, in diesem Zusammenhang die Eignung der bitterstoffhaltigen Wintererbse für den Einsatz in der Schweinefütterung zu prüfen.

1.3 Planung und Ablauf

Im Teilprojekt des FLI Braunschweig (2811NA059) sollte mit Hilfe von Verdauungsversuchen der Futterwert der zu untersuchenden einheimischen Körnerleguminosen unter Berücksichtigung des Einflusses einer hydrothermischen Behandlung ermittelt werden. Hierzu wurden im Institut für Tierernährung (FLI) Verdauungsversuche durchgeführt. Zusätzlich wurde ein Schweinemastversuch im Mastabschnitt von ca. 27 kg Lebendmasse (LM) bis zum Schlachtgewicht von ca. 125 kg LM einschließlich Schlachtung durchgeführt. Dieser Mastversuch wurde anschließend unter Praxisbedingungen wiederholt. Zur Verdeutlichung werden in der Tabelle 1 die Versuchsdesigns dargestellt.

Tabelle 1: Versuchsdesigns des Verdauungsversuchs und Mastversuchs

	Durchgang 1 (SV 764)	Durchgang 2 (SV 765)	Durchgang 3 (SV 766)
	Vom 24.04. – 13.05.2012	Vom 14.05. – 03.06.2012	Vom 04.06. – 21.06.2012
Tier 1 + 2	BD	SE	WE ub
Tier 3 + 4	WE beh	BD	SE
Tier 5 + 6	WE ub	WE beh	BD
Tier 7 + 8	SE	WE ub	WE beh

Mastversuch vom 19.09.2012 (Versuchsbeginn) bis zum 21.01.2013 (letzte Schlachtung)

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Tierzahl	20	20	20	20	20
Erbsen	15% SE	15% WE ub	14% WE beh	30% WE ub	28% WE beh

BD = Basaldiät (Weizen, MinVit, AS)

SE = Sommererbsen (hier 72% BD + 28% Erbsen)

WEub = Wintererbsen, unbehandelt (hier 72% BD + 28% Erbsen)

WEbeh = Wintererbsen, behandelt (hier 72% BD + 28% Erbsen)

BD = Basaldiät (Weizen, MinVit, AS)

Der Versuchsbeginn des Verdauungsversuchs ist in jedem Fall von der Lebendmasseentwicklung der für den Versuch eingestellten Tiere abhängig. Bei den Bilanzversuchen ist das Versuchsende mit Abschluss des dritten Durchganges zeitabhängig. Im Fall des Mastversuches ist das Versuchsende vom Schlachtgewicht des am langsamsten wachsenden Tieres abhängig. In den hier durchgeführten und ausgewerteten Versuchen gab es bei keinem Versuch wesentliche Abweichungen vom ursprünglichen Plan.

Im Anschluss an den Verdauungsversuch im FLI und ergänzend zu dem dort durchgeführten Mastversuch wurde vom Kompetenzzentrum Ökolandbau Niedersachsen ein entsprechender Praxisversuch auf dem ökologisch wirtschaftenden Betrieb „Biohof Bakenhus“, Bakenhuser Esch 8, in 26197 Großenkneten, durchgeführt (2811NA036). Das Versuchsdesign des Praxisversuchs ist in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Versuchsdesigns des Mastversuches auf dem Praxisbetrieb

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5
Tierzahl	20	20	20	20	20
Erbsen	15 % SE	15% WE ub	14% WE beh	30% WE ub	28% WE beh

SE = Sommererbsen

WEub = Wintererbsen, unbehandelt

WEbeh = Wintererbsen, behandelt

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

Für Bio-Betriebe ist der Anbau von Körnerleguminosen durch die Richtlinien vorgegebener Bestandteil der Fruchtfolgen und pflanzenbaulich unverzichtbarer, um den notwendigen Aufbau der Bodenfruchtbarkeit, zur Ertragsstabilisierung der Marktfrüchten, sicherzustellen.

Die Pflanzenzüchtung in Deutschland setzte in der jüngeren Vergangenheit bei den Körnerleguminosen fast ausschließlich auf die Züchtung halbblattloser, weiß blühender und bitterstoffarmer Sommererbsen. Bei allen anderen Typen und Arten – Erbsen Vollblatt-Typ, Ackerbohnen, Lupinen, Wintererbsen, Wicken - wurden die Züchteraktivitäten zurückgefahren.

Durch die Markteinführung der Sorte EFB 33 der Naturland Marktgesellschaft im Jahr 2005 hat sich der Anbau von Wintererbsen (*Pisum sativum* L.) nach der Einführung in Deutschland kontinuierlich ausgeweitet. Die Wintererbsen sind aufgrund verschiedener pflanzenbaulicher Vorteile eine Anbaualternative zu Sommererbsen (Urbatzka, 2010). Wintererbsen sind aufgrund des Wachstumsvorsprungs und der längeren Wachstumsperiode stabiler gegen Fröhsommertrockenheitsphasen als Sommererbsen. Zudem gelten bunt-blühende Erbsen als weniger empfindlich gegenüber Krankheiten und Schädlingen, als weiß-blühende Genotypen (Ilieva & Dochkova, 1998; Weimar, 1947). Die Anfälligkeit gegenüber Fußkrankheiten bei den vorherrschenden Sommererbsen scheint wesentlich höher zu sein, als in der Literatur angenommen. Schon der zweite oder dritte Anbau von Erbsen ohne deutliche Verlängerung der Anbaupausen kann zu Ertragsdepressionen führen. Die Gründe liegen in der Anfälligkeit gegenüber bodenbürtigen, Pilzkrankheiten und der geringen Unkrautunterdrückung durch die halbblattlose Sorten (Vogt-Kaute, 2008).

Der Anbauumfang der Sommererbse hat dementsprechend im ökologischen Landbau, besonders bei Betrieben mit langjähriger ökologischer Praxis, abgenommen. Dagegen hat der Anbauumfang von Wintererbsen, speziell im Gemengeanbau mit Getreidestützfrucht, deutlich zugenommen.

Durch physikalische Behandlung der Körnerleguminosen können restriktive Wirkungen einiger der antinutritiven Faktoren gemindert werden (Jeroch et al., 1993), wodurch die Einsatzbegrenzungen zum Positiven hin verschoben werden können (Peisker, 1990, 1993). Grundsätzlich kommen eine Hochtemperatur-Kurzzeitbehandlung ganzer Körner (z.B. Toasten) oder eine Wärme- und Druckbehandlung zerkleinerter Körner (z.B. Extrudieren) in Betracht. Der Erfolg der Maßnahme hängt wesentlich vom Ausgangsgehalt an solchen antinutritiven Inhaltsstoffen in der Pflanze und von der individuellen Ausgestaltung der technischen Maßnahme ab (Abel et al., 2008).

Die Börde-KRAFTKORN-SERVICE GmbH stellt ein hydrothermisch behandeltes Gemisch aus Ackerbohnen, Erbsen und Süßlupinen (zu je etwa einem Drittel Anteilen) mit dem Handelsnamen Bio-LEGUMI-therm® für den Einsatz als Futtermittel in der ökologischen Nutztierfütterung her. Die Börde-KRAFTKORN-SERVICE GmbH führte ebenfalls die hydrothermische Behandlung von Wintererbsen im Rahmen dieses Projekts durch.

3 Material und Methoden

3.1 Bilanzversuch

Entsprechend der Vorschriften der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE) (2005), wurden zur Beschreibung des Futterwertes und zur Ermittlung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie (ME) Bilanzversuche als Differenzversuche durchgeführt. Dabei wurden für das Teilprojekt „bunt-blühende Wintererbsen“

- Wintererbsen unbehandelt
- Wintererbsen behandelt und
- Sommererbsen unbehandelt

untersucht.

3.2 Mastversuche

3.2.1 Mastversuch FLI Braunscheig

Im Mastversuch wurden entsprechend des Versuchsdesigns der Tabelle 1, Punkt 1.3 fünf Gruppen mit je zwei unterschiedlichen Anteilen Wintererbsen (15 % bzw. 14 % und 30 % bzw. 28 % Anteil am Alleinfutter), einmal unbehandelt, einmal hydrothermisch behandelt gegenüber einer Gruppe mit 15 % unbehandelter Sommererbsen geprüft. Es gab zwei Fütterungsphasen: eine Anfangsmastphase (AM) bis ca. 55 kg LM und eine Endmastphase (EM) von ca. 55 kg LM bis zur Schlachtung bei ca. 120 kg LM. Neben den Parametern der Mastleistung (Lebendmassezunahme [LMZ], Futteraufnahme und Futter- bzw. ME-Verwertung in kg Futter/kg LMZ) wurden die einzeln gehaltenen und gefütterten Tiere im institutseigenen Schlachthaus geschlachtet und dabei die Schlachtleistungsparameter (Ausschlachtung, Magerfleischanteil [MFA] nach Bonner Formel und Marmorierung des Koteletts) ermittelt und statistisch ausgewertet.

3.2.2 Praxis Mastversuch Biohof Bakenhus

Der Praxisversuch auf dem ökologischen Betrieb Bakenhus wurde mit dem gleichen Versuchsdesign wie der Mastversuch am Braunschweiger FLI durchgeführt (15 % Sommererbsen, 15 % Wintererbsen, 14 % Wintererbsen thermische behandelt, 30 % Wintererbsen, 28% Wintererbsen, thermisch behandelt). Die thermische Behandlung führt zu Wasserverlust und zu einer anteiligen Gewichtsreduzierung von ca. 4 % und wurde in der Ration entsprechend ausgeglichen. Es wurden 100 Tiere in 10 Gruppen á 10 Tiere aufgestellt, für die 5 Versuchsrationen jeweils 10 Börgen und 10 weibliche Tiere. Die Ferkelgenetik war eine AB Hybrid Züchtung (<http://www.ab-hybrid.de>) aus einer ökologischen Freilandauszucht. Das Versuchsfutter wurde von der Futtermühle Meyerhof zu Bakum geliefert.

Die Anfangsmastphase verlief von 30 bis 60 kg die Endmastphase von 60 bis 120 kg. Von 100 Tieren konnten 95 ausgewertet werden. Es wurde der Futterverbrauch, die Gewichtsentwicklung / tägliche Zunahme ermittelt, sowie die Schlachtkörperwerte Schlachtkörpergewicht (SKG in kg), Magerfleischanteil (MFA in %), Speckmaß (cm) und Fleischmaß (cm) sowie die Handelsklasse (HKL). Futterdaten beziehen sich dabei auf je n = 2 (10 Gruppen / 5 Futtersorten), weshalb auf eine statistische Auswertung verzichtet wurde. Die Daten zur Lebendmasseentwicklung können ebenfalls nur mit n = 2 verrechnet werden, da bei den Wiegen immer mehrere Tiere gleichzeitig gewogen wurden. Die Schlachtdaten beziehen sich auf je n = 20 (100 Schweine / 5 Futtersorten).

4 Ergebnisse

4.1 Thermische Behandlung der Wintererbsen

Tannine und Polyphenole können in größerer Konzentration Proteine in ihrer 3-D-Struktur verändern. Insbesondere können Verdauungsenzyme gehemmt werden, sodass hohe Polyphenolmengen zu einer verringerten Nährstoffaufnahme führen.

Die Tannine sind eine Untergruppe der Polyphenole, die sich durch das gemeinsame Merkmal von phenolischen Hydroxylgruppen auszeichnen. Es wurden Farbstofftests mittels Folin-Ciocalteu-Reagenz entwickelt (*Folin-Ciocalteu-Reagenz* [FCR], ist eine Mischung aus Phosphomolybdat und Phosphowolframat), über den man den Gesamtgehalt an Polyphenolen (also lösliche Gerbstoffe und Phenole) quantitativ bestimmen kann. Pyrogallol wird als Referenzsubstanz zum Aufstellen einer Eichgerade verwendet.

Tabelle 3: Ausgewählte Ergebnisse der Analyse auf Gesamtpolyphenole (Wink, 2013)

Behandlung	Gesamtpolyphenol-Gehalt	Einfluss der Behandlung
Wintererbse unbehandelt	0,77 %	100 %
Wintererbse behandelt	0,34 %	44 %
Sommererbse	0,42 %	
Süßlupine	0,35 %	
Wintererbse 63164416	0,52 %	
Bohne Devine 63164417	0,83 %	

Polyphenole und Tannine sind reaktive Naturstoffe, die sich an Proteine binden können. Es können sich Komplexe ausbilden, die über Wasserstoffbrücken und ionische Bindungen zusammengehalten werden. Beim Toasten können aber auch kovalente Kopplungen mit Proteinen auftreten. Bestimmt man den Gehalt an löslichen Tanninen und Polyphenolen, so sollte nach dem Toasten der freie Polyphenolgehalt reduziert worden sein, da die gebundenen Tannine mit den Proteinen vor der Analyse abzentrifugiert wurden. Die Ergebnisse sind folgendermaßen zu interpretieren.

1. Erwartungsgemäß liegt der Tannin-/Polyphenolgehalt bei Ackerbohnen am höchsten, gefolgt von Erbse und Lupinen (Tab. 3).
2. Wie die Ergebnisse zeigen, führt das Toasten zu einer deutlichen Reduktion der löslichen Gerbstoffe und Polyphenole. Bei Erbsen kommt es zu einer Reduktion zwischen 40- und 45 % (Tab. 3).
3. Wintererbsen weisen einen höheren Tannin- Polyphenolgehalt auf; hier führt die Hitzebehandlung zu einer Reduktion von 56 %.

Generell ist zu sagen, dass der Gehalt an Tanninen in den von Wink (2013) untersuchten Erbsen sehr gering ist. Jeroch et. al (1993) benennt den mittleren Gehalt bei Futtererbsen (Sommererbsen) mit 1,5 – 2,5 % und Urbatzka (2010) analysierte mittlere Gehalte bei Wintererbsen zwischen 1 % und 1,5 %.

4.2 Bilanzversuche

Tabelle 4: Rohnährstoffgehalte der Testsubstanzen aus den Bilanzversuchen (g/kg T)

Komponente	OM	XP	XL	XF	XX	Stärke	Zucker
Sommererbsen	966,0	238,2	21,0	68,4	638,3	505,9	57,6
Wintererbsen, unbeh.	973,5	221,8	19,2	65,6	666,9	507,5	53,1
Wintererbsen, beh.	972,7	220,2	20,2	66,6	665,8	504,7	52,6

Tabelle 5: Ergebnissen der Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit (Differenzversuch)

Komponente	Verdauungsquotienten VQ in %					ME ¹⁾
	OM	XP	XL	XF	XX	MJ/kg T
Sommererbsen	93,3	100,8	-21,1	124,9	94,3	16,01
Wintererbsen, unbehandelt	83,6	95,6	-69,8	92,4	88,3	14,58
Wintererbsen, behandelt	88,1	98,5	6,8	93,8	91,7	15,27

¹⁾ Die ME ist bei VQ-Werten >100 bzw. <0 mit 100% bzw. 0% berechnet

Prinzipiell ist zu sagen, dass die Verdaulichkeit der Organischen Masse (OM) mit Werten zwischen 83,6 % (WEub) und 93,3 % (SE) im Normalbereich liegt. Das Rohprotein (XP) aus den Testsubstanzen wird nahezu vollständig verdaut, außer im Fall der unbehandelten Wintererbsen (95,6 %), was mit der erhöhten Ausschüttung an körpereigenen Verdauungsenzymen und der unvollständigen Rezyklierung dieser erklärbar ist. Die große Schwankung bei den Verdauungswerten beim Rohfett (XL) (-21,1 % bis 114,6 %) ist in erster Linie mit der Methodik des Differenzversuches und den unterschiedlichen Anteilen dieses Rohnährstoffs aus den Testsubstanzen (Tab. A1) zu erklären. Der Anteil des Rohfettes an der Testmischung (Testsubstanz + Basaldiät) ist deutlich unter 50% des gesamten Rohfettes, was am „a-Wert“ ersichtlich wird (Tab. A1). Die sehr hohe Rohfaserverdaulichkeit der Testsubstanzen resultiert aus einer extrem schlechten Verdaulichkeit der Rohfaser (XF) der BD (Weizen) mit Werten zwischen 10 % und maximal 34 %.

Durch die hydrothermische Behandlung steigt der VQ der Organischen Masse (OM) im Fall der Wintererbse an. Das gilt eingeschränkt (Werte z.T. >100 %) für das Rohprotein (XP) und das Rohfett (XL). Die Rohfaser (XF) bleibt auf hohem Niveau (auch bedingt durch die Methode) etwa gleich. Die N-freien Extraktstoffe (XX) steigen durch die Behandlung bei den Wintererbsen leicht an. Der leichte Anstieg beim XP könnte auf eine geringere Enzymausschüttung im Verdauungstrakt zurück zu führen sein, da in beiden Fällen die N-Retention pro Tag von 36 g bei den Wintererbsen durch die Behandlung auf 40 g ansteigt.

Durch die Verbesserung bei den VQ-Werten steigt der ME-Gehalt entsprechend der Formel der GfE (2006) bei den Wintererbsen von 14,58 MJ/kg T auf 15,27 MJ/kg T an. Den Gehalt von 16,01 MJ/kg T der Sommererbsen erreichen die Wintererbsen jedoch nicht, der in erster Linie auf die bessere Verdaulichkeit zurück zu führen ist, aber auch auf die Gehalte an Rohnährstoffen (siehe Tabellen 4 und 5).

Auch der Trockensubstanzgehalt (T) wird bei den Wintererbsen von 87,3 % auf 91,6 % durch die Behandlung mit anschließender Trocknung angehoben.

4.3 Mastversuches Wintererbsen am FLI, Braunschweig (FKZ 2811 NA 059)

Während des Mastversuches mussten 2 Tiere wegen Fundamentproblemen vorzeitig aus dem Versuch genommen werden.

Tabelle 6: Ergebnisse der Futtermittelanalysen des AM-Futters (g/kg T)

Gruppe:	1	2	3	4	5
T (%)	89,5	89,1	89,7	88,6	89,7
XA	68,3	67,3	74,2	64,1	63,8
OM	931,7	932,7	925,8	935,9	936,2
XP	177,7	189,4	185,5	183,3	182,3
XL	31,7	29,5	28,3	27,5	29,4
XF	63,2	64,9	60,0	61,6	60,9
XX	659,2	648,8	652,0	663,5	663,6
St	454,8	441,9	449,8	477,9	478,8
Zu	49,5	46,7	46,2	45,1	43,7
MJ ME (verdl RN)	13,99	13,98	13,88	14,31	14,34
je kg Futter (US)	12,52	12,45	12,44	12,67	12,86
MJ ME (MiFuFormel)	13,94	13,91	13,95	14,06	14,12
je kg Futter (US)	12,48	12,39	12,51	12,45	12,67

Tabelle 7: Ergebnisse der Futtermittelanalysen des EM-Futters (g/kg T)

Gruppe:	1	2	3	4	5
T (%)	88,6	88,6	89,2	88,6	88,7
XA	66,7	61,4	61,2	60,5	56,6
OM	933,3	938,6	938,8	939,5	943,4
XP	163,8	163,9	161,3	148,2	149,5
XL	37,3	42,8	41,6	37,6	27,4
XF	74,9	70,5	65,2	66,9	63,6
XX	657,3	661,4	670,6	686,8	702,9
St	470,5	479,6	479,4	520,2	521,1
Zu	48,5	49,9	47,5	46,8	46,5
MJ ME (verdl RN)	14,19	14,38	14,35	14,52	14,41
je kg Futter (US)	12,58	12,74	12,79	12,87	12,77
MJ ME (MiFuFormel)	13,57	13,93	14,08	13,93	13,94
je kg Futter (US)	12,03	12,34	12,55	12,35	12,36

Tabelle 8: Mittelwertvergleich der Gruppen des Mastversuches in Braunschweig

Gruppe:	1	2	3	4	5
n ¹⁾	19 (10/9)	20 (10/10)	20 (10/10)	20 (10/10)	19 (10/9)
Tage AM	30,4	30,9	31,6	31,5	30,7
Tage EM	75,6	73,1	71,2	72,9	75,5
Tage gesamt	106,1	104,0	102,8	104,3	106,2
LMZ AM (g/d)	862^{AB}	854^{AB}	915^A	860^{AB}	840^B
LMZ EM (g/d)	889	929	938	896	878
LMZ gesamt (g/d)	880	905	931	883	864
Kumul. LMZ AM (g/d)	785	799	849	811	771
Kumul. LMZ EM (g/d)	881	887	924	881	867
Kumul. LMZ ges. (g/d)	853	859	901	859	837
Futter AM (kg/d)	2,020	2,154	2,198	2,188	2,181
Futter EM (kg/d)	3,301	3,327	3,278	3,322	3,263
Futter gesamt (kg/d)	2,926	2,970	2,943	2,976	2,939
Futter Summe AM (kg)	61,51	66,46	69,50	69,01	67,10
Futter Summe EM (kg)	251,59	244,38	235,80	243,59	247,11
Futter Summe gesamt (kg)	313,11	310,84	305,31	312,60	314,21
ME-Aufwand AM (MJ/kg)	29,42^C	31,62^{ABC}	30,17^{BC}	32,31^{AB}	33,43^A
ME-Aufwand EM (MJ/kg)	47,85	46,90	45,76	48,95	48,52
ME-Aufwand gesamt (MJ/kg)	42,64	42,53	40,94	44,10	44,23

^{A/B} signifikante Differenzen, Tukey-Test, $p < 0,05$

¹⁾ n gesamt (Kastrate / weibliche Tiere)

Im Mittel zeigten die 98 Tiere sehr gute Leistungen. Die Kastraten hatten eine mittlere Lebendmassezunahme (LMZ) von 939 ± 85 g/Tag und die weiblichen Tiere von 840 ± 85 g/Tag. Für den Zuwachs von im Mittel $27,5 \pm 1,0$ kg LM zu Versuchsbeginn bis zum mittleren Schlachtgewicht von $121,1 \pm 5,0$ kg benötigten die Tiere im Mittel 107 ± 10 Tage. Die mittlere tägliche Futtermenge lag bei $2,928 \pm 0,210$ kg/Tag wodurch sich ein mittlerer Futtermengeaufwand von $3,367 \pm 0,343$ kg/kg LMZ ergab. Der mittlere ME-Aufwand (berechnet auf Basis der verdaulichen Roh Nährstoffe nach GfE, 2006; Verdaulichkeitswerte aus der DLG-Futterwerttabelle, DLG, 1991) betrug für den gesamten Mastabschnitt $42,88 \pm 4,17$ MJ/kg LMZ.

Dass beim Mittelwertvergleich (Tabelle 8) im Merkmal LMZ in der AM-Periode die Tiere der Gruppe 3 (14 % behandelte Wintererbsen) ein signifikant besseres Ergebnis zeigen, als die der Gruppe 5 (28 % behandelte WE), kann nicht interpretiert werden (siehe 5.4).

Der gegenüber den beiden Gruppen mit 30 % bzw. 28 % WE signifikant geringere ME-Aufwand der Tiere die SE erhielten (Gruppe1), resultiert sowohl aus dem geringeren ME-Gehalt des Futters der Gruppe 1 entsprechend der Analyse (Tabelle 7: 14,19 MJ ME Gruppe1 gegenüber 14,52 bzw. 14,41 MJ ME bei Gruppe 4 und 5), als auch aus der geringeren Futtermengeaufnahme der Tiere der Gruppe 1 im Vergleich zu den Tieren der Gruppen 4 und 5.

Zur varianzanalytischen Auswertung (Tab. A2) ist zu sagen, dass eigentlich nur der Geschlechtseinfluss deutlich wird. Die Sauen brauchen 10 Tage länger, um schlachtreif zu werden, nehmen insgesamt 62 g/Tag weniger zu und verbrauchen dafür insgesamt 5,6 kg Futter mehr als die Kastraten.

Deutlich wird in der varianzanalytischen Auswertung im Gegensatz zum Mittelwertvergleich (Tabelle 8) auch, dass 30 % Erbsen zu schlechteren Zunahmen führen, als nur 15 % (Tab. A2 „Zulagenhöhe“). Im Nachhinein erscheint es hier nachteilig, dass es im Versuchskonzept keine 30 %-Gruppe mit Sommererbsen gab.

Der signifikante Sortenunterschied bei der Futteraufnahme in der AM-Periode (Tab A2 „Sorte“) darf nicht überbewertet werden, da die Futterumstellung zeitabhängig erfolgte und damit vom Versuchsansteller beeinflusst wurde. Alle Versuchstiere wurden aus organisatorischen Gründen unabhängig vom Einzeltiergewicht auf Endmastfutter umgestellt. Bei der Gesamtfutteraufnahme gibt es diesen Unterschied nicht mehr. Der ME-Aufwand in der Anfangsmastperiode ist dadurch ebenfalls sortenabhängig signifikant unterschiedlich und für die Sommererbsen günstiger (Tab. 8).

Zu den signifikanten Wechselwirkungen ist hier zu sagen, dass die Sauen, die WE im Futter hatten bei Umstellung auf Endmastfutter im Mittel einen Tag weniger AM Futter gefressen hatten, so dass diese Effekte auch nicht der Erbsensorte anzulasten ist.

Die zweite signifikante Wechselwirkung, Zulagenhöhe und Behandlung (Tab. A2) beim Merkmal LMZ über die gesamte Periode, kommt dadurch zu Stande, dass einmal durch die Behandlung eine Verbesserung (15 %-Gruppen) und einmal eine Verschlechterung (30 %-Gruppen) der Leistung zu verzeichnen ist. Dies ist nicht mit der ME-Aufnahme zu erklären. Diese war mit 3893 MJ ME im Mittel der Gruppe 3 (14 % beh. WE) am niedrigsten. Die Tiere der Gruppe 2 nahmen im Mittel 3941 MJ ME auf und die Tiere der Gruppen 4 und 5 im Mittel 4009 MJ ME bzw. 4018 MJ ME. Hier sind keine Signifikanzen festzustellen

Tabelle 9: Mittelwertvergleich der Schlachtkörpermerkmale nach Gruppen

Gruppe:	1	2	3	4	5
LM (kg)	120,6^{AB}	121,3^{AB}	124,4^A	119,8^B	119,5^B
r. Hälfte, warm (kg)	48,7^{AB}	48,9^{AB}	50,4^A	48,4^B	48,4^B
l. Hälfte, warm (kg)	48,9	49,4	50,6	48,7	48,8
Ausschlachtung (%)	81,0	81,1	81,2	81,0	81,3
r. Hälfte, kalt (kg)	47,7^{AB}	47,7^{AB}	49,2^A	47,2^B	46,9^B
l. Hälfte, kalt (kg)	47,8^{AB}	48,2^{AB}	49,4^A	47,6^B	47,4^B
Schl'körperlänge (cm)	102	102	102	101	102
Speckmaß 1 (cm)	1,66	1,68	1,79	1,76	1,84
Speckmaß 2 (cm)	1,95	1,94	2,15	2,02	2,05
Speckmaß 3 (cm)	3,67	3,75	3,82	3,86	3,86
Speckmaß B (cm)	1,33	1,29	1,37	1,36	1,44
Speckmaß D (cm)	2,63	2,92	2,82	2,79	2,85
Fleischfläche (cm²)	54,74^{AB}	56,22^{AB}	57,05^A	52,00^B	52,41^{AB}
Fettfläche (cm ²)	19,34	19,31	20,55	20,10	20,70
MFA (%)	55,63	55,38	55,02	54,20	53,87
Marmorierung (1 – 6)	1,9	1,9	1,8	2,1	1,9

^{A/B} signifikante Differenzen, Tukey-Test, p < 0,05

Die 98 Tiere des Mastversuches wurden im Mittel mit 121 ± 5,01 kg LM geschlachtet. Bei einer Ausschlachtung von 81,2 ± 1,43 % entspricht das einem Schlachtgewicht von 98,3 kg.

Im Mittel der Kastraten wurde ein MFA (Bonner Formel) von $52,7 \pm 4,88$ % und für die weiblichen Tiere von $56,5 \pm 6,41$ % erreicht.

Bis auf die Merkmale Ausschlächtung, Schlachtkörperlänge und Marmorierung gibt es bei allen Merkmalen einen sehr deutlichen Geschlechtseinfluss. Dieser wirkt sich bei den Lebend- bzw. Schlachthälftenmassen derart aus, dass die weiblichen Tiere auf Grund der geringeren Zunahmen im Mittel etwas leichter geschlachtet wurden (Tabellen 9 und A4 und A5).

Auch die Zulagenhöhe (15 % gegenüber 30 %) hat über das Merkmal LMZ einen positiv signifikanten Einfluss auf die Merkmale Lebend- bzw. Schlachthälftenmasse (Tabellen 9 und A4 und A5).

Bei den Merkmalen Fleischfläche und den MFA wirkt die Zulagenhöhe von 30 % bzw. 28 % WE negativ. Hier sind beim Merkmal Fleischfläche die Differenzen signifikant ($p < 0,05$) (Tabellen 9 und A4 und A5).

Andererseits haben weder die Erbsensorte (SE/ WE) noch die Behandlung (behandelt/ un- behandelt) irgendeinen Einfluss auf die Schlachtkörpermerkmale.

4.4 Praxis Mastversuch Wintererbsen auf dem Biohof Bakenhus (FKZ 2811 NA 036)

Innerhalb des Projektes zur Wintererbsenfütterung wurde ein Mastversuch unter Praxisbedingungen durchgeführt. Die Haltungsbedingungen entsprachen den Vorgaben des Biolandverbandes, die Tiere hatten je 1,3 m² Flächenangebot im Stall und 1,0 m² im Auslauf. Insgesamt konnten in den fünf Gruppen, die vom Versuchsdesign mit denen des Mastversuches in Braunschweig identisch waren, 95 Tiere beiderlei Geschlechts ausgewertet werden (Tab. 10 - 13). Die Mastdauer bis zur Endgewichtserfassung und ersten Teilschlachtung betrug 112 Tage.

Tabelle 10: Ergebnisse der Futtermittelanalysen des AM-Futters (g/kg T)

Gruppe:	1	2	3	4	5
T (%)	89,0	89,3	88,9	88,1	89,2
XA	67,9	60,9	67,4	55,3	59,7
OM	932,1	939,1	932,6	944,7	940,3
XP	179,8	187,4	178,9	170,3	172,2
XL	39,3	39,5	46,0	36,3	33,9
XF	65,1	65,9	66,4	64,3	63,2
XX	647,9	646,3	641,3	673,7	671,0
St	459,7	449,8	456,8	491,2	491,6
Zu	47,9	50,3	48,9	48,3	46,6
MJ ME (verdl RN)	13,66	13,58	13,71	13,90	13,60
je kg Futter (US)	12,15	12,13	12,20	12,25	12,14
MJ ME (MiFuFormel)	14,03	14,15	14,11	14,18	14,13
je kg Futter (US)	12,48	12,63	12,55	12,50	12,60

Tabelle 11: Ergebnisse der Futtermittelanalysen des EM-Futters (g/kg T)

Gruppe:	1	2	3	4	5
T (%)	88,7	88,3	88,9	88,9	87,9
XA	59,2	57,3	57,8	57,0	54,8
OM	940,8	942,7	942,2	943,0	945,2
XP	169,8	163,4	168,7	158,3	153,2
XL	45,9	40,1	36,8	33,9	45,5
XF	72,6	64,2	65,9	59,0	60,9
XX	652,5	675,0	670,8	691,8	685,6
St	486,3	501,0	490,8	516,1	525,0
Zu	43,1	42,2	41,3	41,1	40,7
MJ ME (verdl RN)	13,98	13,69	13,78	13,75	13,80
je kg Futter (US)	12,39	12,09	12,25	12,22	12,13
MJ ME (MiFuFormel)	13,99	14,19	14,09	14,26	14,41
je kg Futter (US)	12,40	12,53	12,52	12,68	12,66

Tabelle 12: Ergebnisse des Praxismastversuches (Mittelwerte der Gruppen)

Merkmal	Gruppe 1 15% SE n = 19	Gruppe 2 15% WE, ub n = 19	Gruppe 3 14% WE, beh n = 18	Gruppe 4 30% WE, ub n = 20	Gruppe 5 28% WE, beh n = 19
LM Beginn (kg)	31,6	30,6	31,1	31,2	30,8
LM Ende AM (kg)	63,	62,0	60,9	61,7	60,4
LM 112. Tag (kg)	121,0	114,3	112,8	116,4	118,3
Futteraufwand AM (kg/kg)	2,33	2,40	2,52	2,46	2,55
Futteraufwand EM (kg/kg)	3,74	3,93	4,07	4,01	4,00
LMZ (g/d)	798	747	729	761	781
ME-Aufwand AM (MJ/kg)	27,86	28,39	29,76	30,09	30,88
ME-Aufwand EM (MJ/kg)	45,82	47,60	47,87	47,01	44,75
ME-Aufwand ges. (MJ/kg)	39,36	40,39	41,26	40,96	40,06

Tabelle 13: Schlachtkörpermerkmale, Mittelwerte \pm s nach Fütterungsgruppen

Merkmal	Gruppe 1 15% SE n = 19	Gruppe 2 15% WE, ub n = 19	Gruppe 3 14% WE, beh n = 18	Gruppe 4 30% WE, ub n = 20	Gruppe 5 28% WE, beh n = 19
SKG	99,05 \pm 7,66	95,04 \pm 6,53	95,47 \pm 7,75	95,90 \pm 5,98	100,20 \pm 7,11
MFA	56,12 \pm 3,66	57,60 \pm 2,68	56,58 \pm 3,13	56,42 \pm 2,01	55,35 \pm 2,60
Reflektionswert	25,74 \pm 4,34	23,05 \pm 1,81	23,33 \pm 2,99	25,00 \pm 2,94	24,80 \pm 3,36
Speckmaß	17,12 \pm 3,99	15,76 \pm 2,93	17,00 \pm 3,50	16,48 \pm 2,34	17,96 \pm 2,85
Fleischmaß	59,68 \pm 5,40	61,67 \pm 3,33	61,98 \pm 3,84	58,28 \pm 5,09	59,53 \pm 5,10
HKL	2,32 \pm 0,75	1,95 \pm 0,62	2,06 \pm 0,64	2,15 \pm 0,37	2,42 \pm 0,61

Unterschiede **nicht** signifikant; Tukey-Test, $p > 0,05$

SKG = Schlachtkörpergewicht (kg)

MFA = Magerfleischanteil (%)

HKL = Handelsklasse: S=1, E=2, U=3, R=4 (kein Tier schlechter als U)

Wie meist bei Praxisversuchen ist es nicht möglich, die Tiere mit einem annähernd gleichen Schlachtgewicht zu schlachten. Auch in diesem Versuch waren die Tiere am zweiten Schlachttag (126 Tage Mastdauer) deutlich leichter als die Tiere am ersten Schlachttag (112 Tage Mastdauer = Mastversuchsende). Das ist der unterschiedlichen Wachstumsleistung der Tiere geschuldet. Dies wirkt sich auch auf alle anderen Schlachtmerkmale aus. Vergleicht man die Fütterungsgruppen miteinander, gibt es bei keinem der erfassten Merkmale signifikante Unterschiede (Tab. 12).

Der Schlachtzeitpunkt hat auf alle erfassten Merkmale einen hochsignifikanten Einfluss, bis auf das Merkmal „Fleischmaß“ (Tab. A7 und A8).

Außer beim Fleischmaß wurden auch alle Merkmale, wie zu erwarten war, vom Geschlecht signifikant beeinflusst.

Deutlichen Einfluss hat die Erbsensorte auf den Reflektionswert und einen leichten Einfluss ($p=0,05$) auf das Schlachtkörpergewicht (SKG) (Tab. A7 und A8).

Der Erbsenanteil (15% / 30%) beeinflusst die Merkmale MFA, Reflektionswert, Fleischmaß und HKL signifikant, wobei bei allen Merkmalen die Tiere mit dem höheren Anteil schlechter abschneiden (Tab. A7 und A8).

Die thermische Behandlung der Wintererbsen beeinflusst keines der erfassten Merkmale (Tab. A7 und A8).

Die signifikante Wechselwirkung beim SKG von Zeitpunkt, Geschlecht und Behandlung sagt aus, dass die unbehandelten Erbsen zu beiden Schlachtzeitpunkten zu höheren SKGn im Falle der weiblichen Tiere führen. Inwieweit das bei den wenigen Tieren vor allem auf den Schlachtzeitpunkt zurückzuführen ist, lässt sich nicht sagen (Tab. A9).

Im Fall des Merkmals Fleischmaß gilt für beide Geschlechter, dass die behandelten Erbsen zu besseren Werten führen, als die unbehandelten (Tab. A9). Da dies auch bei diesem Merkmal beim zweiten Schlachtzeitpunkt am deutlichsten ist, könnte es auch in diesem Fall vor allem dem Zeitpunkt und nicht unbedingt der Behandlung geschuldet sein (Tab. A9).

5 Diskussion der Ergebnisse

5.1 Behandlung der Leguminosen

Nach den Ergebnissen der Analysen von Wink (2013) reduziert eine hydrothermische Behandlung den Gesamtphenolgehalt von 17 % (Süßlupine) bis zu 56 % (Wintererbsen). Der Alkaloidgehalt der Süßlupinen wird kaum beeinflusst, der Vicin / Convicingehalt der Ackerbohnen hingegen, wird um 21 % (Vicin) bzw. um 27 % (Convicin) reduziert (Werte nicht tabelliert). Allerdings sind die Basiswerte bei allen von Wink im Rahmen dieses Projektes untersuchten antinutritiven Inhaltsstoffen sehr gering (Bogumil, 2012).

Im Projekt wurden keine der eingesetzten Futtermittel auf den Gehalt an Nicht-Stärke-Polysacchariden (löslich oder unlöslich) untersucht. Auch ist nicht zu erwarten, dass hier die hydrothermische Behandlung Effekte erzielen könnte. Allerdings könnten einige Ergebnisse durchaus mit dem durch höhere Anteile an Erbsen steigenden NSP-Gehalten in den Rationen beeinflusst sein.

5.2 Bilanzversuche

Bei der Untersuchung der Futterwertveränderung durch die Behandlungsmethode bleibt der analytisch bestimmte Futterwert bei der erweiterten Weender Futtermittelanalyse der Wintererbsen unbeeinflusst (Tab. 4).

Die Verdaulichkeiten der Roh Nährstoffe werden durchweg positiv beeinflusst, was zu einer Energieerhöhung von 0,69 MJ ME bei den Wintererbsen führt (Tab. 5). Diese Differenz ist für die praktische Landwirtschaft über einen längeren Zeitraum betrachtet durchaus von Nutzen.

Allerdings konnte der Vorteil der Behandlung weder im Institutsversuch mit 5 x 20 Tieren bei zwei unterschiedlichen Dosierungen der Wintererbsen, noch im Praxisversuch gemessen werden. Das trifft sowohl für die Mastleistungsdaten (Tabellen 8 und 12), als auch für die erfassten Schlachtparameter (Tabellen 9 und 13) zu. Deutlich wird dies vor allem bei der varianzanalytischen Auswertung der Versuche, wobei die P-Werte der F-Statistik für das Merkmal Behandlung alle deutlich über 0,05 liegen (Tabellen A4, A5 und A8).

5.3 Vergleich der Verdaulichkeiten der Roh Nährstoffe und des Gehaltes an Umsetzbaren Energie (ME)

Die Wirkung der Behandlung wurde im Punkt 5.2 diskutiert. Der Vergleich der Futtermittel Wintererbsen, behandelt bzw. unbehandelt, im Vergleich zu Sommererbsen (nur unbehandelt) erbrachte folgendes Ergebnis: Die Sommererbsen haben im Vergleich zu den Wintererbsen einen um ca. 2 % höheren Proteingehalt (XP) und auch einen um 2 % höheren Fettgehalt (XL) (Tab. 4). Gleichfalls sind die Werte der Roh Nährstoffverdaulichkeit bei den Sommererbsen höher, als bei den Wintererbsen, ob behandelt oder nicht. Beide Unterschiede führen zu deutlich höheren ME-Gehalten der Sommererbse gegenüber den Wintererbsen (unbehandelt/behandelt) zwischen 0,74 und 1,43 MJ ME bei den Erbsen (Tab. 5).

5.4 Auswirkungen der Wintererbsenfütterung auf die Mast- und Schlachtleistung

Die Ergebnisse der beiden Mastversuche (Institutsversuch in Einzelhaltung Braunschweig und Praxisversuch in Gruppenhaltung) zeigten gute Mastleistungen der Tiere. Die Unterschiede in den mittleren täglichen Zunahmen zwischen Institutsversuch (840 g/d bis 915 g/d) und dem Praxisversuch (730 g/d bis 800 g/d) sind durch die unterschiedlichen Haltungsbedingungen zu erklären und können allgemein als sehr gut bezeichnet werden.

Der einzige signifikante Unterschied bei den täglichen Zunahmen im Institutsversuch ($p < 0,05$) zwischen Gruppe 3 (14 % behandelte Wintererbsen 915 g/d) und Gruppe 5 (28 % behandelte Wintererbsen 840 g/d) ist schwer zu erklären. Die etwas höhere Futteraufnahme der Tiere der Gruppe 3 könnte für eine ausreichende Differenz bei den Zunahmen verantwortlich sein.

Die signifikanten Unterschiede beim ME-Aufwand zwischen den Gruppen 1 (15 % SE) und 5 (28 % beh. WE) einerseits und der Gruppe 1 und der Gruppe 4 (30 % ub WE) andererseits, ist in erster Linie auf den deutlich geringeren Energiegehalt der Mischung mit den Sommererbsen (12,52/12,58 MJ ME/kg gegenüber 12,67/12,87 MJ ME/kg bzw. 12,86/12,77 MJ ME/kg) zurück zu führen. Der signifikante Unterschied zwischen den Gruppen 3 (14 %

beh. WE) und 5 (28 % beh. WE) hingegen ist sowohl dem höheren ME-Gehalt der Mischung für die Anfangsmast der Gruppe 5 als auch der geringeren Futteraufnahme der Gruppe 3 geschuldet.

Dass es keine signifikanten Gruppenunterschiede beim Praxisversuch gibt, ist mit der bei Gruppenhaltung größeren Streuung der Einzelwerte (hier die Standardabweichung $\pm s$) begründet (Tab. 12) bzw., im Fall der Futterdaten durch die geringe n-Zahl von 2 je Gruppe. Allerdings erbrachte sowohl beim Institutsversuch, als auch beim Praxisversuch die Auswertung der Schlachtkörpermerkmale deutliche Ergebnisse.

Der Schlachtzeitpunkt beim Praxisversuch beeinflusst bis auf das Fleischmaß alle Messwerte signifikant (p mind. $< 0,0053$). Die Tiere zum Schlachtzeitpunkt 2 sind leichter, dafür aber magerer und erzielen eine bessere Handelsklasse. Da das Geschlechterverhältnis bei den Schlachtzeitpunkten ausgeglichen war, ist die alleinige Ursache die Mastleistung der einzelnen Tiere. Im vorliegenden Versuch waren die langsamer wachsenden Tiere die mageren und damit qualitativ besseren. Beim Institutsversuch wurden die Tiere nach Schlachtgewicht fast täglich (außer Wochenende) geschlachtet, so dass es diesen Einfluss in der Auswertung nicht gibt.

Der Geschlechtseinfluss ist in beiden Versuchen, bei fast allen Merkmalen signifikant (Tabellen A4; A5, A7 und A8). Dabei ist die geringere Verfettung der weiblichen Tiere wirtschaftlich ausschlaggebend. Außerdem war die Fleischfläche (nur im Institutsversuch gemessen) signifikant größer, nicht aber das Fleischmaß (nur im Praxisversuch gemessen).

Sowohl im Institutsversuch als auch im Praxisversuch waren die Tiere, die nur 14 bzw. 15% Erbsen in der Mischung hatten, denen mit 30% Erbsenanteil qualitativ überlegen. Das trifft für die Merkmale Fleischfläche und MFA (Institutsversuch) sowie MFA, Fleischmaß und HKL (Praxisversuch) zu. Dies hat ganz offensichtlich nichts mit antinutritiven Inhaltsstoffen zu tun, sondern ist einer bei der Einmischrate von 28 bzw. 30% angestiegenen Aminosäureimbalance (deutlich geringerer Sojakuchenanteil [15% vs. 7% AM-Futter und 8,5% vs. 0 EM-Futter sowie leicht verringerter Grünmehlanteil 4% vs. 2% bzw. 3,5% vs. 2%]) anzulasten (Tabellen 9, 12, A4; A5, A7 und A8).

Unterschiede zwischen den Gruppen bzw. Behandlungen beim Reflexionswert werden nicht diskutiert, da alle Werte im Normalbereich lagen.

Obwohl die thermische Behandlung eine deutliche Reduzierung der Gesamtphenole um 56 % erwirkte, konnte in den Mastleistungen unter den Rationen mit behandelten Wintererbsen keine Leistungssteigerungen ermittelt werden. Dies liegt evtl. daran, dass die Phenolgehalte der verwendeten Wintererbsenpartie mit 0,77 % i.T. im unteren Bereich der möglichen Bitterstoffkonzentrationen lag. In anderen wissenschaftlichen Arbeiten wurden Phenolgehalte der Wintererbsensorte EFB 33 von 1 % - 3 % in Abhängigkeit vom Standort, bzw. Umweltfaktoren ermittelt (Schüler & Urbatzka, 2008).

6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Wirtschaftliche Betrachtungen sind in Zusammenhang mit Futterkosten immer risikobehaftet, da Futterpreise Tagespreise darstellen. Trotzdem muss man in diesem Fall eine solche Betrachtung anstellen, um auszuloten, ob die behandelte Fragestellung überhaupt praxisrelevant sein kann.

Für die Bewertung der Versuchsfragestellung ist neben der Produktqualität und der Prozessqualität die Wirtschaftlichkeit der Fütterungsstrategien maßgeblich. Diese kann über die einfache und aussagekräftige Kennzahl des Überschusses des Erlöses über die Ferkel- und Futterkosten dargestellt werden.

Der Kalkulation liegen die Gewichtsentwicklung, Futterverbrauche und Leistungen der Versuchstiere im Praxisversuch mit den entsprechenden Rationsbestandteilen an Wintererbsen zugrunde.

Im vorliegenden Versuch wurde bei der Auswahl der Futtermittel der voraussichtliche Stand der EU Verordnung ab 2015 impliziert, bei der keine konventionell erzeugten Eiweißkonzentrate wie Kartoffeleiweiß und Maiskleberfutter in der ökologischen Schweinefütterung verwendet werden dürfen. Die Ferkelkosten entsprechen den Kosten der aufgestellten Versuchstiere inklusive Impfung und Transport.

Bei der Berechnung der Futtermittel und Einzelkomponenten wurden die Netto-Marktpreise zum Zeitpunkt der Futtermittelherstellung im Oktober 2012 laut Agrarmarkt Info zu Grunde gelegt. Die Erlöse der Wirtschaftlichkeitsberechnung entsprechen den erzielten Erlösen der ökologisch erzeugten Versuchstiere des Praxisbetriebes im Februar 2013. Der Preis der Wintererbsen leitet sich vom Erbsenpreis ab. In der Regel werden die Wintererbsen aus dem häufig angebauten Getreide- Erbsengemengen herausgereinigt, wodurch pro dt. Erbsen Reinigungs- bzw. Trennungskosten von ca. 4 €/dt entstehen, die den Wintererbsen als Kosten, den Marktpreis erhöhend zugerechnet werden. Im Falle der thermischen Behandlung der Wintererbsen werden zudem 6 €/dt als Behandlungskosten gemäß Herstellerangaben zusätzlich preiserhöhend hinzugerechnet. Der Sommererbsenpreis betrug demnach 44 €/dt, der Wintererbsenpreis 40€/dt, während bei den behandelten Wintererbsen ein Preis von 46 €/dt angesetzt wurde.

Tabelle 14: Kalkulation des wirtschaftlichen Ergebnisses im Vergleich der Versuchsgruppen

		Gruppe 1, 15% SE n = 19	Gruppe 2, 15% WE, ub n = 19	Gruppe 3, 14% WE, beh n = 18	Gruppe 4, 30% WE, ub n = 20	Gruppe 5, 28% WE, beh n = 19
Anfangsmast (AM)						
Zuwachs,	kg	32,1	31,4	29,8	30,5	29,6
Futter je Zuwachs	kg	2,33	2,40	2,52	2,46	2,55
Futterverbrauch	dt	0,748	0,754	0,751	0,750	0,755
Futterpreis,	€/dt	46,90	46,30	47,10	42,90	44,50
Futterkosten/ Tier	€	35,08	34,89	35,37	32,19	33,59
Endmast (EM)						
Zuwachs,	kg	57,3	52,3	51,9	54,7	57,9
Futter je Zuwachs	kg	3,74	3,93	4,07	4,01	4,00
Futterverbrauch	dt	2,143	2,055	2,112	2,193	2,316
Futterpreis	€/dt	43,60	43,00	43,80	39,40	40,90
Futterkosten	€	93,44	88,38	92,52	86,42	94,72
Futterkosten, ges.	€	128,52	123,27	127,89	118,61	128,31
Ferkelkosten, 30 kg	€	124,00	124,00	124,00	124,00	124,00
Summe Futter-Ferkel- Kosten	€	252,52	247,27	251,89	242,61	252,31
Muskelfleischanteil	%	56,1	57,5	56,6	56,4	55,3
SKG	kg	102,4	95,1	96,5	95,9	100,3
Schlachtkörperpreis	€/kg	3,11	3,17	3,15	3,10	3,09
Erlös	€	307,82	301,74	303,74	297,67	310,29
Überschuss	€	55,31	54,47	51,85	55,06	57,98
Überschussdifferenz	€	0,00	-0,84	-3,46	-0,25	2,67

Die Futterkosten der Rationen mit jeweils 15 % Sommer- oder Wintererbsen ungetoastet oder getoastet unterscheiden sich in der Vormast im Preis praktisch nicht. Die Anfangsmastrationen mit 30 % unbehandelten WE (Gruppe 4) ist dagegen relativ günstig, da hier der Anteil des teuren Sojakuchens von 15 % auf 7 % reduziert wurde. Dieser Vorteil wird bei der Mischung mit 28 % getoasteten WE (Gruppe 5) durch die Prozesskosten fast aufgehoben.

Die Futterverbräuche waren in der Anfangsmast in allen Varianten gleich hoch. In der Endmast verstärkt sich der Kosteneffekt der günstigeren Rationen mit 30 % Wintererbsen und 0 % Sojakuchen noch, ebenfalls auch bei der Ration mit 28 % getoasteten Wintererbsen, wobei hier das höhere Schlachtgewicht einen Teil dieses Überschusses ausmacht. Auch ist der Futterverbrauch vor allem in der Gruppe mit 28 % getoasteten WE etwas höher im Vergleich zu allen Gruppen mit 14/15 % Erbsen. Die Erlöse waren in der Variante 15 % Sommererbsen aufgrund der guten Magerfleischanteile und Schlachtkörpergewichte sehr gut und ebenfalls in der Gruppe mit 28 % getoasteten Wintererbsen. Durch das günstigere Futter in der 30 %igen Wintererbsenration ergibt sich im Vergleich der Verfahren ein Überschuss von 2,67 € je Mastschwein für diese Variante im Vergleich zu der SE-Gruppe. Am schlechtesten die Gruppe mit 14 % getoasteten WE abgeschnitten (-3,46 €/Schlachtschwein).

Die etwas geringeren Schlachtkörperqualitäten bei den beiden Rationen mit hohem Erbsenanteil werden in der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung dieses Versuches durch die Kosteneffekte des günstigeren Futters mit hohem Wintererbsenanteil teilweise kompensiert. Die Option mit heimischen Körnerleguminosen den teuren Sojapresskuchen zu ersetzen hat in diesem Beispiel positive wirtschaftliche Ergebnisse gebracht. Die Toastung konnte im Praxisversuch nicht zu einem signifikanten Effekt führen.

Da die Schlachtgewichte in diesem Praxisversuch mit Werten zwischen 95,1 kg (Gruppe 2, WE unbeh.) und 102,4 kg (Gruppe 1, SE) deutliche Unterschiede aufwiesen und damit den Schlachterlös deutlich beeinflussten, wurde diese Wirtschaftlichkeitsberechnung mit einem einheitlichen Schlachtgewicht von 100 kg noch einmal kalkuliert. Daraus ergeben sich im Vergleich zur Gruppe 1 (SE) folgende Überschussdifferenzen (Tab. 15).

Tabelle 15: Kalkulation des wirtschaftlichen Ergebnisses unter der Annahme eines einheitlichen Schlachtgewichtes von 100 kg

Ration		Gruppe 1, 15% SE	Gruppe 2, 15% WE, unbeh.	Gruppe 3, 14% WE, beh.	Gruppe 4, 30% WE, unbeh.	Gruppe 5, 28% WE, beh.
Schlachtgewicht	kg	100	100	100	100	100
Preis	€/kg SKG	3,11	3,17	3,15	3,10	3,09
Erlös,	€	311	317	315	310	309
Überschuss,	€	58,48	69,73	63,11	67,39	56,69
Überschussdifferenz		0,00	11,24 €	4,62 €	8,90 €	. – 1,80 €

Diese Wirtschaftlichkeitsbetrachtung wurde am Beispiel des im Rahmen des Projektes durchgeführten Praxisversuches angestellt. Die allgemeine Aussagekraft ist damit eingeschränkt.

7 Gegenüberstellung Ziele und Ergebnisse

Die zu Beginn des Projektes durchgeführte Analyse auf antinutritive Inhaltstoffe der eingesetzten Wintererbsensorte ergab gegenüber Literaturwerten vergleichbar geringe Werte. Zwei Analysen unbehandelter Wintererbsen ermittelten einen Gesamtphenolgehalt von 0,77 % bzw. 0,52 % gegenüber einer Sommererbsensorte mit 0,42 % (Tab. 3).

Die Frage, ob und in welchem Umfang geringe, mittlere und hohe Anteile an Wintererbsen in ökologischen Schweinemastrationen die Mastleistung beeinflussen, kann wie folgt beantwortet werden:

Auf Grund der im Projekt limitierten Möglichkeiten wurden nur mittlere (15 %) und relativ hohe (30 %) Anteile von Wintererbsen, sowohl in den Anfangs- als auch in den Endmastrationen, in zwei Versuchen geprüft. Die Mastergebnisse der Versuche ergaben, dass der Einsatz bis zu 30 % ohne signifikante Verschlechterung der Mastergebnisse möglich ist. Einschränkend muss gesagt werden, dass der ME-Aufwand bei den Gruppen mit 30 %

Wintererbsen im Institutsversuch an Einzeltieren signifikant gegenüber der Gruppe, die 15 % Sommererbsen im Futter hatte, erhöht war (Tab. 8).

Die Frage nach der Auswirkung der erwarteten höheren Gehalte an antinutritiven Inhaltsstoffen auf Schlacht- und Fleischqualität ergab, dass bei der hier durchgeführten Untersuchungen ganz offensichtlich nicht der Tanningehalt der Erbsen (hier 0,77 % WEub bzw. 0,34 WE beh Gesamtphenolgehalt), sondern die bei einem Einsatz von 30 % in den Rationen zunehmend ungenügende Aminosäurenversorgung mit einer der limitierenden Aminosäuren den Einsatz der Wintererbsen in ökologischen Schweinemastrationen begrenzt. Dies ist in beiden Mastversuchen anhand der signifikant verschlechterten Merkmale der Magerfleischbildung erkennbar.

Das hier verwendete thermische Behandlungsverfahren konnte die antinutritiven Inhaltsstoffe der buntblühenden Wintererbsen nicht in dem Maße reduzieren, dass deren Einflüsse auf den Geschmack des Futters und die Leistung der Masttiere nicht mehr vorhanden waren. Aufwand und Kosten der Behandlung konnten in diesem Versuch durch die relativen Effekte nicht gerechtfertigt werden. Eine weitere Prüfung alternativer Verfahren zur Reduzierung der Bitterstoffe von Körnerleguminosen ist daher notwendig.

8 Zusammenfassung

Betrachtet man alle Ergebnisse der im Rahmen dieses Projektes durchgeführten Untersuchungen, kommt man zu folgenden allgemeingültigen Aussagen:

- Der Einsatz von Wintererbsen in der Ökologischen Schweineproduktion ist anstelle von Sommererbsen möglich.
- Die hier bis zu 30 % in Mastrationen eingesetzten Wintererbsen führten, offensichtlich durch eine dadurch erhöhte Aminosäureimbalance, zu signifikant schlechteren Magerfleischanteilen. Für die Mast kann daher eine Empfehlung bis zu 30% Rationsanteile einzusetzen, nicht gegeben werden. Da 15 % Rationsanteile keinen Nachteil brachten, könnte man, evtl. gestaffelt nach Anfangs- und Endmastfutter bis zu 15 % in der Anfangsmastration und bis zu 25 % in der Endmastration empfehlen. Für Ferkel und Sauen müssen eigene Untersuchungen angestellt werden.
- Die thermische Behandlung (Toastung) erbrachte in den beiden Mastversuchen keinerlei Vorteil gegenüber den unbehandelten Varianten. In den Analysen zu den antinutritiven Inhaltsstoffen und in den Bilanzversuchen waren jedoch Wirkungen messbar. Aus den sehr geringen Gehalten an antinutritiven Inhaltsstoffen der hier eingesetzten Wintererbsen, verglichen mit Literaturangaben, kann gefolgert werden, dass die Thermische Behandlung bei unbekanntem Gehalten an antinutritiven Substanzen sinnvoll ist, soweit wirtschaftlich vertretbar.
- Weitere Untersuchungen zu Behandlungsverfahren bitterstoffhaltiger Leguminosen sind auf der Suche nach sehr gut verdaulichen Eiweißfuttermitteln durchzuführen.

9 Literaturverzeichnis

- Abel et al., 2008: Analyse und Bewertung zu Stand und Entwicklungsmöglichkeiten von Futterbau und Tierernährung im ökologischen Landbau –Themenbezogenes Netzwerk Tierernährung im ökologischen Landbau. Georg-August-Universität Göttingen, Forschungs- und Studienzentrum
- Berk & Abraham, 2010: Einsatz eines Gemisches einheimischer Körnerleguminosen, hydrothermisch behandelt oder unbehandelt in der Fütterung von Absetzferkeln in der Ökologischen Schweinehaltung. 11. Tagung Schweine- und Geflügelernährung, 23. – 25. Nov. 2010, Lutherstadt Wittenberg
- Bogumil, 2012: Bestimmung des energetischen Futterwertes von Erbsensorten und Behandlungsverfahren der Roherbsen. Fachhochschule Südwestfalen, Projektarbeit
- DLG 1991: DLG-Futterwerttabellen – Schweine -. DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- GfE, 2005: Determination of digestibility as basis for energy evaluation of feedstuffs for pigs. Proc. Soc. Nutr. Physiol. (2005) 14, p.207 – 213
- GfE, 2006: Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- Huisman & Van der Poel, 1989: Comparison of anti-nutritional factors (ANFs) in different animal species. Pudok, Wageningen
- Ilieva & Dochkova, 1998: Relationship between phenolic compound content in grain of winter and spring forage pea and degree of attack by pea weevil *Bruchus pisi* L. (Coleoptera Bruchidae). Rasteniev dni Nauki 35 (9)
- Jeroch et al., 1993: Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag Jena
- Marquart, 2009: Nutritive und antinutritive Inhaltsstoffe der Leguminosen. <http://www.genres.de/leguminosen/nutritiv.htm> (eingesehen am 31.07.2009)
- Peisker, 1990: Hydrothermische Behandlung und Futterwert. Die Mühle + Mischfuttertechnik 127. Jahrgang, Heft 31, [Verlag Moritz Schäfer GmbH & Co. KG](#)
- Peisker, 1993: Conditioning for better animal performance. Feed Managt. 44:22-24
- Quanz & Weiß, 2001: Prüfung der blauen Lupinensorte "Borweta" in Schweinemast-Mischungen, die nach der praecaecalen Verdaulichkeit der Aminosäuren optimiert waren. HDLGN KS Tierproduktion, Forum angewandte Forschung 21./22.03.2001
- Schüler & Urbatzka, 2008: Vergleichender Anbau verschiedener Wintererbsenherkünfte in Rein- und Gemengesaat zur Integration in das Anbausystem Ökologischer Landbau. Bundesprogramm Ökologischer Landbau, FK: 03OE074
- Urbatzka, 2010: Anbauwürdigkeit von Wintererbsen, Ein Vergleich zu Sommererbsen in Rein- und Gemengesaat unter den Bedingungen des Ökologischen Landbaus. Verlag Dr. Kovač, Hamburg

Vogt-Kaute, 2008: Der Stand der Züchtung von Körnerleguminosen in Bayern, Deutschland und angrenzenden Ländern. Öko-Beratungs Gesellschaft mbH, Auftraggeber: Seidlhof-Stiftung; http://www.naturland.de/fileadmin/MDB/documents/Erzeuger/Aktuell/Studie_Koernerleguminosenzuechtung_Bayern.pdf; (30.09.2009); 3-4, 8-10

Weimar, 1947: Resistance of Lathyrus ssp. And Pisum ssp. To ascochyta pinodella and Mycosphaerella pinodes. Journal of Agriculture Research 75 (5-6)

Wink, 2013: BÖLN-Projekt LEGUMI-therm, persönl. Mitteilung

Zollitsch, 2007: Perspective Challenges in the Nutrition of Organic Pigs. J Sci Food Agric, 87

10 Veröffentlichungen zum Projekt

Fachartikel:

Forschungsvorhaben zur Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Schweinehaltung, (KÖN Monatsberichte 4/2012)

Bittere Wintererbsen in der Bio-Schweinefütterung, 30.09.2013, Bioaustria

Vorträge:

Buntblühende Wintererbsen in der Ökologischen Schweinemast (Wissenschaftstagung Bonn, 7,3,2013, Ulrich Ebert)

Wintererbsen als Eiweißfuttermittel in der Ökologischen Schweinefütterung (Bioland Fachgruppe Schwein und Huhn, Mahlerlen, 12.09.2013)

Buntblühende Wintererbsen in der Öko-Schweinemast (Stiftung Ökologie und Landbau, Fachberatertagung, Boxberg, 24.09.2013, Ulrich Ebert)

11 Tabellenanhang

Tabelle A1: Ergebnisse der Verdaulichkeiten (%)¹⁾ aus den Bilanzversuchen und ME-Gehalt (MJ/kg T)

	SE	WEub	WEbeh
n	6	6	6
OM	93,3 (0,28)	83,6 (0,28)	88,1 (0,29)
XP	100,8 (0,47)	95,6 (0,46)	98,5 (0,47)
XL	-21,1 (0,21)	-69,8 (0,20)	6,8 (0,21)
XF	124,9 (0,53)	92,4 (0,52)	93,8 (0,55)
XX	94,3 (0,24)	88,3 (0,24)	91,7 (0,25)
ME ²⁾	16,01	14,58	15,27

¹⁾ „a“-Wert, Anteil des Rohnährstoffs aus der Testsubstanz (von 1)

²⁾ Die ME ist bei VQ-Werten >100 bzw. <0 mit 100% bzw. 0% berechnet

Tabelle A2: Varianzanalytische Auswertung (F-Werte) des Mastversuches Braunschweig

	Sex	Sorte	Behandlung.	Zulagenhöhe	Sex * Sorte	Z'höhe x Beh.
Tage AM	--	--	--	--	= 0,0261	--
Tage EM	< 0,0001	--	--	--	--	--
Tage gesamt	< 0,0001	--	--	--	--	--
LMZ AM (g/d)	= 0,0002	--	--	--	--	--
LMZ EM (g/d)	< 0,0001	--	--	--	--	--
LMZ gesamt (g/d)	< 0,0001	--	--	= 0,0254	--	--
Kumul. LMZ AM (g/d)	--	--	--	--	--	--
Kumul. LMZ EM (g/d)	< 0,0001	--	--	= 0,0431	--	--
Kumul. LMZ ges. (g/d)	< 0,0001	--	--	= 0,0351	--	= 0,0383
Futter AM (kg/d)	= 0,0078	--	--	--	--	--
Futter EM (kg/d)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Futter gesamt (kg/d)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Futter Summe AM (kg)	= 0,0181	--	--	--	--	--
Futter Summe EM (kg)	--	--	--	--	--	--
Futter Summe gesamt (kg)	--	--	--	--	--	--
ME-Aufwand AM (MJ/kg)	--	=0,0322	--	=0,0057	--	--
ME-Aufwand EM (MJ/kg)	=0,0248	--	--	=0,0277	--	--
ME-Aufwand ges. (MJ/kg)	=0,0133	--	--	=0,0071	--	--

Tabelle A3: Varianzanalytische Auswertung (Tukey-Test, $p < 0,05$) des Mastversuches Braunschweig

	Sex	Sorte	Zulagenhöhe	Behandlung
Tage AM	N.s.	N.s.	N.s.	N.s.
Tage EM	1 < 2	N.s.	N.s.	N.s.
Tage gesamt	1 < 2	N.s.	N.s.	N.s.
LMZ AM (g/d)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
LMZ EM (g/d)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
LMZ gesamt (g/d)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Kumul. LMZ AM (g/d)	N.s.	N.s.	N.s.	N.s.
Kumul. LMZ EM (g/d)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Kumul. LMZ ges. (g/d)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Futter AM (kg/d)	1 > 2	1 < 2	N.s.	N.s.
Futter EM (kg/d)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Futter gesamt (kg/d)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Futter Summe AM (kg)	N.s.	1 < 2	N.s.	N.s.
Futter Summe EM (kg)	N.s.	N.s.	N.s.	N.s.
Futter Summe gesamt (kg)	N.s.	N.s.	N.s.	N.s.
ME-Aufwand AM (MJ/kg)	N.s.	1 < 2	1 < 2	N.s.
ME-Aufwand EM (MJ/kg)	1 < 2	N.s.	N.s.	N.s.
ME-Aufwand gesamt (MJ/kg)	1 < 2	N.s.	1 < 2	N.s.

Signifikante Unterschiede der Mittelwerte, Tukey-Test, $p < 0,05$

Geschlecht 1: männlich, kastriert; 2: weiblich;

Sorte 1: Sommererbsen; 2: Wintererbsen;

Höhe 1: 14/15%; 2: 28/30%;

Behandlung 1: unbehandelt; 2: getoastet

Tabelle A4: Varianzanalytische Auswertung der Schlachtkörpermerkmale (F-Werte) des Mastversuches Braunschweig

	Sex	Sorte	Behandl.	Zulagenhöhe	Sex * Sorte	Z'höhe * Beh.
LM (kg)	= 0,0111	--	--	= 0,0031	--	--
r. Hälfte, warm (kg)	= 0,0005	--	--	= 0,0050	--	--
l. Hälfte, warm (kg)	= 0,0087	--	--	= 0,0075	--	--
Ausschlachtung (%)	--	--	--	--	--	--
r. Hälfte, kalt (kg)	= 0,0007	--	--	= 0,0021	--	--
l. Hälfte, kalt (kg)	= 0,0104	--	--	= 0,0037	--	--
Schl'körperlänge (cm)	--	--	--	--	--	--
Speckmaß 1 (cm)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Speckmaß 2 (cm)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Speckmaß 3 (cm)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Speckmaß B (cm)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Speckmaß D (cm)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Fleischfläche (cm ²)	= 0,0051	--	--	= 0,0003	--	--
Fettfläche (cm ²)	< 0,0001	--	--	--	--	--
MFA (%)	< 0,0001	--	--	--	--	--
Marmorierung (1 – 6)	--	--	--	--	--	--

Tabelle A5: Varianzanalytische Auswertung der Schlachtkörpermerkmale des Mastversuches Braunschweig

	Sex	Sorte	Zulagenhöhe	Behandlung
LM (kg)	1 > 2	N.s.	1 > 2	N.s.
r. Hälfte, warm (kg)	1 > 2	N.s.	1 > 2	N.s.
l. Hälfte, warm (kg)	1 > 2	N.s.	1 > 2	N.s.
Ausschlachtung (%)	N.s.	N.s.	N.s.	N.s.
r. Hälfte, kalt (kg)	1 > 2	N.s.	1 > 2	N.s.
l. Hälfte, kalt (kg)	1 > 2	N.s.	1 > 2	N.s.
Schl'körperlänge (cm)	N.s.	N.s.	N.s.	N.s.
Speckmaß 1 (cm)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Speckmaß 2 (cm)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Speckmaß 3 (cm)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Speckmaß B (cm)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Speckmaß D (cm)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
Fleischfläche (cm ²)	1 < 2	N.s.	1 > 2	N.s.
Fettfläche (cm ²)	1 > 2	N.s.	N.s.	N.s.
MFA (%)	1 < 2	N.s.	1 > 2	N.s.
Marmorierung (1 – 6)	N.s.	N.s.	N.s.	N.s.

Tukey-Test, p < 0,05

Tabelle A6: Anzahl, Mittelwerte und Standardabweichung nach Einflussfaktoren des Praxisversuches

Merkmal	Schlachtzeitp.1	Schlachtzeitp.2	Männlich, kastr.	Weiblich
	n = 60	n = 35	n = 47	n = 48
SKG	99,25 ± 7,28	94,02 ± 5,61	96,68 ± 7,93	97,95 ± 6,31
MFA	55,55 ± 3,00	57,89 ± 1,97	55,52 ± 3,09	57,28 ± 2,41
Reflektionswert	23,17 ± 2,50	26,51 ± 3,43	24,85 ± 3,84	23,96 ± 2,60
Speckmaß	17,80 ± 3,42	15,25 ± 1,84	17,80 ± 3,46	15,94 ± 2,59
Fleischmaß	59,86 ± 4,93	60,76 ± 4,43	59,68 ± 4,20	60,69 ± 5,23
HKL	2,32 ± 0,62	1,94 ± 0,48	2,36 ± 0,64	2,00 ± 0,55
	Sommererbsen	Wintererbsen	14 bzw 15 %	28 bzw 30 %
	n = 19	n = 76	n = 56	n = 39
SKG	99,05 ± 7,67	96,89 ± 7,00	96,86 ± 7,39	97,99 ± 6,83
MFA	56,12 ± 3,66	56,49 ± 2,69	56,77 ± 3,19	55,90 ± 2,35
Reflektionswert	25,74 ± 4,34	24,07 ± 2,91	24,05 ± 3,39	24,90 ± 3,11
Speckmaß	17,12 ± 3,99	16,79 ± 2,97	16,62 ± 3,49	17,20 ± 2,67
Fleischmaß	59,68 ± 5,39	60,32 ± 4,60	61,10 ± 4,33	58,89 ± 5,06
HKL	2,32 ± 0,75	2,14 ± 0,58	2,11 ± 0,68	2,28 ± 0,51
	Unbehandelt	Getoastet		
	n = 58	n = 37		
SKG	96,65 ± 6,85	98,38 ± 7,56		
MFA	56,71 ± 2,87	55,95 ± 2,90		
Reflektionswert	24,60 ± 3,34	24,08 ± 3,23		
Speckmaß	16,45 ± 3,14	17,50 ± 3,17		
Fleischmaß	59,85 ± 4,83	60,72 ± 4,64		
HKL	2,14 ± 0,61	2,24 ± 0,64		

Tabelle A7: F-Statistik des Praxisversuches

Merkmal	Schlachtzeitp.	Geschlecht	Sorte	Höhe	Behandlung
SKG	0,0012	0,0444	0,0500	0,0892	0,1118
MFA	< 0,0001	0,0231	0,1174	0,0235	0,1294
Reflektionswert	< 0,0001	0,0569	0,0015	0,0110	0,4235
Speckmaß	0,0002	0,0351	0,2179	0,1232	0,0943
Fleischmaß	0,3550	0,4246	0,2254	0,0124	0,6791
HKL	0,0053	0,0240	0,0523	0,0188	0,2489

Tabelle A8: T-Statistik des Praxisversuches

Merkmal	Schlachtzeitp.	Geschlecht	Sorte	Höhe	Behandlung
SKG	1 > 2				
MFA	1 < 2	1 < 2			
Reflektionswert	1 < 2		1 > 2		
Speckmaß	1 > 2	1 > 2			
Fleischmaß				1 > 2	
HKL	1 > 2	1 > 2			

Signifikante Unterschiede der Mittelwerte, Tukey-Test, $p < 0,05$

Schlachtzeitpunkt 1: 28.02.2013; 2: 15.03.2013

Geschlecht 1: männlich, kastriert; 2: weiblich

Sorte 1: Sommererbsen; 2: Wintererbsen

Höhe 1: 14/15%; 2: 28/30%

Behandlung 1: unbehandelt; 2: getoastet

Tabelle A9: F-Statistik, signifikante Wechselwirkungen des Praxisversuches

Merkmal	Wechselwirkungen
SKG	Zeitp. *Sex*Behandl. = 0,0263
MFA	
Reflektionswert	
Speckmaß	Zeitp. *Sex*Behandl. = 0,0489
Fleischmaß	
HKL	