



MINISTERIUM
FÜR EIN
LEBENSWERTES
ÖSTERREICH

HBLFA RAUMBERG - GUMPENSTEIN
LANDWIRTSCHAFT

Abschlussbericht GEKAB

Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. 101046

Eignung von gekeimten Ackerbohnen für die Bio-Ferkelaufzucht

Germination of faba beans for weaning piglets

Projektleitung:

Dr. Werner Hagmüller, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektmitarbeiter:

Ing. Markus Gallnböck, HBLFA Raumberg-Gumpenstein

Projektpartner:

Dr. Werner Zollitsch, Paul Schwediauer, Universität für Bodenkultur,
Institut für Nutztierwissenschaften
Sonja Wlcek, Bio Austria Wien/Nö

Projektlaufzeit:

2014 – 2015

raumberg-gumpenstein.at

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
Summary	3
Einleitung	4
Material und Methoden	5
Ergebnisse und Diskussion	6
Schlussfolgerungen.....	9
Literatur	9
Anhang	11

Zusammenfassung

Eine Versorgung der Tiere mit ausschließlich biologisch erzeugten Futtermitteln stellt eine der großen Herausforderungen der biologischen Landwirtschaft dar. Ackerbohnen werden aufgrund verschiedener antinutritiver Faktoren nur begrenzt zur Fütterung eingesetzt. Keimung ist eine mögliche Methode zur Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität von Ackerbohnen, was in einem Fütterungsversuch mit biologisch gehaltenen Aufzuchtferkeln getestet werden sollte. Es wurden insgesamt 160 Ferkel in 4 Durchgängen auf eine Kontrollgruppe mit 19 % Erbse (KGER), eine Gruppe mit 16 % ungekeimter Ackerbohne (KGAB) bzw. 16% gekeimter Ackerbohne (VG16) und 24 % gekeimter Ackerbohne (VG24) aufgeteilt. Die Keimung erfolgte in einem Keimrad (Fa. Söllradl) über vier Tage und die gekeimten Ackerbohnen wurden täglich frisch unmittelbar vor der ersten Fütterung händisch vorgelegt. Der Gehalt an Rohprotein war in gekeimten Bohnen leicht erhöht ($+ 1 \text{ g} * \text{kg TM}^{-1}$). Der Anteil aller essentiellen Aminosäuren am gesamten hydrolysierten Protein sank um 1,2 % bis 2 %. An Tag 8, 15 und 22 gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen der Lebendmasse der Gruppen. An Tag 29 war die Lebendmasse in VG24 signifikant geringer als in KGER und KGAB, jedoch nicht als in VG16. Über die Dauer des gesamten Versuchszeitraumes waren die durchschnittlichen täglichen Zunahmen (TGZ) in KGAB am höchsten, in der vierten Woche waren die TGZ in VG24 signifikant schlechter als in allen anderen drei Gruppen. Die Tiere nahmen die gesamte täglich vorgelegte Menge an gekeimten Bohnen innerhalb kurzer Zeit auf. Sowohl über den gesamten Versuchszeitraum als auch innerhalb der einzelnen Wochen gab es zwischen den Gruppen keine signifikanten Unterschiede der durchschnittlich pro Tag aufgenommenen Menge an Futter, auch beim Futteraufwand zeigten sich keine signifikanten Unterschiede. Gekeimte Ackerbohne konnte bis $240 \text{ g} * \text{kg FM}^{-1}$ ohne Einbruch der Futteraufnahme oder einer Zunahme von Absatzdurchfall in der Ration eingesetzt werden, bei Lebendmasse und täglichen Zunahmen mussten jedoch Leistungseinbußen in Kauf genommen werden. Unter den im Versuch gegebenen Bedingungen und unter Berücksichtigung des notwendigen Aufwandes kann Keimung nicht als Verfahren zur Verbesserung der Verfügbarkeit von Protein in Ackerbohnen in Rationen für Aufzuchtferkel empfohlen werden.

Summary

In Organic Agriculture it proves to be difficult to achieve the goal of feeding a diet that is composed of organically produced feedstuff only. One main problem is the limited supply of high-quality protein rich components that is necessary for the feeding of weaner pigs. Faba Beans contain certain non-nutritive components that can reduce digestibility and palatability, thus the amount of faba bean in diets is commonly restricted to smaller percentages. Germination has been reported to reduce those components and can change the chemical composition of storage protein and pattern of amino acids in a potentially favourable way. This was tested in a feeding trial on 160 weaner pigs that were assigned to one of four diets with either 19 % pea (KGER), 16 % raw faba bean (KGAB), 16 % germinated faba bean (VG16) or 24 % germinated faba bean as well as soybean-cake as main protein rich component. In VG24 the amount of soybean-cake was reduced by about 50 %. Faba beans were germinated for 4 days in a germination-device with four rotating chambers. The whole sprouts were fed once a day. Crude Protein was slightly higher in germinated beans ($+ 1 \text{ g} * \text{kg TM}^{-1}$). All of the essential amino acids decreased after germination, the pattern relative to lysine remained the same. There were no significant differences in live weight on day 8, 15, and 22. At the end of the trial (day 29), live weight of VG24 was significantly reduced when compared to KGAB and KGER, but not to VG16. Overall daily weight gain was highest in KGAB, in the last week daily weight gain was significantly lower than in all of the other treatments. The animals consumed the daily amount of sprouts within the first few hours. There were no statistically significant differences in feed intake between the treatments. It was possible to feed germinated faba in amounts up to $240 \text{ g} * \text{kg FM}^{-1}$ without a major drop in feed intake, though live weight and daily weight gain were reduced. Under the circumstances studied and in regard to the effort related to the process, germination cannot be recommended as a way to improve the digestibility of protein in faba beans for feeding of weaner pigs.

Einleitung

Mit einem Selbstversorgungsgrad von rund 75 % kann der Bedarf an Rohprotein (XP) der biologischen Landwirtschaft in Österreich nicht gedeckt werden. In Aminosäuren ausgedrückt liegt die Selbstversorgung mit 67,5 %, vor allem für Methionin noch darunter (Früh et al., 2015). Derzeit dürfen für Monogastrier noch 5 % der Eiweißfuttermittel aus konventioneller Landwirtschaft stammen, ab 2018 müssen aber 100% der eingesetzten Futtermittel ökologisch erzeugt werden. Tatsächlich wird in Österreich der überwiegende Anteil an Schweinen bereits mit 100 % Biofutter versorgt

In Praxiserhebungen zur Umsetzung der 100 % Bio-Fütterung wurde bei einem Großteil der befragten Landwirte die Tendenz konventionelles, heimisches Kartoffeleiweiß durch importiertes Bio-Soja zu ersetzen festgestellt. Dessen ungeachtet priorisierten alle befragten Landwirte, Futtermittelfirmen sowie Experten aus Wissenschaft und Beratung die Ausweitung der Produktion heimischer Eiweißpflanzen als wichtigsten Lösungsansatz (Schumacher et al., 2011). Alternative Eiweißfrüchte wie Platterbse und Esparssette wurden in Versuchen als geeignet angesehen, Soja in Rationen teilweise zu ersetzen, die Pflanzen gelten in der Praxis aber noch als Exoten und werden nicht in größerem Umfang angebaut (Baldinger et al., 2012).

Ackerbohnen werden aufgrund verschiedener antinutritiver Faktoren (ANF) nur begrenzt zur Fütterung eingesetzt. Diese verringern die ernährungsphysiologische Qualität durch Reduktion der Nährstoffverfügbarkeit. Die ANF gehören unterschiedlichen Stoffklassen an, was Einfluss auf die Möglichkeiten zur Reduktion derselben hat (Gulewicz et al., 2014). Grundsätzlich kann zwischen hitzelabilen Proteinen mit antinutritiver Wirkung (Protease Inhibitoren, Lektine) sowie hitzestabilen antinutritiven Verbindungen, die nicht zu den Proteinen gehören (Rohfaser, Tannine, Phytate) unterschieden werden (Carbonaro et al., 2000).

Die Züchtung von Ackerbohnen mit niedrigeren Gehalten an ANF ist unter der Voraussetzung gleichbleibender Erträge noch nicht gelungen, es besteht der Bedarf, die unerwünschten Inhaltsstoffe auf andere Weise zu minimieren. Gulewicz et al. (2014) beschreiben Keimung als eine der wirkungsvollsten Methoden zur Verbesserung der ernährungsphysiologischen Qualität und Reduktion von ANF. Die Keimung von Körnerleguminosen wird in der Humanernährung in vielen Kulturen bereits durchgeführt. In der Schweinefütterung gibt es nur wenige Versuche, die sich mit der praktischen Umsetzung der Verfütterung von Keimgut beschäftigen (Peer & Leeson, 1985; Hunger, 2010; Kasprowicz-Potocka et al., 2013).

Neben den sogenannten ANF wird auch die Struktur und Konformation des in Leguminosen enthaltenen Proteins verantwortlich für die schlechte Verdaulichkeit gemacht. Ackerbohnen haben im Vergleich zu Sojabohnenmehl eine geringe praecaecale Verdaulichkeit des Proteins, der Gehalt an den Aminosäuren Tryptophan sowie Cystein und Methionin ist für Schweine nicht ideal (Jezierny et al., 2010). Die Reserveproteine der ungekeimten Ackerbohnen werden im Laufe der Keimung hydrolysiert und die daraus entstehenden freien Aminosäuren werden zur Bildung neuer Verbindungen verwendet (Boulter & Barber, 1963). Manche Aminosäuren werden dabei schneller abgebaut als andere. Die neu gebildeten Proteine können aus anderen Aminosäuren als die Speicherproteine bestehen und daher ein verändertes Aminosäuremuster im Vergleich zu den rohen Samen aufweisen (Peer & Leeson, 1985).

Auf Betrieben die Ackerbohnen verfüttern, stammen 83 % der Bohnen aus eigener Erzeugung (Omelko, 2004). Die Möglichkeit, den Futterwert der Ackerbohnen am eigenen Betrieb selbst verbessern zu können, würde das Keimverfahren besonders interessant machen.

Folgende Fragestellungen sollten deshalb im Rahmen dieser Untersuchung beantwortet werden:

- Kann die Keimung von Ackerbohnen zur 100% Bio-Fütterung beitragen?
- Kann durch Keimung die Futteraufnahme von Ackerbohnen beeinflusst werden?
- Können höhere Anteile von gekeimten Ackerbohnen als in der Literatur für Aufzuchtferkel empfohlen werden ohne Leistungseinbußen verfüttert werden?
- Kann Protein aus Soja eingespart werden?
- Hat die Fütterung von größeren Anteilen an gekeimten Bohnen Auswirkungen auf das Auftreten von Durchfall?
- Wie kann die Fütterung von gekeimten Ackerbohnen praktisch umgesetzt werden?

Material und Methoden

Der Versuch fand in 4 Durchgängen zu jeweils 4 Wochen im Zeitraum zwischen 16.10.2014 - 21.05.2015 am Institut für biologische Landwirtschaft in Wels/Thalheim statt. Ferkel wurden mit $\text{Ø}12,4\pm 6,3$ kg nach 44,4 \pm 6 Säugetagen abgesetzt und nach Wurf, Geschlecht und Gewicht aufgeteilt. Am Einzeltier wurde morgens vor der ersten Fütterung wöchentlich (Tag 1, 8, 15, 22, 29) die Lebendmasse, sowie laufend und wenn nötig, durchgeführte Behandlungen (Durchfall) erfasst. Setzten Ferkel flüssigen Kot ab oder wurde eine stark verschmutzte Analgegend festgestellt, erfolgte eine dreimalige Gabe eines Antibiotikums. Das pelletierte Mischfutter wurde über eine Trockenfütterungsanlage in jeder Bucht fünfmal täglich laut Futterkurve durch 6 Röhren in den Trog dosiert. Die Futtervorlage erfolgte in den ersten 4 Tagen nach dem Absetzen restriktiv, um Durchfall vorzubeugen, danach wurde die Futterkurve laufend an den Futterverzehr angepasst. Ziel war ein bis zur nächsten Mahlzeit vollständig leergefressener Trog („Semi-ad-libitum“).

Im Versuch wurden vier verschiedene Rationen verglichen (Tab. 3): Eine Kontrollgruppe mit 19 % Erbse (KGER), die bereits in vergleichbaren Versuchen am selben Betrieb eingesetzt wurde, eine Gruppe mit 16 % ungekeimter Ackerbohne (KGAB), die gleiche Ration mit 16% gekeimter Ackerbohne (VG16) und eine Ration mit 24 % gekeimter Ackerbohne (VG24). Die Proteinträger in KGER waren Erbse und Sojakuchen, in KGAB und VG16 wurde Erbse durch ungekeimte bzw. gekeimte Ackerbohne ersetzt. In VG24 wurde der Anteil an gekeimter AB im Vergleich zu VG16 um 50 % erhöht und der Anteil an Sojakuchen um nicht ganz 50 % verringert. Die Anteile der für die Formulierung der Ration eingesetzten Komponenten wurden mit dem Programm EvaPig® (Version 1.3.1.7.) berechnet. Die Rationen wurden nach Lysin und Energie ausgeglichen. Die Zuteilung der Gruppen in die vier Buchten wechselte jeden Durchgang, sodass jede Ration einmal in jeder Bucht gefüttert wurde.

Die Ackerbohnen wurden jeweils einmal im ungekeimten und gekeimten Zustand analysiert (Weender Analyse und Aminosäuren). Zur Analyse der Mischfutter wurden zu Beginn und Ende des Versuches aus jeweils mehreren Futtersäcken Mischproben gezogen.

Die Keimung der Ackerbohnen erfolgte in einem Keimrad der Fa. Söllradl (Schlierbach, A). Das Keimrad besitzt eine rotierende Edelstahltrommel mit vier Keimkammern, von denen jeweils eine täglich entleert und anschließend neu befüllt wurde, was eine Keimdauer von vier Tagen bedingte. Am Keimrad konnten die Parameter Bewässerungsmenge (Dauer der Bewässerung) sowie Quell- und Belüftungsdauer programmiert werden. Diese wurden nach einigen Testläufen zur Optimierung auf 20 Sekunden Bewässerungsdauer, eine Stunde Quelledauer und drei Stunden Belüftungsdauer eingestellt, was eine volle Umdrehung in vier Stunden ergab. Die Raumtemperatur wurde durch einen Datenlogger aufgezeichnet und mittels Thermostat konstant gehalten ($16,4\pm 1,4^\circ\text{C}$).

Die Daten wurden in Excel aufbereitet und in SAS 9.4 (SAS Institute Inc.) ausgewertet. Die Wiegunen wurden als einzelne Messung am gleichen Tier zu mehreren Zeitpunkten erfasst und deshalb als „Repeated Measurements“ behandelt. Die einzeltierbezogenen Daten der Leistungsparameter „Tageszunahmen“ und

„Lebendmasse“ wurden als gemischtes lineares Modell mittels Prozedur MIXED modelliert. Um Unterschiede in der Varianz zwischen den Tieren zu berücksichtigen wurden die Ferkel innerhalb der Gruppe als zufälliger Effekt in das Modell aufgenommen. Die Parameter Futteraufnahme und Futterverwertung wurden nicht am Einzeltier erhoben und auf Buchtenebene mittels der Prozedur GLM berechnet. Die Futterverwertung wurde als der Quotient von Futteraufnahme und Lebendmassezunahmen aus den Mittelwerten der Gruppe pro Woche berechnet.

Multiple Mittelwertsvergleiche wurden mittels des Tests von Tukey-Kramer durchgeführt und statistische Unterschiede als signifikant betrachtet wenn die Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 0,05$ betrug.



Abbildung 1: Keimung der Ackerbohne Tag 1-4.

Foto: Schwediauer

Ergebnisse und Diskussion

Der Gehalt an Rohprotein war in gekeimten Bohnen um $0,40 \text{ g*kg TM}^{-1}$ (+ 1 %) erhöht. Auch der Rohfasergehalt (XF) war nach der Keimung um 4 % höher. Gehalte an umsetzbarer Energie (UE) und N – freien Extraktstoffen (NfE) waren im Vergleich zu rohen Samen in gekeimten mit $0,04 \text{ MJ ME*kg TM}^{-1}$ und 8 g*kg TM^{-1} kaum (0,3 %) bzw. nur wenig (1,5 %) niedriger.

Obwohl der Gesamtgehalt an freien Aminosäuren in g AS * kg TM^{-1} bedingt durch den erhöhten Rohproteingehalt der Keimlinge in der Trockenmasse höher war als in den trockenen Bohnen, sank nach 4 Tagen Keimung der Anteil aller essentiellen Aminosäuren (außer Tryptophan) am gesamten hydrolysierten Protein um 1,2 % (Cystein) bis 2 % (Methionin). Das Verhältnis der Aminosäuren zueinander blieb allerdings nahezu unverändert.

Zwischen den Gruppen zeigten sich an Tag 1, 8, 15 und 22 keine statistisch signifikanten Unterschiede der Lebendmasse in kg*Tier^{-1} . Die Versuchsgruppe mit 24 % gekeimter Ackerbohne hatte numerisch, hinter

VG16 immer die niedrigste Lebendmasse. An Tag 29 war die Lebendmasse in VG24 signifikant geringer als von KGER und KGAB. Die Lebendmasse von VG16 war ab Tag 22 numerisch immer niedriger als in den beiden Kontrollgruppen, jedoch höher als in VG24. Ab Tag 22 ist ein Abfall der Lebendmasse in den beiden Versuchsgruppen zu beobachten, der an Tag 29 am Ende des Versuches noch deutlicher sichtbar ist

Tabelle 1: Durchschnittliche tägliche Zunahmen in g*Durchschnittsferkel*d⁻¹ und Lebendmasse in kg Tier⁻¹. Werte der einzelnen Wochen LS-Means der Wechselwirkung Gruppe*Tag, Werte gesamter Zeitraum LS-Means Gruppe. LM an Tag 1:

	KGER	KGAB	VG16	VG24
Lebendmasse				
Tag 1	12,5	12,5	12,5	12,5
Tag 8	13,3	13,3	13,3	13,2
Tag 15	16,0	15,8	15,9	15,6
Tag 22	19,2	19,1	18,8	18,6
Tag 29	23,5 ^a	23,8 ^a	23,0 ^{ab}	22,2 ^b
Tägliche Zunahmen				
Woche 1	124	115	120	122
Woche 2	375	355	374	333
Woche 3	455	472	408	421
Woche 4	608a	660a	601a	499b
Gesamt	391 ^a	401 ^a	376 ^{ab}	344 ^b

Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben signifikant verschieden ($p < 0,05$)

In Woche 1, Woche 2 und Woche 3 gibt es keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den durchschnittlichen täglichen Zunahmen der vier Gruppen. KGER und KGAB unterschieden sich in keiner Woche signifikant. In der vierten und letzten Versuchswoche waren die durchschnittlichen täglichen Zunahmen mit 660 g*d⁻¹ in der Gruppe KGAB am höchsten. KGER und VG16 lagen mit 608 g*d⁻¹ resp. 601 g*d⁻¹ auf etwa gleich hohem Niveau und unterschieden sich auch statistisch nicht signifikant. Die durchschnittlichen täglichen Zunahmen von VG24 lagen mit 499 g*d⁻¹ deutlich darunter und waren signifikant niedriger als in allen anderen drei Gruppen. Die mittleren Tageszunahmen über die gesamte Versuchsdauer lagen in den beiden Versuchsgruppen mit 376 g*d⁻¹ in VG16 und 344 g*d⁻¹ in VG24 unter denen der beiden Kontrollgruppen, wobei die Unterschiede von KGAB bzw. KGER zu VG16 statistisch nicht abgesichert, zu VG24 jedoch statistisch signifikant sind.

Am gleichen Betrieb fanden bereits zwei Untersuchungen zum Einsatz von Esparsette (Baldinger et al., 2014) sowie von Platterbse (Baldinger et al., 2015) statt. KGER lag mit 391 g Tag⁻¹ etwas unter den Zunahmen der vergleichbaren Kontrollgruppe aus dem Versuch mit Platterbsen (412 g Tag⁻¹) und etwa auf gleicher Höhe mit den Zunahmen der Kontrollgruppe aus dem Versuch mit Esparsette (395 g Tag⁻¹). Die Futteraufnahme war etwas höher als im Versuch von (Baldinger et al., 2014) die Gehalte an XP, Lysin und Methionin+Cystein jedoch etwas niedriger. Mit 2,31 bis 2,51 kg FM * kg LM-Zunahme⁻¹ liegt der Futteraufwand etwas unter den von Baldinger et al., 2014 beschriebenen Werten von 3,05 bis 3,29 kg FM * kg LM-Zunahme⁻¹, was auf das geringe Vorkommen von Durchfall bedingt durch die restriktive Fütterung in den ersten vier Tagen nach Versuchsbeginn sowie die rasche Behandlung erster Symptome zurückzuführen sein könnte.

Ein Argument, das häufig in Zusammenhang mit Keimung angeführt wird, ist die verbesserte Schmackhaftigkeit (Luo et al., 2014). Aus den erhobenen Daten zur Futteraufnahme kann diese Hypothese nicht bestätigt werden, da sich zwischen den vier untersuchten Gruppen keine statistisch signifikanten

Unterschiede zeigten. Sowohl über den gesamten Versuchszeitraum als auch innerhalb der einzelnen Wochen gab es zwischen den Gruppen keine statistisch signifikanten Unterschiede der durchschnittlich pro Tag aufgenommenen Menge an Trocken- bzw. Frischmasse. Auch beim Futteraufwand in kg FM * kg LM-Zunahme⁻¹ zeigten sich keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen. Im Durchschnitt des gesamten Versuches war der Futteraufwand mit 1,93 kg FM * kg LM-Zunahme⁻¹ in KGAB am niedrigsten, numerisch allerdings nur wenig besser als in KGER mit 1,99 kg FM * kg LM-Zunahme⁻¹ (Tabelle 2).

Tabelle 2: Futteraufnahme in g FM * d-1 und : Futteraufwand in kg FM * kg Lebendmasse-Zunahme-1. Tabelle zeigt LS-Means, Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben signifikant verschieden (p<0,05).

	KGER	KGAB	VG16	VG24	p
Futteraufnahme					
Tag 1-8	301	294	309	292	
Tag 9-15	557	550	565	548	
Tag 16-22	869	862	876	859	
Tag 23-29	1236	1229	1244	1227	
Gesamt	741	734	748	731	0,865
Futteraufwand					
Tag 1-8	2,37	2,31	2,47	2,51	
Tag 9-15	1,75	1,69	1,85	1,89	
Tag 16-22	1,68	1,62	1,79	1,82	
Tag 23-29	2,17	2,10	2,27	2,30	
Gesamt	1,99	1,93	2,10	2,13	0,614

Werte mit unterschiedlichen Hochbuchstaben signifikant verschieden (p<0,05).

Kasprowicz-Potocka et al. (2013) fanden nach Keimung von Lupinen signifikant niedrigere Futteraufnahmen bei den Tieren der Gruppe mit gekeimten Lupinen. Zwischen den Gruppen gab es keine Unterschiede in der Lebendmasse und den täglichen Zunahmen. Dabei wird jedoch angemerkt, dass die Rationen isoenergetisch und isonitrogen geplant waren und mit kristallinem Lysin, Methionin und Threonin ergänzt wurden um die Anforderungen an preacaecal verdauliche Aminosäuren zu erfüllen.

Im Zeitraum unmittelbar nach dem Absetzen (2 Wochen) fand Hunger (2010) eine (statistisch nicht signifikant) bessere Futterverwertung der Versuchsgruppen mit 10 % Anteil an gekeimtem Weizen. Obwohl die Futterverwertung der Versuchsgruppe besser war, nahmen die Tiere der Kontrollgruppe mehr Futter auf und setzten mehr Lebendmasse an. Die bessere Futterverwertung der Versuchsgruppe wird hauptsächlich auf den Umbau von Stärke zu Zuckern durch erhöhte Amylase-Aktivität im keimenden Samen zurückgeführt. Dies scheint somit vor allem bei jungen Tieren, deren enzymatische Ausstattung zum Abbau von Stärke noch nicht voll entwickelt ist positive Effekte zu haben. Dieser Effekt war im Laufe des Versuches immer weniger sichtbar, die durchschnittliche Futterverwertung über den gesamten Zeitraum war annähernd gleich (VG 1,36: KG 1,40).

Bei Betrachtung der Ergebnisse des vorliegenden Versuches lässt sich keine bessere Futterverwertung in den ersten Wochen feststellen. In der biologischen Landwirtschaft ist eine zwei Wochen längere Säugeperiode (40 Tage) vorgeschrieben. Die größten Effekte waren bei Hunger (2010) in diesem Zeitraum zu sehen. Das höhere Alter der Tiere kann als Grund für die fehlenden Effekte im vorliegenden Versuch angesehen werden.

VG24 konnte den geringeren Gehalt an essentiellen AS nicht wie erhofft über eine bessere Verfügbarkeit kompensieren. Der Gehalt an Lysin sank durch Keimung von 7,82 % des hydrolysierten Proteins auf 7,70

%, der Gehalt von Methionin von 1,00 % auf 0,98 %. (Chilomer et al., 2013) fanden bei Keimung von Lupinen zusätzlich zur Reduktion des Anteils am hydrolysierten Protein eine signifikante Verschlechterung der standardisierten ilealen Verdaulichkeit (SID) von Lysin (5 %) und Methionin (17 %), der beiden erstlimitierenden Aminosäuren in Rationen für Schweine. Angaben der Literatur weichen hier allerdings voneinander ab, so fanden Luo et al. (2014) eine Verbesserung der In-Vitro Verdaulichkeit des Proteins von gekeimten Ackerbohnen.

Da eine Gruppe mit 24 % ungekeimten Ackerbohnen im Versuchsdesign nicht vorgesehen war, können keine Aussagen über Effekte der Keimung im Vergleich zwischen Gruppen mit stark erhöhten Gehalten an Ackerbohnen getroffen werden. Partanen et al., 2006 setzten Ackerbohnen mit Anteilen von 12 % und 24% in einer Ration für Bio-Aufzuchtferkel ein. Die Autoren stellten in der Ration mit 24% ungekeimter Ackerbohne einen Rückgang der Futteraufnahme fest, dies konnte bei VG24 nicht beobachtet werden. Die Futteraufnahme der Gruppe mit 24 % ungekeimter Ackerbohne lag zwischen Tag 1 und Tag 21 bei 720 g FM * Tag⁻¹. An Tag 21 lag die Lebendmasse dieser Gruppe durchschnittlich bei 16,6 kg. VG24 nahm zwischen Tag 1 und Tag 29 durchschnittlich 731 g FM * Tag⁻¹ auf und erreichte an Tag 22 eine Lebendmasse von 18,6 kg.

Schlussfolgerungen

Keimung brachte keinen Vorteil im Hinblick auf tägliche Zunahmen. Es zeigte sich kein signifikanter Einfluss der Keimung auf die Futteraufnahme. Gekeimte Ackerbohne konnte bis 240 g * kg FM⁻¹ ohne Einbruch der Futteraufnahme in der Ration eingesetzt werden. Das Defizit an essentiellen Aminosäuren bei einem größeren Anteil von gekeimten Ackerbohnen an der Ration konnte aber durch Keimung nicht ausgeglichen werden, was sich an den verminderten täglichen Zunahmen und der geringeren Lebendmasse am Ende des Versuches zeigte. Unter den im Versuch untersuchten Bedingungen und unter Berücksichtigung des notwendigen Aufwandes kann Keimung nicht als Verfahren zur Verbesserung der Verfügbarkeit von Protein in Ackerbohnen in Rationen für Aufzuchtferkel empfohlen werden.

Literatur

- Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M., & Zollitsch, W. (2012). Esparsetten- und Platterbsensamen als Schweinefuttermittel. *BIO AUSTRIA Bauerntage 2013*: 91–93.
- Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Matzner, M., & 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*: 1–10.
- Baldinger, L., Hagmüller, W., Minihuber, U., Schipflinger, M., & Zollitsch, W. (2015). Organic grass pea (*Lathyrus sativus* L.) seeds as a protein source for weaned piglets: Effects of seed treatment and different inclusion rates on animal performance. *Renewable Agriculture and Food Systems* 2011: 1–11.
- Boulter, D., & Barber, J. T. T. (1963). Amino-Acid Metabolism in Germinating Seeds of *Vicia Faba* L. in Relation To Their Biology. *New Phytologist* 62: 301–316.
- Carbonaro, M., Grant, G., Cappelloni, M., & Pusztai, A. (2000). Perspectives into factors limiting in vivo digestion of legume proteins: Antinutritional compounds or storage proteins? *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 742–749.
- Chilomer, K., Kasprovicz-Potocka, M., Gulewicz, P., & Frankiewicz, A. (2013). The influence of lupin seed germination on the chemical composition and standardized ileal digestibility of protein and amino acids in pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 97: 639–646.
- Früh, B., Schlatter, B., Isensee, A., Maurer, V., & Willer, H. (2015). Report on organic protein availability and demand in Europe. Research Institute of Organic Agriculture (FiBL), Frick, Switzerland.
- Gulewicz, P., Martinez-Villaluenga, C., Kasprovicz-Potocka, M., & Frias, J. (2014). Non-Nutritive

Compounds in Fabaceae Family Seeds and the Improvement of Their Nutritional Quality by Traditional Processing – a Review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 64: 75–89.

Hunger, A.-C. (2010). Ernährungsphysiologische Untersuchungen zur Wirkung von gekeimtem Weizen bei Absetzferkeln. Universität Hohenheim.

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

Kasprowicz-Potocka, M., Chilomer, K., Zaworska, A., Nowak, W., & Frankiewicz, A. (2013). The effect of feeding raw and germinated *Lupinus luteus* and *Lupinus angustifolius* seeds on the growth performance of young pigs. *Journal of Animal and Feed Sciences* 22: 116–121.

Luo, Y., Jin, X., Hao, Z., Wang, Q., Zhu, L., & He, Y. (2014). Effect of Sprouting on Amino Acids , Protein Solubility and Availability in Green and White Faba Bean (*Vicia faba* L .). 6: 531–536.

Omelko, M. (2004). Bioschweinehaltung in Österreich - Situation, Entwicklungspotenzial und Wirtschaftlichkeit. Universität für Bodenkultur Wien.

Partanen, K., Siljander-rasi, H., & Alaviuhkola, T. (2006). Feeding weaned piglets and growing-finishing pigs with diets based on mainly home-grown organic feedstuffs. *Agricultural and Food Science* 15: 89–105.

Peer, D. J., & Leeson, S. (1985). Feeding Value of Hydroponically Sprouted Barley For Poultry and Pigs. *Animal Feed Science and Technology* 13: 183–190.

SAS Institute Inc. SAS 9.4 Version. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. Available from: http://www.sas.com/de_at/home.html

Schumacher, U., Fidelak, C., Koopmann, R., Weißmann, F., Snigula, J., Brüggemann, R., Naatjes, M., Simoneit, C., & Bender, S. (2011). Wissensstandsanalyse zur Tiergesundheit aller Nutztierarten im Ökologischen Landbau und 100 % Biofütterung. Bioland Beratung GmbH, D-Augsburg und Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Ökologischen Landbau, D-Westerau.

Anhang

Tabelle 3: Anteile der Futterkomponenten in den Rationen in g kg⁻¹ Frischmasse und berechnete Inhaltsstoffe in g * kg⁻¹ FM, Energie in MJ ME * kg⁻¹ FM. KGER, Kontrollgruppe Erbse; KGAB, 16% ungekeimte Ackerbohne, KGAB; VG16, 16 % gekeimte Ackerbohne; VG24, 24% gekeimte Ackerbohne.

	KGER	KGAB	VG16	VG24
Komponente (g*kg⁻¹ FM)				
Ackerbohne	-	160	160	240
Erbse	190	-	-	-
Sojakuchen	170	170	170	90
Weizen	200	235	235	235
Gerste	260	250	250	250
Sonnenblumenöl	15	20	20	20
Magermilchpulver	30	30	30	30
Weizenkleie	50	50	50	50
Haferflocken	60	60	60	60
Mineralstoffmischung	25	25	25	25
Inhaltsstoffe (g*kg⁻¹ FM)				
Rohprotein	182,6	189,9	189,9	178,2
Energie	13,25	13,24	13,24	13,08
Lysin	10,2	10,3	10,3	9,7
g Lys*MJ ME ⁻¹	0,77	0,78	0,78	0,74
Pcv Lys	8,7	8,8	8,8	8,2
Met + Cys	5,9	6	6	5,4
Thr	6,8	6,9	6,9	6,4
Trp	2,2	2,2	2,2	2
Cys	3,2	3,3	3,3	3
Met	2,7	2,7	2,7	2,4

Tabelle 4: Ergebnisse von Weender- und Aminosäurenanalyse der gekeimten und ungekeimten Ackerbohnsamen in g*kg-1 TM, Energie in MJ*kg-1 TM. Angaben der Aminosäuren in Prozent des hydrolysierten Proteins.

Parameter	Ungekeimt	Gekeimt	Änderung (%)
Umsetzbare Energie	14,52	14,48	+ 0,3 %
Rohfaser	81	85	+ 4 %
Rohfett	15	15	-
N-freie Extraktstoffe	550	542	-1,5 %
Rohprotein	317	321	+ 1 %
Lysin	7,82	7,70	-1,5 %
Methionin	1,00	0,98	-2,0 %
Cystein	1,64	1,62	-1,2 %
Mehionin + Cystein	2,64	2,57	-2,7 %
Tryptophan	1,02	1,05	+2,9 %
Lys : Met+Cys : Thr : Tr	1 : 0,3 : 0,5 : 0,13	1 : 0,3 : 0,5 : 0,14	