

Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht

Study on the use of a hydrothermally treated mixture of native legumes in organic piglet rearing

FKZ: 11NA034

Projektnehmer:

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Referat ökologischer Land- und Gartenbau
Siebengebirgsstraße 200, 53229 Bonn
Tel.: +49 228 703-0
Fax: +49 228 703-8498
E-Mail: poststelle-bonn@lwk.nrw.de
Internet: <http://www.lwk.nrw.de>

Autoren:

Kempkens, Karl; Stalljohann, Gerhard; Patzelt, Sybille; 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.

Forschungsprojekt:

Projekt 11NA034 im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und anderer Formen nachhaltiger Landwirtschaft

Untersuchungen zum Einsatz eines hydrothermisch behandelten Gemisches aus einheimischen Körnerleguminosen in der ökologischen Ferkelaufzucht

Schlussbericht

Laufzeit:

01.04.2012 bis 31.03.2015

Berichtszeitraum:

01.04.2012 bis 31.03.2015

Das Projekt war Teil des interdisziplinären Projektes im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau

Zuwendungsempfänger:

LWK Nordrhein-Westfalen,
Landwirtschaftszentrum Haus Düsse, Ostinghausen, 59505 Bad Sassendorf

Projektleitung:

Dr. Karl Kempkens
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen Fachbereich 53 - Ökologischer Land- und Gartenbau,
Siebengebirgsstr. 200, 53229 Bonn, Tel.: 0228 703-1456, Mail:
karl.kempkens@lwk.nrw.de

Unter Mitwirkung von:

Dr. Gerhard Stalljohann
Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Fachbereich 71 – Tierproduktion,
Postfach 5980, 48135 Münster, Tel.: 0251/2376-860, Mail:
gerhard.stalljohann@lwk.nrw.de

Sybille Patzelt

Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, Versuchs- und Bildungszentrum Haus Düsse, Fachbereich Schweinehaltung, Ostinghausen, 59505 Bad Sassendorf, Tel:
02945/989-164, Mail: sybille.patzelt@lwk.nrw.de

Projektpartner:

Dr. Andreas Berk
Friedrich-Loeffler-Institut, Arbeitsgruppe Schweineernährung, Bundesallee 50, 38116 Braunschweig, Tel.: 0531 596 3138, Mail: Andreas.Berk@fli.bund.de

Dr. Ulrich Abraham

Börde-Kraftkorn-Service (BKKS), An der alten Schäferei 76 a, 39397 Gröningen, Tel.: 039403-92767, Mail: bkkservice@t-online.de

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1	Einführung	5
1.1	Gegenstand des Vorhabens	5
1.2	Ziele und Aufgabenstellung	5
1.3	Planung und Ablauf des Projektes	6
2	Wissenschaftlicher und technischer Stand	7
3	Material und Methode	8
3.1	Erprobungen im FLI, Braunschweig	8
3.2	Erprobungen im VBZL Haus Düsse, Bad Sassendorf	8
3.3	Futtermischungen	9
4	Ergebnisse	11
4.1	Untersuchungen der antinutritiven Inhaltsstoffe	11
4.2	Bilanzversuche, FLI	12
4.3	Behandlungen der Leguminosen	13
4.4	Fütterungsversuche im VBZL Haus Düsse	13
4.4.1	Leistungsdaten der Ferkel	14
4.4.2	Futteruntersuchungen des 2. Durchganges	17
4.5	Koordination aller Projekte und Erstellung eines Dossiers	1
5	Diskussion	19
6	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit	20
6.1	Aussagen für die Praxis	20
6.2	Weiterer Forschungsbedarf	20
7	Gegenüberstellung der geplanten zu den tatsächlich erreichten Ziele	22
8	Zusammenfassung	23
9	Literaturverzeichnis	24
10	Übersicht über alle im Berichtszeitraum realisierten Veröffentlichungen	25
11	Anhang	26

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
AB	Ackerbohnen
BD	Basaldiät (Weizen, MinVit, AS)
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Geschäftsstelle Bundesprogramm Ökolandbau
BKKS	Börde-Kraftkorn-Service
Ca	Calcium
Cys	Cystin
FCR	Folin-Ciocalten-Reagenz
FLI	Friedrich-Löffler-Institut
FV	Fütterungsvariante
FV I	Fütterungsvariante – Öko-Sojakuchen
FV II	Fütterungsvariante – unbehandeltes Leguminosen-Gemisch – Legumi-mix
FV III	Fütterungsvariante - behandeltes Leguminosen-Gemisch- Legumi-therm
GfE	Gesellschaft für Ernährung
Lys	Lysin
LT	Lebenstag
LW	Lebenswoche
LWK	Landwirtschaftskammer
ME	Umsetzbare Energie
Met	Methionin
Met/Cys	Methionin/ Cystin
Na	Natrium
NRW	Nordrhein-Westfalen
OM	Organische Masse
ÖSK	Ökologischer Sojakuchen
P	Phosphor
Tab	Tabelle
Thr	Threonin
Trp	Tryptophan
VBZL	Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft, Haus Düsse
VQ	Verdaulichkeitsquotient
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XS	Stärke
XZ	Zucker

Tabellenverzeichnis:

	Seite
1 Versuchsdesign der beiden Verdauungsversuche	8
2 Versuchsdesign Ferkelaufzucht	9
3 Ökologische Fütterungsstrategien für eine artgerechte Ferkelaufzucht (6. – 10. LW) in der Ferkelaufzucht, 2. Durchgang	10
4 Ausgewählte Ergebnisse der Analyse auf Gesamtpolyphenole	11
5 Roh Nährstoffgehalte der Testsubstanzen aus den Bilanzversuchen	12
6 Ergebnissen der Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit	12
7 Mittlere Ferkelleistungen während der vierwöchigen Aufzuchtphase in Abhängigkeit der Fütterungsvariante	14
8 Ferkelleistungen während der vierwöchigen Aufzuchtphase in Abhängigkeit der Futtervarianten und Absatzklassen	16
9 Ergebnisse der Futteruntersuchung: Gegenüberstellung von analysierten und berechneten Futtergehalten	17
A1 Ökologische Fütterungsstrategien für eine artgerechte Ferkelaufzucht in der Ferkelaufzucht -1. Durchgang	26
A2 Mittlere Ferkelleistungen während der Aufzuchtphase in Abhängigkeit der Fütterungsvariante - 1. Durchganges	27
A3 Ergebnisse der Verdaulichkeiten aus den Bilanzversuchen und ME-Gehalt	27

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Ein wesentliches Bestreben des Ökologischen Landbaus liegt in der bedarfsgerechten Ernährung seiner landwirtschaftlichen Nutztiere mit Futtermitteln ökologischer Herkunft, die idealer Weise weitestgehend aus der hofeigenen Fruchtfolge stammen, zumindest aber regionalen Ursprungs sein sollten. Während das bei der Energieversorgung meist über selbst erzeugtes Getreide problemlos gelingt, kann dieser Anspruch bei der Protein-Bedarfsdeckung bei Monogastriern zurzeit nur relativ beschränkt eingelöst werden. Da der Einsatz von konventionellen Produkten (z. B. Kartoffeleiweiß) zukünftig nach EU-Öko-Verordnung voraussichtlich nicht mehr möglich ist, werden vor allem Sojaprodukte in die Rationen eingemischt, die nur selten aus Deutschland, häufig aus anderen europäischen Ländern, manchmal sogar aus Übersee stammen. Diese Strategie ist aber vor allem für den Ökologischen Landbau durchaus fragwürdig, da damit eine fehlende Regionalität und ein Qualitätsrisiko einhergehen und auch die Klimabilanz einer solchen Strategie fragwürdig erscheint. Der Verzicht auf Sojaprodukte bzw. die alleinige Nutzung von einheimischen Körnerleguminosen ist nicht ohne weiteres umsetzbar, weil Ackerbohnen (AB), Erbsen und Lupinen neben unterschiedlichen Nährstoffgehalten artspezifische antinutritive Inhaltsstoffe aufweisen. Vor allem diese können zu mangelnder Akzeptanz bei der Futteraufnahme und zudem zu eingeschränkter Nährstoffverfügbarkeit führen (Quanz & Weiß 2002). Weiterhin ist ihr Anbau in der Regel aufwändiger als bei Sojabohnen und ihr Eiweißanteil geringer.

Gegenstand des Vorhabens waren zwei Aspekte:

- Einerseits sollte geprüft werden, inwieweit ein hydrothermisch behandeltes Gemisch von Leguminosen (je ein Drittel Ackerbohnen, Futtererbsen und Süßlupinen) erfolgreich in der ökologischen Ferkelaufzucht eingesetzt und Sojabohnen ersetzen kann.
- Andererseits war die Abstimmung und Koordination der Forschungsprojekte zum Thema Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastrierversorgung sowie die Erstellung eines Übersichtsdossiers zu Strategieoptionen zur Realisierung einer 100%igen Biofütterung bei Monogastriden im ökologischen Landbau Gegenstand des Projektes.

1.2 Ziele und Aufgabenstellung

Eine gesunde und leistungsstarke ökologische Ferkelaufzucht auf der Basis heimischer Körnerleguminosen stellt nach wie vor eine große Herausforderung dar. Das Ziel des Projektes war es, in der Region anbaubare Körnerleguminosen durch eine gezielte hydrothermische Aufbereitung einerseits und durch eine Mischung mehrerer Leguminosenfrüchte für den Einsatz in der ökologischen Ferkelaufzucht verfügbar zu machen.

Kernstück des Vorhabens sollten Fütterungsversuche mit abgesetzten Ferkeln sein, bei denen überprüft werden sollte, ob ein speziell hydrothermisch behandeltes Gemisch aus einheimischen, ökologisch erzeugten Körnerleguminosen (33 % Ackerbohnen, 33 % Erbsen und 34 % Süßlupinen) den Einsatz von Öko-Soja (Sojakuchen) gleichwertig ersetzen kann.

Weiterhin sollte ermittelt werden, ob eine hydrothermische Behandlung eines heimischen Leguminosengemisches mit je einem Drittel Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen zu einer Reduktion der antinutritiven Inhaltsstoffe führt.

Da der Futterwert des eingesetzten Gemisches bisher nur aus Tabellenwerten der 3 Bestandteile kalkuliert werden kann, sollte in Bilanzversuchen an wachsenden Schweinen entsprechend der Vorschriften der GfE (2005) sowohl der Futterwert des Gemisches ermittelt werden, als auch untersucht werden, ob sich durch die hydrothermische Behandlung der Futterwert verändert.

Der Ferkel-Versuch sollte im konventionellen Aufzuchtstall der Landwirtschaftskammer (LWK) NRW, Haus Düsse stattfinden, da hier die geeigneten Haltungsbedingungen für solche Fütterungsversuche bestehen. Die mangelnde Übereinstimmung mit den Aufstallungsvorgaben der EU-Öko-VO beeinträchtigt nicht die Übertragbarkeit der Ergebnisse in die Öko-Praxis.

Weiteres Ziel des Projektes war die Abstimmung und Koordination der weitgehend zeitgleich laufenden Forschungsprojekte zum Thema Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastriersorgung im Rahmen von gemeinsamen Workshops sowie die Erstellung eines Übersichtsdossiers zu Strategieoptionen zur Realisierung einer 100%igen Biofütterung bei Monogastriden im ökologischen Landbau Gegenstand des Projektes.

1.3 Planung und Ablauf des Projektes

Im Teilprojekt des FLI Braunschweig war geplant, mit Hilfe von Verdauungsversuchen den Futterwert der zu untersuchenden einheimischen Körnerleguminosen unter Berücksichtigung des Einflusses einer hydrothermischen Behandlung zu ermitteln. Dazu sollten im Institut für Tierernährung (FLI) Verdauungsversuche durchgeführt werden. Zur Verdeutlichung wird in der Tabelle 1 das Versuchsdesign dargestellt.

Im Teilprojekt der LWK NRW war geplant, den Einfluss unterschiedlicher Fütterungsstrategien auf Gesundheit und Wachstumsleistungen der Aufzuchtferkel zu prüfen. Dazu sollten Fütterungsversuche im konventionellen Aufzuchtstall der Landwirtschaftskammer (LWK) NRW, Haus Düsse durchgeführt werden. Die Aufstallung sollte in 10-er Gruppen an Trockenfutterautomaten bzw. in 25-er Gruppen an Breifutterautomaten erfolgen. Zur Verdeutlichung wird in der Tabelle 2 das Versuchsdesign dargestellt.

Darüber hinaus sollte ein regelmäßiger Austausch zwischen den zeitgleich laufenden Forschungsprojekten zum Thema Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastriersorgung im Rahmen von gemeinsamen Workshops unter Teilnahme der Geschäftsstelle des BÖLN koordiniert werden. Ein erstes Treffen fand im Rahmen der Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2013 in Bonn am 07.03.2013, ein zweiter Austausch am 18.02.2014 in Fulda statt.

Im Laufe der Projektzeit wurde der Projektrahmen um die Erstellung eines Übersichtsdossiers zu Strategieoptionen zur Realisierung einer 100%igen Biofütterung bei Monogastriden im ökologischen Landbau erweitert. Die Erstellung dieses Dossiers wurde an die FiBL Projekte GmbH, Frankfurt am Main, vergeben.

2. Wissenschaftlicher und technischer Stand

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 und von der individuellen Ausgestaltung der technischen Maßnahme ab (Abel et al., 2008).

In vorangegangenen Projekten im Versuchs- und Bildungszentrum Landwirtschaft (VBZL) Haus Düsse, dem Versuchsgut der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (03OE423 und 07OE024) konnte festgestellt werden, dass das Toasten der Ackerbohnen unter anderem einen positiven Effekt auf die Verbesserung des Hygienestatus im Ferkelfutter erbrachte und ein positiver Effekt auf die Fitness und Leistung der Ferkel erreicht werden konnte.

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. Ein Vorteil dieses Gemisches liegt in der Erweiterung des Aminosäurenmusters durch die drei Ausgangserzeugnisse, in der möglichen Reduzierung der antinutritiven Inhaltsstoffe durch die hydrothermische Behandlung und der Möglichkeit einer Standardisierung des Gemisches. Der Einsatz der verwendeten getoasteten Einzelkomponenten ist bei Kühen (Freitag, 2007), Kälbern (Fischer et al., 2008), Ziegen (Dunkel et al., 2007) und Mastbroilern (Naumann, 2002), aber auch an Ferkeln (Stalljohann, 2006 und 2011) bereits erfolgreich erprobt worden.

Der Nachweis der spezifischen Wirksamkeit des innovativen Produktes LEGUMI-therm® ist bisher auf einen Ferkelversuch begrenzt (Berk und Abraham, 2010).

Tannine und Polyphenole können in größerer Konzentration Proteine in ihrer 3-D-Struktur verändern. Insbesondere können Verdauungsenzyme gehemmt werden, so dass 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 die man den Gesamtgehalt an Polyphenolen (also lösliche Gerbstoffe und Phenole) quantitativ bestimmen kann. Pyrogallol wird als Referenzsubstanz zum Aufstellen einer Eichgerade verwendet.

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 Toasten der freie Polyphenolgehalt reduziert werden, da die gebundenen Tannine mit den Proteinen vor der Analyse abzentrifugiert werden.

3. Material und Methoden

Das Gesamtprojekt der praktischen Untersuchungen unterteilte sich in drei Teilbereiche:

- 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.
- Im Versuchs- und Bildungszentrum Haus Düsse (VBZL) sollte das behandelte Leguminosengemisch in praktischen Fütterungsversuchen im Hinblick auf Gesundheit und Leistung von Aufzuchtferkel untersucht werden (11NA034).
- An der Universität Heidelberg (Prof. Wink) sollte die Wirkung der Behandlung im Hinblick auf die Reduktion der antrinitritiven Inhaltsstoffe untersucht werden.

3.1. Erprobungen im FLI, Braunschweig

Entsprechend der Vorschriften der GfE (2005) wurden zur Beschreibung des Futterwertes und zur Ermittlung des Gehaltes an Umsetzbarer Energie (ME) die Bilanzversuche als Differenzversuche durchgeführt.

Folgende Fütterungs-Varianten (FV) wurden untersucht:

- das Leguminosengemisch behandelt (LEGUMI-therm®)
- das Leguminosengemisch unbehandelt (LEGUMI mix) und
- ein ökologischer Sojakuchen (ÖSK)

Tabelle 1: Versuchsdesign der beiden Verdauungsversuche

	Durchgang 1 (SV 771)	Durchgang 2 (SV 772)	Durchgang 3 (SV 773)
	Vom 20.08. – 17.09.2012	Vom 18.09. – 12.10.2012	Vom 15.10. – 01.11.2012
Tier 1 + 2	BD	Mix	Therm
Tier 3 + 4	ÖSK	BD	Mix
Tier 5 + 6	Therm	ÖSK	BD
Tier 7 + 8	Mix	Therm	ÖSK

BD = Basaldiät (Weizen, MinVit, AS)

Ökosojakuchen ÖSK (hier 75% BD + 25% ÖSK)

LEGUMI therm (hier 72% BD + 28% therm)

LEGUMI mix (hier 72% BD + 28% mix)

Die Basaldiät (BD) war dabei gleich (95,5% Weizen, 1% Sojaöl, 3% Vitamin-Mineralstoffgemisch, 0,4% Lysin-HCl, 0,1% L-Threonin) und wurde in unterschiedlichen Anteilen zu den Testsubstanzen, entsprechend deren Proteingehalt, eingesetzt (72% BD bei mix, therm bzw. 75% bei ÖSK).

3.2 Erprobungen im VBZL Haus Düsse, Bad Sassendorf

Die Untersuchungen erfolgten an abgesetzten Ferkeln in drei Ferkelaufzuchtgruppen im VBZL Haus Düsse. Die zu beprobenden Ferkel stammten aus der konventionellen Ferkelproduktion und wurden im Mittel mit 27 Tagen von der Sau abgesetzt, jedoch

vollständig mit ökologisch hergestellten und zertifizierten Komponenten versorgt. Ab der 3. Lebenswoche (LW) wurde den Saugferkeln bei der Sau ein Aufzuchtstarter angeboten und nach dem Absetzen, mit Ø 27 Lebenstagen (LT), für zwei weitere Wochen gereicht, um den Bedingungen des Ökologischen Landbaus möglichst nahe zu kommen (6-wöchige Säugezeit). Zu diesem Zeitpunkt wiesen die Absetzferkel ein durchschnittliches Absetzgewicht von 10-14 kg LM auf. Stufenweise erfolgte dann eine Vermischung auf das jeweilige Versuchs-Aufzuchtfutter der einzelnen Fütterungsvarianten (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Versuchsdesign Ferkelaufzucht

Futtervariante	1	2	3
	Ökosojakuchen	Unbehandelte Leguminosen Legu-mix	Behandelte Leguminosen Legumi-therm
Anzahl Ferkel	ca. 110	ca. 110	ca. 110
Anzahl Buchten/Tierzahl	2 * 25; 6 * 10	2 * 25; 6 * 10	2 * 25; 6 * 10
LM-Abschnitt	ca. 7 – 22 kg LM	ca. 7 – 22 kg LM	ca. 7 – 22 kg LM
Versuchsdauer	ca. 4 Wochen	ca. 4 Wochen	ca. 4 Wochen

Bei der Rationsgestaltung wurde darauf geachtet, dass der Aufzuchtstarter hochwertige Bio-Milchprodukte sowie gleiche Anteile an Bio-Ackerbohnen, Bio-Lupinen, Bio-Erbesen und Bio-Sojakuchen enthält, um einen krassen Futterwechsel vom Aufzuchtstarter auf die jeweiligen Versuchs-Aufzuchtfutter zu vermeiden.

3.3 Futtermischungen

Zum Projektbeginn war eine Einmischungsrate von bis zu 40 % in den Leguminosengemischen angedacht (siehe Anhangtabelle A1). Bereits während des ersten Durchganges wurde festgestellt, dass die geschmacksorientierten Ferkel dieses Futter verweigerten und kaum Futter aufnahmen und damit in der Konsequenz auch die Tageszunahmen der Ferkel mit Legumix und Legutherm viel zu niedrig lagen (siehe Anhangtabelle A2). Aus diesem Grund machte es keinen Sinn einen weiteren Durchgang mit einem 40 %igen Leguminosenanteil in den Futterrationen den Ferkeln anzubieten. Nach Rücksprache mit der BLE wurden die Rationen geändert, der Leguminosenanteil auf 30 % verringert und die Futtervariante 1 (FV I) mit Sojakuchen den Inhaltsstoffen der Futtervarianten 2 (FV II) und 3 (FV III) angeglichen. Im Folgenden wird daher nur der zweite Durchgang dargestellt.

Die Futtervariante 1 (FV I) war bestimmt durch einen hohen Anteil an Sojakuchen. Die Ration der Futtervariante 2 (FV II) beinhaltete einen hohen Anteil eines Leguminosengemisches (Legumi-mix), das sich aus je einem Drittel Bio-Ackerbohnen, Bio-Lupinen und Bio-Erbesen zusammensetzte. Dieses unbehandelte Leguminosengemisch wurde für die Ration in der Futtervariante 3 (FV III) hydrothermisch aufbereitet (Legumitherm). Die beiden letzten Futtervarianten sollten ihr Substituierungspotenzial gegenüber Bio-Soja demonstrieren.

Die detaillierten Zusammensetzungen der Rationen der Futtervarianten 1, 2 und 3 und deren Inhaltsstoffe sind in der **Tabelle 3** aufgeführt.

Tabelle 3: Ökologische Fütterungsstrategien für eine artgerechte Ferkelaufzucht (6. – 10. LW) in der Ferkelaufzucht, zweiter Durchgang

Futtermateriale		I	II	III
		Soja- kuchen	Legumi- mix	Legumi- therm
Bio-Gerste	%	40,8	30	30
Bio-Weizen	%	17,0	10,6	14,5
Bio-Weizenflocken	%	7,5	7,5	7,5
Bio-Sojakuchen	%	26	11	9
Bio-Rapskuchen	%	3,0	3,0	3,0
Legumi-mix (unbehandelte <i>Ackerbohnen, Lupinen und Erbsen</i>)	%	-	30,5	-
Legumi-therm (<i>aufgeschlossene, Ackerbohnen, Lupine und Erbsen</i>)	%	-	-	30
Bio-Magermilchpulver	%	2,5	2,5	2,5
Premix	%	2,0	2,0	2,0
Ca.-Carb. (Futterkalk)	%	0,7	0,7	0,7
Bio-Sonnenblumenöl	%	0,5	2,2	0,8
Inhaltstoffe der Ration:				
TS	%	89,7	89,2	90,8
XP	%	20,3	19,7	20,0
XL	%	4,8	5,6	4,0
XF	%	4,4	5,5	5,9
XA	%	5,7	5,4	5,4
XS	%	36,7	36,4	39,2
XZ	%	5,1	4,9	5,2
Ca	%	0,7	0,7	0,7
P	%	0,6	0,56	0,58
Na	%	0,17	0,17	0,17
ME Schwein	MJ	13,8	13,52	13,59
Lys	%	1,03	1,06	1,07
Met	%	0,32	0,26	0,25
Met + Cys	%	0,72	0,61	0,61
Trp	%	0,27	0,22	0,23
Thr	%	0,82	0,75	0,73

4. Ergebnisse

Im vorliegenden Projekt wurde ermittelt, welchen Futterwert ein spezielles hydrothermisch behandeltes Leguminosengemisch aufweist, welche Auswirkungen in Bezug auf Wachstumsleistung und Gesundheit bei Ferkel damit zu erzielen sind und inwieweit antinutritive Inhaltsstoffe reduziert werden können.

Weiterhin wurde im Rahmen eines Dossiers zusammengetragen, welche Strategieoptionen zur Realisierung einer 100%igen Biofütterung bei Monogastriern im ökologischen Landbau bestehen.

4.1 Untersuchungen der antinutritiven Inhaltsstoffe

Tabelle 4: Ausgewählte Ergebnisse der Analyse auf Gesamtpolyphenole (Wink, 2013)

	Gesamtpolyphenol-Gehalt	Einfluß	Vicin-/Convicingehalte	Alkaloidgehalt
Wintererbse	0,77 %	100 %		0,02 %
Wintererbse beh.	0,35 %	44 %		
Süßlupine	0,35 %	100%		
Süßlupine beh.	0,29 %	83 %		
Ackerbohne	1,31 %	100 %		
Ackerbohne beh.	0,77 %	59 %	0,65 /0,25 g/l	
Legumi-mix	0,57 %	100 %		
Legumi-therm	0,53 %	93 %		

In der **Tabelle 4** sind die die Ergebnisse der Untersuchung zu den antinutritiven Inhaltsstoffen von Dr. Wink, UNI Heidelberg, dargestellt. Sie sind folgendermaßen zu interpretieren. Erwartungsgemäß liegt der Tannin-/Polyphenolgehalt bei Ackerbohnen am höchsten, gefolgt von Erbsen und Lupinen.

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 %.

Da bei Ackerbohnen der Gehalt an den Pyrimidinabkömmlingen Vicin und Convicin, die Glutadion (wichtiges Antioxidans und Cysteinreserve) oxidieren, eine größere Rolle spielt, kann deren Gehalt hier bedeutender sein, als der Poyphenolgehalt. Es gibt in der Literatur zwar noch geringere Werte, z.B. bei Vicin/Convicin bei Ackerbohnen, allerdings kann man nach dem bestehenden Lehrbuchwissen davon ausgehen, dass die hier untersuchten Ausgangserzeugnisse mit den eingesetzten Dosierungen in den Versuchen zu keinen deutlichen Verzehrdepressionen geführt haben können (**Tab. 3**).

Zu den Alkaloidgehalten der Lupinen ist zu sagen, dass das Zuchtziel für Blaue Lupinen bei <0,02%, der Orientierungswert zum Einsatz in der Fütterung bei <0,05% liegt. Die Werte der hier untersuchten Lupinen liegen darunter (**Tab. 4**).

Nach den Ergebnissen der Analysen von Wink (2013) (**Tab. 4**) reduziert eine hydrothermische Behandlung den Gesamtphenolgehalt außer beim Leguminosengemisch 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).

4.2. Bilanzversuche, FLI

Im Verlauf der Versuchsdurchführung musste auf die Auswertung eines Tieres wegen Durchfalls während der Sammelperiode verzichtet werden. Dies betraf die Testsubstanz Öko-Sojakuchen (ÖSK) (Anhangstabelle Tab. A3).

Tabelle 5: Rohnährstoffgehalte der Testsubstanzen aus den Bilanzversuchen (g/kg T)

Komponente	T (%)	OM	XP	XL	XF	XX	Stärke	Zucker
Sojakuchen	91,12	932,4	471,3	88,1	52,4	320,7	64,4	100,5
Legumimix (unbeh.)	88,33	961,9	301,5	31,4	91,9	537,1	351,2	43,6
Legumitherm (beh.)	90,76	962,9	303,8	33,0	96,8	529,3	334,0	47,0

Tabelle 6: Ergebnissen der Bestimmung der scheinbaren Verdaulichkeit (Differenzversuch)

Komponente	Verdaulichkeitsquotienten VQ in %					ME ¹⁾
	OM	XP	XL	XF	XX	MJ/kg T
Sojakuchen	87,8	100,9	114,6	139,0	10,7	17,28
Legumimix (unbehandelt)	89,2	99,4	65,1	114,0	82,0	15,83
Legumitherm (behandelt)	91,2	100,6	76,5	113,4	83,2	16,24

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 87,8 % (Ökosojakuchen) und 91,2 % (Legumitherm) im Normalbereich liegt. Das Rohprotein (XP) aus den Testsubstanzen wird nahezu vollständig verdaut, was mit der erhöhten Ausschüttung an körpereigenen Verdauungsenzymen und der unvollständigen Rezyklierung dieser erklärbar sein könnte. Die große Schwankung bei den Verdauungswerten beim Rohfett (XL) (65,1 % bis 114,6 %) ist in erster Linie mit der Methodik des Differenzversuches und den unterschiedlichen Anteilen dieses Rohnährstoffs aus den Testsubstanzen (**Tab. 6**) zu erklären.

Der Anteil des Rohfettes an der Testmischung (Testsubstanz + Basaldiät) ist außer beim Sojakuchen deutlich unter 50% des gesamten Rohfettes, was am „a-Wert“ ersichtlich wird (**Tab. 5**). Die sehr hohe Rohfaserverdaulichkeit der Testsubstanzen resultiert aus einer extrem schlechten Verdaulichkeit der Rohfaser (XF) der BD (Weizen) mit Werten zwischen 18 % und maximal 34 %.

Durch die hydrothermische Behandlung steigt der VQ der Organischen Masse (OM) im Fall des LEGUMI-therm® an. Das gilt eingeschränkt 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) werden durch die Behandlung kaum beeinflusst, steigen aber auch beim Leguminosengemisch durch die Behandlung leicht an (**Tab. 6**). Der leichte Anstieg beim XP könnte auf eine geringere

Enzymausschüttung im Verdauungstrakt zurück zu führen sein, da beim Leguminosengemisch bei der N-Retention (=Proteinansatz) ein leichter Anstieg von 52 g auf 53 g pro Tag zu verzeichnen ist (Werte nicht tabelliert).

Durch die Verbesserung bei den VQ-Werten der Rohnährstoffe steigt der ME-Gehalt entsprechend der Formel der GfE (2006) durch die Behandlung von 15,83 MJ/kg T auf 16,24 MJ/kg T an (**Tab. 6**).

Auch der Trockensubstanzgehalt (T) wird bei dem unbehandelten Leguminosengemisch von 88,3 % auf 90,8 % durch die Behandlung mit anschließender Trocknung angehoben (**Tab. 5**).

4.3 Behandlungen der Leguminosen

Der angestrebte Aufbereitungseffekt durch das Mischen beruht auf der Kompensation unterschiedlicher Inhaltsgehalte der Einzelkomponenten.

Das Toasten der Leguminosen erfolgte in Form von Feuchte konditionierten ganzen Körnern im Drehtrommeltoaster nach dem Hochtemperatur-Kurzzeit-Verfahren unter Anwendung trockener Hitze aus direkter Beheizung von Flüssiggas. Die Körner wurden auf 138°C erwärmt. Das Toastgut wurde im Luft-Gegenstrom auf Lagetemperatur zurückgekühlt.

Bei der Untersuchung der Futterwertveränderung durch die Behandlungsmethode bleibt der analytisch bestimmte Futterwert bei der erweiterten Weender Futtermittelanalyse unbeeinflusst (**Tab. 5**).

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 Leguminosen (v.a. Lupinen) steigenden NSP-Gehalten in den Rationen beeinflusst sein.

4.4 Fütterungsversuche im VBZL Haus Düsse

Die zu prüfenden Ferkel wurden gemischt geschlechtlich (Sauen/Börge) und nach Gewicht sortiert aufgestellt. Diese stammten aus der Anpaarung Topigs 20-Sauen mit Pietrain-Ebern.

Die Aufstallung erfolgte in 10-er Gruppen an Trockenfutterautomaten bzw. in 25-er Gruppen an Breifutterautomaten.

Für die Beurteilung der Fütterungsstrategien wurden gemessene Leistungsdaten herangezogen. Es handelte sich dabei um solche Daten die im Versuchs- und Bildungszentrum Haus Düsse bei Haltungs- und Fütterungsversuchen bei Ferkeln obligatorisch fortlaufend erfasst werden. Dazu zählen Ausgangsdaten der Ferkel die mittels Ohrmarken-Kennzeichnung zugeordnet bzw. ermittelt werden können: Geburtsgewicht der Ferkel, Zunahme der Ferkel während der Aufzucht, sowie Futteraufnahme je Bucht.

Alle Tiere wurden bei der Geburt, zum Absetzen von der Sau (4. LW) und zum Versuchsbeginn (6. LW) gewogen. Eine vierte Wiegung erfolgte nach einer Versuchsdauer von 4 Wochen zum Versuchsende (10. LW).

Ausgewertet wurde das Merkmal Tageszunahme als Einzeltierinformation, während die Futteraufnahmen im Mittel der Bucht erfasst und die Futterverwertung als Merkmal pro Bucht ermittelt wurde.

4.4.1 Leistungsdaten der Ferkel

Während der vierwöchigen Ferkelaufzucht wurden die folgenden drei Fütterungsstrategien geprüft, Futtermitteldate I mit Öko-Sojakuchen, Futtermitteldate II ein unbehandeltes Legumiosengemisch (Legumi-mix) und Futtermitteldate III ein thermisch aufgeschlossenes Legumiosengemisch (Legumi-therm).

Die mittlere tägliche Futteraufnahme der Ferkel wurde aus den verbrauchten Einsatzmengen und den Futter-Einsatzzeiten errechnet.

Im Folgenden werden die Leistungsdaten der Ferkel in der **Tabelle 7** dargestellt.

Tabelle 7: Mittlere Ferkelleistungen während der vierwöchigen Aufzuchtphase in Abhängigkeit der Fütterungsvariante

Futtermitteldate		I	II	III
		Öko- Sojakuchen	Legumi-mix	Legumi-therm
abgesetzte Tiere	N	106	106	106
ausgewertete Tiere	N	106	105	105
Geburtsgewicht	kg	1,50	1,47	1,53
Absetzgewicht	kg	8,4	8,4	8,4
Gewicht Versuchsbeginn	kg	11,0	11,0	11,0
Versuchsdauer	D	28	28	28
Alter bei Versuchsbeginn	D	40	40	40
Futteraufnahme je Tier und Tag 6.-10. LW	G	734	720	727
tägliche Zunahme 6. - 10 LW	G	396	381	388
Gewicht bei Versuchsende	kg	22,0	21,6	21,8
Futterverbrauch je kg Zuwachs 6. – 10. LW	1:	1,91	1,94	1,93

Insgesamt konnten 316 Ferkel in die Auswertung einbezogen werden.

Nach einer Versuchsdauer von 28 Tagen erzielten die Ferkel der Futtermitteldate I (Öko-Sojakuchen) ein Endgewicht von 22,0 kg LM. Die Ferkel der Variante II (Legumi-mix) und der Variante III (Legumi-therm) erzielten fast identische Endgewichte von 21,6 kg LM bzw. 21,8 kg LM.

Die tägliche Futteraufnahme der Ferkel war in allen Varianten auf annähernd gleichem Niveau und schwankte geringfügig zwischen 734 g/Tier und Tag in der Variante I, 720 g in der Variante II und 727 g in der Variante III.

Die täglichen Zunahmen spiegelten sich in den gemessenen Futteraufnahmen wieder und unterschieden sich nur gering. Die Ferkel der Variante I erreichten 396 g, die Ferkel der Variante II 381 g und die Ferkel der Variante III 388 g tägliche Zunahmen.

Der Futterverbrauch je kg Zuwachs betrug in der Variante I 1,91 kg Futter. Die Ferkel der Variante II verbrauchten je kg Zuwachs bei 1,94 kg Futter. Der Futteraufwand je kg Zuwachs für die Ferkel der Variante III betrug 1,93 kg Futter.

Eine statistische Absicherung war auf Grund der geringen Unterschiede bei allen erfassten Merkmalen nicht möglich. Auch eine Differenzierung der Auswertung hinsichtlich der Geburtsgewichte der Tiere brachte keine weiteren Aufschlüsse (**Tab. 8**).

Tabelle 8: Ferkelleistungen während der vierwöchigen Aufzuchtphase in Abhängigkeit der Futtervarianten und Absetzklassen

Versuchsvariante		Sojakuchen					Legumix					Legumitherm				
Absetzgewicht kg LM		6-7	7-8	8-9	9-10	>10	6-7	7-8	8-9	9-10	>10	6-7	7-8	8-9	9-10	>10
ausgewertete Tiere	n	10	34	28	18	16	10	33	29	21	12	12	30	30	18	15
<i>Geburtsgewicht</i>	<i>kg</i>	<i>1,30</i>	<i>1,41</i>	<i>1,43</i>	<i>1,62</i>	<i>1,84</i>	<i>1,19</i>	<i>1,32</i>	<i>1,52</i>	<i>1,58</i>	<i>1,83</i>	<i>1,34</i>	<i>1,36</i>	<i>1,58</i>	<i>1,67</i>	<i>1,76</i>
<i>Absetzgewicht</i>	<i>kg</i>	<i>6,4</i>	<i>7,5</i>	<i>8,4</i>	<i>9,4</i>	<i>10,7</i>	<i>6,5</i>	<i>7,5</i>	<i>8,5</i>	<i>9,4</i>	<i>10,7</i>	<i>6,5</i>	<i>7,5</i>	<i>8,5</i>	<i>9,4</i>	<i>10,5</i>
tägl. Zun. 4-6. Vers.Woche	g	336	359	386	441	481	346	371	362	410	433	333	353	398	397	469
Gewicht Versuchsbeginn	kg	8,9	9,9	10,9	12,2	13,2	8,6	9,9	10,9	12,3	13,4	9,0	9,9	11,4	11,9	12,9
Gewicht bei Versuchsende	kg	18,3	19,9	21,7	24,6	26,3	18,3	20,3	21,0	23,8	25,5	18,3	19,8	22,5	23,1	26,0

4.4.2 Ergebnisse der Futteruntersuchungen des zweiten Durchganges

Um festzustellen, ob die geplante Nähr- und Mineralstoffausstattung der zu prüfenden Futtervarianten tatsächlich erreicht werden konnten, wurden Futteruntersuchungen durchgeführt.

Die Futterproben wurden im VBZL Haus Düsse gezogen und auf die Futterwert bestimmenden Gehalte an Energie, Lysin, Methionin, Threonin, Calcium (Ca), Phosphor (P) und Natrium (Na) in der LUFA Münster untersucht. Neben der Überprüfung der Nähr- und Mineralstoffgehalte wurde der Hygienestatus im Futter festgestellt. Hierzu erfolgten Untersuchungen auf die mikrobiologischen Keimgehalte.

In der nachfolgenden **Tabelle 9** sind die berechneten und analysierten Gehalte gegenübergestellt.

Tabelle 9 : Ergebnisse der Futteruntersuchung: Gegenüberstellung von analysierten und berechneten Futtergehalten

Futter		Futtervariante 1 Sojakuchen		Futtervariante 2 Legumi-mix		Futtervariante 3 Legumi-therm	
		analysiert	berechnet	Analysiert	berechnet	analysiert	errechnet
T	%	88,9	89,7	88,4	89,2	89,6	90,8
Rohprotein	%	20,6	20,3	19,4	19,7	20,9	20,0
Rohfett	%	4,6	4,8	5,6	5,6	4,4	4,0
Rohfaser	%	4,2	4,4	5,1	5,5	4,1	5,9
Rohasche	%	5,1	5,7	5,0	5,4	5,0	5,4
Stärke	%	37,4	36,7	36,6	36,4	38,4	39,2
Energie ME	MJ	13,7	13,8	13,4	13,5	13,8	13,6
Lysin	%	1,1	1,03	1,02	1,06	1,15	1,07
Methionin	%	0,32	0,32	0,25	0,26	0,25	0,25
Threonin	%	0,77	0,82	0,70	0,75	0,74	0,73
Calcium	%	0,66	0,7	0,66	0,7	0,67	0,7
Phosphor	%	0,6	0,6	0,60	0,56	0,61	0,58
Natrium	%	0,15	0,17	0,16	0,17	0,15	0,17

Die eingestellten und analysierten Werte stimmten überwiegend überein.

4.5 Koordination aller Projekte und Erstellung eines Dossiers

Zu Beginn der Projektlaufzeit war die Koordination eines regelmäßigen Austauschs zwischen den zeitgleich laufenden Forschungsprojekten zum Thema Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastrierversorgung im Rahmen von gemeinsamen Workshops unter Teilnahme der Geschäftsstelle des BÖLN Bestandteil des Projektes. Aus dieser Vernetzung heraus ergab sich im weiteren Projektverlauf die Erstellung eines Übersichtsdossiers zu Strategieoptionen zur Realisierung einer 100%igen Biofütterung bei Monogastriern im ökologischen Landbau.

Im Rahmen der Projekte Koordination fand ein erster Workshop im Rahmen der Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2013 in Bonn am 07.03.2013 statt. Zu diesem Workshop wurden auch Projekt externe Experten aus Praxis, Beratung, Wirtschaft und Wissenschaft hinzugeladen, um das Thema 100%-Biofütterung umfänglich zu diskutieren. Ein Bericht wurde mit den Beteiligten und der GS BÖLN abgestimmt und im Rahmen der Veröffentlichungen zur Wissenschaftstagung in organic eprints eingestellt.

Ein zweiter interner Workshop fand am 18.02.2014 in Fulda statt. Im Rahmen dieses Workshops wurden die aktuellen und bereits vorliegenden Projektergebnisse vorgestellt und diskutiert. Wesentliches Ergebnis dieses Workshops war, dass die bereits vorhandenen und noch zu erwartenden Ergebnisse der laufenden Projekte noch nicht hinreichend sein werden, um eine 100%ige Biofütterung bei Monogastriern im ökologischen Landbau zu realisieren.

Aufgrund dessen wurde entschieden, einen Projekt-Erweiterungsantrag einzureichen, um im Rahmen der Erstellung eines Übersichtsdossiers zu erfassen, welche Schritte für die Realisierung einer 100%igen Biofütterung erforderlich sind. Nach Bewilligung des Erweiterungsantrages wurde die FiBL Projekte GmbH mit der Erstellung des Dossiers beauftragt. Im Rahmen dieses Auftrages wurde am 25.11.2014 in Fulda ein Branchenworkshop durchgeführt. Die LWK NRW war an Planung und Durchführung dieses Workshops beteiligt. Aufgrund der Verantwortlichkeit bezüglich der Projekte Koordinierung wurden die Ergebnisse der laufenden Projekte durch den Koordinator in den Workshop eingespeist.

Einzelheiten des Dossiers werden an dieser Stelle nicht vorgestellt, da dies den Rahmen sprengen würde und das vollständige Dossier als Anhang des Berichtes ist.

5. Diskussion der Ergebnisse

Im durchgeführten Projekt sollte geprüft werden,

- ob eine hydrothermische Behandlung eines heimischen Leguminosengemisches mit je einem Drittel Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen zu einer Reduktion der antinutritiven Inhaltsstoffe führt,
- ob sich durch die hydrothermische Behandlung der Futterwert verändert,
- wie sich der Einsatz eines behandelten/nicht behandelten Leguminosengemisches in der Ration für Aufzuchtferkel auf Gesundheit und Leistung der Tiere auswirkt und damit,
- ob der Einsatz des Leguminosengemisches in der Ferkelfütterung die bisher verwendeten Sojakomponenten ersetzen kann.
- Weiterhin sollte im Rahmen eines Übersichtsdossiers zusammengestellt werden, welche Strategieoptionen zur Realisierung einer 100%igen Biofütterung bei Monogastriern im ökologischen Landbau bestehen.

Die Basiswerte aller im Rahmen dieses Projektes untersuchten antinutritiven Inhaltsstoffen waren sehr gering, was einen möglichen, nachweisbaren Behandlungseffekt erschwerte. Dennoch konnte festgestellt werden, dass eine hydrothermische Behandlung den Gesamt-Phenolgehalt von 17 % (Süßlupine) bis zu 56 % (Wintererbsen) reduziert. Der Alkaloidgehalt der Süßlupinen wurde kaum beeinflusst, der Vicingehalt der Ackerbohnen wurde um 21 %, der Convicingehalt der Ackerbohnen um 27 % reduziert.

Durch die hydrothermische Behandlung stieg der VQ der Organischen Masse (OM) im Fall des LEGUMI-therm® an. Das galt eingeschränkt (Werte z.T. >100 %) für das Rohprotein (XP) und das Rohfett (XL). Durch die Verbesserung bei den VQ-Werten der Rohnährstoffe stieg der ME-Gehalt entsprechend der Formel der GfE (2006) durch die Behandlung von 15,83 MJ/kg T auf 16,24 MJ/kg T an.

Auch der Trockensubstanzgehalt (T) wurde beim Leguminosengemisch von 88,3 % auf 90,8 % durch die Behandlung mit anschließender Trocknung angehoben.

Mit der exakten Ermittlung der Leistungsdaten der Aufzuchtferkel im Versuchs- und Bildungszentrum Haus Düsse konnte belegt werden, dass die ökologische Ferkelaufzucht mit einem Leguminosengemisch aus je einem Drittel Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen als Ersatz von Sojakuchen möglich ist. Bei insgesamt niedrigem Leistungsniveau von unter 400 g täglicher Zunahme hatte die Futtermittelvariante mit Sojakuchen zwar leichte Vorteile, die Unterschiede konnten statistisch aber nicht signifikant belegt werden. Allerdings zeigten sich auch zwischen den beiden eingesetzten Futtermittelvarianten mit behandeltem und unbehandeltem Leguminosengemisch keine Unterschiede, so dass im Fütterungsversuch keine Vorteile der Behandlung nachgewiesen werden konnte. Wichtig festzuhalten ist auch, dass der maximale Rationsanteil des Leguminosengemisches bei ca. 30 % liegen dürfte. Eine Ration mit einem Anteil von 40 % wurde von den Tieren nicht in ausreichendem Maße aufgenommen und führte zu einer Verschlechterung des Gesundheitsstatus der Tiere.

6. Angaben zum voraussichtlichen Nutzen und zur Verwertbarkeit der Ergebnisse

6.1 Aussagen für die Praxis

Steigende Preise für Soja verstärken die Überlegungen, einen Teil der Eiweißergänzung im Schweinefutter durch Alternativen zu ersetzen. Zu diesen Alternativen zählen vor allem die heimischen Bio-Körnerleguminosen Ackerbohnen, Lupinen und Erbsen.

Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen besitzen aufgrund ihres hohen Protein- und Stärkegehaltes einen guten Futterwert für Schweine. Allerdings sind die vergleichsweise geringen Anteile schwefelhaltiger Aminosäuren (Methionin/Cystin) und die im Verhältnis zu Sojaschrot niedrigeren Aminosäurenverdaulichkeiten in den Futterrationen zu berücksichtigen. Auch können antinutritive Stoffe den Futterwert etwas schmälern.

Die in diesem Projekt gemachten Erfahrungen in Bezug auf die Leistungen der Aufzuchtferkel zeigen, dass mit dem Einsatz von gewissen Anteilen an Körnerleguminosen in den Futterrationen der Ferkelfütterung, ein Teil von Sojaprodukten ausgetauscht werden kann, ohne dabei die Tierleistungen zu schmälern. Wie hoch die Rationsanteile in den Futtermischungen sein sollen, hängt jedoch von der Schmackhaftigkeit des Futters ab, vermutlich sind aber selbst die eingesetzten 30 % noch zu viel.

Es ist aus Sicht der Ferkelfütterung also durchaus möglich, Erbsen und Lupinen sowie Ackerbohnen für die Ferkelaufzucht anzubauen und einzusetzen. Dabei gilt es aber zu berücksichtigen, dass die genannten Leguminosen gegenüber Getreide in der Regel geringere Erträge aufweisen und damit mit höheren Kosten bzw. Anbauisiken verbunden sind. Um den Einsatz von Sojaprodukten vollständig mit heimischen Leguminosen ersetzen zu können, bedarf es einer deutlichen Ausweitung des heimischen Anbaus.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse des abgeschlossenen Projektes sowie vorhergehender Projekte, ist eine hydrothermische Behandlung, die mit Zusatzkosten verbunden ist, nicht erforderlich. Ein Toasten der Leguminosen dürfte nach derzeitigem Kenntnisstand ausreichend sein.

6.2 Weiterer Forschungs- und Handlungsbedarf

Ein Einsatz von Leguminosengemischen in der ökologischen Ferkelfütterung kann dazu beitragen, die sogenannte „Proteinlücke“ im Ökolandbau zu schließen, ohne aus anderen Regionen der Welt Sojaprodukte zu importieren.

Um diese ermittelten Daten zu bestätigen und eine endgültige Beurteilung und aussagekräftige Aussagen für die Praxis zu treffen, wäre ein Wiederholungsversuch notwendig, eventuell auch mit geringeren Rationsanteilen an Leguminosen.

Darüber hinaus wäre es sinnvoll, den Aspekt einer Fermentierung genauer zu untersuchen.

Es sollte stets eine kontrolliert gesteuerte Fermentation angewandt werden um wenig unerwünschte Keime, wie zum Beispiel Essigsäurebildner und Enterobakterien zu haben. Desweiteren sollten die CO₂-bildende Hefen kaum vertreten sein. Eine kontrollierte Flüssigermentation erfolgt am besten mittels gezielter Warmwasserzufuhr, einem gezielten Animpfen mit einer Bakterienstarterkultur und einem kompletten Verbrauch der fermentierten Charge bevor eine neue Charge für 4-8 Tage Fütterungszeit angesetzt wird. Bei dieser Vorgehensweise werden die Ziele Konservierung, Nährstoffaufschluss und Hygienisierung besser erreicht. Dies kann dann zur Steigerung von Gesundheitsstatus und Leistungsbereitschaft entscheidend beitragen. Eine Literaturobwertung von Grothmann und Südekum, 2010, hebt die besondere Bedeutung der Verbesserung der Gesundheitsstatus hervor.

Mittels einer speziellen Kleinfertmentationsanlage und Einsatz der fermentierten bzw. nicht fermentierten Futters in einem Bilanzversuch konnten Heinze, Alert und Schöne 2012 zeigen, dass durch eine Flüssigermentation die Rohproteinverdaulichkeit um 5,54 % und

die Phosphorverdaulichkeit um 11,54 % signifikant verbessert wurde. Schemmer, Drüning und Südekum, 2012, erreichten bei einer kontrollierten Fermentation und in vivo Untersuchungen bei Phosphor vergleichbare Resultate.

In mehreren Modell-Futterberechnungen hat Stalljohann 2011 auf die Möglichkeit einer verbesserten Versorgung mit Protein aus fermentierten Körnerleguminosen bei Schweinen in der Anfangsmast ab 30 kg Lebendmasse hingewiesen und der Einsparung von Protein in der Mittel-Endmast.

Diese Modellkalkulationen sollten in Versuchen in der Praxis geprüft werden.

Mit dem vorgelegten Dossier werden zahlreiche Lösungsoptionen als Bausteine einer Strategie zur 100%igen Biofütterung in knapper Form vorgestellt. Die wichtigsten davon wurden im Rahmen einer Akteursveranstaltung mit Vertretern aus Landwirtschaft, Futtermittelverarbeitung und Forschung diskutiert. Die Ergebnisse dieser Diskussion sind ebenfalls in das Dossier eingeflossen. Mit dem Dossier ist eine prägnante Übersicht geschaffen worden, die die Grundlage für konkrete Umsetzungsschritte bieten soll. Die vorgestellten Optionen können nur dann ihren Beitrag zu einer 100%igen Biofütterung entfalten, wenn sie im Rahmen konkreter Schritte und Strategien angewendet werden. Diese Aufgabe muss in den kommenden Jahren mit viel Engagement seitens der Praktiker, ihrer Bioanbauverbände, Futtermittelhersteller und weiterer wichtiger Akteure angegangen und von der Politik, sowie der Forschungsförderung flankiert werden

7. Gegenüberstellungen der geplanten zu den tatsächlich erreichten Zielen

GEPLANT	ERREICHT
Bereitstellung Leguminosengemisch BKKS	√
Durchführung der Analysen antinutritiver Substanzen in den Leguminosengemisch an der UNI Heidelberg	√
Bilanzversuch zur Futterermittlung, einschließlich Auswertung, FLI	√
Fütterungsversuch, einschließlich Auswertung, VBZL Haus Düsse	√
Futtermittelanalysen	√
Koordination aller Projekte	√
Erstellung eines Übersichtsdossiers	√
Endbericht	√

8. Zusammenfassung

Im durchgeführten Projekt sollte geklärt werden, ob mit dem Einsatz eines Gemisches aus behandelten/unbehandelten heimischen Körnerleguminosen in der Fütterung von Aufzuchtferkeln der Einsatz von Sojakuchen ersetzt werden kann und ob sich ein Vorteil aus der Behandlung von Körnerleguminosen (hydrothermische Behandlung) ergibt. Weiterhin sollte der Futterwert der zu untersuchenden einheimischen Körnerleguminosen unter Berücksichtigung des Einflusses einer hydrothermischen Behandlung ermittelt werden. Begleitend wurde erfasst, inwieweit sich die antinutritiven Inhaltsstoffe durch eine Behandlung reduzieren lassen. Abschließend sollten Handlungsoptionen erarbeitet und dargestellt werden, die dazu beitragen, eine 100%ige Biofütterung in der Monogastrierernährung im ökologischen Landbau zu erreichen.

Es konnte belegt werden, dass die ökologische Ferkelaufzucht mit einem Leguminosengemisch aus je einem Drittel Ackerbohnen, Erbsen und Lupinen als Ersatz von Sojakuchen möglich ist. Bei insgesamt niedrigem Leistungsniveau hatte die Futtervariante mit Sojakuchen zwar leichte Vorteile, die Unterschiede konnten statistisch aber nicht signifikant belegt werden. Die hydrothermische Behandlung des Leguminosengemisches zeigte im Fütterungsversuch keine Vorteile, obgleich der VQ der Organischen Masse (OM) im Fall des LEGUMI-therm® durch die Behandlung anstieg. Das galt eingeschränkt für Rohprotein und Rohfett. Durch die Verbesserung bei den VQ-Werten der Rohnährstoffe stieg der ME-Gehalt entsprechend der Formel der GfE (2006) durch die Behandlung von 15,83 MJ/kg T auf 16,24 MJ/kg T an. Die Basiswerte aller im Rahmen dieses Projektes untersuchten antinutritiven Inhaltsstoffen waren sehr gering, was einen möglichen, nachweisbaren Behandlungseffekt erschwerte. Dennoch konnte festgestellt werden, dass eine hydrothermische Behandlung den Gesamt-Phenolgehalt von 17 % (Süßlupine) bis zu 56 % (Wintererbsen) reduziert. Der Alkaloidgehalt der Süßlupinen wurde kaum beeinflusst, der Vicingehalt der Ackerbohnen wurde um 21 %, der Convicingehalt der Ackerbohnen um 27 % reduziert. Der maximale Rationsanteil des Leguminosengemisches dürfte bei ca. 30 % liegen.

Im Rahmen von Literaturrecherchen, Expertenbefragungen und eines Branchenworkshops wurden Handlungsstrategien erarbeitet, die einen Beitrag zur Realisierung einer 100%ige Biofütterung in der ökologischen Monogastrierernährung leisten können. Diese Strategien wurden im einem Dossiers zusammengestellt und in verschiedenen Internetportalen eingestellt (organic eprints, Bioland, www.oekolandbau.nrw.de).

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
- Dunkel et al., 2007: Zum Einsatz einheimischer Proteinfuttermittel bei Milchziegen. Ver- suchsbericht. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena. Tierernährung 14.Jg., H. 27/28
- Fischer et al., 2008: Zur Fütterung von Trocken TMR-Varianten im Vergleich zur separaten Vorlage von Kraftfutter, Heu und einer gemischten Grundration an Tränkekälber. Versuchsbericht der Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt, Idon
- Freitag, 2007: Bewertung thermisch behandelter Lupinen als Rationskomponente für Hochleistungskühe mit geschütztem Protein in der Milchviehfütterung. UFOP Heft 33 – Ergänzender Bericht
- 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
- Heinze, Alert, Schöne, 2013: Fermentation von Schweinefutter – Einfluss auf die Protein- und Phosphorverdaulichkeit, Forum angewandte Forschung, Fulda 2013, S. 183-1-3
- Jeroch et al., 1993: Futtermittelkunde. Gustav Fischer Verlag Jena
- Naumann, 2002: Einsatz von Lupinen in der Öko-Broilerfütterung. Versuchsbericht. Tierproduktion Infodienst 07/2002. Fachbereich 8, Tierzucht, Fischerei und Grünland – Köllitsch. Fachbereich 10, Landwirtschaftliche Untersuchungen Leipzig – Möckern. Bayrische Landesanstalt für Tierzucht, LVS Kitzingen
- Peisker, 1990: Hydrothermische Behandlung und Futterwert. Die Mühle + Mischfüttertechnik 127. Jahrgang, Heft 31, Verlag Moritz Schäfer GmbH & Co. KG
- Peisker, 1993: Conditioning for better animal performance. Feed Managt. 44:22-24
- Quanz, G. und J. Weiß (2002): Lupinen in der Schweinemast. Bei optimierter Futtermischung eine gute Alternative. DGS Magazin 36, 40-42
- Schemmer, Drüning, Südekum, 2012: In vivo Untersuchungen zum Einfluss kontrollierter Fermentationsprozesse auf den Gehalt an verdaulichem Phosphor in Rationen für wachsende Schweine, 2012, VDLUFA-Kongress, Kurzfassung Referate, 137
- Stalljohann, G., Patzelt S.,
http://www.oekolandbau.nrw.de/fachinfo/tierhaltung/schweine/sauen/oeko_ferkel-fuetterung,
<http://www.oekolandbau.nrw.de/index.html.07.05.2007>
- Stalljohann, G., Patzelt, S. (2011) Erprobung/Untersuchung von Fütterungsstrategien bei Sauen und Ferkeln mit Inulineinsatz, sowie getoasteten bzw. extrudierten Ackerbohnen in der Ferkelaufzucht. [Testing of feeding strategies for sows and piglets with inulin and toasted or extruded field beans in piglet feeding.] Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen, D-Bad Sassendorf, Landwirtschaftszentrum Haus Düsse., (Volltext abrufbar unter: >> <http://orgprints.org/18832/>)
- Stalljohann, G., 2011: Vortrag 10. Internationale -Biolandtagung, Eiweißversorgung bei 100 % Bio-Fütterung – ein Blick in die Zukunft-, Würzburg, 07. bis 09. Februar 2011,
- Stalljohann, G., 2011: Vortrag ABD-Tagung, Fütterungs- und Haltungsstrategien zur Überwindung der Proteinlücke in der ökologischen Schweinefütterung-, Fulda, 20/21.10.2011

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

10. Übersicht über alle im Berichtszeitraum vom Projektnehmer realisierten Veröffentlichungen zum Projekt (Printmedien, Newsletter usw.)

Vorträge auf wissenschaftlichen Tagungen	Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, 07.03.2013 Bonn Akteurs- und Branchenworkshop Eiweißversorgung bei Monogastriern, 25.11.2014, Fulda
Vorträge auf praxisorientierten Tagungen	Tagung des Aktionsbündnis Bioscheine Deutschland (ABD), 15./16.11.2013 Schwäbisch Hall 3. Körnerleguminosentag NRW, 28.11.2013, Haus Düsse ABD Tagung, 05./06.11.2014, Echem
Teilnahme an Veranstaltungen von inhaltlich verwandten Projekten innerhalb und außerhalb des BÖLN	Workshop Projekte Eiweißversorgung Monogastrier am 07.03.2013, Bonn Workshop Projekte Eiweißversorgung Monogastrier am 18.02.2014, Fulda
Einstellung der Ergebnisse in Internetportale	Das Übersichtsdossier wurde als zentrales Ergebnisdokument in verschiedene Portale eingestellt: organiceprints, Bioland, www.oekolandbau.nrw.de
Veröffentlichung des Abschlussbericht	Erfolgt nach Freigabe durch die BLE

11. Anhang

Tabelle A1: Ökologische Fütterungsstrategien für eine artgerechte Ferkelaufzucht (ab 3. – 10. LW) in der Ferkelaufzucht -1. Durchgang

Futtermateriale		Sojakuchen	Legum-mix	Legumi-therm
		I	II	III
Fütterungsphase:		7.-10. LW		
Bio-Gerste	%	40,0	30	30
Bio-Weizen	%	22,8	11,3	16,8
Bio- Ackerbohnen	%		13,5	
Bio- Erbsen	%		13,5	
Bio-Lupine, blau	%		13,5	
Bio.-Sojabohne	%	11	10	7,0
Sojakuchen	%	20		
Rapskuchen	%	3,0	3,0	3,0
Legumitherm (Ackerbohnen, Lupinen und Erbsen)	%			40
Premix	%	2	2,0	2,0
Ca.-Carb. (Futterkalk)	%	0,7	0,7	0,7
Bio-Sonnenblumenöl	%	0,5	2,5	0,5
Kennwerte der Ration:				
TS	%	89,2	88,5	90,8
XP	%	19,6	19,1	19,8
XL	%	6,3	6,8	4,4
XF	%	4,7	6,2	6,7
XA	%	5,7	5,3	5,3
XS	%	36,2	35,1	39,1
XZ	%	4,1	3,7	4,1
Ca	%	0,7	0,66	0,66
P	%	0,59	0,54	0,56
Na	%	0,16	0,17	0,17
ME Schwein	MJ	13,61	13,26	13,33
Lys	%	1,06	1,05	1,07
Met	%	0,31	0,22	0,22
Met + Cys	%	0,66	0,55	0,56
Trp	%	0,26	0,20	0,22
Thr	%	0,77	0,70	0,74

Tabelle A2: Mittlere Ferkelleistungen während der Aufzuchtphase in Abhängigkeit der Fütterungsvariante des 1. Durchganges

Fütterungsvariante		1	2	3
		Sojakuchen	Legumi-mix	Legumi-therm
abgesetzte Tiere	n	110	110	110
ausgewertete Tiere	n	109	108	110
Geburtsgewicht	kg	1,46	1,43	1,41
Absetzgewicht	kg	8,2	8,2	8,2
Gewicht Versuchsbeginn	kg	10,5	10,4	10,4
Versuchsdauer	d	28	28	28
Alter bei Versuchsbeginn	d	40	40	40
Futteraufnahme je Tier und Tag 6.-10. LW	g	744	521	495
tägliche Zunahme 6. - 10 LW	g	459	251	227
Gewicht bei Versuchsende	kg	23,4	17,4	16,8
Futterverbrauch je kg Zuwachs 6. – 10. LW	1:	1,65	2,10	2,18

Tabelle A3: Ergebnisse der Verdaulichkeiten (%)¹⁾ aus den Bilanzversuchen und ME-Gehalt (MJ/kg T)

	Legumi-mix	Legumi-therm	ÖSK
n	6	6	5
OM	89,2 (0,28)	91,2 (0,29)	87,8 (0,25)
XP	99,4 (0,54)	100,6 (0,55)	100,9 (0,62)
XL	65,1 (0,29)	76,5 (0,31)	114,6 (0,51)
XF	114,0 (0,61)	113,4 (0,64)	139,0 (0,44)
XX	82,0 (0,21)	83,2 (0,21)	10,7 (0,12)
ME ²⁾	15,83	16,24	17,28

¹⁾ „a“-Wert, Anteil des Roh Nährstoffs aus der Testsubstanz (von 1) in Klammern

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

Das Übersichtsdossier liegt der GS BÖLN bereits vor, wird aber der ausgedruckten Version ebenfalls beigelegt.