

Einsatz von behandelten Saatwickenkörnern (*Vicia sativa L.*) als eiweißreiches Futtermittel für Monogastrier im ökologischen Landbau

Treated grains of common vetches (*Vicia sativa L.*) as protein feed for monogastric farm animals in organic agriculture

FKZ: 15OE106

Projektnehmer:

Friedrich-Loeffler-Institut, Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit

Institut für Tierernährung

Bundesallee 37, 38116 Braunschweig

Tel.: +49 531 58044-138

Fax: +49 531 58044-299

E-Mail: andreas.berk@fli.de

Internet: www.fli.de

Autoren:

Berk, Andreas

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

Abschlussbericht

Einsatz von behandelten Saatwickenkörnern (*Vicia sativa* L.) als eiweißreiches Futtermittel für Monogastrier im ökologischen Landbau

(Förderkennzeichen 312-06.01-2815OE106)

Projektlaufzeit: 01.03.2017 – 28.02.2018

Projektträger

**Friedrich-Loeffler-Institut,
Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit,
Institut für Tierernährung,**

Dr. Andreas Berk
Bundesallee 37,
38116 Braunschweig

Kurzfassung

Mit dem Versuchsvorhaben am Friedrich Löffler Institut (FLI) sollten in einem Bilanzversuch mit 4 am terminalen Ilium mittels T-Kanüle fistulierten Schweinen der Futterwert und die praecaecale Verdaulichkeit des Proteins und ausgewählter Aminosäuren ermittelt werden.

Dabei kamen Saatwicken (angebaut beim Projektpartner Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst) in 3 verschiedenen Behandlungsvarianten

- als Schrot
- als Silage und
- als angekeimte Saat

zum Einsatz.

Im Ergebnis kann eingeschätzt werden, dass bei der Ermittlung der Gesamtverdaulichkeit der Rohnährstoffe der Futterwert der Saatwicken ermittelt werden konnte. Der errechnete ME-Gehalt mit 14,86 MJ/kg T, 15,04 MJ/kg T und 14,57 MJ/kg T für die entsprechenden Varianten ist in etwa dem von Erbsen und Ackerbohnen gleich.

Der Vergleich der 3 Behandlungsvarianten (Schroten, Silieren und Ankeimen) erbrachte erkennbare Differenzen in der Fütterungseignung für Schweine.

Bei der Ermittlung der praecaecalen Verdaulichkeit des Proteins und der hier untersuchten Aminosäuren konnten plausible Ergebnisse erzielt werden. Auf Grund fehlender Literaturdaten konnten diese nur mit anderen Leguminosen verglichen werden und sind etwas geringer als die Werte, die für Ackerbohnen und Erbsen tabelliert sind.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Saatwicken ein für Schweine geeignetes Futtermittel zur Protein bzw. Aminosäurenversorgung darstellen. Der Futterwert ist gut. Die praecaecale Verdaulichkeit des Proteins und der Aminosäuren sind etwas geringer, als die der anderen Leguminosen. Die Variante der Silierung hat sich bei Betrachtung aller hier ermittelten Daten als die vorteilhafteste Variante erwiesen.

Summary

With help of this experimental project by means of a balance trial with 4 pigs, cannulated at terminal ileum, the feed value and the precaecal digestibility of protein and selected amino acids should be evaluated.

Thereby kernels of vetch (*Vicia sativa* L.) were use in 3 variants

- as meal
- as silage and
- germinated (96 hours).

The findings show, that the evaluation of the total tract digestibility of the crude nutrients brought a feed value who with 14.86 MJ/kg DM, 15.04 MJ/kg DM and 14.57 MJ/kg DM ME for the corresponding variants were in the same range like field beans and peas.

The comparison of the 3 variants (milling, ensile and germinate) provided considerable differences in the suitability as feed for pigs.

Determination of the precaecal digestibility of protein and amino acids plausible values were evaluated. Because of the lack of data from literature these values are comparable only with values of other legumes and are below these of the table values of field beans and peas.

Overall the findings show that vetch kernels are a good suitable feed for pigs to supply with protein and amino acids. The feed value is good. The precaecal digestibility of protein and amino acids are slightly lower than these of other legumes. The variant of ensiling is by looking at all evaluated data the most advantageous variant.

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung	2
Summary	3
Inhaltsverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einführung	6
1.1 Gegenstand des Vorhabens	6
1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes	6
1.3 Planung und Ablauf	6
2 Wissenschaftlicher und technischer Stand	6
3 Material und Methoden	8
4 Ergebnisse	9
4.1 Analysenergebnisse der eingesetzten Futtermittel	9
4.2 Ergebnisse der Verdaulichkeitsuntersuchung (Gesamtverdauungstrakt)	9
4.3 Ergebnisse der praecaecalen Verdaulichkeit	11
5 Diskussion der Ergebnisse	13
5.1 Analysenergebnisse, Gesamtverdaulichkeit und ME-Gehalt	13
5.2 Praecaele Verdaulichkeit	14
6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse	16
7 Gegenüberstellung Ziele und Ergebnisse	16
8 Zusammenfassung	17
9 Literaturverzeichnis	17
10 Veröffentlichungen zum Projekt	18
11 Tabellenanhang	19

Abkürzungsverzeichnis

AS(n)	Aminosäure(n)
BD	Basaldiät
DLG	Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft
GfE	Gesellschaft für Ernährungsphysiologie
LM	Lebendmasse
ME	Metabolisable Energy (Umsetzbare Energie)
MJ	Megajoule
NfE	N-freie Extraktstoffe
OM	Organische Masse
spcV	Standardisierte praecaecale Verdaulichkeit nach GfE (2005)
St	Stärke
T	Trockenmasse
VQ	Verdauungsquotient
WS	Wicksaat (Saatwicken)
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein
XX	N-freie Extraktstoffe
Zu	Zucker

1 Einführung

1.1 Gegenstand des Vorhabens

Saatwickenkörner sind mit 339 g Rohprotein (XP) kg⁻¹ Trockenmasse deutlich eiweißreicher als Körnererbsen (251 g) und Ackerbohnen (298 g), dabei enthält das XP etwas weniger Lysin und Methionin + Cystein. Bezogen auf die Trockenmasse liegen mit 20,7 g Lysin und 6,4 g Methionin + Cystein auch die Aminosäuregehalte über denen von Körnererbsen (18,1 bzw. 6,0 g) und Ackerbohnen (18,5 bzw. 6,0 g, alle Werte aus Ott et al. 2005). Da Saatwicken vergleichsweise geringe Standortansprüche aufweisen, ist eine Ausweitung der Anbaufläche aus pflanzenbaulicher Sicht attraktiv. Allerdings können rohe Saatwickenkörner durch ihren Gehalt an antinutritiven Faktoren (ANFs) nur in äußerst geringen Anteilen in der Monogastrierfütterung eingesetzt werden.

Ziel des geplanten Projekts ist es, mit Hilfe der Behandlungsverfahren Keimung bzw. Silierung die eiweißreichen Körner der Saatwicke (*Vicia sativa* L.) zu einem hochwertigen Futtermittel für Monogastrier im ökologischen Landbau zu veredeln (Förderschwerpunkt 1.1. der BLE Bekanntmachung Nr. 07/15/31 über die Durchführung von FuE-Vorhaben zur Förderung der nachhaltigen und einheimischen Eiweißversorgung in der Monogastrierernährung im Rahmen des BÖLN vom 27.03.2015).

1.2 Ziele und Aufgabenstellung des Projektes

Gestützt auf Berichte von Versuchen mit verwandten Körnerleguminosen wird die Hypothese aufgestellt, dass eine Keimung bzw. Silierung der Saatwickenkörner deren Gehalt an ANFs reduziert und ihre Aminosäurenverdaulichkeit verbessert. Das in Saatwickenkörnern reichlich enthaltene Eiweiß soll durch die Behandlung als hoch verdauliche, betriebseigene Eiweißquelle für die ökologische Monogastrierfütterung erschlossen werden, um die lokale, nachhaltige Eiweißversorgung zu verbessern.

1.3 Planung und Ablauf

Die Versuche zur Ermittlung der praecaecalen Verdaulichkeit der Aminosäuren (AS) wurden mit 4 am terminalen Ilium mittels T-Kanüle fistulierten Schweinen am Institut für Tierernährung des FLI in Braunschweig durchgeführt (Tierschutzgenehmigung liegt vor, AZ: 33.9-42502-04-14/1562). Die 4 Tiere sollten in 3 Durchgängen eingesetzt werden. Auf Grund der Problematik, die Versuche mit fistulierten Schweinen mit sich bringen können, wurde das Versuchsdesign auf 8 Perioden erweitert.

2 Wissenschaftlicher und technischer Stand

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

Die Pflanzenzüchtung in Deutschland setzte in der jüngeren Vergangenheit bei den Körnerleguminosen fast ausschließlich auf die Züchtung halbblattloser, weiß blühender und bitter-

stoffarmer Sommererbsen. Bei allen anderen Typen und Arten – Erbsen Vollblatt-Typ, Ackerbohnen, Lupinen, Wintererbsen, Wicken - wurden die Züchteraktivitäten zurückgeföhren.

Im Gegensatz zu anderen Körnerleguminosen hat eine auf die Verfütterung an Monogastrier ausgerichtete züchterische Bearbeitung der Saatwicke in Deutschland bisher nicht stattgefunden, während global betrachtet vereinzelt Bemöhungen unternommen werden. Saatwicken eignen sich im Gegensatz zu Ackerbohnen auch für trockenere Standorte, außerdem enthalten Saatwickenkörner durchweg höhere Rohproteingehalte als Körnererbsen und Ackerbohnen (Ott et al. 2005), wodurch bei vergleichbaren Hektarerträgen auch die Rohproteinerträge je Flächeneinheit über dem Niveau von Körnererbsen liegen (Böhmer 2015). Über Unterschiede zwischen verschiedenen Sorten ist allerdings wenig bekannt (Ott et al. 2005). In mehrjährigen Anbauversuchen am Thünen-Institut für Ökologischen Landbau zeigte sich unter norddeutschen Standortbedingungen und praxisüblichem Anbau im Gemenge mit einer Stützfrucht überdies eine bessere Ertragsstabilität im Vergleich zu Körnererbsen (Böhmer 2015).

Allerdings eignen sich Saatwickenkörner in rohem Zustand nur sehr eingeschränkt für die Fütterung: Legehennen reagierten in Untersuchungen von Farran et al. (1995) bereits auf einen Rationsanteil von 7,5 % mit Gewichtsverlusten, ab 22,5 % rohen Wicken in der Ration waren Futteraufnahme und Legeleistung signifikant reduziert. Zusätzlich zu den genannten Effekten verzeichneten Kaya et al. (2011) bei einem Rationsanteil von 25 % krankhafte Veränderungen der Leber. In Rationen für Masthühner zeigten sich bei Rationsanteilen von 10 % noch keine negativen Effekte (Darre et al. 1998), 30 % rohe Saatwickenkörner im Futter führten hingegen zu 100%iger Mortalität innerhalb von 13 Tagen (Harper und Arscott 1962). Für die Verfütterung roher Saatwickenkörner an Schweine empfiehlt Gomez (1983), einen Höchstanteil von 10 % in Rationen für Ferkel und 20 % in Rationen für Mastschweine nicht zu überschreiten. In einem Versuch mit einer auf verringerten ANF-Gehalt selektierten australischen Sorte zeigten sich hingegen auch bei 22,5 % Rationsanteil keine negativen Effekte auf die Leistungsparameter von Mastschweinen (Collins et al. 2002).

Versuche zur Behandlung von Saatwicken für die Verfütterung an Monogastrier ergaben, dass durch eine Autoklavierung (8 h bei 103 Kilopascal) oder Kombinationen aus Einweichen und Kochen mit regelmäßigem Wasseraustausch der ANF-Gehalt soweit reduziert werden kann, dass bei Verfütterung keine negativen Effekte auftreten (Kaya et al. 2011; Harper und Arscott 1962; Darre et al. 1998).

Allerdings sind beide Behandlungen mit hohem Aufwand verbunden, wohingegen die Keimung und die Silierung einfacher durchzuführen sind und sich für die Anwendung am tierhaltenden Betrieb eignen.

Zur Keimung von Saatwicken liegt keine Literatur vor, allerdings existieren Belege für eine deutliche Verbesserung des Futterwerts von Ackerbohnen (*Vicia faba*), welche derselben Pflanzengattung angehören: Die Gehalte der ANFs Vicin und Convicin wurden durch eine 7-tägige Keimung um 84 bzw. 100% reduziert (Jamalian 1999), kondensierte Tannine wurden durch eine 72 stündige Keimung um 60 % reduziert (Alonso et al. 2000). Die Reduktion insbesondere der Tannine wiederum führte ab einer Keimdauer von 48 h zu einer Verbesserung der Aminosäurenverdaulichkeit (Alonso et al. 2000). Eine im Rahmen des BÖL geförderte Studie (Projekt Nr. 02OE663) zum Einsatz von gekeimtem Weizen in der Geflügelfütterung fand zwar keine positiven Effekte auf die Inhaltsstoffe, sah aber Forschungsbedarf bezüglich der Effekte auf die ANF-Reduktion in Körnerleguminosen (Fölsch et al., 2004).

Die grundsätzliche Silierbarkeit von Saatwickenkörnern konnte bereits von Marquardt et al. (2008) gezeigt werden. Bei Ackerbohnen wurde außerdem ein deutlicher Effekt der Silierung auf die Gehalte an ANFs festgestellt werden, darunter eine bis zu 77 %ige Reduktion der kondensierten Tannine und eine numerische, aber nicht signifikante Reduktion von Vicin und Convicin (Gefrom et al. 2014). Zum Effekt der Silierung von Leguminosenkörnern auf die Aminosäurenverdaulichkeit ist bislang nichts bekannt, allerdings ist davon auszugehen, dass es - ebenso wie für die Keimung berichtet - durch die Reduktion der ANFs zu einer Verbesserung kommt.

3 Material und Methoden

Bilanzversuch mit am terminalen Ilium mittels T-Kanüle fistulierten Schweinen

Die Bestimmung der Verdaulichkeit wird entsprechend der Vorschrift der GfE (2005) mittels unverdaulichem Marker (HCl-unlösliche Asche) durchgeführt. Um einen Anteil des Markers im Futter von > 1% zu erreichen, wurde der Basaldiät (BD) 1% Sipernat® (99% SiO₂) zugesetzt. Der Versuch wurde als Differenzversuch durchgeführt. Dabei wurde die BD allein bzw. zu 75% mit entsprechend 25% der zu testenden Saatwickenvariante (Schrot, Silage, Keime) gemischt zweimal täglich (7⁰⁰ Uhr und 17⁰⁰ Uhr) verabreicht.

Immer donnerstags erfolgte die Umstellung auf das Testfutter, dienstags wurde über 12 h Kot gesammelt und mittwochs über 24 h Chymus.

Zur Verdeutlichung wird in der Tabelle 1 das Versuchsdesign dargestellt.

Tabelle 1: Versuchsdesigns des Verdauungsversuchs

Periode	Tier 96	Tier 36	Tier 98	Tier 99
1	BD	BD + Schrot	BD + Silage	BD + Keime
2	BD + Keime	BD	BD + Schrot	BD + Silage
3	BD + Silage	BD + Keime	BD	BD + Schrot
4	BD + Schrot		BD + Keime	BD
5	BD		BD + Silage	BD + Keime
6	BD + Keime		BD + Schrot	BD + Silage
7	BD + Silage		BD	BD + Schrot
8	BD + Schrot		BD + Keime	BD

BD = Basaldiät (Weizen, MinVit, AS, Sipernat)

Schrot = Schrot aus Saatwickensamen der Ernte 2016 TI Trenthorst

Silage = Silage aus Saatwickensamen der Ernte 2016 am TI Trenthorst siliert und vakuumiert

Keime = Keime aus Saatwickensamen der Ernte 2016 TI Trenthorst, am FLI in Braunschweig gekeimt

In der 3. Periode fiel das Tier 36 nach dem Kotsammeln (vor dem Chymussammeln) aus. Trotzdem konnten gegenüber dem geplanten Versuchsverlauf mehr Sammelperioden durchgeführt werden und damit für eine Auswertung genügend Daten bereitgestellt werden. Zu Beginn der ersten Periode hatten die Tiere eine mittlere LM von 62,0 kg und nach der 8.

Periode eine mittlere LM von 86,0 kg. Dabei wurde die Futtermenge pro Mahlzeit von 700 g (Periode 1) auf 800 g (Perioden 2 bis 5), bzw. 900 g (Perioden 6 bis 8) gesteigert.

Die Silage wurde vom Institut für Ökologischen Landbau des Thünen Institutes (Trenthorst) in vakuumierten Portionen von je 2 kg Frischmasse (ca. 65% T) bereitgestellt, wobei die Silierung nach der Methode von Hoedtke und Zeyner (2011) erfolgte. Die Beschreibung der Methode erfolgt im Bericht dieses Projektpartners. Die angekeimten Saatwicken wurden hier vor Ort in einem Keimrad 100 der Söllradl GmbH (Kremsmünster, Österreich) hergestellt. Die Keimung erfolgte jeweils über 96 h. Dabei stand das Keimrad in einem auf 20°C temperierten Raum.

Die Rohnährstoffe einschließlich Stärke und Zucker wurden entsprechend der Methoden des VDLUFA (1976) analysiert. Die Analyse der Aminosäuren erfolgte am Institut für Ökologischen Landbau, wobei die Oxidation und Hydrolyse der Proben in Anlehnung an die Verordnung (EG) Nr. 152/2009 durchgeführt wurden. Für die nachfolgende Derivatisierung und Chromatographie fand die Methode von Cohen and Michaud (1993) Anwendung.

4 Ergebnisse

4.1 Analysenergebnisse der eingesetzten Futtermittel

Die Ergebnisse der Rohnährstoffanalyse (plus Stärke und Zucker) sind in der Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2: Ergebnisse der Rohnährstoffanalyse (g/kg T)

	BD	SW-Schrot	SW-Silage	SW-Keime
T (g/kg)	873,4	880,6	634,0	266,2
XA	57,9	38,0	37,5	41,7
XP	130,3	358,2	355,0	378,5
XL	32,2	22,9	19,8	21,4
XF	26,3	39,5	50,8	63,1
XX	753,2	541,4	536,9	495,4
St	618,4	432,1	423,8	294,8
Zu	30,7	26,8	0,0	120,8

Die BD (94,2% Weizen, 1,0% Sojaöl, 3,0% Min./Vit. 1,3% Sipernat, 0,4% Lysin-HCl, 0,1% L-Threonin) hat den höchsten Gehalt an Stärke (St) bzw. N-freien Extraktstoffen (XX). Die Saatwickenvarianten haben mit 355 bis 378g Rohprotein (XP)/kg T etwa gleiche Proteingehalte. In der Silage ist der Zucker (Zu) komplett abgebaut, in den Keimen hat dieser stark zugenommen, mit 121 g/kg T gegenüber dem Ausgangsprodukt mit 27 g/kg T. Dieser ist offensichtlich aus der Stärke entstanden, die gegenüber den beiden anderen Varianten abgenommen hat.

4.2 Ergebnisse der Verdaulichkeitsuntersuchung (Gesamtverdauungstrakt)

Die Verdaulichkeiten der BD und der Testmischungen (75% BD plus 25% Testsubstanz) sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Verdaulichkeit (%) der Rohnährstoffe der BD und der Testgemische

	BD	BD+Schrot	BD+Silage	BD+Keime
n	7	7	6	7
Tiere	4	4	3	4
T	95,0	94,1	94,2	93,6
OM	87,0	86,0	86,2	85,6
XP	78,5	78,0	79,7	79,8
XL	58,6	58,8	59,2	53,3
XF	5,3	5,5	17,2	23,0
XX	92,5	92,7	92,3	91,8

Die Verdaulichkeit der Testmischungen liegt in etwa in der Größenordnung der BD, außer bei den beiden behandelten Varianten (Silage, Keime), bei denen die Rohfaserverdaulichkeit (XF) deutlich ansteigt. Die Verdaulichkeit der BD entspricht in etwa den Werten von Weizen (DLG, 2014). Beim Vergleich der Varianten in den Testgemischen fällt auf, dass die Keimvariante bei XL einen niedrigeren Wert aufweist als Schrotvariante und Silagevariante.

Die Ergebnisse der Differenzrechnung bei der Verdaulichkeit der Rohnährstoffe und die daraus errechneten ME-Gehalte sind in der Tabelle 4 ausgewiesen.

Tabelle 4: Verdaulichkeit (%) der Rohnährstoffe der Testsubstanzen und der ME-Gehalt

	WS-Schrot	WS-Silage	WS-Keime
n	7	6	7
Tiere	4	3	4
OM	83,1	84,1	81,4
XP	77,4	81,0	81,1
XL	59,8	62,2	29,3
XF	5,9	35,8	45,2
XX	93,5	91,6	88,6
ME (MJ/kg T)	14,86	15,04	14,57

Die Reihung der Varianten wird bei der Betrachtung der Werte der Testsubstanzen nach der Differenzrechnung noch deutlicher. Die Silage weist bei OM, XP und XL die höchsten Werte aus, während die Keime bei OM, XL und XX die geringsten Werte aufweisen. Dadurch ergibt sich beim ME-Gehalt die Reihung Silage (15,04 MJ/kg T), Schrot (14,86 MJ/kg T) und Keime (14,57 MJ/kg T). Auch bei der Betrachtung der Einzeltierwerte (Tabelle 5) ergibt sich die gleiche Schlussfolgerung.

Tabelle 5: Verdaulichkeit (%) der Rohnährstoffe der Testsubstanzen bei den Einzeltieren

Tier-Nr.	OM	XP	XL	XF	XX
WS-Schrot					
36 1x	81,9	81,8	-2,5	-37,3	94,1
96 2x	72,4	64,8	42,5	- 55,6	88,1
98 2x	82,0	77,1	69,7	14,4	90,7
99 2x	95,5	87,9	98,4	80,6	101,5
Silage					
96 2x	82,9	78,1	54,2	25,3	92,6
98 2x	74,4	77,1	29,6	19,1	84,8
99 2x	96,4	90,5	113,4	83,3	101,0
Keime					
36 1x	71,4	71,0	-12,9	13,3	83,4
96 2x	88,8	88,9	87,1	54,2	93,1
98 2x	73,0	74,5	-31,2	29,1	81,9
99 2x	87,4	84,8	53,0	68,2	93,3

4.3 Ergebnisse der praecaecalen Verdaulichkeit

Die Analyseergebnisse der bei Schweinen essentiellen (bzw. semiessentiellen) Aminosäuren (Lysin, Methionin, Cystin, Threonin, Valin, Isoleuzin, Leuzin, Histidin, Tyrosin, Phenylalanin und Arginin) außer Tryptophan (nicht analysiert) sind in der Tabelle 6 dargestellt. Die anderen analysierten Aminosäuren (AS) sind in der Anhangstabelle A1 aufgeführt.

Tabelle 6: Analyseergebnisse der essentiellen AS (g/kg T)

	BD	WS-Schrot	WS-Silage	WS-Keime
Lysin	7,14	22,98	21,87	19,81
Methionin	1,90	2,64	2,56	2,38
Cystin	2,75	3,64	3,29	3,14
Methionin + Cystin	4,66	6,28	5,86	5,52
Threonin	5,00	12,46	12,06	11,37
Valin	5,00	15,94	15,49	16,23
Isoleuzin	3,98	14,16	13,78	13,43
Leuzin	7,91	25,84	25,51	22,26
Histidin	2,53	10,69	10,90	11,18
Tyrosin	3,48	10,41	9,63	8,75
Phenylalanin	5,64	15,27	14,97	15,05
Arginin	5,62	32,88	31,39	28,78

Die praecaecale Verdaulichkeit der T, des XP und der erstlimitierenden AS sind in der Tabelle 7 dargestellt.

Tabelle 7: Praecaecale Verdaulichkeit (%) der T, des XP und der essentiellen AS der BD und der Testgemische

	BD	BD+Schrot	BD+Silage	BD+Keime
n	7	7	6	6
Tiere	4	4	3	3
T	97,6	97,1	95,8	96,8
XP	63,0	60,5	54,7	52,4
Lysin	69,9	69,0	64,1	60,8
Metionin	69,3	63,0	55,3	57,3
Cystin	62,4	54,9	40,3	42,7
Meth. + Cys.	65,2	58,3	46,5	48,8
Threonin	56,1	55,1	44,7	42,3
Valin	60,9	59,6	54,7	54,0
Isoleuzin	63,3	62,1	58,3	55,5
Leuzin	69,4	67,1	63,2	58,5
Histidin	68,1	65,9	63,6	61,6
Tyrosin	66,3	63,4	57,5	52,0
Phenylalanin	74,2	68,4	65,1	63,2
Arginin	71,6	73,9	73,2	68,1

Aus den Ergebnissen der Tabelle 7 wird deutlich, dass die Verdaulichkeit der Mischung aus BD + Keime die schlechtesten Ergebnisse erbringt.

Aus den entsprechenden Differenzrechnungen ergeben sich die Daten der Tabelle 8.

Tabelle 8: Praecaecale Verdaulichkeit (%) des Rohproteins und der essentiellen AS der Testsubstanzen

	Schrot	Silage	Keime
n	7	6	6
Tiere	4	3	3
XP	57,8	45,6	41,5
Lysin	68,1	58,4	51,1
Metionin	49,5	24,1	28,7
Cystin	38,0	-15,1	-9,2
Meth. + Cys.	42,8	1,9	7,1
Threonin	53,9	30,6	24,1
Valin	58,4	48,8	47,6
Isoleuzin	61,0	53,9	48,5
Leuzin	65,0	57,4	46,8
Histidin	64,4	60,6	57,3
Tyrosin	60,4	48,0	34,9
Phenylalanin	62,0	55,0	50,9
Arginin	75,0	74,0	66,0

Aus den Daten der Differenzrechnung ergeben sich bis auf die Werte der schwefelhaltigen ASn (Methionin und Cystin) plausible Werte. Nach diesen Berechnungen ist die Verdaulichkeit der ASn aus dem Schrot am besten und die der Keime am schlechtesten. Die Verdaulichkeiten der anderen analysierten ASn sind in den Anhangstabellen A2 und A3 dargestellt.

Auch bei den nichtessentiellen ASn ergeben sich prinzipiell die gleichen Ergebnisse bezüglich der Aussagen zu den essentiellen ASn.

Entsprechend der Termini der GfE (2005) ist die praecaecale Verdaulichkeit um die endogenen Verluste im Dünndarm auf die „standardisierte praecaecale Verdaulichkeit“ (spcV) zu korrigieren. Allerdings liegen nicht für alle ASn entsprechende Korrekturwerte vor. Für das XP und die hier untersuchten ASn sind die Werte in der Tab. 9 dargestellt (für die nichtessentiellen ASn gibt es keine Korrekturwerte).

Tabelle 9: Werte der spcV (%) des Rohproteins und der essentiellen AS der Testsubstanzen

	Schrot	Silage	Keime
n	7	6	6
Tiere	4	3	3
XP	62,5	50,2	45,0
Lysin	71,7	61,8	53,6
Metionin	53,1	27,5	32,6
Cystin	42,1	-12,8	-6,7
Threonin	60,2	36,1	28,8
Valin	63,8	54,2	52,3
Isoleuzin	65,7	58,6	52,5
Leuzin	68,4	60,9	49,3
Histidin	67,9	64,1	60,1
Tyrosin	64,8	52,3	37,8
Phenylalanin	65,0	58,2	53,4
Arginin	79,3	78,5	69,2

5 Diskussion der Ergebnisse

5.1 Analysergebnisse, Gesamtverdaulichkeit und ME-Gehalt

Die Rohnährstoffanalysen der im Versuch eingesetzten unbehandelten bzw. behandelten Saatwicken (Tab. 2) liegt beim Gehalt an Organischer Substanz (OM ca. 96%) und beim Gehalt an Rohprotein (XP ca. 36%) über älteren Literaturangaben, die Werte zwischen (OM) 83% und 96% bzw. (XP) 25% und 33% angeben.

Die dort angegebenen Gehalte an Rohfett (XL) und Rohfaser (XF) stimmen mit 1,7% bis 2,8% (XL) bzw. 4,0% bis 6,8% gut mit den hier analysierten Werten (Tab. 2) überein (Pott, E., 1907; Mach, F. u. Herrmann, R., 1934; Morrisson, F.B., 1951, DLG 1961; Kling, M. u. Wöhlbier, W., 1983).

Der hohe XP-Gehalt gegenüber den älteren Angaben spiegelt sich auch in den Gehalten der analysierten ASn wieder (Tab. 6). Im Vergleich zur DLG (1976) liegen die AS-Gehalte (bis auf Methionin z.T. deutlich höher. Vergleicht man jedoch die Werte auf Rohproteinbasis (g/100 g XP) ergeben sich kaum Differenzen (Tab. 10).

Tabelle 10: Gehalte an essentiellen AS im Vergleich zur DLG (1976) in g/100 g XP

	Vorliegendes Schrot	DLG
Lysin	6,4	6,7
Metionin	0,7	1,7
Cystin	1,0	0,7
Threonin	3,5	3,2
Valin	4,4	4,2
Isoleuzin	4,0	3,8
Leuzin	7,2	7,1
Histidin	3,0	2,4
Tyrosin	2,9	k.A.
Phenylalanin	4,3	3,9
Arginin	9,2	7,8

Differenzversuche, die durchgeführt werden, da aus ernährungsphysiologischen Gründen die Testsubstanz (hier die unbehandelte bzw. behandelte Saatwicken) nicht allein an die Zielspezies verfüttert werden kann, haben den Nachteil, dass der Versuchsfehler ausschließlich der Testsubstanz zugerechnet wird. Der Versuchsfehler entsteht in erster Linie daraus, dass das Zieltier die Nährstoffe aus dem Gemisch aus Basaldiät (BD) und Testsubstanz anders (meist besser) verdaut als aus der BD allein.

Die Verdaulichkeiten der Rohnährstoffe der Testgemische liegen im Bereich der Werte bei alleiniger Verfütterung der BD. Das minimiert den Fehler des Differenzversuches. Die Verdauungswerte sind in einer erwarteten Größenordnung. In der neueren Literatur finden sich dazu keine Referenzwerte. Ältere Quellen beschreiben eine Verdaulichkeit der OM von 82%, des XP von 84%, des XL von 41%, der XF von 10% und der XX von 91% beim Schwein (DLG, 1961).

Die Reihung ist wie im Ergebniskapitel beschrieben so, dass die Keimvariante die schlechtesten Ergebnisse aufweist. Die Silage weist die besten Ergebnisse auf, was auch im ME-Gehalt deutlich wird (Silage 15,04 MJ/kg T, Schrot 14,86 MJ/kg T, Keime 14,57 MJ/kg T). Im Vergleich zu Erbsen (15,68 MJ/kg T, DLG, 2014) und Ackerbohnen (14,77 MJ/kg T) ist der ME-Gehalt etwa gleich groß.

5.2 Praecaele Verdaulichkeit

Die Ergebnisse der praecaecalen Verdaulichkeit des XP und der ASn sind plausibel (Tabn. 7 und 8). Vergleichswerte aus der Literatur liegen nicht vor. Aber im Vergleich zu Tabellenwerten von Erbsen und Ackerbohnen zeigt sich eine schlechtere Verdaulichkeit der ASn der unbehandelten bzw. behandelten Saatwicken (Tabn. 11 und 12).

Tabelle 11: Verdaulichkeit (spcV %) essentieller ASn im Vergleich zu Erbsen und Ackerbohnen (DLG, 2014)

	Saatwicken Schrot	Erbse	Ackerbohne
Lysin	71,7	84	82
Metionin	53,1	73	61
Cystin	42,1	66	68
Threonin	60,2	75	75

Vergleicht man die Gesamtverdaulichkeit des XP mit der praecaecalen Verdaulichkeit fällt auf, dass die Ergebnisse der 3 Behandlungsverfahren unterschiedlich Reihungen der Werte aufweisen. Die praecaecale Verdaulichkeit der Schrotvariante ist besser als die beiden behandelten Varianten, was bei der Gesamtverdaulichkeit umgekehrt ist.

Insgesamt kann die Saatwicke als ein Futtermittel für Schweine eingesetzt werden. Im Vergleich zu Ackerbohnen und Erbsen ist der Futterwert etwa gleich, die praecaecale Verdaulichkeit etwas schlechter (Tab. 12).

Tabelle 12: Vergleich der hier untersuchten Saatwickenvarianten zu Erbsen und Ackerbohnen (DLG, 2014)

	WS-Schrot	WS-Silage	WS-Keime	Erbse	Ackerbohne
Ausgewählte Inhaltsstoffe (g/kg T)					
OM	962,0	962,5	958,3	847	845
XP	358,2	355,0	378,5	220	264
XL	22,9	19,8	21,4	13	14
XF	39,5	50,8	63,1	57	77
XX	541,4	536,9	495,4	557	490
Lysin	22,98	21,87	19,81	15,8	16,3
Metionin	2,64	2,56	2,38	2,1	2,0
Cystin	3,64	3,29	3,14	3,2	3,4
Threonin	12,46	12,06	11,37	7,9	8,9
Gesamtverdaulichkeit (%)					
OM	83,1	84,1	81,4	89	89
XP	77,4	81,0	81,1	79	79
XL	59,8	62,2	29,3	45	45
XF	5,9	35,8	45,2	62 ¹	30 ¹
XX	93,5	91,6	88,6	95 ¹	90 ¹
Praecaecale Verdaulichkeit (spcV %)					
XP	62,5	50,2	45,0	79	77
Lysin	71,7	61,8	53,6	84	82
Metionin	53,1	27,5	32,6	73	61
Cystin	42,1	-12,8	-6,7	66	68
Threonin	60,2	36,1	28,8	75	75

¹ (DLG, 1991)

Während in der Gesamtverdaulichkeit der Rohnährstoffe die Variante der silierten Saatwicken die höchsten Verdauungswerte hat, hat diese bei der praecaecalen Verdaulichkeit des Proteins und der bei Getreiderationen erstlimitierenden ASn (Lysin, Methionin und Threonin) die Variante der ausschließlich geschroteten Saatwicken. Die Silage ist bei den meis-

ten der untersuchten ASn besser als die Keimvariante aber immer deutlich schlechter als das Schrot. Da sowohl das Schrot als auch die zur Silierung bereiteten Körner nur gequetscht waren, kann hierfür keine Erklärung gefunden werden. Das Keimrad wurde mit ganzen Körnern bestückt, die durch quellen zwar platzten und die Keime schoben, aber von der Struktur her den geringsten Zerkleinerungsgrad aufwiesen.

6 Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse

Der Nutzen und die sich daraus abzuleitende Verwertung der Ergebnisse kann hier nur für das Teilprojekt des Verbundprojektes „Einsatz von behandelten Saatwickenkörnern (*Vicia sativa* L.) als eiweißreiches Futtermittel für Monogastrier im ökologischen Landbau“, eingeschränkt auf die Verdaulichkeit beim Schwein, charakterisiert werden. In Abhängigkeit von den Ergebnissen der anderen Teilprojekte (Anbau, Verarbeitung, Einsatz bei Geflügel, Mastversuche beim Schwein) kann diese Aussage eingeschränkt werden bzw. können andere Schlüsse gezogen werden.

Für dieses Teilprojekt lässt sich folgendes ableiten:

- Der festgestellte Rohproteingehalt und die Gehalte an Aminosäuren sind höher, als in älterer Literatur angegeben (neuere Untersuchungen fehlen).
- Sowohl die Gesamtverdaulichkeit der Rohnährstoffe, als auch die praecaecale Verdaulichkeit des Proteins und der hier untersuchten Aminosäuren liegen, wie in älterer Literatur beschrieben, unter denen von Erbsen und Ackerbohnen. Der ermittelte ME-Gehalt und der deutlich höhere Rohproteingehalt weisen die Saatwicken als ein gutes Futtermittel zur Proteinlieferung beim Schwein aus.
- Von den hier untersuchten Varianten (geschrotet, siliert oder angekeimt) zeigt sich die Silage am besten als Futtermittel für Schweine geeignet, im Vergleich zum Schrot und der gekeimten Saatwicken.
- Die Technologie der Zerkleinerung vor der Silierung könnte bei einer Optimierung vermutlich noch bessere Ergebnisse, v.a. bei der praecaecalen Verdaulichkeit, erbringen.

7 Gegenüberstellung Ziele und Ergebnisse

Ziel des Versuches war es, innerhalb eines Verbundprojektes zum Anbau, der Bearbeitung und des Einsatzes als Futtermittel für Monogastrier, den Futterwert von Saatwicken (unbehandelt, siliert oder angekeimt) für Schweine und die praecaecale Verdaulichkeit des Proteins und von Aminosäuren zu ermitteln.

In einem Versuch mit am terminalen Ilium mittels T-Kanüle fistulierten Schweinen konnte die Gesamtverdaulichkeit der Rohnährstoffe und die praecaecale Verdaulichkeit des Proteins und von Aminosäuren ermittelt werden. Der Futterwert, abgeleitet aus der Gesamtverdaulichkeit, weist die Saatwicke als ein für Schweine geeignetes Proteinfuttermittel aus. Beim Vergleich der 3 Behandlungsvarianten (Schroten, Silieren und Ankeimen) konnten die Unterschiede herausgearbeitet werden.

Die Bestimmung der praecaecalen Verdaulichkeit des Proteins und der hier untersuchten Aminosäuren wurde erfolgreich durchgeführt und erbrachte plausible Werte.

8 Zusammenfassung

Gegenüber dem Projektantrag wurde der Versuch in 8 an Stelle von 4 sich wiederholenden Perioden mit 4 Tieren durchgeführt (1 Tier fiel während des Versuches aus). Dies erwies sich für die Sicherheit der zu ermittelnden Daten im Nachhinein als sehr vorteilhaft.

Mit Hilfe der Ergebnisse der Gesamtverdaulichkeit konnte der ME-Gehalt und damit der Futterwert ermittelt werden. Der errechnete ME-Gehalt mit 14,86 MJ/kg T, 15,04 MJ/kg T und 14,57 MJ/kg T für die entsprechenden Varianten liegt in der Größenordnung von Erbsen und Ackerbohnen.

Der Vergleich der 3 Behandlungsvarianten (Schroten, Silieren und Ankeimen) erbrachte deutlich erkennbare Differenzen in der Fütterungseignung für Schweine.

Bei der Ermittlung der praecaecalen Verdaulichkeit des Proteins und der hier untersuchten Aminosäuren konnten plausible Ergebnisse erzielt werden. Auf Grund fehlender Literaturdaten sind diese nur mit anderen Leguminosen vergleichbar und sowohl Ackerbohnen als auch Erbsen unterlegen.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass Saatwicken ein für Schweine geeignetes Futtermittel darstellen. Der Futterwert entspricht dem anderer Leguminosen. Die praecaecale Verdaulichkeit des Proteins und der Aminosäuren ist im Vergleich mit anderen Leguminosen etwas geringer. Die Variante der Silierung hat sich bei Betrachtung aller hier ermittelten Daten als die vorteilhafteste Variante erwiesen.

9 Literaturverzeichnis

- Alonso R, Aguirre A, Marzo F (2000) Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans Food Chemistry 68:159-165
- Böhm H (2015) Ertragsleistung, Proteingehalte und -erträge von Saatwicken im Vergleich zu Erbse, Ackerbohne und Lupine. Paper presented at the 13. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Eberswalde, Germany,
- Cohen SA, Michaud DP (1993) Synthesis of a fluorescent derivatizing reagent, 6-aminoquinolyl-N-hydroxysuccinimidylcarbamate, and its application for the analysis of hydrolysate amino acids via high-performance liquid chromatography. Anal Biochem 211: 279-287
- Collins CL, Henman DJ, King RH, Dunshea FR (2002) Common vetch (*Vicia sativa* cv. Morava) is an alternative protein source in pig diets Proceedings of the Nutrition Society of Australia 26:249
- Darre MJ, Minior DN, Tataka JG, Ressler C (1998) Nutritional evaluation of detoxified and raw common vetch seed (*Vicia sativa* L.) using diets of broilers Journal of Agricultural and Food Chemistry 46:4675-4679
- DLG 1961: DLG-Futterwerttabellen – Wiederkäuer - DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- DLG 1961: DLG-Futterwerttabellen – Schweine - DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- DLG 1976: DLG-Futterwerttabellen – Aminosäuregehalte in Futtermitteln - DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- DLG 1991: DLG-Futterwerttabellen – Schweine - DLG-Verlag, Frankfurt am Main

- DLG 2014: DLG-Futterwerttabellen – Schweine - DLG-Verlag, Frankfurt am Main
- Farran MT, Uwayjan MG, Miski AMA, Sleiman FT, Adada FA, Ashkarian VM, Thomas OP (1995) Effect of Feeding Raw and Treated Common Vetch Seed (*Vicia sativa*) on the Performance and Egg Quality Parameters of Laying Hens Poultry Science 74:1630-1635
- Fölsch DW, Knierim U, Staack M (2004) Einsatz von gekeimtem Getreide in der Geflügelfütterung. Universität Kassel - Ökologische Agrarwissenschaften
- Gefrom A, Balko C, Zeyner A (2014) Silierung von feuchtem Körnerschrot von Ackerbohnen, Futtererbsen und Lupinen als Verfahren der Konservierung und zur Reduzierung antinutritiver Inhaltsstoffe.
- GfE (2005) Mitteilungen des Ausschusses für Bedarfsnormen: Standardisierte praecaecale Verdaulichkeit von Aminosäuren in Futtermitteln für Schweine – Methoden und Konzepte Proceedings of the Society of Nutrition Physiology 14:185-205
- Gómez A (1983) Los granos de leguminosas como componentes proteicos para la alimentacion animal. In: Leguminosas de grano. Cubero y Moreno, pp 249-262
- Harper JA, Arscott GH (1962) Toxicity of Common and Hairy Vetch Seed for Poults and Chicks Poultry Science 41:1968-1974
- Hoedtke S, Zeyner A (2011) Comparative evaluation of laboratory-scale silages using standard glass jar silages or vacuum-packed model silages. Journal of the Science of Food and Agriculture 91:841-849
- Jamalian J (1999) Removal of favism-inducing factors vicine and convicine and the associated effects on the protein content and digestibility of fababeans (*Vicia faba* L)† Journal of the Science of Food and Agriculture 79:1909-1914
- Kaya H, Çelebi Ş, Macit M, Geyikoğlu F (2011) The effects of raw and physical processed common vetch seed (*Vicia sativa*) on laying performance, egg quality, metabolic parameters and liver histopathology of laying hens Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 24:1425-1434
- Kling M, Wöhlbier W (1983) Handelsfuttermittel Band 2 Teil B, Eugen Ulmer, Stuttgart
- Mach F, Herrmann R (1934) Landw. Vers. Stat. 119
- Morrison F (1951) Feeds and Feeding, Ithaca
- Ott E, Friedel K, Gabel M Untersuchungen zum Futterwert von Wicken (*Vicia sativa*). In: VDLUFA-Kongreß, Bonn, Germany, 2005. p 117
- Pott E (1907) Handbuch der tierischen Ernährung und der landwirtschaftlichen Futtermittel, Paul Paray, Berlin
- Verordnung (EG) Nr. 152/2009 der Kommission vom 27. Januar 2009 zur Festlegung der Probenahmeverfahren und Analysemethoden für die amtliche Untersuchung von Futtermitteln
- VDLUFA (1976) Handbuch der Landwirtschaftlichen Versuchs- und Untersuchungsmethodik. Band III. Die chemische Untersuchung von Futtermitteln, Dritte Auflage, VDLUFA-Verlag, Darmstadt

10 Veröffentlichungen zum Projekt

Da es sich um ein Teilprojekt eines Verbundprojektes handelt, gab es bisher keine Veröffentlichungen oder Fachvorträge.

11 Tabellenanhang

Tabelle A1: Analysenergebnisse (g/kg T) der anderen analysierten ASn

	BD	WS-Schrot	WS-Silage	WS-Keime
Asparaginsäure	6,75	43,77	41,63	58,19
Glutaminsäure	35,97	63,56	60,95	46,01
Serin	5,58	17,35	16,86	16,79
Glycin	4,75	14,89	14,93	11,89
Alanin	4,28	14,12	14,50	15,79
Prolin	11,08	14,79	15,59	15,09

Tabelle A2: Verdaulichkeiten (%) der anderen analysierten ASn der BD und der Testmischungen

	BD	BD+Schrot	BD+Silage	BD+Keime
Asparaginsäure	51,9	58,4	56,2	64,0
Glutaminsäure	93,6	92,3	90,7	89,5
Serin	66,5	65,1	58,4	55,6
Glycin	51,7	48,5	42,8	33,3
Alanin	46,3	45,8	40,7	41,8
Prolin	76,4	68,0	59,7	58,7

Tabelle A3: Verdaulichkeiten (%) der anderen analysierten ASn der Testsubstanzen

	Schrot	Silage	Keime
Asparaginsäure	61,4	58,3	68,3
Glutaminsäure	90,2	85,6	80,0
Serin	63,6	50,4	44,6
Glycin	45,4	34,3	11,1
Alanin	45,3	35,8	38,2
Prolin	49,0	23,9	19,6