

Endbericht

Forschungsprojekt 100790

Beitrag lokal erzeugter Futtermittel zur Versorgung von Bio-Schweinen und -Geflügel mit Rationen aus 100 % Bio-Futterkomponenten

Projektnehmer

BOKU - Universität für Bodenkultur, Wien
Department für Nachhaltige Agrarsysteme
Institut für Nutztierwissenschaften
Gregor Mendel Straße 33, 1180 Wien

Projektleiter

Ao. Univ. Prof. Dr. Werner Zollitsch
Tel.: 0043-1-47654-3282
E-Mail: werner.zollitsch@boku.ac.at

Projektmitarbeiterin

Dr. Lisa Baldinger
Tel.: 0043-1-47654-3293
E-Mail: lisa.baldinger@boku.ac.at

Projektpartner

Dr. Werner Hagmüller und DI Ulrike Minihuber
LFZ Raumberg-Gumpenstein
Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere
Austraße 10, 4600 Thalheim/Wels
Tel.: 0043-7242-47011-13
E-Mail: werner.hagmueller@raumberg-gumpenstein.at

Berichtlegende Personen

Ao. Univ. Prof. Dr. Werner Zollitsch, Dr. Lisa Baldinger, Dr. Werner Hagmüller

Wien, August 2014; Revision Oktober 2014

Danksagung

Für die Finanzierung des Projekts bedanken wir uns beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (BLMFUW). Besonderer Dank gebührt außerdem den MitarbeiterInnen des Instituts für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in Wels, stellvertretend DI Ulrike Minihuber, für die sehr gute Zusammenarbeit bei der Durchführung der Fütterungsversuche. Für die finanzielle Unterstützung und die Hilfe bei der Beschaffung der Esparsette-Samen und Platterbsen danken wir DI Franz Traudtner von Bio Austria. Erwähnen möchten wir auch den Beitrag von Marlene Matzner, BA, die den Fütterungsversuch mit den Esparsette-Samen als Thema für ihre Masterarbeit im Studium Ökologische Landwirtschaft gewählt hat.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung und Zielsetzung	4
2. Esparsette-Samen als proteinreiche Futterkomponente f. Aufzuchtferkel	6
2.1. Tiere, Material und Methoden	9
2.2. Ergebnisse	15
2.3. Diskussion	20
2.4. Publikationen	22
3. Platterbsen als proteinreiche Futterkomponente für Aufzuchtferkel	24
3.1. Tiere, Material und Methoden	26
3.2. Ergebnisse	31
3.3. Diskussion	36
3.4. Publikationen	39
4. Literaturverzeichnis	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Inhaltsstoffe des Ferkelstarters.....	10
Tabelle 2: Inhaltsstoffe der Esparsette-Samen.....	11
Tabelle 3: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Esparsette-Rationen	12
Tabelle 4: Dosiergenauigkeit der Fütterungsanlage im Esparsette-Versuch.....	13
Tabelle 5: Futteraufnahme im Esparsette-Versuch.....	15
Tabelle 6: Energieaufnahme im Esparsette-Versuch	15
Tabelle 7: Rohproteinaufnahme im Esparsette-Versuch	15
Tabelle 8: Lysinaufnahme im Esparsette-Versuch.....	16
Tabelle 9: Methioninaufnahme im Esparsette-Versuch.....	16
Tabelle 10: Futteraufwand im Esparsette-Versuch	16
Tabelle 11: Energieaufwand im Esparsette-Versuch.....	17
Tabelle 12: Rohproteinaufwand im Esparsette-Versuch	17
Tabelle 13: Lysinaufwand im Esparsette-Versuch	17
Tabelle 14: Methioninaufwand im Esparsette-Versuch	17
Tabelle 15: Lebendmasse der Ferkel im Esparsette-Versuch	18
Tabelle 16: Tageszunahmen im Esparsette-Versuch.....	18
Tabelle 17: Ausgewählte Blutparameter im Esparsette-Versuch	19
Tabelle 18: Inhaltsstoffe der Platterbse.....	27
Tabelle 19: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Platterbse-Rationen	28
Tabelle 20: Dosiergenauigkeit der Fütterungsanlage im Platterbse-Versuch	29
Tabelle 21: Futteraufnahme im Platterbse-Versuch	31
Tabelle 22: Energieaufnahme im Platterbse-Versuch	31
Tabelle 23: Rohproteinaufnahme im Platterbse-Versuch	31
Tabelle 24: Lysinaufnahme im Platterbse-Versuch.....	32
Tabelle 25: Methioninaufnahme im Platterbse-Versuch.....	32
Tabelle 26: Futteraufwand im Platterbse-Versuch	32
Tabelle 27: Energieaufwand im Platterbse-Versuch.....	33
Tabelle 28: Rohproteinaufwand im Platterbse-Versuch	33
Tabelle 29: Lysinaufwand im Platterbse-Versuch	33
Tabelle 30: Methioninaufwand im Platterbse-Versuch	33
Tabelle 31: Wechselwirkung Ration*Tag für die Lebendmasse im Platterbse-Vers.	34
Tabelle 32: Wechselwirkung Ration*Tag für die Tageszunahmen im Platterbse-V.	34
Tabelle 33: Ausgewählte Blutparameter im Platterbse-Versuch.....	35

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Esparsette-Samen.....	7
Abbildung 2: Aufteilung der Rationen auf die Buchten im Esparsette-Versuch.....	8
Abbildung 3: Geschälte Esparsette-Samen.....	10
Abbildung 4: Platterbsen.....	24
Abbildung 5: Aufteilung der Rationen auf die Buchten im Platterbse-Versuch.....	25
Abbildung 6: Entwicklung der Lebendmasse im Platterbse-Versuch, kg.....	33

1. Einleitung und Zielsetzung

Europaweit besetzt biologisch produziertes Schweinefleisch nach wie vor eine sehr kleine Nische im Schweinefleischsektor. Einer der Gründe dafür ist das hohe genetische Potential für Muskelwachstum, das moderne Schweine-Herkünfte aufweisen. Bei ausreichender Versorgung mit hochwertigem Protein liefern diese Schweine die am Markt gewünschten Schlachtkörper mit hohem Magerfleischanteil. Deshalb wird in der konventionellen Schweinemast beinahe ausschließlich ernährungsphysiologisch sehr hochwertiger Sojaextraktionsschrot als proteinreiche Futterkomponente eingesetzt. Allerdings können aktuell nur etwa 13 % des gesamten österreichischen Sojabedarfs aus österreichischem Anbau gedeckt werden, und zwischen 500.000 und 600.000 Tonnen Sojaextraktionsschrot werden jährlich vor allen für die Fütterung österreichischer Nutztiere importiert, zumeist aus Südamerika. Sojakuchen, der bei der Kaltpressung von Sojabohnen anfällt, ist in Europa durchaus auch in biologischer Qualität erhältlich, allerdings in knappen Mengen, zu hohen Preisen und mit nicht immer eindeutig nachvollziehbarer Herkunft. Weitverbreitet ist hingegen der Einsatz von Körnerleguminosen wie Ackerbohnen und Körnererbsen als Proteinträger im Bio-Schweinefutter. Durch Probleme mit der Pflanzengesundheit sind die Anbauflächen der Körnererbsen in den vergangenen 20 Jahren aber deutlich geschrumpft (Huss 2010). Aus diesen Rahmenbedingungen ergibt sich die Notwendigkeit alternative lokale Eiweißquellen zu finden.

Eigentlich hätte am 1. Jänner 2015 EU-weit die 100 % Bio-Fütterung aller nach den Richtlinien der biologischen Landwirtschaft aufgezogenen Schweine in Kraft treten sollen. Da die Versorgungslage mit hochwertigen Proteinfuttermitteln allerdings nach wie vor angespannt ist, gilt nun bis Ende 2017 eine Übergangsregelung, nach der ein Einsatz von 5 % konventionellen Proteinfuttermitteln erlaubt bleibt (EU-VO 836/2014).

Das seit Oktober 2011 laufende EU Forschungsprojekt ICOPP ("Improved contribution of local feed to support 100% organic feed supply to pigs and poultry") hat zum Ziel ökonomisch tragfähige Strategien für die 100 % Bio-Fütterung von Schweinen und Geflügel zu finden. Ein Ansatz, der dabei verfolgt wird, ist die Erschließung von neuartigen bzw. bisher wenig eingesetzten Proteinquellen. Der österreichische Beitrag zu ICOPP sind zwei Fütterungsversuche mit neuartigen Futtermitteln, durchgeführt vom Institut für Nutztierwissenschaften der Boku Wien in Zusammenarbeit mit dem Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in Wels. Getestet werden Esparsette-Samen (*Onbrychis viciifolia*) und Platterbsen (*Lathyrus sativus*) als proteinreiche Komponenten in Rationen für Aufzuchtferkel. Während es sich bei den Esparsette-Samen um die Verwertung von lokal anfallenden Saatgut-Überschüssen handelt, stehen Platterbsen durch die seit einigen Jahren steigenden Anbauflächen (Grüner Bericht 2012: 1.646 ha im Jahr 2011) in zunehmend größeren Mengen zur Verfügung und werden in geringen Rationsanteilen auch bereits in Futtermischungen eingesetzt.

2. Esparsette-Samen als proteinreiche Futterkomponente für Aufzuchtferkel

Die Esparsette (*Onobrychis viciifolia*) ist mit gut 20 von insgesamt 130 Arten in Europa vertreten, wobei Die Sand-Esparsette (*O. arenaria*) und die Berg-Esparsette (*O. montana*) zu einer Sammelart (*O. viciifolia* agg.) zusammengefasst werden. Je nach Art wächst die Esparsette 10-80 cm hoch und blüht hellrosa bis purpur. Sie wurde im 15. Jahrhundert aus Kleinasien nach Europa eingeführt und fixiert wie alle Leguminosen mithilfe von Knöllchenbakterien Luftstickstoff, in ihrem Fall je nach Standort und Klima zwischen 50 und 200 kg N Jahr⁻¹ ha⁻¹ (Freyer et al., 2005). Die Esparsette bevorzugt warme und trockene Standorte mit einem pH Wert über 6 und ist eine langlebige und widerstandsfähige Nutzpflanze, die allerdings im Vergleich zu hochleistenden Leguminosen wie etwa der Luzerne deutlich ertragsschwächer ist. Vor der Mechanisierung und Industrialisierung der Landwirtschaft war die Esparsette eine beliebte Futterpflanze für Wiederkäuer und Pferde und wurde zumeist als Heu verfüttert, sie eignet sich aber auch für die Silierung und eine zeitlich begrenzte Beweidung im Spätsommer. Durch den vergleichsweise hohen Proteingehalt des Heus (z.B. Scharenberg et al. 2009: 201±7,6 g Rohprotein kg⁻¹ T) war die Esparsette ein wertvolles Futter für Arbeitspferde, und durch ihren Gehalt an kondensierten Tanninen galt sie als nicht blähendes „Gesundungsfutter“ (französisch „sainfoin“ bedeutet „gesundes Heu“) für Wiederkäuer, dem außerdem eine Wirkung gegen Darmparasiten nachgesagt wurde. Durch das Verschwinden der Arbeitspferde und die Intensivierung der Landwirtschaft verlor die Esparsette stark an Bedeutung. Seit aber eine umweltschonendere Landwirtschaft wieder im gesellschaftlichen Fokus steht und der Klimawandel sich durch eine zunehmend ungleichmäßige Verteilung der Niederschläge mit Phasen der Trockenheit bemerkbar macht, wird auch die Esparsette als widerstandsfähige Futterpflanze mit antiparasitärer Wirkung wiederentdeckt (Carbonero et al. 2011). So beschäftigte sich etwa in dem von 2007 bis 2010 durchgeführten EU Forschungsprojekt „Healthy Hay“ ein Team aus 12 Forschungseinrichtungen Europas umfassend mit der Esparsette als Futterleguminose (www.sainfoin.eu).

Die Samen der Esparsette, deren Form sehr charakteristisch ist (siehe Abbildung 1), sind mit einem Rohproteingehalt von 279 g kg⁻¹ Frischmasse (FM, ungeschälte Samen, eigene Analyse) sehr proteinreich, und das Aminosäuremuster entspricht beinahe dem für wachsende Schweine optimalen Verhältnis. Allerdings ist der Samenertrag mit etwa 500-1000 kg pro Hektar sehr niedrig, und ein Anbauabstand von 7 Jahren sollte eingehalten werden (Traudtner, 2011). Über die Verwendung von Esparsette-Samen als Futtermittel ist wenig bekannt. 1947 verfütterten Woodman und Evans gemahlene, ungeschälte Esparsette-Samen an zwei Hammel und zogen den Schluss, dass sich diese gut als Proteinquelle in Zeiten erhöhter Futterknappheit eignen und ein Schälen der Samen den Nährwert noch deutlich verbessern würde. Ditterline et al. (1977) verglichen geschälte Esparsette-Samen mit Sojaextraktionsschrot als Proteinkomponente für Ratten und fanden nur geringfügige Unterschiede in der Lebendmassezunahme und Futterverwertung. Die in den vegetativen Pflanzenteilen der Esparsette enthaltenen kondensierten Tannine konnten von Goplen et al. (1980) auch in den Samen nachgewiesen werden, eine mögliche antinutritive Wirkung bei Verfütterung der Samen ist daher nicht auszuschließen. Ditterline et al. (1977) berichten außerdem vom Vorhandensein eines Trypsininhibitors in den Samen, der durch Erhitzung beseitigt werden kann. Da die genannten Autoren aber nur geringfügige Unterschiede in der Gewichtsentwicklung und der Futterverwertung von Ratten bei Verfütterung von

rohen bzw. autoklavierten Esparsette-Samen feststellten, schlossen sie daraus, dass eine Inaktivierung des Inhibitors unnötig sei. Woodman und Evans (1947) testeten ungeschälte Esparsette-Samen auf cyanogene Glycoside, konnten aber keine nachweisen.

In Österreich wird die Esparsette wegen des reichlich vorhandenen Nektars als Bienenweide (Blüte Mai-Juni und September), zur Böschungsbegrünung, Dekoration und - besonders in der biologischen Landwirtschaft - zur Gründüngung angebaut. So wird sie etwa im Burgenland im Frühjahr als Untersaat unter Getreide gesät und im Folgejahr Ende Juni, Anfang Juli gedroschen (Blütezeit Mai/Juni). Bei günstigem Witterungsverlauf ist ein zweiter Drusch im Herbst möglich. Laut Franz Traudtner (2012), einem Ackerbauberater der Bio Austria, betrug die österreichweite Anbaufläche in den Jahren 2011 und 2012 etwa 150 ha, und das Ausbaupotential wird sehr hoch eingeschätzt. Auch ist zu bedenken dass bisher keine züchterische Bearbeitung der Esparsette erfolgt ist, und das diesbezügliche Potential einer Ertragssteigerung noch nicht genützt wurde. Trotzdem stehen heute schon kleinräumig Saatgut-Überschüsse zur Verfügung, die als Schweinefutter verwertet werden könnten.

Um die Eignung der Samen für die Verfütterung abzuklären, wurden ungeschälte und geschälte Esparsette-Samen in moderaten Rationsanteilen in einem Fütterungsversuch mit Aufzuchtferkeln eingesetzt. Aufzuchtferkel wurden deshalb gewählt, weil diese besonders empfindlich auf wenig schmackhaftes Futter und antinutritive Inhaltsstoffe reagieren. Die Rationen wurden dabei so formuliert, dass der Nährstoffgehalt und die physikalische Form des Futters möglichst gleich waren, egal ob und in welchem Ausmaß Esparsette-Samen enthalten waren. Dadurch können mögliche Unterschiede in der Futteraufnahme, Lebendmassezunahme und Futterverwertung eindeutig auf das Vorhandensein der Esparsette-Samen zurückgeführt werden.

Informationen über die Verdaulichkeit der Nährstoffe in Esparsette-Samen sind bisher nicht verfügbar. Um dem abzuhelpen, wurde am MTT Agrifood Research Finland, einem Projektpartner aus dem EU-Forschungsprojekt ICOPP, ein Versuch mit wachsenden Schweinen zur Erhebung der Verdaulichkeit der Nährstoffe und der Aminosäuren durchgeführt. Der Versuch ist bereits abgeschlossen, und die Daten befinden sich in der Auswertung. Die Ergebnisse daraus sollten in wenigen Monaten auch für Österreich zur Verfügung stehen und in Kombination mit dem bereits durchgeführten Fütterungsversuch eine detailliertere Abschätzung des Potentials von Esparsette-Samen als Futtermittel für Schweine erlauben.



Abbildung 1: Esparsette-Samen

2.1. Tiere, Material und Methoden

Der Fütterungsversuch mit Esparsette-Samen wurde im Versuchsstall des Instituts für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere (ein Standort des LFZ Raumberg- Gumpenstein) in 4600 Thalheim bei Wels zwischen 15. Dezember 2011 und 17. Mai 2012 durchgeführt.

Versuchsdesign, Tiere und Haltungssystem

Für den Versuch stand ein Stallbereich mit vier nebeneinander liegenden Buchten für Aufzuchtferkel zur Verfügung. Um diese Rahmenbedingungen optimal zu nutzen wurde als Versuchsdesign ein vollständiges 4 x 4 lateinisches Quadrat gewählt, mit 4 Rationen, die pro Durchgang jeweils an eine Gruppe von Ferkeln gefüttert wurden, und 4 Durchgängen zu je 4 Wochen. Die Zuteilung der Rationen zu den Buchten wurde in jedem Durchgang gewechselt, so dass jede Ration in jeder Bucht gefüttert wurde. Dadurch wurde sichergestellt, dass individuelle Unterschiede der Buchten, sei es in der Dosiergenauigkeit des Futterautomaten oder im Kleinklima, gleichmäßig auf die Rationen verteilt wurden und dadurch möglicherweise entstehende Fehler statistisch zu korrigieren waren.

B = Bucht

DG = Durchgang

K = Kontrollration

G 10 = 10 % geschälte Esparsette-Samen

G 16 = 16 % geschälte Esparsette-Samen

S 10 = 10 % ungeschälte Esparsette-Samen

DG	B 1	B 2	B 3	B 4
1	K	G 10	G 16	S
2	G 10	G 16	S	K
3	G 16	S	K	G 10
4	S	K	G 10	G 16

Abbildung 2: Aufteilung der Rationen auf die Buchten

Die Ferkel für den Versuch stammten aus einer ♀ (Edelschwein * Landrasse) x ♂ (Pietrain * Duroc) Kreuzung. Unmittelbar nach dem Absetzen mit $43 \pm 2,0$ Tagen wurden sie nach den Kriterien Lebendmasse, Geschlecht, Muttersau und Bluthaptoglobingehalt auf vier möglichst ähnlich zusammengesetzte Gruppen aufgeteilt. Die für den Versuch verwendeten Ferkel stammten aus zwei räumlich getrennten Gruppenbuchten, in denen jeweils 3-4 ferkelführende Sauen zum gleichen Zeitpunkt gemeinsam untergebracht waren. In den ersten drei Durchgängen wurden jeweils Ferkel aus fünf Würfen kombiniert, im vierten Durchgang aus sechs Würfen. In allen Durchgängen wurden Ferkel aus beiden Stallbereichen kombiniert.

Die vier Buchten waren je 5 m x 1,7 m groß und verfügten jeweils über einen Futterautomaten, ein beheiztes Ferkelnest und einen Auslauf von 3 m x 1,7 m. Im Innenbereich erfolgte die Wasserversorgung mit zwei Nippeltränken pro Bucht, im Außenbereich mit einer Schalentränke pro Auslauf. Sowohl Buchten als auch Ausläufe wurden mit Stroh eingestreut. Die Größe der Buchten erlaubte eine maximale Gruppengröße von 10 Ferkeln, die tatsächliche Anzahl der Ferkel pro Bucht und Durchgang hing aber von der Anzahl der zum Zeitpunkt des Absetzens zur Verfügung stehenden Ferkel ab. Abgesehen vom dritten Durchgang, in dem die vier Gruppen jeweils 8 Ferkel umfassten, betrug die Gruppengröße 9 Ferkel. Drei Ferkel verendeten während des Versuchs, zwei davon an den Folgen von Durchfall, die Todesursache des dritten Ferkels konnte trotz Sektion nicht festgestellt werden. Alle verendeten Ferkel waren mit der Ration G 16 gefüttert worden, allerdings konnte

kein ursächlicher Zusammenhang mit der Fütterung festgestellt werden. Abzüglich der drei verendeten Tiere nahmen insgesamt 137 Ferkel am Fütterungsversuch teil.

Fütterungsregime

Vor dem Absetzen, also vor Versuchsbeginn, erfolgte die Beifütterung mit einem von der Erzeugergemeinschaft Bio Schweine Austria vertriebenen Ferkelstarter, bestehend aus Weizen, Gerste, Sojakuchen, Haferflocken, Erbsen, Magermilchpulver, Kürbiskernkuchen, Calciumcarbonat, Monocalciumphosphat, NaCl und Magnesiumphosphat.

Tabelle 1: Inhaltsstoffe des Ferkelstarters, g kg⁻¹ FM

Inhaltsstoffe	Ferkelstarter
Rohprotein	207
Rohfett	35
Rohfaser	42
Rohasche	61
Lysin	9,6
Kalzium	6,9
Phosphor	6,9
Natrium	2,2

Im Fütterungsversuch wurden vier Rationen aus 100 % Bio-Futterkomponenten verglichen: Eine Kontrollration (K), eine Ration mit 10 % geschälten Esparsette-Samen (G 10), eine Ration mit 16 % geschälten Esparsette-Samen (G 16) und eine Ration mit 10 % ungeschälten Esparsette-Samen (S 10), jeweils auf Frischmasse bezogen. Für die Versuchsrationen wurden ausgehend von der Kontrollration zuerst die Erbsen durch Esparsette-Samen ersetzt und anschließend der Sojakuchen reduziert. Die Gehalte an Lysin und Energie wurden dabei möglichst konstant gehalten. Bei Einsatz der ungeschälten Esparsette-Samen musste daher der Anteil von Sojakuchen etwas erhöht werden, um den von den Esparsette-Schalen verursachten Verdünnungseffekt auszugleichen. Die verwendeten Esparsette-Samen hatten Saatgutqualität und wurden von den biologisch wirtschaftenden Landwirten Ludwig Birschitzky und Stefan Pfeffer aus dem burgenländischen Frauenkirchen bezogen. Geschält wurden die Samen in einer Fliehkraft-Dinkelschälanlage der Lohn- und Handlungsmühle Julius Schedl im burgenländischen Lockenhaus, die Samenausbeute betrug dabei 60 % (Abbildung 3). Die Futtermischungen wurden von der Firma Vitakorn Biofuttermittel GesmbH in Pöttelsdorf hergestellt. In Tabelle 2 sind die Inhaltsstoffe der ungeschälten und geschälten Esparsette-Samen dargestellt, in Tabelle 3 die Zusammensetzung und die Inhaltsstoffe der vier Rationen.

Die granulierten Futtermischungen wurden über eine automatisierte Fütterungsanlage der Firma Schauer (Modell: Top Feed) verabreicht. Die Fütterungsanlage wurde auf fünf Mahlzeiten pro Tag programmiert und die zugeteilten Futtermengen stiegen von Tag zu Tag linear an. Um Durchfallproblemen vorzubeugen wurde restriktiv gefüttert und in Abhängigkeit von den verzehrten Mengen die Futtermenge gegebenenfalls manuell angepasst. Das Ziel war dabei immer ein restloser und rascher Verzehr der jeweils angebotenen Futtermenge.

Tabelle 2: Inhaltsstoffe der Esparsette-Samen, g kg⁻¹ FM sofern nicht anders angegeben

Inhaltsstoffe	Esparsette-Samen ungeschält	Esparsette-Samen geschält
Rohprotein	279	388
Lysin	15,4	20,8
Lys:Meth+Cyst:Thr:Try	1:0,57:0,60:0,17	1:0,57:0,60:0,17
Rohfett	58	82
NDF	295	136
ADF	238	111
Stärke	128	194
Zucker	52	82
Rohasche	48	41
Energie, MJ ME	11,09	15,31
g Lys / MJ ME	1,39	1,36
Calcium	6,9	1,9
Phosphor	4,8	7,0
Natrium	0,21	0,15



Abbildung 3: Geschälte Esparsette-Samen

Tabelle 3: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Rationen, g kg⁻¹ FM
sofern nicht anders angegeben

	K	G 10	G 16	S 10
Komponenten				
Gerste	260	329	337	348
Weizen	200	200	200	200
Erbse	190	30	0	30
Espарsette geschält	.	100	160	.
Espарsette ungeschält	.	.	.	100
Sojakuchen	170	170	135	200
Magermilchpulver	30	30	30	30
Haferflocken	60	60	60	60
Weizenkleie	50	50	50	.
Mineralstoffmischung	25	25	25	25
Pflanzenöl	15	6	3	7
Inhaltsstoffe				
Rohprotein	182	191	197	191
Lysin	9,6	9,5	9,6	10,0
Lys:Meth+Cyst:Thr:Try	1:0,63:0,67:0,21	1:0,69:0,71:0,23	1:0,70:0,69:0,23	1:0,63:0,66:0,21
Rohfett	50	50	48	48
NDF*	157	164	162	171
ADF**	63	65	67	73
Stärke	398	392	382	385
Zucker	47	50	50	48
Energie, MJ ME***	13,8	13,9	13,8	13,6
g Lys / MJ ME	0,70	0,68	0,70	0,74
Calcium	12,4	10,3	9,9	11,9
Phosphor	7	7,1	7,4	6,9
Natrium	1,3	1,2	1,3	1,3

* NDF: Neutrale Detergentienfaser; ** ADF: Saure Detergentienfaser ***ME: Umsetzbare Energie

Datenerhebung

Die verzehrte Futtermenge pro Bucht und Tag wurde durch die programmierte Futterkurve ermittelt und mithilfe der dokumentierten Futtereinwaage und der Rückwaage nach Ende des Durchgangs korrigiert. Die Dosiergenauigkeit der automatischen Fütterungsanlage war wie folgt:

Tabelle 4: Dosiergenauigkeit der Fütterungsanlage, % Übereinstimmung zwischen programmierter und tatsächlich ausgeworfener Futtermenge

Bucht	Durchgang			
	1	2	3	4
1	94,4	93,5	91,5	91,6
2	95,6	97,7	94,5	96,5
3	98,5	103,9	102,4	102,2
4	99,9	105,5	98,8	101,9

Von jeder Futtermischung wurde eine Probe je Durchgang (Mischprobe aus zwei Futtermittelsäcken) gezogen und zur Analyse der Rohnährstoffe, der NDF, ADF, Stärke und Zucker ins Futtermittellabor Rosenau geschickt. In den Durchgängen 1 und 3 wurde jeweils eine zusätzliche Probe je Ration gezogen und bis zur Analyse des Aminosäurenmusters am Institut für Biochemie der BOKU Wien tiefgefroren.

Die Lebendmassen der Ferkel wurden einmal wöchentlich am Einzeltier erhoben. Der Futteraufwand, also welche Futtermenge bzw. Energiemenge etc. pro kg Zuwachs benötigt wurde, wurde nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Futteraufwand} = \text{Futteraufnahme} / \text{Lebendmassezuwachs}$$

wobei für die Futteraufnahme ein Durchschnittswert pro Woche und für den Lebendmassezuwachs ein Durchschnitt pro Gruppe (=Bucht) verwendet wurde. Zu Beginn und am Ende jedes Durchgangs wurden Blutproben der Ferkel gezogen und Albumin, Cholesterin, Haptoglobin, Harnsäure und Gesamtprotein photometrisch bestimmt. Diese Analyse erfolgte vor Ort im Labor des Instituts für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere. Bei Anzeichen von Durchfall erhielten alle Ferkel Eichenrindentee, Torf und eine Elektrolytlösung. Bei anhaltendem Durchfall wurden die betreffenden Einzeltiere antibiotisch (je 1 ml Baytril an zwei aufeinanderfolgenden Tagen) behandelt. Am jeweils letzten Tag des Durchgangs erfolgte eine Beurteilung des Gangs der Ferkel, um eventuell auftretende Lahmheiten zu dokumentieren.

Statistische Auswertung

Sämtliche statistischen Auswertungen der erhobenen Daten wurden mithilfe des Statistik-Pakets SAS 9.1 durchgeführt. Nicht signifikante Effekte wurden im Modell belassen, als Signifikanzniveau wurde 0,05 gewählt. Für paarweise Mittelwertsvergleiche wurde der Tukey Test verwendet.

Die Parameter der Futteraufnahme und des Futteraufwands wurde mit der Prozedur GLM unter Verwendung des folgenden Modells ausgewertet:

$$Y_{klmnop} = \mu + R_k + B_l + DG_m + tag_n + w_{m_o} + \epsilon_{klmnop}$$

Y_{klmnop} beobachtetes Merkmal
 μ gemeinsame Konstante
 R_k fixer Effekt der Ration k (K, G 10, G 16, S 10)
 B_l fixer Effekt der Bucht l (1,2,3,4)
 DG_m fixer Effekt des Durchgangs m (1,2,3,4)
 tag_n kontinuierlicher Effekt der Versuchstages (1,2,...,29)
 tag^*tag quadratischer Effekt des Versuchstages
 w_{m_o} kontinuierlicher Effekt des Geschlechterverhältnisses o
 ϵ_{klmnop} Restkomponente

Die Auswertung der Lebendmasse und der daraus berechneten Tageszunahmen erfolgte mit der Prozedur MIXED, unter Verwendung des folgenden Modells:

$$Y_{klmnopqr} = \mu + R_k + B_l + DG_m + Sau(DG)_n + tag_o + Im_anf_p + tier(R)_q + \epsilon_{klmnopqr}$$

Y_{klmnop} beobachtetes Merkmal
 μ gemeinsame Konstante
 R_k fixer Effekt der Ration k (K, G 10, G 16, S 10)
 B_l fixer Effekt der Bucht l (1,2,3,4)
 DG_m fixer Effekt des Durchgangs m (1,2,3,4)
 Sau_n fixer Effekt der Sau n innerhalb des Durchgangs m
 tag_o fixer Effekt der Versuchstages (8,15,22,29)
 Im_anf_p kontinuierlicher Effekt der Lebendmasse zu Versuchsbeginn p
 $tier(R)_q$ zufälliger Effekt des Einzeltieres q innerhalb der Ration k
 $\epsilon_{klmnopqr}$ Restkomponente

Die Kovarianzstrukturen unstructured (UN), autoregressive (AR(1)), heterogenous autoregressive (ARH(1)), autoregressive moving average (ARMA(1,1)), compound symmetry (CS), heterogenous compound symmetry (CSH), Toeplitz (TOEP) und heterogenous Toeplitz (TOEPH) wurden getestet. Da das BIC (Bayesisches Informationskriterium) der Struktur UN Null am nächsten war, wurde dieses verwendet.

Die Blutparameter wurden für Tag 1 und Tag 29 separat ausgewertet, unter Verwendung der Prozedur MIXED. Das Modell lautete:

$$Y_{klm} = \mu + R_k + tier(R)_l + \epsilon_{klm}$$

Y_{klm} beobachtetes Merkmal
 μ gemeinsame Konstante
 R_k fixer Effekt der Ration k (K, G 10, G 16, S 10)
 $Tier(R)_l$ zufälliger Effekt des Einzeltieres l innerhalb der Ration k
 ϵ_{klm} Restkomponente

2.2. Ergebnisse

In den Tabellen 5 bis 17 sind jeweils die Least Squares Mittelwerte, die Irrtumswahrscheinlichkeit (P-Wert) der globalen Null-Hypothese („Die Ration hat keinen Einfluss“) und bei Verwendung der Prozedur GLM das Bestimmtheitsmaß (R^2) bzw. bei Verwendung der Prozedur MIXED die Residualstandardabweichung (S_e) angegeben. Ein P-Wert kleiner als 0,05 deutet auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Rationen hin, und unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede. Die Tabellen 5 und 6 zeigen, dass weder Futteraufnahme noch Energieaufnahme von der Ration beeinflusst wurden. Im Durchschnitt über die gesamte Versuchsdauer nahmen die Ferkel 722 g Futter pro Tag auf.

Tabelle 5: Durchschnittliche Futteraufnahme, g kg^{-1} FM Tier^{-1} Tag^{-1}

	Ration				P Wert	R^2
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	324	314	315	315	0,764	0,95
Woche 2	545	534	535	535		
Woche 3	816	806	806	806		
Woche 4	1137	1127	1128	1128		
Gesamt	729	718	722	720		

Tabelle 6: Durchschnittliche Energieaufnahme, MJ ME Tier^{-1} Tag^{-1}

	Ration				P Wert	R^2
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	4,5	4,4	4,3	4,2	0,459	0,95
Woche 2	7,5	7,4	7,4	7,3		
Woche 3	11,2	11,1	11,1	11,0		
Woche 4	15,6	15,6	15,5	15,4		
Gesamt	10,0	9,9	10,0	9,8		

Die Tabellen 7 bis 9 fassen den Einfluss der Ration auf die Proteinaufnahme zusammen. Sowohl die Aufnahme von Rohprotein als auch von Lysin und Methionin wurde signifikant von der Ration beeinflusst. Der paarweise Mittelwertsvergleich zeigte, dass die Rohproteinaufnahme bei Fütterung der Ration G 16 signifikant höher war als bei der Kontrollration ($P < 0,001$), ansonsten bestanden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rationen.

Tabelle 7: Durchschnittliche Rohproteinaufnahme, g Tier^{-1} Tag^{-1}

	Ration				P Wert	R^2
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	56	60	66	60	<0,001	0,95
Woche 2	98	102	107	102		
Woche 3	149	153	159	153		
Woche 4	210	215	220	214		
Gesamt	133 ^a	137 ^{ab}	142 ^b	137 ^{ab}		

Die Lysinaufnahme war bei Fütterung der Ration S 10 signifikant höher als bei Fütterung der Ration G 10, ansonsten gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rationen.

Tabelle 8: Durchschnittliche Lysinaufnahme, g Tier⁻¹ Tag⁻¹

	Ration				P Wert	R ²
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	3,1	2,9	3,0	3,2	0,004	0,95
Woche 2	5,2	5,0	5,1	5,4		
Woche 3	7,8	7,7	7,8	8,0		
Woche 4	11,0	10,8	10,9	11,1		
Gesamt	7,0 ^{ab}	6,8 ^a	7,0 ^{ab}	7,2 ^b		

Die mit der Kontrollration gefütterten Ferkel wiesen die signifikant niedrigste Methioninaufnahme auf. Bei Fütterung der Ration S 10 war die Methioninaufnahme zwar signifikant höher als bei der Kontrollration, aber signifikant niedriger als bei Fütterung der Rationen G 10 und G 16, die sich wiederum nicht voneinander unterschieden.

Tabelle 9: Durchschnittliche Methioninaufnahme, g Tier⁻¹ Tag⁻¹

	Ration				P Wert	R ²
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	0,77	0,99	1,07	0,92	<0,001	0,95
Woche 2	1,42	1,64	1,72	1,57		
Woche 3	2,22	2,44	2,52	2,37		
Woche 4	3,18	3,40	3,47	3,33		
Gesamt	1,97 ^a	2,19 ^{bc}	2,27 ^c	2,12 ^b		

In den Tabellen 10 bis 14 sind die Parameter des Futteraufwands dargestellt, von denen keiner signifikant von der Fütterung beeinflusst wurde. Alle Parameter des Futteraufwands waren während der ersten Woche nach dem Absetzen deutlich höher als in der restlichen Versuchszeit. Im Durchschnitt waren 2,1 kg Futter, 29,5 MJ ME, 419 g Rohprotein, 21 g Lysin und 6,6 g Methionin notwendig um 1 kg Lebendmassezuwachs zu erzielen.

Tabelle 10: Durchschnittlicher Futteraufwand, kg kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	3,05	3,07	3,29	3,19	0,942	0,57
Woche 2	1,83	1,86	2,07	1,98		
Woche 3	1,39	1,42	1,64	1,54		
Woche 4	1,75	1,78	2,00	1,90		
Gesamt	2,03	2,09	2,17	2,15		

Tabelle 11: Durchschnittlicher Energieaufwand, MJ ME kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	41,6	40,9	47,0	42,2	0,791	0,56
Woche 2	26,6	25,9	32,0	27,2		
Woche 3	20,6	20,0	26,1	21,3		
Woche 4	23,8	23,1	29,2	24,4		
Gesamt	28,7	28,7	31,8	28,8		

Tabelle 12: Durchschnittlicher Rohproteinaufwand, g kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	593	608	698	631	0,543	0,65
Woche 2	343	358	448	380		
Woche 3	254	269	359	292		
Woche 4	327	343	432	365		
Gesamt	389	414	455	418		

Tabelle 13: Durchschnittlicher Lysinaufwand, g kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	30,8	30,6	34,6	32,8	0,644	0,64
Woche 2	18,0	17,9	21,8	20,1		
Woche 3	13,6	13,4	17,4	15,6		
Woche 4	17,3	17,2	21,1	19,4		
Gesamt	20,2	20,4	22,7	22,0		

Tabelle 14: Durchschnittlicher Methioninaufwand, g kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	G 10	G 16	S 10		
Woche 1	9,02	9,55	11,05	9,75	0,268	0,62
Woche 2	5,20	5,74	7,23	5,94		
Woche 3	3,84	4,37	5,87	4,57		
Woche 4	4,92	5,46	6,95	5,66		
Gesamt	5,90	6,57	7,41	6,52		

Tabelle 15 bildet die durchschnittliche Lebendmasse der Ferkel im Versuchsverlauf ab, Tabelle 16 die durchschnittlichen Tageszunahmen. Zu Versuchsbeginn wogen die Ferkel $12,9 \pm 1,7$ kg und erreichten nach der vierwöchigen Aufzucht im Durchschnitt ein Gewicht von $24,4 \pm 4,4$ kg. Weder die Lebendmasse noch die Tageszunahmen wurden von der Fütterung beeinflusst.

Tabelle 15: Durchschnittliche Lebendmasse der Ferkel, kg

	Ration				P Wert	S _e
	K	G 10	G 16	S 10		
Tag 1						
Tag 8	13,7	13,8	13,5	13,7		
Tag 15	16,1	16,2	15,9	16,1	0,349	2,11
Tag 22	19,7	19,8	19,5	19,6		
Tag 29	24,3	24,4	24,1	24,3		

Tabelle 16: Durchschnittliche Tageszunahmen, g Tag⁻¹

	Ration				P Wert	S _e
	K	G 10	G 16	S 10		
Tag 8	127	118	101	118		
Tag 15	344	335	318	335	0,491	113,3
Tag 22	510	501	484	501		
Tag 29	661	652	636	653		
Gesamt	412	403	386	403		

Der Einfluss der Fütterung auf ausgewählte Blutparameter ist in Tabelle 17 dargestellt. Einzig der Bluthaptoglobin und –harnstoffgehalt zu Versuchsende (Tag 29) wurde signifikant beeinflusst: Der Bluthaptoglobingehalt war bei Fütterung der Kontrollration signifikant höher als bei Ration D 10, ansonsten konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der Blutharnstoffgehalt hingegen war bei Fütterung der Kontrollration signifikant niedriger als bei allen anderen Rationen, welche sich untereinander nicht unterschieden.

Tabelle 17: Ausgewählte Blutparameter

	Tag	Ration				P-Wert	S _e
		K	G 10	G 16	S 10		
Albumin, g l ⁻¹	1	33,5	34,0	34,0	34,1	0,943	4,24
	29	29,5	30,1	30,2	30,1	0,808	3,45
Cholesterin, mg dl ⁻¹	1	104	100	107	106	0,649	24,1
	29	77	74	75	75	0,611	9,8
Haptoglobin, mg ml ⁻¹	1	0,71	0,72	0,69	0,69	0,995	0,646
	29	0,58 ^b	0,27 ^a	0,35 ^{ab}	0,39 ^{ab}	0,008	0,374
Harnstoff, mmol l ⁻¹	1	3,55	3,32	3,54	3,47	0,558	0,754
	29	3,37 ^a	3,99 ^b	4,24 ^b	4,15 ^b	<0,001	0,650
Gesamtprotein g l ⁻¹	1	47,0	46,3	47,4	47,5	0,700	4,66
	29	46,3	47,0	46,5	46,7	0,864	3,49

Jeweils am letzten Tag jedes Durchgangs wurden sämtliche Ferkel auf das Auftreten eventueller Lahmheiten beobachtet. Bei drei Einzeltieren wurde eine Beeinträchtigung der Fortbewegung festgestellt, allerdings war diese in allen Fällen auf Verletzungen in Gelenksnähe zurückzuführen.

2.3. Diskussion

Abgesehen vom erwartungsgemäß hohen Rohproteingehalt zeigte sich, dass das Rohprotein der Esparsette-Samen mit einem Aminosäurenverhältnis Lysin: (Methionin+Cystein) : Threonin : Tryptophan von 1 : 0,57 : 0,60 : 0,17 fast dem Optimum für wachsende Schweine (1 : 0,60 . 0,65 . 0,18) entspricht (LfL, 2011).

Die Futteraufnahmen der getesteten Rationen unterschieden sich nicht voneinander, woraus geschlossen werden kann, dass die Akzeptanz der Futtermischungen nicht negativ vom 10-16 %igen Anteil an Esparsette-Samen beeinflusst wurde. Obwohl restriktiv gefüttert wurde, richtete sich die zugeteilte Menge immer nach dem Futterverzehr der Ferkel, sodass eine durch die Esparsette-Samen verursachte Fressunlust sich durchaus in der Futteraufnahme niedergeschlagen hätte. Der fehlende Einfluss der Ration auf die Energieaufnahme spiegelt die nicht signifikant unterschiedlichen Futteraufnahmen und den fast identischen Energiegehalt der Rationen wieder.

Einer der Parameter, der bei Formulierung der Rationen möglichst gleich gehalten wurde, war der Lysingehalt: daraus ergaben sich notgedrungen Unterschiede im Rohproteingehalt der Rationen (siehe Tabelle 4). Diese resultierten in einer im Vergleich zur Kontrollration signifikant höheren Rohproteinaufnahme bei Fütterung von Ration G 16.

Die Lebendmasseentwicklung der Ferkel wurde nicht von der Fütterung beeinflusst, in Kombination mit nicht signifikant unterschiedlichen Futteraufnahmen folgte daraus, dass sich auch der Futteraufwand nicht unterschied. Das erlaubt die Schlussfolgerung, dass Esparsette-Samen, sofern auf einen gleichen Lysingehalt der Ration geachtet wird, problemlos zumindest Teile der gängigen proteinreichen Komponenten Körnererbsen und Sojakuchen ersetzen können. Das Niveau der beobachteten Tageszunahmen stimmt gut mit Daten von Vielhaber et al. (2010) überein, die pflanzliche Zusatzstoffe auf ihre Wirkung gegen Ferkeldurchfall bei biologisch gehaltenen Ferkeln testeten.

Sobald Symptome von Durchfall an den Ferkeln beobachtet wurden, wurden phytotherapeutische Maßnahmen ergriffen. Nur wenn keine Verbesserung der Symptome eintrat, wurden einzelne Ferkel mit Antibiotika behandelt. Die meisten Ferkel erholten sich auch ohne Antibiotika, allerdings zeigte sich infolge dieser Herangehensweise eine Wachstumsdepression in der ersten Woche nach dem Absetzen. Diese spiegelt sich in einem für diesen Zeitraum deutlich höheren Futteraufwand wieder. Von ähnlichen Beobachtungen berichten auch Officer et al. (1995), die bei Fütterung der Kontrollration in einem Versuch mit Enzymsupplementierung für früh abgesetzte Ferkel (Absetzalter 29 Tage) einen Futteraufwand von 2,44 während der ersten Woche nach dem Absetzen und 1,76 in den folgenden drei Wochen fanden.

Die untersuchten Blutparameter (Tab. 17) geben keinen Hinweis auf eine allfällige physiologische Belastung bzw. Gesundheitsbeeinträchtigung durch die Verfütterung von Rationen mit Esparsette: Der Harnstoffgehalt war im Blut der Tiere, die die Kontrollration erhielten, signifikant niedriger als für die Tiere der übrigen Behandlungen. Das korrespondiert numerisch zwar mit den Unterschieden in der täglichen Proteinaufnahme während der der Probenahme vorhergehenden Woche, allerdings sind die Unterschiede zwischen der Proteinaufnahme der Kontrollgruppe einerseits sowie der Behandlungen G 10 und S 10 andererseits so gering, dass hier kein eindeutiger Zusammenhang zum höheren Blut-Harnstoffgehalt hergestellt werden kann. Haptoglobin ist ein Akutes-Phase-Protein, erhöhte Gehalte können daher als früh sichtbarer Entzündungsindikator interpretiert werden. In der

gegenständlichen Untersuchung waren die Werte für die Kontrollgruppe signifikant höher als die für die Behandlung G 10, die Behandlungen G 16 und S 10 unterschieden sich nur zufällig von den beiden anderen. Es ist daher von keiner, durch einen veränderten Haptoglobingehalt angezeigten, gesundheitlichen Beeinträchtigung infolge Verfütterung von Esparsette-Samen auszugehen. Die Haptoglobin-Gehalte lagen für alle Behandlungen innerhalb der Variationsbreite für gesunde Ferkel (Hagmüller 2010, unveröffentlicht).

Aus der Fachliteratur sind keine Versuche mit Esparsette-Samen als Futter für Schweine bekannt, einzig die Arbeiten von Woodman und Evans (1947), die Esparsette-Samen an Schafe verfütterten, und von Ditterline et al. (1977), die Esparsette-Samen mit Sojaextraktionsschrot als Futterkomponente für Ratten verglichen. Obwohl die im aktuellen Versuch gewonnenen Erkenntnisse zur Verfütterung von Esparsette-Samen an Ferkel im Detail natürlich nicht mit den genannten Versuchen mit Schafen und Ratten verglichen werden können, stimmen sie doch insofern überein, als in allen Fällen eine gute Schmackhaftigkeit und eine zufriedenstellende Futterraufnahme und Lebendmasseentwicklung beobachtet werden konnten. Der aktuelle Versuch erlaubt die Schlussfolgerung, dass Esparsette-Samen in moderaten Rationsanteilen von 10-16 % in Rationen für biologisch gehaltene Aufzuchtferkel eine wertvolle Proteinquelle darstellen können. Wo die Esparsette angebaut wird und auch die Samen geerntet werden, kann ihre Verwertung für die Schweinefütterung somit grundsätzlich empfohlen werden. Weiterführende Untersuchungen sollten auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse auf die Optimierung der in diesem Projekt eingesetzten Schäl-Technologie fokussieren. Neben den Futterwert-Kennzahlen wäre auch die Wirtschaftlichkeit eines optimierten Schälprozesses (Behandlungskosten versus Nutzen durch Verbesserung des Futterwertes) zu analysieren. In Fütterungsversuchen sollten neben Aufzuchtferkeln auch andere Tierkategorien berücksichtigt werden.

2.4. Publikationen

Die Ergebnisse des Fütterungsversuchs mit Esparsette-Samen wurden bereits mehrfach publiziert:

- Kurz-Information über den laufenden Versuch:

Baldinger, L., 2012. Esparsette-Samen als mögliche Eiweißquelle für Absetzferkel. Bio Austria-Info Schwein 1/12, S. 3.

- Erwähnung des Esparsette-Versuchs in einem Artikel über Körnerleguminosen:

Wlcek, S., Baldinger, L., Hagmüller, W. und Grandl, F., 2012. Schweinische Tipps zur Leguminosenfütterung. Bio Austria 2/2012, 28-30.

- Poster beim Festakt zur 140 Jahr-Feier der Boku und Abstract in der Festschrift:

Baldinger, L., Weissensteiner, R., 2012. Entwicklung von Handlungsoptionen für die Bio-Schweinefütterung in Zeiten knapper Futterressourcen. In: Universität für Bodenkultur Wien, Quo vadis, Universität(en)? Festschrift 140 Jahre Universität für Bodenkultur Wien, S. 127.

- Mehrmals ausgestrahlte ServusTV Sendung "Wissenswert", in der das Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in Wels vorgestellt wurde, und in dem Dr. Werner Hagmüller den Esparsette-Versuch zeigte:

"Die Agrarrevolution". Wissenswert. ServusTV. Österreich, 21. Mai 2012, 19:45.

- IFOAM Tagung in Hamburg, Vortrag von Dr. Lisa Baldinger:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Spanlang, U., Matzner, M., Zollitsch, W., 2012. Sainfoin seeds as protein source for weaned piglets – a new utilization of a long-known forage legume. In: Rahmann, G., Godinho, D., Tackling the Future Challenges of Organic Animal Husbandry – 2nd Organic Husbandry Conference, Hamburg, Trenthorst, September 12-14, 2012, p. 371-374.

- Poster bei der Tagung "Forschung und Lehre im Ökolandbau an der Boku 2012":

Baldinger, L., Hagmüller, W., Matzner, M., Zollitsch, W., 2012. Esparsette-Samen als proteinreiche Futterkomponente für Bio-Aufzuchtferkel – ein neues Einsatzgebiet für eine alte Futterpflanze. (Poster) Forschung und Lehre im Ökolandbau an der Boku 2012, 18. Oktober 2012, Wien.

- Vortrag von Dr. Lisa Baldinger über beide Fütterungsversuche (im Fall der Platterbse vorläufige Ergebnisse) im Rahmen der Bio Austria Bauerntage 2013:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M., Zollitsch, W. 2013. Esparsetten- und Platterbsensamen als Schweinefuttermittel. In: Bio Austria, „Wachsen und gut leben“, Bio Austria Bauerntrage 2013, 28.-30. Jänner 2013, S. 91-93.

- Vortrag von Dr. Werner Hagmüller bei der Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau 2013:

Hagmüller, W., Baldinger, L., Minihuber, U., Zollitsch, W. 2013. Esparsetten Samen in der Ferkelaufzucht – Leistungsdaten und Blutparameter. In: Neuhoff, D., Stumm, C., Ziegler, S., Rahmann, G., Hamm, U., Köpke, U., Ideal und Wirklichkeit – Perspektiven ökologischer Landbewirtschaftung. Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau. S. 604-607.

- Präsentation beider Fütterungsversuche in einem Vortrag von Prof. Werner Zollitsch:

Zollitsch, W., Baldinger, L., 2013. Körnerleguminosen: Qualität und Fütterungseignung. Bionet-Fachtag Körnerleguminosen, 19. Februar 2013, St. Pölten.

- Am Institut für Nutztierwissenschaften wurde außerdem eine Masterarbeit über den Versuch mit Esparsette-Samen verfasst:

Matzner, M., 2013. Esparsette-Samen (*Onobrychis viciifolia*) als eiweißreiches Futtermittel für Aufzuchtferkel in der ökologischen Landwirtschaft. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien. S. 56.

- Ein Artikel wurde zur Publikation im internationalen Journal *Renewable Agriculture and Food Systems* eingereicht und befindet sich nach einer Überarbeitung momentan in der zweiten Begutachtungsrunde.

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M and Zollitsch, W. 2014. Sainfoin seeds in organic diets for weaned piglets - utilizing the protein-rich grains of a long-known forage legume. *Renewable Agriculture and Food Systems*. Accepted.

3. Platterbsen als proteinreiche Futterkomponente für Aufzuchtferkel

Die Platterbse (*Lathyrus sativus*) ist eine Leguminose, die sowohl bei Trockenheit als auch bei Staunässe gedeiht und selbst auf nährstoffarmen Standorten Samen mit einem hohen Rohproteingehalt liefert (271 g kg^{-1} FM, siehe Tabelle 18). Im Aminosäuremuster ähnelt die Platterbse der Körnererbse und weist auch einen ähnlich niedrigen Gehalt an den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein auf. Vermutlich im Nahen Osten entstanden, wird die Platterbse bereits seit der Jungsteinzeit als Körnerleguminose kultiviert und ist somit eine sehr alte Kulturpflanze. Heute wächst sie in Europa, Asien und Afrika und ist besonders im Mittelmeerraum, in Indien und Teilen Nordafrikas ein weitverbreitetes Lebensmittel, wobei sie durch ihre Widerstandsfähigkeit vor allem als Nahrung für Notzeiten von Bedeutung ist. Allerdings enthalten Platterbsen abgesehen von Trypsininhibitoren auch β -N-Oxalyl- α,β -L-Diamino-Propionsäure, kurz ODAP genannt, welches bei hoher und/oder länger dauernder Aufnahme irreversible Nervenschäden verursacht, bekannt unter dem Namen Neurolathyrismus (Padmanaban, 1980; Hanbury et al., 2000). Tiere reagieren unterschiedlich sensibel auf die Verfütterung von Platterbsen, und die Empfindlichkeit gegenüber ODAP variiert mit der Tierart, dem Alter, dem Geschlecht und dem Ernährungszustand (Dwivedi, 1989). Im Allgemeinen reagieren Monogastrier empfindlicher als Wiederkäuer, und junge Tiere empfindlicher als ausgewachsene. In einem Versuch mit Mastschweinen wurden beispielsweise bereits ab einem Anteil von 20 % rohen Platterbsen krankhafte Vergrößerungen von Leber und Nieren beobachtet (Winiarska-Mieczan and Kwiecien 2010). Da ODAP wasserlöslich und außerdem nicht hitzestabil ist, bewirkt schon eine trockene Hitzebehandlung eine deutliche Reduktion des ODAP-Gehalts: Werden Platterbsen als Lebensmittel verwendet, genügt es sie eine Stunde lang zu kochen und anschließend das Kochwasser auszugießen, um den ODAP-Gehalt um etwa 90 % zu reduzieren (Padmajaprasad, 1997). Auch eine trockene Hitzebehandlung, also eine Röstung (150° C , 20 min.), zerstört etwa 80 % des ODAPs (Padmanaban, 1980).

Auf den österreichischen Bio-Betrieben ist die Platterbse zunehmen häufig anzutreffen, so wurde sie im Jahr 2011 bereits auf 1.646 ha (Grüner Bericht 2012) angebaut. Die Samen-Erträge bewegen sich dabei zwischen 1000 und 2000 kg ha^{-1} (Traudtner, 2011). Platterbsen sind als Futtermittel auf dem freien Markt erhältlich, und in sehr geringen Prozentanteilen werden sie auch bereits in kommerziellen Futtermischungen für Wiederkäuer und Schweine eingesetzt (Binggl, 2012).

Am Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere (LFZ Raumberg Gumpenstein) wurde unter der Leitung von Dr. Werner Hagmüller bereits zwischen 2009 und 2011 ein Versuch zum Einsatz der Platterbse als Futtermittel für Aufzuchtferkel durchgeführt (Schipflinger et al., 2011). Darin wurden zwei Rationen mit rohen Platterbsen (10 und 20 % von der Frischmasse) und eine Ration mit 20 % hydrothermisch behandelten (=getoasteten) Platterbsen getestet. Es konnten zwar keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Rationen festgestellt werden, allerdings führte die Verfütterung der Ration mit 20 % getoasteten Platterbsen tendenziell zu höheren Tageszunahmen als die Ration mit 20 % rohen Platterbsen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde im aktuellen Projekt ein weiterer Fütterungsversuch mit Aufzuchtferkeln am Institut für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere durchgeführt, in dem eine Ration mit 20 % rohen Platterbsen und zwei Rationen mit nach demselben Verfahren wie 2009 getoasteten Platterbsen (20 bzw. 30 % von der Frischmasse) eingesetzt wurden. Die

Ziele dabei waren einerseits, nochmals zu überprüfen ob bereits bei einem Anteil von 20 % Platterbsen in der Ration eine hydrothermische Behandlung notwendig ist, und andererseits, ob mit hydrothermisch behandelten Platterbsen auch ein Anteil von 30 % der Rations-Frischmasse möglich ist oder ob sich dabei negative Effekte auf Futteraufnahme und Lebendmasseentwicklung zeigen. Die Kontrollration wurde dabei nach derselben Rezeptur wie im Esparsette-Versuch hergestellt, um die Ergebnisse der beiden Versuche zueinander in Bezug setzen zu können.

Der bereits in Kapitel 2 (S. 6) erwähnte Versuch zur Erhebung der Verdaulichkeit der Nährstoffe und Aminosäuren am MTT Agrifood Research Finland beinhaltete nicht nur Esparsette-Samen, sondern auch Platterbsen. Daher sollten auch für Österreich in wenigen Monaten Informationen zur Verdaulichkeit von Platterbsen zur Verfügung stehen. Im Moment befinden sich diese Daten in der Auswertung.



Abbildung 4: Platterbsen

3.1. Tiere, Material und Methoden

Der Fütterungsversuch mit Platterbsen wurde unmittelbar im Anschluss an den Versuch mit Esparsette-Samen im selben Versuchsstall des Instituts für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere in 4600 Thalheim bei Wels durchgeführt und dauerte von 31. Mai bis 15. November 2012.

Versuchsdesign, Tiere und Haltungssystem

Die Rahmenbedingungen für den Versuch waren identisch mit denen des Esparsette-Versuchs, weswegen als Versuchsdesign ebenfalls ein vollständiges 4 x 4 lateinisches Quadrat gewählt wurde, mit 4 Rationen, die pro Durchgang jeweils an eine Gruppe von Ferkeln gefüttert wurden, und 4 Durchgängen zu je 4 Wochen. Die Zuteilung der Rationen zu den Buchten wurde wieder in jedem Durchgang gewechselt, so dass jede Ration in jeder Bucht gefüttert wurde. Die Zuteilung der Rationen zu den Buchten war wie folgt:

B = Bucht

DG = Durchgang

K = Kontrollration

R 20 = 20 % rohe Platterbsen

T 20 = 20 % getoastete Platterbsen

T 30 = 30 % getoastete Platterbsen

DG	B 1	B 2	B 3	B 4
1	R 20	T 20	K	T 30
2	T 30	R 20	T 20	K
3	K	T 30	R 20	T 20
4	T 20	K	T 30	R 20

Abbildung 5: Aufteilung der Rationen auf die Buchten

Die Ferkel für den Versuch stammten aus einer ♀ (Edelschwein * Landrasse) x ♂ (Pietrain * Duroc) Kreuzung. Unmittelbar nach dem Absetzen mit $47 \pm 5,5$ Tagen wurden sie nach den Kriterien Lebendmasse, Geschlecht, Muttersau und Bluthaptoglobingehalt auf vier möglichst ähnlich zusammengesetzte Gruppen aufgeteilt. Im ersten und zweiten Durchgang wurden Ferkel aus fünf Würfen kombiniert, im dritten Durchgang aus acht und im vierten Durchgang aus sieben Würfen.

Die tatsächliche Anzahl der Ferkel pro Bucht und Durchgang hing wie bereits im Fütterungsversuch mit Esparsette-Samen von der Anzahl der zum Zeitpunkt des Absetzens zur Verfügung stehenden Ferkel ab. Im ersten Durchgang umfassten die vier Gruppen jeweils 8 Ferkel, im zweiten und dritten Durchgang jeweils 10 Ferkel, und im vierten Durchgang betrug die Gruppengröße 9 Ferkel. Im zweiten Durchgang wurde ein Ferkel wegen anhaltenden Durchfalls vorsorglich aus dem Versuch genommen, im dritten Versuch waren es drei Ferkel. Zwei davon waren mit Ration R 20 gefüttert wurden, die anderen beiden mit Ration T 20. Abzüglich der vier ausgeschiedenen Tiere nahmen insgesamt 144 Ferkel am Fütterungsversuch teil.

Fütterungsregime

Vor dem Absetzen, also vor Versuchsbeginn, erfolgte die Beifütterung mit dem bereits in Kapitel 2.1. beschriebenen Ferkelstarter.

Im Fütterungsversuch wurden vier Rationen aus 100 % Bio-Futterkomponenten verglichen: Eine Kontrollration (K), eine Ration mit 20 % rohen Platterbsen, (R 20), eine Ration mit 20 % getoasteten Platterbsen (T 20) und eine Ration mit 30 % getoasteten Platterbsen (T 30), jeweils auf Frischmasse bezogen. Für die

Versuchsrationen wurden ausgehend von der Kontrollration zuerst die Erbsen durch Platterbsen ersetzt und anschließend der Sojakuchen reduziert. Die Gehalte an Lysin und Energie wurden dabei möglichst konstant gehalten. Die eingesetzten Platterbsen wurden vom biologisch wirtschaftenden Landwirt Ludwig Birschitzky aus dem burgenländischen Frauenkirchen bezogen. Getoastet wurden die Platterbsen von der Firma Vitakorn Biofuttermittel GesmbH in Pöttelsdorf (98° C, 20 min.), wo auch die Futtermischungen hergestellt wurden. In Tabelle 18 sind die Inhaltsstoffe der Platterbsen dargestellt, in Tabelle 19 die Zusammensetzung und die Inhaltsstoffe der vier Rationen.

Tabelle 18: Inhaltsstoffe der Platterbse, g kg⁻¹ FM sofern nicht anders angegeben

Inhaltsstoffe	Platterbse
Rohprotein	271
Lysin	17,9
Lys:Meth+Cyst:Thr:Try	1:0,38:0,53:0,13
Rohfett	13
NDF	105
ADF	92
Stärke	420
Zucker	36
Rohasche	28
Energie, MJ ME	13,59
g Lys / MJ ME	1,32
Calcium	1,9
Phosphor	3,3
Natrium	0,17

Die granulierten Futtermischungen wurden über eine automatisierte Fütterungsanlage der Firma Schauer (Modell: Top Feed) verabreicht. Die Fütterungsanlage wurde auf fünf Mahlzeiten pro Tag programmiert und die zugeteilten Futtermengen stiegen von Tag zu Tag linear an. Um Durchfallproblemen vorzubeugen wurde restriktiv gefüttert und in Abhängigkeit von den verzehrten Mengen die Futtermenge gegebenenfalls manuell angepasst. Das Ziel war dabei immer ein restloser und rascher Verzehr der jeweils angebotenen Futtermenge.

Tabelle 19: Zusammensetzung und Inhaltsstoffe der Rationen, g kg⁻¹ FM sofern nicht anders angegeben

	K	R 20	T 20	T 30
Komponenten				
Gerste	260	290	290	249
Weizen	200	200	200	200
Körnererbse	190	.	.	.
Platterbse roh	.	200	.	.
Platterbse getoastet	.	.	200	300
Sojakuchen	170	130	130	70
Magermilchpulver	30	30	30	30
Haferflocken	60	60	60	60
Weizenkleie	50	50	50	50
Mineralstoffmischung	25	25	25	25
Pflanzenöl	15	15	15	16
Inhaltsstoffe				
Rohprotein	182	178	180	177
Lysin	9,7	9,2	9,5	9,4
Lys:Meth+Cyst:Thr:Try	1:0,61:0,64:0,21	1:0,62:0,65:0,21	1:0,60:0,64:0,20	1:0,60:0,64:0,20
Rohfett	48	42	42	40
NDF*	118	115	114	117
ADF**	61	62	61	64
Stärke	401	412	412	421
Zucker	42	42	42	39
Energie, MJ ME***	13,5	13,6	13,6	13,5
g Lys / MJ ME	0,72	0,68	0,70	0,70
Calcium	7,6	6,8	7,2	7,0
Phosphor	6,9	6,9	6,9	6,7
Natrium	1,4	1,2	1,3	1,3

* NDF: Neutrale Detergentienfaser; ** ADF: Saure Detergentienfaser ***ME: Umsetzbare Energie

Datenerhebung

Die verzehrte Futtermenge pro Bucht und Tag wurde durch die programmierte Futterkurve ermittelt und mithilfe der dokumentierten Futtereinwaage und der Rückwaage nach Ende des Durchgangs korrigiert. Die Dosiergenauigkeit der automatischen Fütterungsanlage war wie folgt:

Tabelle 20: Dosiergenauigkeit der Fütterungsanlage, % Übereinstimmung zwischen programmierter und tatsächlich ausgeworfener Futtermenge

Bucht	Durchgang			
	1	2	3	4
1	97,4	97,3	98,9	99,3
2	102,4	103,1	103,8	103,9
3	101,4	102,0	102,3	104,4
4	101,5	102,7	99,4	105,2

Von jeder Futtermischung wurde je Durchgang eine Probe (Mischprobe aus zwei Futtermittelsäcken) gezogen und zur Analyse der Rohnährstoffe, der NDF, ADF, Stärke und Zucker ins Futtermittellabor Rosenau geschickt. In den Durchgängen 1 und 3 wurde jeweils eine zusätzliche Probe je Ration gezogen und bis zur Analyse des Aminosäurenmusters am Institut für Biochemie der BOKU Wien tiefgefroren.

Die Lebendmassen der Ferkel wurden einmal wöchentlich am Einzeltier erhoben. Der Futteraufwand, also welche Futtermenge bzw. Energiemenge etc. pro kg Zuwachs benötigt wurde, wurde nach folgender Formel berechnet:

$$\text{Futteraufwand} = \text{Futteraufnahme} / \text{Lebendmassezuwachs}$$

wobei für die Futteraufnahme ein Durchschnittswert pro Woche und für den Lebendmassezuwachs ein Durchschnitt pro Gruppe (=Bucht) verwendet wurde. Zu Beginn und am Ende jedes Durchgangs wurden Blutproben der Ferkel gezogen und Albumin, Cholesterin, Haptoglobin, Harnsäure und Gesamtprotein photometrisch bestimmt. Diese Analyse erfolgte vor Ort im Labor des Instituts für biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Nutztiere. Bei Anzeichen von Durchfall erhielten alle Ferkel Eichenrindentee, Torf und eine Elektrolytlösung. Bei anhaltendem Durchfall wurden die betreffenden Einzeltiere antibiotisch (je 1 ml Baytril an zwei aufeinanderfolgenden Tagen) behandelt. Am jeweils letzten Tag des Durchgangs erfolgte eine Beurteilung des Gangs der Ferkel, um eventuell auftretende Lahmheiten zu dokumentieren.

Statistische Auswertung

Sämtliche statistischen Auswertungen der erhobenen Daten wurden mithilfe des Statistik-Pakets SAS 9.1 durchgeführt. Nicht signifikante Effekte wurden im Modell belassen, als Signifikanzniveau wurde 0,05 gewählt. Für paarweise Mittelwertsvergleiche wurde der Tukey Test verwendet.

Die Parameter der Futteraufnahme und des Futteraufwands wurde mit der Prozedur GLM unter Verwendung des folgenden Modells ausgewertet:

$$Y_{klmnop} = \mu + R_k + B_l + DG_m + tag_n + w_{m_o} + \epsilon_{klmnop}$$

Y_{klmnop} beobachtetes Merkmal
 μ gemeinsame Konstante
 R_k fixer Effekt der Ration k (K, R 20, T 20, T 30)
 B_l fixer Effekt der Bucht l (1,2,3,4)
 DG_m fixer Effekt des Durchgangs m (1,2,3,4)
 tag_n kontinuierlicher Effekt der Versuchstages (1,2,...,29)
 tag^*tag quadratischer Effekt des Versuchstages
 w_m_o kontinuierlicher Effekt des Geschlechterverhältnisses o
 ϵ_{klmnop} Restkomponente

In der ersten Woche nach dem Absetzen wurden die Ferkel besonders restriktiv gefüttert, um Durchfällen vorzubeugen. Dadurch kam es in etlichen Fällen zu einem Wachstumsstillstand, und in Einzelfällen sogar zu einer Gewichtsabnahme, wodurch der Futteraufnahmefähigkeit für diese erste Woche nicht berechnet werden konnte. In die Auswertung des Futteraufwands über die gesamte vierwöchige Aufzuchtzeit gingen die Daten der ersten Woche aber sehr wohl ein.

Die Auswertung der Lebendmasse und der daraus berechneten Tageszunahmen erfolgte mit der Prozedur MIXED, unter Verwendung des folgenden Modells:

$$Y_{klmnopqr} = \mu + R_k + B_l + DG_m + Sau(DG)_n + tag_o + Im_anf_p + R^*tag + tier(R)_q + \epsilon_{klmnopqr}$$

Y_{klmnop} beobachtetes Merkmal
 μ gemeinsame Konstante
 R_k fixer Effekt der Ration k (K, R 20, T 20, T 30)
 B_l fixer Effekt der Bucht l (1,2,3,4)
 DG_m fixer Effekt des Durchgangs m (1,2,3,4)
 Sau_n fixer Effekt der Sau n innerhalb des Durchgangs m
 tag_o fixer Effekt der Versuchstages (8,15,22,29)
 Im_anf_p kontinuierlicher Effekt der Lebendmasse zu Versuchsbeginn p
 R^*tag Wechselwirkung Ration*Tag
 $tier(R)_q$ zufälliger Effekt des Einzeltieres q innerhalb der Ration k
 $\epsilon_{klmnopqr}$ Restkomponente

Die Kovarianzstrukturen unstructured (UN), autoregressive (AR(1)), heterogenous autoregressive (ARH(1)), autoregressive moving average (ARMA(1,1)), compound symmetry (CS), heterogenous compound symmetry (CSH), Toeplitz (TOEP) und heterogenous Toeplitz (TOEPH) wurden getestet. Für den Parameter Lebendmasse war das BIC (Bayesisches Informationskriterium) der Struktur TOEP Null am nächsten, daher wurde dieses verwendet. Für den Parameter Tagesgesamtzunahmen wurde die Struktur CS verwendet.

Die Blutparameter wurden für Tag 1 und Tag 29 separat ausgewertet, unter Verwendung der Prozedur MIXED. Das Modell lautete:

$$Y_{klm} = \mu + R_k + tier(R)_l + \epsilon_{klm}$$

Y_{klm} beobachtetes Merkmal
 μ gemeinsame Konstante
 R_k fixer Effekt der Ration k (K, R 20, T 20, T 30)
 $Tier(R)_l$ zufälliger Effekt des Einzeltieres l innerhalb der Ration k
 ϵ_{klm} Restkomponente

3.2. Ergebnisse

In den Tabellen 21 bis 33 sind jeweils die Least Squares Mittelwerte, die Irrtumswahrscheinlichkeit (P-Wert) der globalen Null-Hypothese („Die Ration hat keinen Einfluss“) und bei Verwendung der Prozedur GLM das Bestimmtheitsmaß (R^2) bzw. bei Verwendung der Prozedur MIXED die Residualstandardabweichung (S_e) angegeben. Ein P-Wert kleiner als 0,05 deutet auf einen signifikanten Unterschied zwischen den Rationen hin, und unterschiedliche Hochbuchstaben kennzeichnen signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Rationen.

Die Tabellen 21 und 22 zeigen, dass weder die Futteraufnahme noch die Energieaufnahme von der Ration beeinflusst wurden.

Tabelle 21: Durchschnittliche Futteraufnahme, kg FM Tier⁻¹ Tag⁻¹

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 1	355	296	321	336	0,102	0,75
Woche 2	652	593	617	633		
Woche 3	895	836	860	876		
Woche 4	1085	1026	1050	1066		
Gesamt	758	701	723	742		

Tabelle 22: Durchschnittliche Energieaufnahme, MJ ME Tier⁻¹ Tag⁻¹

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 1	4,8	4,0	4,4	4,5	0,117	0,76
Woche 2	10,8	10,0	10,4	10,5		
Woche 3	13,7	12,9	13,2	13,4		
Woche 4	15,9	15,1	15,4	15,6		
Gesamt	10,3	9,5	9,8	10,0		

Die Tabellen 23 bis 25 fassen den Einfluss der Ration auf die Proteinaufnahme zusammen. Die Aufnahme von Rohprotein und Lysin wurde signifikant von der Ration beeinflusst, wobei die paarweisen Mittelwertvergleiche zeigten, dass die Aufnahme bei Fütterung der Ration R 20 jeweils signifikant niedriger war als bei der Kontrollration (P<0,001), ansonsten aber keine signifikanten Unterschiede zwischen den Rationen bestanden.

Tabelle 23: Durchschnittliche Rohproteinaufnahme, g Tier⁻¹ Tag⁻¹

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 1	66	52	58	58	0,033	0,75
Woche 2	119	106	111	111		
Woche 3	162	149	155	155		
Woche 4	196	183	189	189		
Gesamt	138 ^b	125 ^a	130 ^{ab}	131 ^{ab}		

Tabelle 24: Durchschnittliche Lysinaufnahme, g Tier⁻¹ Tag⁻¹

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 1	3,6	2,6	3,1	3,1	<0,001	0,76
Woche 2	6,4	5,4	5,9	5,9		
Woche 3	8,7	7,7	8,2	8,3		
Woche 4	10,5	9,5	10,0	10,1		
Gesamt	7,4 ^b	6,4 ^a	6,8 ^{ab}	7,0 ^{ab}		

Bei Verfütterung der Platterbsen-hältigen Rationen war die Methioninaufnahme der Ferkel signifikant niedriger als bei Verfütterung der Kontrollration. Die Platterbsen-hältigen Rationen wiederum unterschieden sich nicht voneinander.

Tabelle 25: Durchschnittliche Methioninaufnahme, g Tier⁻¹ Tag⁻¹

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 1	0,97	0,70	0,77	0,69	<0,001	0,76
Woche 2	1,67	1,40	1,47	1,39		
Woche 3	2,25	1,98	2,05	1,97		
Woche 4	2,70	2,44	2,50	2,42		
Gesamt	1,91 ^b	1,66 ^a	1,70 ^a	1,67 ^a		

In den Tabellen 26 bis 30 sind die Parameter des Futteraufwands dargestellt, von denen alle signifikant von der Fütterung beeinflusst wurde. Im Durchschnitt waren 2,0 kg Futter, 27,6 MJ ME, 365 g Rohprotein, 19 g Lysin und 4,8 g Methionin notwendig um 1 kg Lebendmassezuwachs zu erzielen.

Bei Verfütterung der Ration R 20 waren der Futteraufwand, der Energieaufwand, der Rohproteinaufwand und der Lysinaufwand signifikant höher als bei allen anderen Rationen, die sich wiederum nicht voneinander unterschieden.

Tabelle 26: Durchschnittlicher Futteraufwand, kg kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 2	1,78	2,13	1,75	1,83	0,007	0,39
Woche 3	1,71	2,06	1,68	1,76		
Woche 4	1,88	2,23	1,84	1,92		
Gesamt	1,96 ^a	2,28 ^b	1,92 ^a	2,00 ^a		

Tabelle 27: Durchschnittlicher Energieaufwand, MJ ME kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 2	24,1	28,9	23,7	24,7		
Woche 3	23,2	28,0	22,8	23,8	0,006	0,38
Woche 4	25,4	30,2	25,0	26,0		
Gesamt	26,4 ^a	30,9 ^b	26,1 ^a	27,0 ^a	0,002	0,95

Tabelle 28: Durchschnittlicher Rohproteinaufwand, g kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 2	324	380	314	323		
Woche 3	311	367	301	310	0,009	0,37
Woche 4	341	397	331	340		
Gesamt	355 ^a	406 ^b	345 ^a	354 ^a	0,003	0,94

Tabelle 29: Durchschnittlicher Lysinaufwand, g kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 2	17,3	19,6	16,5	17,2		
Woche 3	16,6	18,9	15,9	16,6	0,037	0,32
Woche 4	18,2	20,5	17,4	18,1		
Gesamt	18,9 ^a	20,9 ^b	18,1 ^a	18,9 ^a	0,002	0,95

Auch der Methioninaufwand war bei Verfütterung der Ration R 20 signifikant höher als in allen anderen Rationen. Bei Verfütterung der Kontrollration war der Methioninaufwand außerdem signifikant höher als in den Rationen T 20 und T 30, die sich wiederum nicht voneinander unterschieden.

Tabelle 30: Durchschnittlicher Methioninaufwand, g kg⁻¹ Lebendmassezuwachs

	Ration				P Wert	R ²
	K	R 20	T 20	T 30		
Woche 2	4,49	5,06	4,17	4,08		
Woche 3	4,31	4,89	3,99	3,90	0,002	0,40
Woche 4	4,71	5,28	4,38	4,29		
Gesamt	4,89 ^a	5,40 ^b	4,55 ^c	4,48 ^c	<0,001	0,96

Bei der Auswertung der Lebendmasse und der Tageszunahmen zeigte sich, dass die Wechselwirkung von Ration*Tag hochsignifikanten Einfluss hatte, weswegen in den Tabellen 31 und 32 die Lsmeans der Wechselwirkung Ration*Tag dargestellt werden.

Zu Versuchsbeginn wogen die Ferkel $12,9 \pm 1,9$ kg und erreichten nach der vierwöchigen Aufzucht im Durchschnitt ein Gewicht von $23,4 \pm 4,5$ kg.

Tabelle 31: Lsmeans der Wechselwirkung Ration*Tag für die Lebendmasse, kg

	Ration				P Wert	S _e
	K	R 20	T 20	T 30		
Tag 1	13,0	12,9	12,9	12,9		
Tag 8	13,5	13,2	13,3	13,4		
Tag 15	15,9 ^b	15,1 ^a	15,7 ^{ab}	16,0 ^{ab}	<0,001	1,44
Tag 22	20,2 ^b	18,3 ^a	19,5 ^b	19,5 ^b		
Tag 29	24,3 ^c	21,6 ^a	23,7 ^{bc}	23,4 ^b		

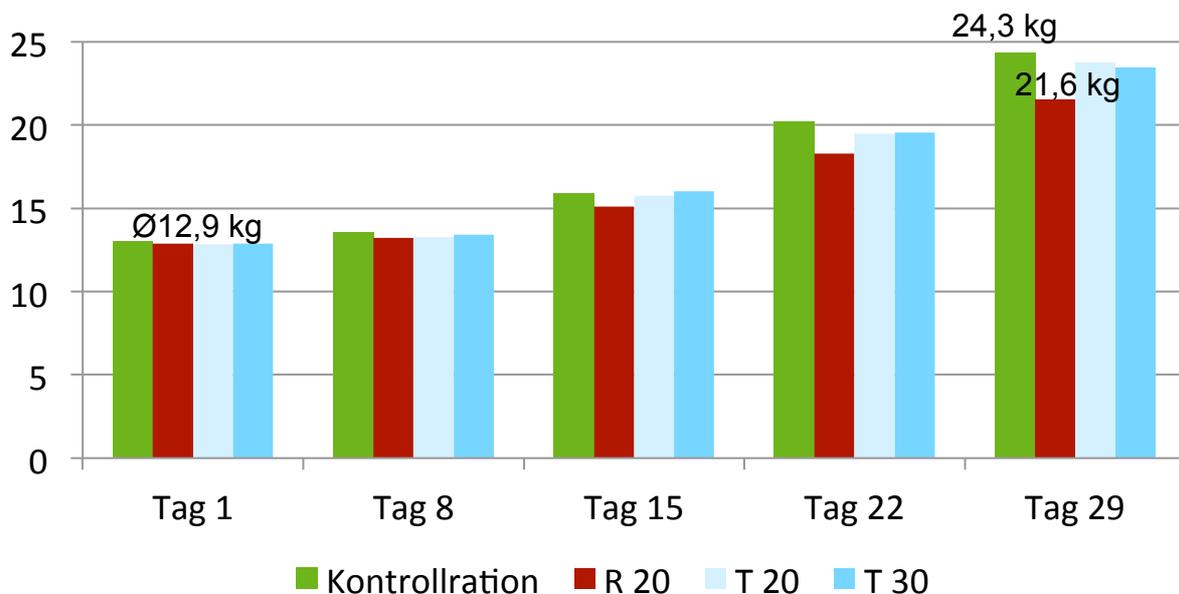


Abbildung 6: Entwicklung der Lebendmasse im Platterbse-Versuch, kg

Tabelle 32: Lsmeans der Wechselwirkung Ration*Tag für die Tageszunahmen, g Tag⁻¹

	Ration				P Wert	S _e
	K	R 20	T 20	T 30		
Tag 8	69	35	54	60		
Tag 15	328 ^b	253 ^a	341 ^b	358 ^b	0,004	119,8
Tag 22	606 ^c	431 ^a	514 ^b	490 ^b		
Tag 29	576 ^b	450 ^a	585 ^b	541 ^b		
Gesamt*	395	292	374	362		

*Lsmeans der Ration

Der Einfluss der Fütterung auf ausgewählte Blutparameter ist in Tabelle 33 dargestellt. Die Fütterung hatte signifikanten Einfluss auf die Blotalbumin-, -cholesterin- und -harnstoffgehalte: Signifikant am niedrigsten war der Blotalbumingehalt bei Verfütterung der Ration R 20, und außer dem Unterschied zwischen den Rationen T 20 und T 30 waren auch sämtliche anderen Unterschiede signifikant. Der Blutcholesteringehalt wiederum war bei Verfütterung der Ration T 30 signifikant niedriger als in allen anderen Gruppen, während die Unterschiede zwischen den Rationen K und R 20 bzw. R 20 und T 20 nicht signifikant waren. Der Harnstoffgehalt war im Blut der Ferkel, die mit der Ration R 20 gefüttert wurden, am höchsten, auch wenn nur die Unterschiede zur Kontrollration und der Ration T 30 signifikant waren. Die Kontrollration und die Rationen T 20 und T 30 wiederum unterschieden sich nicht voneinander.

Tabelle 33: Ausgewählte Blutparameter

	Tag	Ration				P-Wert	S _e
		K	R 20	T 20	T 30		
Albumin, g l ⁻¹	1	29.5	27.2	28.2	28.3	0.220	4.70
	29	28.3 ^b	25.5 ^a	33.3 ^c	31.4 ^c	<0.001	5.20
Cholesterin, mg dl ⁻¹	1	96.4	91.2	98.1	93.6	0.444	18.86
	29	74.9 ^c	69.8 ^{bc}	64.3 ^b	55.2 ^a	<0.001	15.10
Haptoglobin, mg ml ⁻¹	1	0.31	0.36	0.35	0.35	0.944	0.403
	29	0.73	0.83	0.57	0.66	0.254	0.559
Harnstoff, mmol l ⁻¹	1	3.16	3.37	3.41	3.42	0.280	0.642
	29	3.35 ^a	3.99 ^b	3.70 ^{ab}	3.49 ^a	0.005	0.776
Gesamtprotein g l ⁻¹	1	42.4	40.5	41.2	41.2	0.606	5.99
	29	45.0	43.4	46.9	44.4	0.095	5.89

Jeweils am letzten Tag jedes Durchgangs wurden sämtliche Ferkel auf das Auftreten eventueller Lahmheiten beobachtet, allerdings konnten keinerlei Beeinträchtigungen festgestellt werden.

3.3. Diskussion

In ihrer Nährstoffzusammensetzung ähneln die Platterbsen den Körnererbsen, allerdings weisen sie mit 271 g kg^{-1} FM einen höheren Rohproteingehalt (202 g kg^{-1} FM, LfL 2011) und daher mit $1,79 \text{ g kg}^{-1}$ FM auch einen etwas höheren Lysingehalt als diese auf ($1,52 \text{ g kg}^{-1}$ FM, LfL 2011). Da bei der Rationsformulierung des aktuellen Versuch auf möglichst ähnliche Lysingehalte geachtet wurde (siehe Tabelle 19), konnte durch den Einsatz von 20 % Platterbsen der Rationsanteil von eiweißreichen Futterkomponenten reduziert werden: Während in der Kontrollration 190 g kg^{-1} FM Körnererbsen und 170 g kg^{-1} FM Sojakuchen notwendig waren, also insgesamt 360 g kg^{-1} FM, wurde in den Rationen R 20 und T 20 mit jeweils 200 g kg^{-1} FM Platterbsen und 130 g kg^{-1} FM Sojakuchen, also insgesamt 330 g kg^{-1} FM, der gleiche Lysingehalt erreicht. Bei einem 30 %igen Anteil von Platterbsen kam es zu keiner Reduktion, da die Platterbsen einen deutlich niedrigeren Lysingehalt als Sojakuchen ($2,55 \text{ g kg}^{-1}$ FM, LfL 2011) aufweisen.

Das Vorhandensein von Platterbsen in den Futtermischungen hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Futteraufnahme der Ferkel, obwohl rein numerisch durchaus Unterschiede bestanden und die Ration mit rohen Platterbsen die niedrigste Futteraufnahme aufwies. Im Durchschnitt über die vierwöchige Aufzucht nahmen die Ferkel 731 g Futter pro Tag auf, was etwas höher ist als die Futteraufnahme von 722 g , die im Esparsette-Versuch beobachtet wurde. Da die Energiegehalte der Rationen sich nur geringfügig unterschieden, konnte kein signifikanter Effekt der Platterbsen auf die Energie-Aufnahme festgestellt werden. Die Rohproteingehalte der Rationen lagen zwar auf sehr ähnlichem Niveau, in Kombination mit den numerisch unterschiedlichen Futteraufnahmen kam es aber zu signifikanten Unterschieden in der Rohprotein- und Lysinaufnahme, wobei beide Aufnahmen jeweils bei Verfütterung von Ration R 20 am niedrigsten waren. Auch in ihrem Aminosäurenmuster (Lysin:(Methionin+Cystein):Threonin:Tryptophan = $1:0,38:0,53:0,13$) ähneln die Platterbsen den Körnererbsen ($1:0,34:0,50:0,13$, LfL 2011) und weisen wie diese einen Gehalt an den schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein auf, der niedriger ist als das für wachsende Schweine optimale Niveau (optimales Aminosäurenmuster $1:0,60:0,65:0,18$). Das führte dazu, dass die Methioninaufnahme der Ferkel bei Verfütterung aller Platterbse-hältigen Rationen signifikant niedriger war als in der Kontrollration.

Allerdings schlug sich die niedrigere Methioninaufnahme nicht in einer generell schlechteren Lebendmasseentwicklung der Ferkel, deren Rationen Platterbse enthielten, nieder, vielmehr war der Unterschied zwischen den Rationen mit getoasteten Platterbsen und der Kontrollration nicht signifikant, während der Einsatz von rohen Platterbsen einen deutlich negativen Einfluss auf die Lebendmasse-Entwicklung hatte (siehe Tabellen 31 und 32). Die statistische Auswertung der Lebendmasse und der Tageszunahmen ergab eine signifikante Wechselwirkung zwischen Ration und Tag, was bedeutet, dass sich der Effekt der Platterbsen im Laufe des Versuchs änderte. Während eine Woche nach dem Absetzen noch kein signifikanter Unterschied zwischen den Rationen bestand, war die Lebendmasse der mit der Ration R 20 gefütterten Ferkel zwei Wochen nach dem Absetzen bereits statistisch signifikant niedriger als bei allen anderen Rationen. Dieser Unterschied vergrößerte sich bis zum Versuchsende noch weiter, siehe auch Abbildung 6. Zu Versuchsbeginn wogen die Ferkel $12,9 \pm 1,9 \text{ kg}$, und nach der vierwöchigen Aufzucht waren die Ferkel der Kontrollgruppe im Durchschnitt $24,3 \text{ kg}$ schwer, die Ferkel in Gruppe R 20 hingegen nur $21,6 \text{ kg}$. Bei Verfütterung von getoasteten Platterbsen

(Rationen T 20 und T 30) waren die Lebendmassen der Ferkel zu Versuchsende zwar auch etwas niedriger als bei der Kontrollration, diese Unterschiede waren statistisch aber nicht signifikant. Dieser deutlich negative Effekt der rohen Platterbsen auf die Lebendmasseentwicklung bestätigt die Ergebnisse von Schipflinger et al. (2011), die bei Verfütterung einer Ration mit 20 % getoasteten Platterbsen an biologisch gehaltene Aufzuchtferkel tendenziell höhere Tageszunahmen als bei einer Ration mit 20 % rohen Platterbsen beobachteten. Bezüglich der sonstigen Merkmale differierten die bei Schipflinger et al. (2011) verglichenen Behandlungen weniger deutlich als in der vorliegenden Arbeit. Das dürfte teilweise in den geringeren Rationsanteilen von Platterbse bei Schipflinger et al. (2011) im Vergleich zur vorliegenden Untersuchung begründet sein.

Ebenfalls an Aufzuchtferkel, wengleich unter den Rahmenbedingungen der konventionellen Landwirtschaft, verfütterten Castell et al. (1994) Rationen mit 10-40 % rohen Platterbsen und konnten dabei mit ansteigendem Platterbsen-Anteil eine zunehmende und signifikante Reduktion der Futteraufnahme und des Lebendmassezuwachses beobachten. Für Mastschweine empfehlen Winiarska-Mieczan und Kwiecien (2010), dass rohe Platterbsen nicht mehr als die Hälfte der eiweißreichen Futtermittel in der Ration ausmachen sollen, was im aktuellen Versuch 19,5 % Platterbsen je kg Futtermischung entsprochen hätte. Da anzunehmen ist, dass Ferkel empfindlicher auf ODAP reagieren als Mastschweine, ergänzt sich diese Empfehlung gut mit den Beobachtungen im aktuellen Versuch. Da aus technischen Gründen weder der Gehalt an ODAP (die Analyse wird von Futter- und Lebensmittel Labors nicht als Routineanalyse angeboten) noch an Trypsininhibitoren oder anderen antinutritiven Inhaltsstoffen (aus budgetären Gründen) in den Platterbsen analysiert wurden, ist es allerdings nicht möglich den negativen Effekt der rohen Platterbsen unmittelbar dem ODAP zuzuschreiben, vielmehr wird es sich um die Summe der antinutritiven Wirkungen handeln, die zu den beobachteten Leistungseinbußen führte. Castell et al. (1994) etwa vertreten die Meinung, dass in Platterbsensorten mit geringem ODAP-Gehalt die antinutritiven Effekte der Trypsininhibitoren überwiegen, womit sie die von ihnen beobachteten Leistungseinbußen beim Einsatz von rohen Platterbsen-Sorten mit geringem ODAP-Gehalt erklären.

Der negative Effekt der Verfütterung von rohen Platterbsen zeigte sich im aktuellen Versuch nicht nur in der Lebendmasseentwicklung, sondern auch im Futteraufwand, welcher signifikant höher war als in allen anderen Rationen. Über die gesamte vierwöchige Aufzucht berechnet, waren für 1 kg Lebendmassezuwachs 2,28 kg der Futtermischung R 20 notwendig, während von den anderen Rationen nur 1,92 (T 20) bis 2,00 kg (T 30) gebraucht wurden. Damit dürften auch die beobachteten Unterschiede in einigen Blutparametern in Zusammenhang stehen: der niedrigste Albumin- und gleichzeitig höchste Harnstoffgehalt wurde zu Versuchsende für die Behandlung R 20 festgestellt, was mit dem reduzierten Wachstum der Tiere übereinstimmt. Die Veränderung dieser beiden Blutparameter könnte auf eine verminderte Protein- und damit verbunden höhere Harnstoffsynthese in der Behandlung R 20 hinweisen. Aufgrund eines fehlenden eindeutigen Beziehungsmusters zwischen den Merkmalen Lebendmasse-Entwicklung, Blut-Albumin- bzw. -Harnstoffgehalt für die Behandlungen K, T 20 und T 30 dürfen diese Differenzen aber nicht überbewertet werden.

Zusammenfassend erwiesen sich getoastete Platterbsen in Anteilen von 20-30 % in Rationen für Aufzuchtferkel als gänzlich unproblematische eiweißreiche Futterkomponente, welche Futteraufnahme und Tageszunahmen ermöglichte, die

sich nicht von der Kontrollration unterscheiden. Die beobachteten Leistungseinbußen beim Einsatz von rohen Platterbsen hingegen legen den Schluss nahe, dass bereits bei einem Rationsanteil von 20 % (von der Frischmasse) eine hydrothermische Behandlung erfolgen sollte.

Weiterführende Untersuchungen sollten auf der Basis der vorliegenden Ergebnisse auf die Eignung unterschiedlicher Indikatoren für die Erfolgskontrolle der (hydro)thermischen Behandlung (v.a. Reduktion ausgewählter antinutritiver Inhaltsstoffe) sowie die Eignung unterschiedlicher Behandlungstechnologien (u.a. thermische bzw. hydrothermische Behandlung, Expansion, Extrusion) fokussieren. Neben den biologischen Kennzahlen wäre auch die Wirtschaftlichkeit der Behandlung (Behandlungskosten versus Nutzen durch Verbesserung des Futterwertes) zu analysieren. In Fütterungsversuchen sollten neben Aufzuchtferkeln auch andere Tierkategorien berücksichtigt werden.

3.4. Publikationen

Die Ergebnisse des Fütterungsversuchs mit Platterbsen wurden bereits mehrfach publiziert:

- Vortrag von Dr. Lisa Baldinger über beide Fütterungsversuche (im Fall der Platterbse vorläufige Ergebnisse) im Rahmen der Bio Austria Bauerntage 2013:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M., Zollitsch, W. 2013. Esparsetten- und Platterbsensamen als Schweinefuttermittel. In: Bio Austria, „Wachsen und gut leben“, Bio Austria Bauerntrage 2013, 28.-30. Jänner 2013, S. 91-93.

- Präsentation beider Fütterungsversuche in einem Vortrag von Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch:

Zollitsch, W., Baldinger, L., 2013. Körnerleguminosen: Qualität und Fütterungseignung. Bionet-Fachtag Körnerleguminosen, 19. Februar 2013, St. Pölten.

- Poster im Rahmen der Animals Science Days 2013 in Padua, wobei der Beitrag mit dem Posterpreis der Tagung prämiert wurde:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U. and Zollitsch, W. 2013. To toast or not to toast – Grass peas for weaned piglets. (Poster) Animal Science Days, September 18-20, Padova (Italy).

- Artikel in der deutschen Fachzeitschrift Ökologie & Landbau:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M. und Zollitsch, W. 2014. Esparsetten- und Platterbsen-Samen für das Schwein. Ökologie & Landbau 170/2, 30-32.

- Vorstellung der Ergebnisse beider Fütterungsversuche im Rahmen eines Vortrag von Dr. Lisa Baldinger bei einem Bauern- und Beratertag in Frankreich:

Baldinger, L., Wlcek, S., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M. et Zollitsch, W. 2014. La production porcine biologique en Autriche - les défis actuels et les activités de recherche. Dans : ITAB. Vers une alimentation 100 % AB en élevage porcin biologique, 20 mai 2014, Rennes, France, 29-35.

- Kurz-Information über die Ergebnisse beider Fütterungsversuche in der Bio Austria Zeitung:

Baldinger, L. 2014. Aus der Forschung: Ferkel: Esparsetten- und Platterbsensamen. Bio Austria 4/2014.

- Ein Artikel, der neben der Ergebnissen des aktuellen Fütterungsversuchs mit Platterbsen auch die Ergebnisse eines bereits 2010 durchgeführten Versuchs mit Platterbsen beinhaltet, wurde zur Publikation im internationalen Journal Livestock Science eingereicht und befindet sich momentan in Begutachtung:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Schipflinger, M. and Zollitsch, W. 2014. Organic grass pea seeds as protein source for weaned piglets – effects of toasting and different inclusion rates on performance. *Livestock Science*. Submitted.

- Am 13. Oktober hat Ao.Univ.Prof. Dr. Werner Zollitsch einen Vortrag im Rahmen des IFOAM Organic World Congress in Istanbul halten:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U. and Zollitsch, W. 2014. Grass pea seeds as protein-rich feed for weaned piglets. In: Rahmann, G. and Aksoy, U. (eds.) 2014. *Proceedings of the 4th ISOFAR Scientific Conference at the Organic World Congress 2014, October 13-15, Istanbul, Turkey*.

- Am 6. November 2014 wird Dr. Lisa Baldinger ein Poster im Rahmen der Fachtagung für biologische Landwirtschaft am LFZ Raumberg-Gumpenstein präsentieren:

Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U. and Zollitsch, W. 2014. Toasten oder nicht tosten – Platterbsen als Futter für Aufzuchtferkel. In: LFZ Raumberg-Gumpenstein, *Fachtagung für biologische Landwirtschaft 2014 – Internationale Bio-Forschungsergebnisse aus Core Organic II sowie Düngekonzepte im Bio-Grünland*. 6. Oktober 2014, Irdning, Österreich.

4. Literaturverzeichnis

Binggl, P. (Betriebsleiter der Firma Vitakorn), 2012. Persönliche Mitteilung am 23. April 2012

Carbonero, C.H., Mueller-Harvey, I., Brown, T.A. and Smith, L., 2011. Sainfoin (*Onobrychis viciifolia*): a beneficial forage legume. *Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization* 9, 70-85.

Castell, A.G., Cliplef, R.L., Briggs, C.J., Campbell, C.G. and Bruni, J.E., 1994. Evaluation of lathyrus (*Lathyrus sativus* L.) as an ingredient in pig starter and grower diets. *Canadian Journal of Animal Science* 74, 529-539.

Ditterline, R.L., Newman, C.W. and Carleton, A.E., 1977. Evaluation of sainfoin seed as a possible protein supplement for monogastric animals. *Nutrition Reports International* 15, 397-405

Freyer, B., Pietsch, G., Hrbek, R. und Winter, S., 2005. Futter- und Körnerleguminosen. Österreichischer Agrarverlag, Leopoldsdorf, Österreich.

Dwivedi, M.P., 1989. Epidemiological aspects of lathyrism in India – a changing scenario. In: Spencer, P.S. (ed.). *The Grass Pea – Threat and Promise*. Third World Medical Research Foundation, New York, p. 1-26.

Goplen, B.P., Howarth, R.E., Sarkar, S.K. and Lesins, K., 1980. A search for condensed tannins in annual and perennial species of *Medicago*, *Trigonella*, and *Onobrychis*. *Crop Science* 20, 801-804.

Grüner Bericht, 2012. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Wien: BMLFUW, Tabelle 2.4.1, S. 204.

Hagmüller, W., 2010: Interne Referenzwerte HLFA Raumberg-Gumpenstein, Institut für Biologische Landwirtschaft und Biodiversität der Haustiere. Wels-Thalheim, unveröffentlicht.

Hanbury, C.D., White, C.L., Mullan, B.P. and Siddique, K.H.M., 2000. A review of the potential of *Lathyrus sativus* L. and *L. cicera* L. grain for use as animal feed. *Animal Feed Science and Technology* 87, 1-27.

Huss, H., 2010. Das Übel schlummert im Boden weiter... *Der Pflanzenarzt* 4/2010, 23-25

Kommission der Europäischen Gemeinschaft, 2012. Durchführungsverordnung (EU) Nr. 505/2012 der Kommission vom 14. Juni 2012

LfL, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2011. Fütterungsfibel Ökologische Schweinehaltung. 3. Auflage, Eigenverlag, Freising, Deutschland.

Padmanaban, G., 1980. Lathyrogens. Page 239-263 in: Liener, I.E., 1980. *Toxic constituents of plant foodstuffs*. Academy Press, New York, USA.

Padmajaprasad, V., Kaladhar, M. and Bhat, R.V., 1997. Thermal isomerization of β -N-oxalyl-L- α,β -diaminopropionic acid, the neurotoxin in *Lathyrus sativus*, during cooking. Food Chemistry 59, 77-80.

Officer, D.I., 1995. Effect of multi-enzyme supplements on the growth performance of piglets during the pre- and post-weaning periods. Animal Feed Science and Technology 56, 55-65.

Scharenberg, A., Kreuzer, M. and Dohme, F., 2009. Suitability of sainfoin (*Onobrychis viciifolia*) hay as a supplement to fresh grass in dairy cows. Asian-Australasian Journal of Animal Science 22, 1005-1015.

Schipflinger, M., Gallnböck, M., Zollitsch, W. und Hagmüller, W., 2011. Platterbse in der Ferkelaufzucht. Tagungsband Bio Austria Bauerntage 2011, 59-61.

Traudtner, F., 2011. Persönliche Mitteilung am 3. Oktober 2011

Traudtner, F., 2012. Persönliche Mitteilung per Mail am 17. Oktober 2012

Vielhaber, B., Zitterl-Eglseer, K., Gallnböck, M. und Hagmüller, W., 2010. Einsatz dreier pflanzlicher Futterzusätze auf die Durchfallhäufigkeit und die Gewichtszunahmen von Absetzferkeln. 187-189. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung. 24.-25. März, Fulda, Deutschland

Winiarska-Mieczan, A. and Kwiecien, M., 2010. The influence of raw grass pea (*Lathyrus sativus* L.) seeds on growth performance and biochemical and haematological parameters in the blood of grower-finisher pigs. Agricultural and Food Science 19, 223-232.

Woodman, H.E. and Evans, R.E., 1947. The chemical composition and nutritive value of ryegrass-seed meal, clover-seed meal, lucerne-seed meal and sainfoin-seed meal. The Journal of Agricultural Science 37, 311-315.

www.sainfoin.eu (16. August 2012)