



Universität für Bodenkultur Wien
Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA Tulln
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie

Masterarbeit

**Untersuchungen zum Einsatz von unterschiedlichen Futterrationalen
auf das Fressverhalten von Mastschweinen**

Eingereicht von

Felix Günther Seyfried

Betreuer: Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Karl Schedle

Wien, Februar 2019

Danksagung

Ich möchte mich an dieser Stelle bei denen bedanken, die mich bei der Erstellung dieser Masterarbeit begleitet und fachlich betreut haben.

Besonders möchte ich mich bei Herrn Dr. Priv.-Doz. Dipl.-Ing. Dr. Karl Schedle bedanken, der mir diese Masterarbeit ermöglicht hat und mich während der Verfassung der Arbeit hervorragend betreut hat. Da ich nie lange auf eine Rückmeldung warten musste, war ein rasches Voranschreiten dieser Arbeit möglich.

Ebenso möchte ich mich bei DI. Josef Pichler BEd. bedanken, der immer abrufbereit war und mir mit vielen guten Vorschlägen und Verbesserungsmöglichkeiten zur Seite stand und stets ein offenes Ohr für mich hatte.

Des Weiteren möchte ich mich bei meinen Freunden bedanken, welche mir oft mit Rat und konstruktiven Vorschlägen zur Seite standen und es mir auch nie übel nahmen, wenn ich ihnen aufgrund meines Studiums eine Absage erteilte. Hervorheben möchte ich an dieser Stelle Judith, welche dankenswerterweise diese Arbeit Korrektur las und ihre wertvolle Zeit dafür opferte.

Ein großes Dankeschön gilt meiner Freundin Linda Siegesleitner für die ermutigenden Stunden während des Studiums und die motivierenden Worte.

Last but not least gilt ein sehr großer Dank meinen Eltern, welche mir das Studium ermöglicht haben, mich aufbauten, mich immer unterstützten und nie an mir zweifelten.

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre eidesstattlich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt habe. Es wurden keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Formulierungen und Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Diese schriftliche Arbeit wurde noch an keiner Stelle vorgelegt.

Wien, 05.02.2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	IV
Zusammenfassung	VI
1 Einleitung	1
1.1 Schweinemast: Fütterung allgemein	7
1.2 Sojaextraktionsschrot und Eiweißalternativen	8
1.3 DDGS Produktion	11
1.4 DDGS Inhaltsstoffe	13
1.5 Einfluss von Faserquellen in der Schweinefütterung	14
1.5.1 Proteinreduzierte Fütterung:	16
1.6 Futtermittelzusatzstoffe	16
1.6.1 NSP-Enzyme	17
1.6.2 Aromastoffe	18
1.7 Zusammenfassung der Einleitung:	18
2 Material und Methoden	20
2.1 Einleitung:	20
2.2 Fütterungsbeschreibung Versuch 1:	21
2.3 Fütterungsbeschreibung Versuch 2:	28
2.4 Fütterungsbeschreibung Versuch 3	36
2.5 Versuchsauswertung:	42
2.6 Statistik:	42
3 Versuchsergebnisse	45
3.1 Versuch 1	45
3.1.1 Anfangsmast-Phase:	45
3.1.2 Endmast-Phase:	47
3.1.3 Gesamte Mastperiode	48

3.2 Versuch 2.....	50
3.2.1 Anfangsmast-Phase	50
3.2.2 Endmast-Phase	52
3.2.3 Gesamte Mastperiode	53
3.3 Versuch drei.....	55
3.3.1 Anfangsmast-Phase	55
3.3.2 Endmast-Phase.....	57
3.3.3 Gesamte Mastperiode	59
4 Diskussion	61
4.1 Versuch 1:.....	61
4.2 Versuch 2:.....	62
4.3 Versuch 3:.....	63
4.4 Vergleich der drei Versuche	64
5 Literatur	67

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Weltweiter Kraffuttermverbrauch, Schätzung 1960-2020, in Millionen Tonnen, (Fritz, 2011).....	3
Abbildung 2 Chemische Zusammensetzung einer Pflanze (DLG, 2001).....	5

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Versorgungsbilanz für Schweinefleisch 2013 und 2018 (Statistik Austria, 2019)	1
Tabelle 2 Wesentliche Inhaltsstoffe von proteinhaltigen Futtermitteln (Mittelwerte) .	10
Tabelle 3 Rohnährstoffgehalte von DDGS aus Mais, Weizen oder Mischungen aus Mais und Weizen	14
Tabelle 4 Sonderformel – Mischfutter (Schätzfehler: 0,25 MJ ME/kg TM) (GfE 2008)	21
Tabelle 5 Nettoenergie NE (Noblet and Milgen, 2004)	21
Tabelle 6 Versuchsplan	22
Tabelle 7 Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen	22
Tabelle 8 Rezepturen der Alleinfuttermischung	23
Tabelle 9 Analyisierte Nährstoff- und Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter	24
Tabelle 10 Analyisierte Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter	25
Tabelle 11 Analyisierte Nährstoffgehalte im Endmastfutter	26
Tabelle 12 Analyisierte Aminosäuregehalte (AS) im Endmastfutter	27
Tabelle 13 Ausgleichsmischungen für den Einsatz von Sojaextraktionsschrot und DDGS auf gleichem Niveau.....	28
Tabelle 14 Versuchsplan	29
Tabelle 15 Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen (bezogen auf 880g TM)	30
Tabelle 16 Rezepturen der Alleinfuttermischung (in der Frischmasse) für die erste Mastphase.....	31
Tabelle 17 Rezepturen der Alleinfuttermischung (in der Frischmasse) für die zweite Mastphase.....	32
Tabelle 18 Analyisierte Nährstoffgehalte im Vormastfutter.....	33
Tabelle 19 Analyisierte Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter	34
Tabelle 20 Analyisierte Nährstoffgehalte im Endmastfutter	35
Tabelle 21 Analyisierte Aminosäuregehalte (AS) im Endmastfutter	36
Tabelle 22 Versuchsplan	37
Tabelle 23 Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen	38
Tabelle 24 Rezepturen der Alleinfuttermischung	39
Tabelle 25 Analyisierte Nährstoff- und Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter ..	40
Tabelle 26 Analyisierte Nährstoff- und Aminosäuregehalte (AS) im Endmastfutter...	41

Tabelle 27 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast.....	45
Tabelle 28 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast.....	47
Tabelle 29 Versuch 1 Ergebnisse der Futteraufnahme in der gesamten Mastperiode	48
Tabelle 30 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast.....	50
Tabelle 31 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast.....	52
Tabelle 32 Ergebnisse der Futteraufnahme in der gesamten Mastperiode	53
Tabelle 33 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast.....	55
Tabelle 34 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast.....	57
Tabelle 35 Ergebnisse der Futteraufnahme in der gesamten Mastperiode	59

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Säure-Detergenz-Faser
ADL	Säure-Detergenz-Lignin
Ala	Alanin
Arg	Arginin
AS	Aminosäure
ASP	Afrikanische Schweinepest
MJ	Megajoule
ASx	Asparagin oder Asparaginsäure
Ca	Calcium
Cys	Cystin
DDGS	Distillers Dried Grains with Solubles
FG	Fressgang
GLx	Glutamin oder Glutaminsäure
Gly	Glycin
His	Histidin
HP	High Protein
IE	Internationale Einheiten
Ile	Isoleucin
Leu	Leucin
LM	Lebendmasse
Lys	Lysin
ME	Umsetzbare Energie
Met	Methionin
MF	Mastphase
mg	Milligramm
N	Anzahl
Na	Natrium
NDF	Neutrale-Detergentien-Faser
NSP	Nicht-Stärke-Polysaccharide

OR	Organische Rest
P	Phosphor
Pcv	Praecaecal verdaulich
Phe	Phenylalanin
red.	reduziert
SEM	Standard error of means
Ser	Serin
Thr	Threonin
TM	Trockenmasse
Trp	Tryptophan
Val	Valin
VG	Versuchsgruppe
VM	Vormast
XA	Rohasche
XF	Rohfaser
XL	Rohfett
XP	Rohprotein

Zusammenfassung

Drei Schweinemastversuche wurden bezüglich ihres Fressverhaltens analysiert. Es wurde getestet, ob es Unterschiede im Fressverhalten bei verschiedenen Futtermitteln gab. Bei allen Versuchen kam eine ad libitum Fütterung zum Einsatz. Bei jedem Versuch wurden 60 Mastschweine verwendet.

Bei Versuch eins wurden weibliche Mastschweine auf 6 VG (Versuchsgruppen) aufgeteilt. Die VG eins bis sechs bekamen 0 %, 6 %, 12 %, 18 %, 24 % und 30 % DDGS im Futter. Die Ergebnisse beim Versuch eins ergaben, dass sich auch bei hohen DDGS Gehalten in der Futterrationsration keine Unterschiede im Fressverhalten zeigten.

Beim Versuch zwei wurden männliche Kastraten auf vier VG aufgeteilt. Die VG1 und VG2 hatten DDGS in der Futterrationsration und die VG3 und VG4 bekamen Sojaextraktionsschrot (SES). Zusätzlich bekamen die VG2 und VG4 NSP-spaltende Enzyme. Versuch zwei ergab, dass die Anzahl der Fressgänge pro Tag in der Endmast bei der VG mit SES mit Enzym am höchsten waren und die der VG mit SES ohne Enzym am niedrigsten ($P < 0,05$). Ansonsten konnten keine Unterschiede festgestellt werden.

Bei Versuch drei wurden weibliche Mastschweine auf drei VG eingeteilt. Bei VG2 und VG3 wurde der Proteingehalt reduziert. Zusätzlich wurde dem Futter für VG2 ein Pflanzenextrakt beigemischt. Die Ergebnisse von Versuch drei zeigten, dass die Tiere der VG drei am häufigsten fressen gingen und jene der VG2 am seltensten ($P < 0,01$). Ein weiterer Unterschied bestand in der Futteraufnahme pro Fressgang, wo die Tiere der VG2 pro Fressgang am meisten fraßen und die der VG3 pro Fressgang am wenigsten ($p < 0,01$). Des Weiteren fraßen die Tiere der VG2 am längsten und die der VG3 am kürzesten pro Fressgang ($p < 0,05$).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es durchaus möglich ist DDGS und NSP spaltende Enzyme in die Futterrationsration zu integrieren ohne negative Auswirkungen auf das Fressverhalten hinnehmen zu müssen. Eine Supplementation von Pflanzenextrakten führte zu einer erhöhten Futteraufnahme pro Fressgang und zu einer reduzierten Anzahl an Fressgängen.

Abstract

In the present study, three feeding experiments regarding feeding behavior of fattening pigs were analyzed. Every experiment included 60 pigs and was carried out as a two-phase feeding system. Pigs had free access to feed and water.

In the first experiment the effect of an increasing (0, 6, 12, 18, 24 and 30%) DDGS concentration in six treatments was investigated. In this study no statistical differences between the treatments were recorded regarding feeding behavior parameters.

In feeding experiment two, the effect of soybean meal (SBM) or DDGS as protein source in the diets, with and without a hydrolyzing enzyme, was investigated in four dietary treatments. Treatment one and two contained DDGS, treatment three and four contained soybean meal. Treatment two and four had supplemented additionally a NSP-hydrolyzing enzyme. Treatment four showed in the finisher phase a higher number of meals per day compared to treatment three ($p < 0,05$).

In the feeding experiment three, the effect of a plant extract in combination with protein reduced diet was investigated. Treatment one acted as control group (VG1). Treatment two was protein reduced supplemented with a plant extract (VG2) and treatment three was only protein reduced (VG3). Over the whole feeding period the protein reduced diet showed more visits per day compared to the protein reduced diet supplemented with a plant extract ($p < 0.05$). In contrast VG2 had a significant higher feed intake per visit than VG3 ($p < 0.05$).

In conclusion, the results of the feeding behavior have shown, that it is possible to add DDGS and NSP-Enzymes in diets for fattening pigs without any negative impact on feeding behavior. An additional plant extract resulted in a lower number of visits per day and a higher feed intake per visit.

1 Einleitung

Am Schweinemarkt in Österreich setzte sich 2017 die bereits seit 2016 erfolgte Stabilisierung der Märkte nach den Krisenjahren 2014 und 2015 fort. Aufgrund der hohen Exportzahlen in den asiatischen Raum und der EU-weit stabilen Nachfrage konnten das Russland Embargo kompensiert werden. Ein weiterer Grund für die stabilen Preise bzw. für eine positive Marktentwicklung, ist der leichte Rückgang der Produktion in der Europäischen Union. 2017 betrug die Bruttoeigenerzeugung rund 4,6 Mio. Stück, dies ist ein Rückgang von 3,2 % im Vergleich zum Vorjahr. Der Inlandsabsatz davon betrug 4,5 Mio. Stück und blieb im Vergleich zum Vorjahr konstant. Der Jahresdurchschnittspreis lag bei Schlachtschweinen bei 1,686 € pro kg Schlachtgewicht, was um 10 % höher ist, als im Jahr 2016 ((1) BMNT, 2018). Generell unterliegt der Schweinepreis zum einen saisonal bedingten Schwankungen, zum anderen gibt es auch langfristige Preisunterschiede, für die unter anderem Getreidepreise und Krankheiten hauptverantwortlich sind (Holst und Cramon-Taubadel (2010). Das Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus – BMNT (2019) hat deshalb bereits angekündigt, dass sich im Kalenderjahr 2019 die Auswirkungen der Afrikanischen Schweinepest (ASP) auf die Schweinepreise zeigen werden. Die Auswirkungen der ASP bestätigten sich laut AMA (2019), welche beschreibt, dass im November 2019 der Schweinepreis weiterhin steige, und sich bereits 31 % über dem Vorjahresniveau befand, da der Export nach Asien (aufgrund der dort herrschenden ASP) die Märkte dementsprechend stark entlastet.

Tabelle 1 Versorgungsbilanz für Schweinefleisch 2013 und 2018 (Statistik Austria, 2019)

Bilanzposten	2013	2018
Bruttoeigenerzeugung (t)	496.231	470.915
Nettoerzeugung (t)	529.284	509.573
Einfuhr (t)	185.871	175.727
Ausfuhr (t)	245.214	218.984
Inlandsverbrauch (t)	469.941	466.317
Pro-Kopf-Verbrauch (kg)	55,4	52,8
Selbstversorgungsgrad (%)	106	101

Österreich wies 2018 eine Bruttoeigenerzeugung von 470.915 Tonnen Schweinefleisch auf (die Versorgungsbilanz wird in Tabelle 1 dargestellt). Durch den leichten Rückgang der Produktion sowie durch den etwas gesunkenen Verbrauch der letzten Jahre sank der Selbstversorgungsgrad von 106 % (2013) auf 101 % (2018) (Statistik Austria, 2019).

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Schweinefleisch ist gegenüber dem Jahr 2013 um 2,6 kg gesunken. Betrachtet man den Pro-Kopf-Verbrauch über alle Fleischsorten so ist dieser seit 2013 um nur 1,7 kg gesunken. Dies kann unter anderem mit dem steigenden Geflügelverzehr begründet werden (Statistik Austria, 2019). Trotz sinkendem Schweinefleischkonsum wird unter den Fleischsorten mit Abstand am meisten Schweinefleisch verbraucht und auch produziert.

Nach Prognosen von IAASTD (2009) soll der weltweite Verbrauch von Fleisch zwischen 2000 und 2030 um 70% und bis 2050 sogar um 120% steigen. Des Weiteren wird prognostiziert, dass der Konsum von Schweine- und Geflügelfleisch viel stärker zunehmen wird als der von Rind- und Schaffleisch. Bereits in der Vergangenheit ist der Konsum von Fleisch stärker gestiegen als der von pflanzlichen Produkten. Der Auslöser dafür ist der steigende Wohlstand. Vor allem in Entwicklungsländer hat sich das Ernährungsverhalten stark verändert. Getreide und andere Grundnahrungsmittel wurden zunehmend durch Fleisch, Obst und Gemüse ersetzt (Ingram et al. 2010). Dies hat bis zu einem gewissen Grad auch ernährungsphysiologische Vorteile (Koerber et al. 2008).

Die Hauptnahrung des Mastschweins besteht hauptsächlich aus Getreide oder anderen Feldfrüchten, wodurch sie, im Unterschied zu den Wiederkäuern, zum direkten Nahrungskonkurrenten der Menschen werden. Angesichts der steigenden Weltbevölkerung rückt die Effizienz der tierischen Produktion immer mehr in den Fokus der Öffentlichkeit, da etwa ein Drittel der globalen Getreideproduktion an Nutztiere verfüttert wird. (FAO 2006).

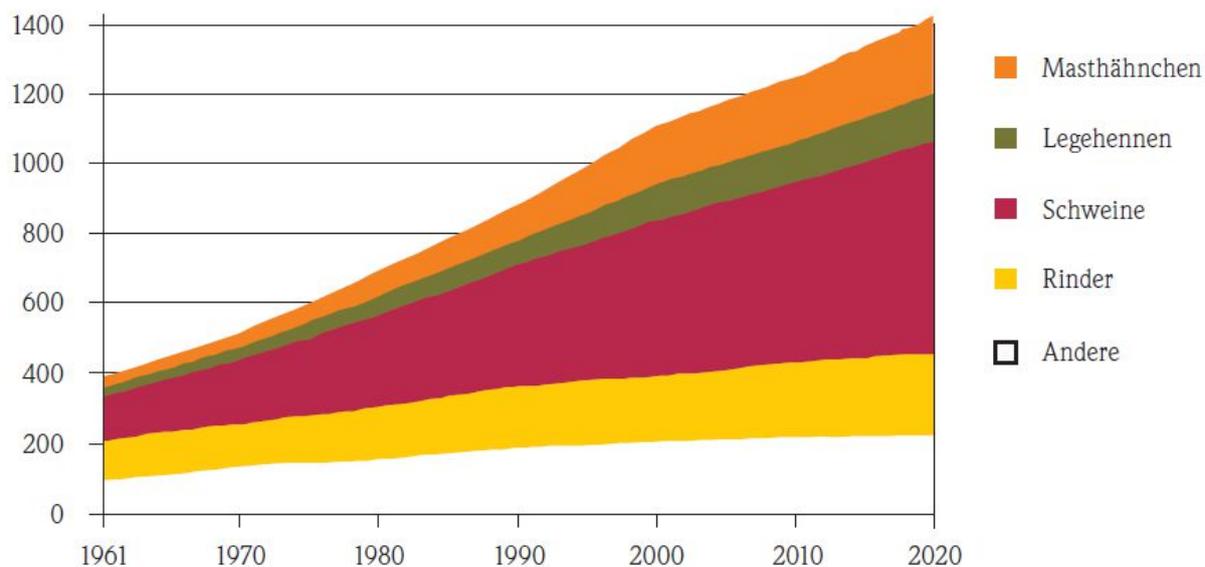


Abbildung 1 Weltweiter Kraftfuttermittelverbrauch, Schätzung 1960-2020, in Millionen Tonnen, (Fritz, 2011)

Um diese Nahrungskonkurrenz zumindest zu minimieren, wird versucht den Abbau und die Verwertung des Futters zu optimieren. Dies gelingt dadurch, dass die meisten Alleinfuttermittel in der konventionellen Landwirtschaft Futterzusatzstoffe wie Aminosäuren, Mengen- und Spurenelemente aber auch Enzyme und andere Verdaulichkeitsförderer enthalten (Simon, 2012).

Eine weitere Option zur Reduktion der Nahrungskonkurrenz zum Menschen besteht darin, dass Nebenprodukte aus der Industrie als Futtermittel verwendet werden. Diese Produkte sind vor allem Nebenprodukte aus der Pflanzenöl- Bioethanol- oder Stärkeherzeugung aus Ölsaaten, Getreide und Mais.

Bei einer ad libitum Fütterung haben die Tiere immer freien Zugang zum Futter. Die Futter- und somit auch Energieaufnahme hängt von vielen tierbezogenen und umweltbezogenen Faktoren ab. Zu beachten ist, dass die Energiedichte des Futters eine wichtige Rolle spielt, um eine optimale und artgerechte Fütterung zu gewährleisten sowie eine Unter- bzw. Überversorgung zu vermeiden. Überdies kann eine nicht bedarfsgerechte Versorgung mit Nährstoffen zu Krankheiten führen (Noblet and Milgen, 2004). Zusätzlich stellt der Energiegehalt des Futters den Hauptkostenfaktor in der Futtermittelration dar. Wichtig ist die genaue Berechnung des Nährstoffbedarfs der Schweine deshalb, um die Energie- und Nährstoffgehalte in den Exkrementen zu reduzieren und der steigenden Besorgnis der Bevölkerung bezüglich Umweltauswirkungen entgegenzuwirken (Kiel et al., 2013). Der Optimalfall wäre, wenn sich Energieversorgung und Energiebedarf exakt die Waage halten würden. Die Energiedichte von Schweinefutter kann auch durch die Verarbeitung von Futtermitteln

beeinflusst werden. Zum Beispiel kann Pelletieren die Fett- und Energieverdaulichkeit im Mais oder Rapsextraktionsschrot erhöhen (Noblet and Milgen, 2004). In der Schweinefütterung ist jedoch nicht nur der Energiegehalt von Bedeutung, auch den Ballaststoffen wird eine immer wichtigere Rolle zugeschrieben. Diese Ballaststoffe, welche in der Tierernährung Faser oder Nahrungsfaser genannt werden, sind unter anderem für die Tiergesundheit verantwortlich, an der vor allem der Landwirt ein hohes Interesse hat. Die Gesellschaft und Konsumenten verlangen bei der Erzeugung tierischer Lebensmittel immer mehr Tierwohl. Tiergesundheit und Tierwohl korrelieren positiv zueinander. Eine Schlüsselstellung nehmen hier die Gesundheit des Verdauungstraktes, die funktionierende Verdauung und ein stabiler Stoffwechsel ein. So laufen etwa 70% der Immunreaktionen im Verdauungstrakt ab. Mangelnde Gehalte an Faser im Futter führen zu geringer Sättigung und damit zu Unruhe, zu Verstopfung und in weiterer Folge zu Krankheiten, wie zum Beispiel Magengeschwüren, welche das Tierwohl dementsprechend stark beeinträchtigen (Lindermayer et al. 2018).

Faser und Nichtfaser-Kohlenhydrate bestehen aus demselben Grundstoff, nämlich dem Einfachzucker Glukose. Allerdings sind die Glukosemoleküle bei diesen Kohlenhydraten auf andere Weise zusammengebaut, weshalb sie sich in ihren Eigenschaften wesentlich voneinander unterscheiden. Nichtfaserkohlenhydrate wie z.B. Stärke sind für Wirbeltiere leicht enzymatisch zu verdauen und leisten einen wichtigen Beitrag zur Energieversorgung. Bei Faser-Kohlenhydraten (=Gerüstsubstanzen) handelt es sich um Verbindungen aus Zellulose, Hemizellulose, Pektin und Lignin (ADL), für welche Wirbeltiere keine körpereigenen Verdauungsenzyme besitzen (Lidner, 2018). Ein Teil dieser Stoffe dient nicht nur der mechanischen Sättigung, vielmehr kann bei Sauen durch Darmbakterien ein Aufschluss von Cellulose, Hemicellulose und Pectinen im Dickdarm erfolgen. Dadurch werden flüchtige Fettsäuren als Energiekomponente verfügbar und der pH-Wert wird abgesenkt, wodurch Schadkeime im Darm wiederum reduziert werden (Heinze, 2016). Neben der Faser (Polysaccharide) gibt es auch noch eine andere Form an unverdaulichen Kohlenhydraten, welche bei manchen Futtermitteln vermehrt vorkommt. Dies sind die Strukturkohlenhydrate auch bekannt als Rohfaser (Griep und Stalljohann, 2014). Rohfaser beschreibt die in pflanzlichen Fasern, Zellwänden und anderen Bauelementen enthaltene Gerüstsubstanzen, welche als unverdauliche, langsam verdauliche oder als unvollständig zur Verfügung stehende Fraktion im Futtermittel vorkommt. „Roh-“ bedeutet, dass es sich nicht um die reine Form der

Komponente handelt. Die Rohfaser ist der Gehalt an fettfreien, organischen Bestandteilen eines Futtermittels, welcher sich in Säure- und Alkalilösung nicht lösen lässt und routinemäßig in der Weender Futtermittelanalyse bestimmt wird (Bandilla, 2009).

Die größte Fehlerquelle der Weenderanalyse ist die Untergliederung der Kohlenhydrate in Rohfaser und stickstofffreie Extraktstoffe. Dadurch erscheint nur ein Teil der Gerüstsubstanzen (Lignin und ein Teil der Cellulose) in der Rohfaserfraktion, während der lösliche Teil bei den stickstofffreien Extraktstoffen erscheint, wie man in Abbildung zwei sehen kann (Bandilla, 2009).

100%		Weender Analyse		Erweiterte Analyse					
		Rohasche		Rohasche					
		Rohprotein		Rohprotein					
		Rohfett		Rohfett					
		K o h l e n h y d r a t e	N- f r e i e E x t r a k t- S t o f f e	Stärke		Zellinhalt	N F C		
				Zucker, organischer Rest Pektine					
				Rohfaser		Hemicellulose		Zellwand	N D F
						Cellulose			
				Lignin			A D F		
	50%								
	0								

Abbildung 2 Chemische Zusammensetzung einer Pflanze (DLG, 2001)

NDF= Neutrale Detergenzien Faser

ADF= Säure Detergenzien Faser

NFC= Kohlenhydrate = Trockenmasse – Rohasche + Rohprotein + Rohfett + NDF

N-freie Extraktstoffe= Trockenmasse - Rohasche + Rohprotein + Rohfett + Rohfaser

Hohe Rohfasergehalte gehen einher mit niedriger Verdaulichkeit und geringeren Konzentrationen von Energie und Rohproteinen (Griep und Stalljohann, 2014). In Nebenprodukten der Ethanolherzeugung wie DDGS (= Trockenschlempe), welches sich gut für die Schweinemast eignet, sind Faser und Rohfaser aber in erhöhten

Konzentrationen vorhanden. Die Grundvoraussetzung für den erfolgversprechenden Einsatz von neuen Futtermittel stellen Futtrationen dar, die den Nährstoffbedarf des Tieres decken (Schedle 2016).

Bisher wenig untersucht beim Einsatz verschiedener Futtermittel (wie z.B. DDGS) ist das Fressverhalten bei Mastschweinen. Zum natürlichen Verhaltensrepertoire von Schweinen gehört, dass umfangreiches Futtersuchverhalten und lange Fütterungszeiten gewährleistet sind. Übliche Futtermittel und Fütterungssysteme in der Schweinemast entsprechen nicht diesen Anforderungen, sondern können zu Verhaltensstörungen führen. Durch die Erhöhung des Fasergehaltes kann die Fressmotivation reduziert werden. Diese Tiere fressen länger, jedoch seltener als Schweine mit Standard-Mischfutter (Kallabis und Kaufmann 2012). Die Auswahl des Futters wird vor allem auf Grund seiner Schmackhaftigkeit getroffen. Dabei sind Futtermittel mit einem hohen Celluloseanteil eher unbeliebt (Kallabis, 2012). Laut der Studie von Kallabis und Kaufmann (2012) ist die TGZ bei faserreicher Fütterung zwar geringer, jedoch gibt es keine Unterschiede bei der Futtermittelverwertung. Die Ergebnisse weisen darauf hin, dass durch das ausreichende Sättigungsgefühl die Nahrungssuche sowie die Fressmotivation reduziert wird und damit verbundene Verhaltensprobleme unterbunden werden.

Durch das eintretende und lang anhaltende Sättigungsgefühl, welches durch einen erhöhten Faseranteil verursacht wird, reduziert sich das Hungergefühl und Stresszustände aufgrund von Hunger werden verhindert (Budino et al. 2014). Hunger, welcher durch ein fehlendes Sättigungsgefühl aufgrund zu geringer Fasergehalte entstehen kann, führt eventuell zu einem erhöhten Aggressionsverhalten der Schweine (Bußmann und Stalljohann, 2011).

Österreich ist der fünftgrößte Sojaproduzent aller 28 EU-Mitgliedsstaaten. Neben Sojaextraktionsschrot sind die Nebenprodukte der Rapsölproduktion (Rapsextraktionsschrot) und der Bioethanolherstellung (DDGS) weitere wichtige Quellen für Protein in der Fütterung, welche die Importe aus Übersee reduzieren können. Diese beiden Proteinquellen verfügen zwar über geringere Proteinqualität, jedoch werden Raps und Getreide auch großflächig in Österreich angebaut (AMA, 2018).

Im Jahr 2017 wurden 40 000 ha Raps und 65 000 ha Soja in ganz Österreich angebaut. Somit stellt Soja die viertstärkste Ackerkultur in Österreich dar (Krumphuber, 2018). Da Soja zollfrei in die EU importiert werden kann, ist es zur massiven Einfuhr von Sojaprodukten gekommen, was wiederum zur Verdrängung zahlreicher heimischer proteinreicher Futtermittel vom Markt führt. Dabei lässt sich Soja – je nach Tierart – in unterschiedlicher Weise durch andere Futtermittel ersetzen (Griep und Stalljohann, 2014).

1.1 Schweinemast: Fütterung allgemein

Oberstes Ziel der Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere ist, dass eine bedarfsgerechte Fütterung bzw. Versorgung mit Nährstoffen erfolgt, um das jeweilige Leistungspotential ausnutzen zu können. Aus Sicht einer nachhaltigen Tierernährung spielt die Verbesserung der Transformationseffizienz von pflanzlicher auf tierischer Biomasse eine immer wichtigere Rolle (Griep und Stalljohann, 2014). Deshalb ist es wichtig, dass die Nährstoffe im Futter exakt den aktuellen Bedürfnissen der Schweine angepasst werden. Eine nicht bedarfsgerechte Fütterung (Unter-/Überversorgung/ Imbalance) führt nicht nur zu Entwicklungs- und Leistungsstörungen sowie Qualitätseinbußen, sondern auch zu Stoffwechselproblemen und zur Schwächung der Immunabwehr (Fuhrmann et al., 2012). Ressourcenschonung in der Erzeugung gelingt vor allem dann besonders gut, wenn durch eine bedarfsgerechte Fütterung eine hohe Effizienz erreicht werden kann. Eine effiziente Futtermittelverwertung ist bei einem hohen Leistungsniveau der Tiere gegeben und führt in weiterer Folge zu einer hohen Rate des Proteinansatzes im Körper, wodurch wiederum Futtermittelressourcen mehr als bei einer extensive Fütterung geschont werden (Griep und Stalljohann, 2014). Damit der Körper proteinhaltige Gewebe bildet, muss er ausreichend mit essenziellen Aminosäuren versorgt werden. Nichtessenzielle Aminosäuren können im eigenen Stoffwechsel aus anderen Aminosäuren selbst synthetisiert werden. Daher steht in der Schweinefütterung die ausreichende Versorgung mit essenziellen AS zur Deckung des Erhaltungs- und Leistungsbedarfs im Vordergrund (Griep und Stalljohann, 2014). Für das Schwein essenzielle Aminosäuren sind Valin, Leucin, Isoleucin, Threonin, Phenylalanin, Lysin, Tryptophan und Methionin. Weiters ist beim Heranwachsen Histidin und Arginin noch von Bedeutung (Lindermayer et al., 2009).

1.2 Sojaextraktionsschrot und Eiweißalternativen

Zunehmend wird die Kritik an Sojafuttermittel lauter, da diese meist importiert werden und fast vollständig aus gentechnisch veränderter Herkunft stammen. Die Einfuhr erfolgt meist aus Staaten, in denen aufgrund der sozialen und ökologischen Fehlentwicklungen zu Defiziten in der Nachhaltigkeit gekommen ist. Soja wird dort meist in Monokulturen angebaut und wertvolle Ökosysteme wie Waldlandschaften werden dafür zerstört (Griep und Stalljohann, 2014). Die Sojaproduktion weltweit hat sich in den vergangenen 20 Jahren mehr als verdoppelt, und ein Ende dieser Entwicklung scheint nicht in Sicht.

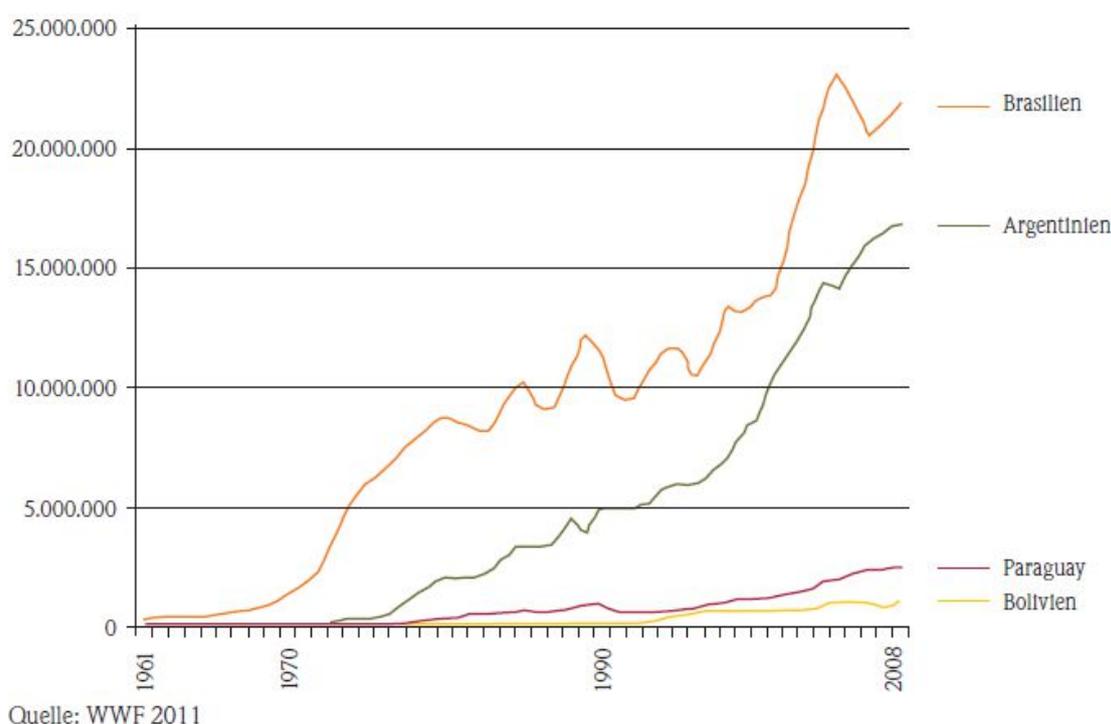


Abbildung 3 Wachstum der Sojaanbaufläche 1961-2008, in Hektar (Fritz, 2011)

Neben Brasilien und Argentinien spielen auch Paraguay und Bolivien eine zunehmend wichtige Rolle im weltweiten Sojaanbau. Jeweils über 30 % der Sojafelder Brasiliens, Argentinien und Paraguays sind für Exporte in die Europäische Union bestimmt (Fritz, 2011).

Soja wird entweder direkt als ganze Bohne oder bereits als Sojaextraktionsschrot in die EU importiert. Aus einer Tonne Sojabohnen entstehen 800 kg Sojaschrot und zwischen 185 und 188 kg Sojaöl (Reichardt und Reichert, 2011).

Sojaextraktionsschrot ist als Haupteiweißlieferant mengen- und kostenmäßig ein bedeutender Bestandteil in der Schweinefütterung. Zum einen liefert er die wichtigen

Eiweißbausteine, auf der anderen Seite beinhaltet er auch Phosphor, welche in der Futtermittelration von Bedeutung ist. In der Praxis stehen unterschiedliche Qualitäten zur Verfügung. Bezeichnet werden sie nach dem Prozentanteil an Rohprotein von 38 – 44% (sog. Normalschrote), welche auch unter dem Namen „44er Ware“ bekannt sind. Ein gängiges Produkt ist unter anderem auch der HP (high protein) Sojaschrot, der um etwa 10 % mehr Rohprotein (48 % XP) als Normalware enthält (Lindeman et al. 2010), da die Saat noch geschält und dadurch der Rohfasergehalt reduziert wird. Dazwischen, mit einem Rohproteingehalt von 46 % XP, gibt es die sogenannten Brasilschrote (LFL, 2010). Laut einer Studie von Lindermayer et al. (2010) finden sich in der Schweinefütterung starke Qualitätsschwankungen beim Sojaextraktionsschrot. Zum einen gibt es hohe Nährstoffschwankungen zwischen Soja mit und ohne GVO. Es gibt jedoch auch starke Abweichungen vom höher deklarierten Soll- zum niedriger analysierten Ist-Gehalt. Dies bedeutet, dass die Qualität der Futtermittel nicht immer konstant gehalten werden kann und kontinuierliche Futteranalysen unumgänglich sind.

Neben Sojaextraktionsschrot stellt in der Fütterung der Rapsextraktionsschrot eine Alternative dar. Auch Raps wird jedoch auch zu einem gewissen Teil aus nicht EU-Ländern importiert. So macht Raps mit 14% das mengenmäßig zweithäufigste Produkt der deutschen Agrarrohstoffimporte aus. Zusätzlich zu der einheimischen Produktion von Raps wird etwa ein Drittel bis ein Viertel des gesamten Verbrauchs importiert. Aus dem Rapssamen wird Rapsöl erzeugt, welches verschiedenste Verwendungen findet. Zu 60% wird es zu Agrodiesel weiterverarbeitet, dessen Verwendung in den letzten Jahren stark angestiegen ist. 20 % des Rapsöls gehen in den Nahrungsmittelsektor und der bei der Ölgewinnung anfallende Schrot wird wiederum für die Tierfütterung verwendet, wobei im Verhältnis zum Sojaextraktionsschrot geringere Mengen anfallen. Die Ölausbeute beträgt bei Raps 41% und ist daher mehr als doppelt so hoch wie bei Sojabohnen (Reichardt und Reichert, 2011).

Lindermayer et al. (2010) schreiben, dass die Menge von Rapsextraktionsschrot in den letzten Jahren stetig stieg und ebenso der Einsatz in der Schweinefütterung. Der Grund dafür ist zum einen die durchgängige Verwendung von 00-Sorten, welche dazu beitragen, dass es weniger Probleme bei der Futteraufnahme, in der Leistung und bei der Schilddrüsengesundheit gibt. Zum anderen ist Rapsextraktionsschrot auch preislich eine interessante Möglichkeit zu Rationen mit Sojaextraktionsschrot.

Tabelle 2 Wesentliche Inhaltsstoffe von proteinhaltigen Futtermitteln (Mittelwerte)

Inhaltsstoffe (88% T)	Einheit	Sojaextraktionsschrot „43“ (Lindermayer et al. 2010)	Sojaextraktionsschrot „48“ (Lindermayer et al. 2010)	Trockenschlempe (Schedle et al. 2010)	RES (Lindermayer et al. 2010)
TM	g	873	878	912	894
ME	MJ	13.00	13,84		
XP	g	438	470	332	332
XL	g	30	28	87	40
XF	g	64	48	57	128
XA	g	65	64	54	67

Wie in Tabelle zwei ersichtlich ist, enthalten Trockenschlempen bedeutend mehr Rohfett als Extraktionsschrote, jedoch wesentlich weniger als Ölkuchen (Wiedner, 2008).

Alternative Körnerleguminosen, wie Ackerbohnen, Erbsen und Lupine, welche eine wertvolle Protein- und Energiequelle für Monogaster darstellen würden, waren früher nur zum Teil in der Futtermischung einsetzbar. Grund dafür war das Vorhandensein von sekundären Pflanzenmetaboliten wie Proteasenhemmer, Saponine, Pyrimidinglycoside, Lectine, Tannine und Alkaloide, welche auch als antinutritive Faktoren bezeichnet werden und bei einem Übermaß in der Ration zu Durchfall und Gärung im Verdauungstrakt führen können (Bauer, 2010). Diese Antinutritiven Inhaltsstoffe sind dank der fortgeschrittenen Züchtung bereits reduziert und in neuen Sorten kommen diese negativen Effekte nicht mehr im bisherigen Ausmaß vor. Des Weiteren können diese antinutritiven Faktoren zum Teil technologisch beseitigt werden (Unterrainer, 2018). Hohe Mengen an Nicht-Stärke-Polysacchariden wirken sich negativ auf den Gehalt an umsetzbarer Energie aus. Es werden jedoch immer bessere Verarbeitungsmethoden entwickelt, um den Nährwert zu verbessern und den Gehalt an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen zu verringern. Des Weiteren wird an der Züchtung gearbeitet, um Sorten zu entwickeln, welche einen verbesserten Futterwert in Verbindung mit niedrigeren Gehalten an sekundären Pflanzeninhaltsstoffen aufweisen (Bauer, 2010).

1.3 DDGS Produktion

In Pischelsdorf in Niederösterreich, wurde für die Bioethanol- und Biodieselgewinnung ein Werk errichtet, welches eine Anlagenkapazität von 195.000 Jahrestonnen Bioethanol aufweist. Neben Bioethanol werden in Pischelsdorf pro Jahr 190.000 Tonnen DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles) produziert ((2) BMNT, 2018). Dieses Produkt findet in der Tierernährung immer mehr Anklang und wird auch als Trockenschlempe bezeichnet. Es enthält je nach Fettgehalt viel Energie sowie Rohprotein. In der Wiederkäuerfütterung wird DDGS bereits vielfach angewendet und stellt bereits eine interessante Alternative zum Sojaextraktionsschrot dar. In der Schweinefütterung hingegen wurde DDGS zu Beginn nur wenig angewendet, was auf die Produktvariabilität, den Mangel an Angaben zum Nährwert, die verringerte Verdaulichkeit von Aminosäuren bzw. das unausbalancierte Aminosäuremuster zurückzuführen war. DDGS enthält auch einen hohen Faseranteil, der zum Großteil aus Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) besteht (Schedle et al. 2012).

Diese Nicht-Stärke-Polysaccharide wie Pentonsane, Glucane oder Pektin sind als Zellwandbestandteile im Futter aufgelistet und können nur wenig verwertet werden. Es werden jedoch als Futterzusatzstoff die Enzyme β -Glucanasen und Pentosanasen eingesetzt, welche die Zellwandbestandteile teilweise abbauen und vor allem antinutritive Effekte vermeiden. Der Wirkungsbereich dieser Enzyme liegt also im Abbau dieser Nicht-Stärke-Polysaccharide. Durch die Spaltung der hochmolekularen NSP entstehen kleinere und besser lösliche Abbauprodukte. Diese können im Dickdarm von den Mikroorganismen leichter verwertet werden und dem Tier steht Energie in Form von flüchtigen Fettsäuren zur Verfügung. Darüber hinaus wird die Verfügbarkeit von anderen Nährstoffen erhöht, da der sogenannte „Käfigeffekt“, den die Zellwandbestandteile des Futters bilden, beseitigt wird (Kirchgeßner, 2014). Trotz des erhöhten Gehalts an NSP ist es deshalb möglich DDGS, als Futtermittel zu verwenden. Im Bereich der Schweinemast sind bereits einige Untersuchungen abgeschlossen, welche besagen, dass 30 % DDGS ohne Einbußen in Bezug auf die Mast- und Schlachtleistung eingesetzt werden können (Schedle et al., 2010).

Bioethanol wird mithilfe von Hefen durch Fermentation von stärke- und zuckerhaltigen Rohstoffen gewonnen (Wiedner, 2008). In Europa werden entweder Mais, Triticale oder Weizen bzw. auch Weizen und Mais gemischt für die Ethanolherstellung

verwendet, wohingegen in der USA hauptsächlich Mais für die Herstellung eingesetzt wird (Curry et al. 2019). In Australien und Kanada wird vor allem Weizen für die Ethanolherstellung genutzt (Beltranena, 2016).

In den USA wurde 2005 bereits 11% des anfallenden DDGS in der Schweinefütterung verwendet (Weber, 2009).

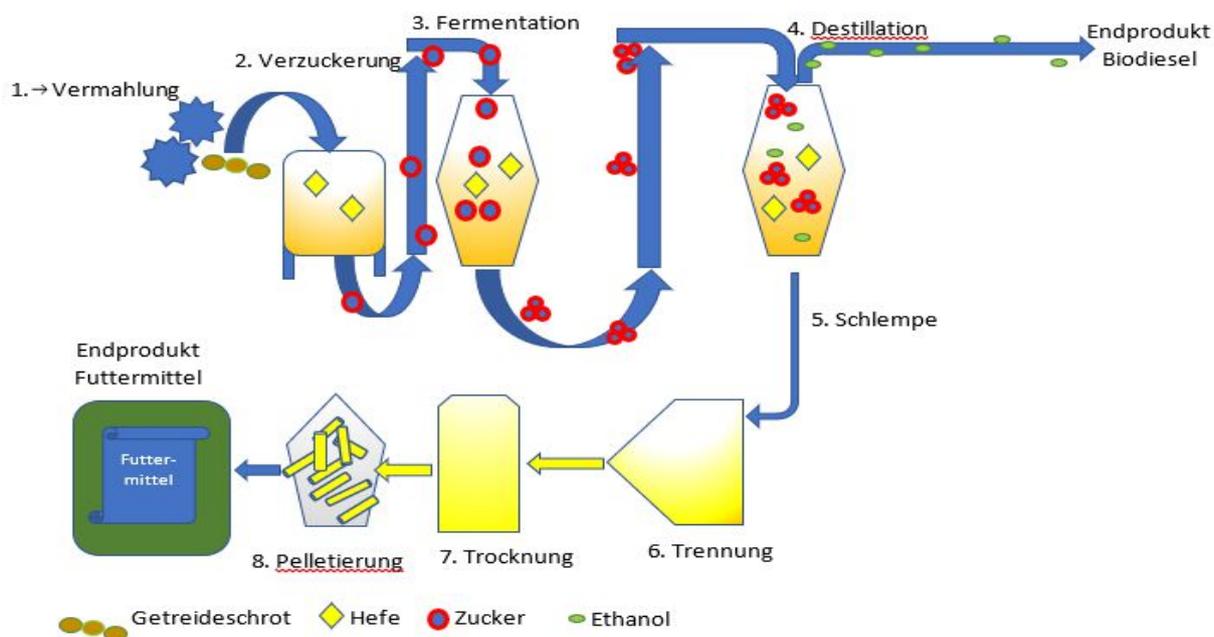


Abbildung 4 Produktionsschema zur Erstellung von Bioethanol und Trockenschlempe (Weigel, 2007)

Generell kann nur Zucker durch die alkoholische Gärung in Ethanol und Kohlendioxid umgewandelt werden. Bei Stärke muss deshalb ein Zwischenschritt in die Produktion eingebaut werden, um diese durch Enzyme zuerst in niedermolekularen Zucker umzuwandeln. Die Stärkemoleküle werden unter Wärmezufuhr durch Enzymzugabe (Amylase) in Glucosemoleküle umgewandelt. Dies funktioniert jedoch nur, wenn man das Getreide oder den Mais vorher vermahlt (Belyea et al. 2007).

Bei der Fermentation wird Hefe hinzugegeben, woraufhin die Monosaccharide unter anaeroben Bedingungen in Ethanol und Kohlensäure umgewandelt werden. Grundvoraussetzung dafür sind ein bestimmter pH-Wert und gewisse Temperaturbedingungen, wodurch die Hefe das Enzym Zymase produziert, welches für die Umsetzung von Glucose in Kohlendioxid und Ethanol verantwortlich ist. Das Ergebnis ist daraufhin eine sogenannte Maische. Durch Destillation der Maische wird anschließend das Ethanol durch Verdampfen von der Schlempe getrennt. Zuerst entsteht jedoch ein Ethanol-Wasserdampf-Gemisch mit 82 bis 87 % Ethanol, welches

durch Rektifikation (entfernen von Wasser und Gärungsnebenstoffen) auf einen etwa 96%igen Alkohol aufkonzentriert wird. Die Schlempe wird meist getrocknet und pelletiert, da sie in flüssigem Zustand innerhalb von wenigen Tagen aufgebraucht werden muss, um nicht zu verderben (Dunovska, 2010).

1.4 DDGS Inhaltsstoffe

Generell ist in DDGS weniger Rohprotein enthalten als bei Sojaextraktionsschrot. Bezüglich Rohproteingehalt kann man es eher mit Rapsextraktionsschrot gleichsetzen, anderen Eiweißalternativen wie Ölkuchen, Erbsen und Ackerbohnen ist DDGS vom XP Gehalt her überlegen (Wiedner, 2008). Weizen-DDGS hat einen um 10 bis 20% höheren Bruttoenergiegehalt und drei Mal mehr Gehalt an Rohprotein und Faser/Rohfaser im Vergleich zum Weizenkorn (Beltranena et al., 2016).

Wie in Tabelle 3 ersichtlich ist, variieren die Inhaltsstoffe von DDGS sehr stark, je nach Zusammensetzung von Getreide und Mais.

Tabelle 3 Rohrnährstoffgehalte von DDGS aus Mais, Weizen oder Mischungen aus Mais und Weizen

g/kg	Weizen-Schlempe (Franké et al., 2009)	Weizen / Mais- Schlempe (Acitprot, 2009)	Weizen Schlempe 2011 (Curry, 2019)	Weizen-Schlempe 2012 (Curry, 2019)	Weizen /Mais- (80:20) (Curry, 2019)	Weizen /Mais- Schlempe (70:30) (Curry, 2019)	Mais-Schlempe (Curry, 2019)	Mais-Schlempe (Cannot et al. 2009)
TS	923	910	895	907	900	902	887	877
XP	367	346	323,	346	306	287	290	280
XA	58	41	43	51	45	64	43	45
XL	62	98	57,4	51	55	60	96	121
ADF	159	155	248	248	218	178	133	116
NDF	496	305	352	352	336	304	271	308

Wie bereits oben erwähnt, enthält Trockenschlempe gegenüber Sojaextraktionsschrot einen hohen Gehalt an Strukturkohlenhydraten, der vor allem auf den höheren Gehalt an Hemizellulosen zurückzuführen ist. Zusätzlich enthält Trockenschlempe einen höheren Anteil an Lignin im Vergleich zum Sojaextraktionsschrot. Bezüglich der Mineralstoffe ist Trockenschlempe dem Sojaextraktionsschrot deutlich überlegen, da sie viel Phosphor und Natrium beinhaltet (Wiedner, 2008).

Zusätzlich zu Mineralstoffen haben Trockenschlempen einen erhöhten Gehalt an wasserlöslichen Vitaminen (Akinremi et al. 2016).

Die Zusammensetzung und die Verdaulichkeit von Trockenschlempe variieren aufgrund von unterschiedlichen Sorten Mais und Weizen bzw. deren Mischungsverhältnis. Zusätzlich werden aber die Inhaltsstoffe auch von der Herkunft des Getreides und deren klimatischen Bedingungen beeinflusst. Leichte Unterschiede bei der Produktion von Bioethanol führen ebenfalls dazu, dass die Inhaltsstoffe von DDGS nicht einheitlich sind (Connot et al, 2009).

1.5 Einfluss von Faserquellen in der Schweinefütterung

Bei eingeschränkter Futteraufnahme findet zwischen Schweinen in Gruppenhaltung ein verstärkter Wettbewerb um Futtermittel statt. Dieser Wettbewerb beeinflusst den

Stoffwechsel. Durch verminderte Futteraufnahme, tritt die mechanische Sättigung nicht ein, auch wenn alle benötigten Nährstoffe in der Ration vorhanden sind. Dies führt zu Unruhe unter den Schweinen, Nahrungskonkurrenz entsteht, es kommt vermehrt zu Rankämpfen, und Verletzungen wie Schwanzbeißen (Blockhuis et al, 2007). Um die mechanische Sättigung zu gewährleisten, ist es möglich, Faser in die Ration zu integrieren. Die Zusammensetzung der Faser variiert jedoch sehr stark. Deshalb können auch die physiologischen Auswirkungen von Faser im Verdauungstrakt sehr unterschiedlich sein. Es ist jedoch zu beachten, dass bei kontinuierlicher Fütterung von Faser sich das Verdauungssystem an die faserreiche Diät anpasst. Generell ist Faser eine Fraktion mit niedrigem Energiegehalt. Rohfaser verursacht einen Nährstoffverdünnungseffekt in der Ration und wird, wie oben bereits beschrieben, dazu verwendet, eine mechanische Sättigung zu gewährleisten (Wenk, 2001). Bezüglich der Futtermittelverwertung kommt Wenk (2001) zu dem Ergebnis dass Faser die Durchgangszeit im Verdauungstrakt beeinflusst, sie verringert die Durchgangsrate im oberen und erhöht sie im unteren Verdauungstrakt. Sie verringert aber auch etwas die Verdaulichkeit von einigen Nährstoffen und der Energie wie in Abbildung 5 beschrieben ist.

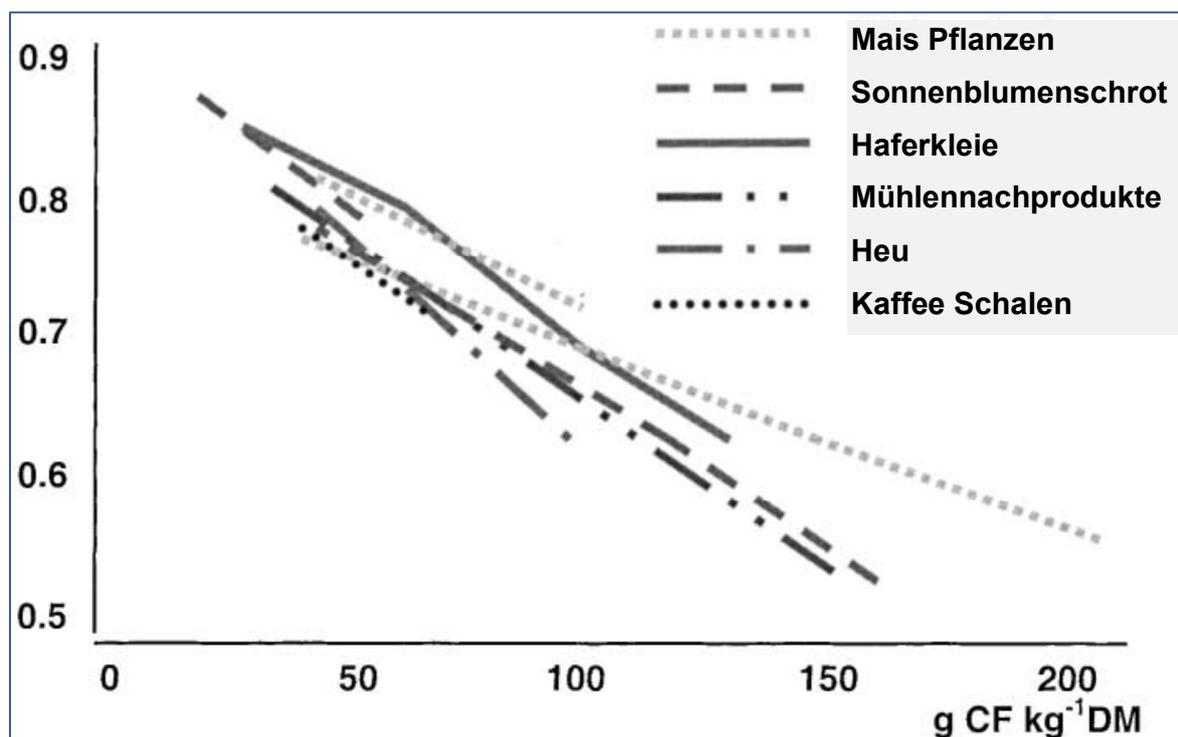


Abbildung 5 Koeffizient der Verdaulichkeit der Bruttoenergie im Schweinefutter im Verhältnis zum Rohfasergehalt (Wenk, 2001)

Zum anderen erhöht Faser die Nährstoffausscheidungen über den Kot. Jedoch beeinflusst sie das Wohlbefinden und die Gesundheit der Schweine positiv. Ein erhöhter Fasergehalt im Futter gibt Schweinen die Möglichkeit, das Futter über einen längeren Zeitraum zu kauen (Wenk, 2001). Es entstehen durch bakterielle Fermentation der Gerüstsubstanzen mehr kurzkettige Fettsäuren, welche energetisch genutzt werden können. Darüber hinaus können diese kurzkettigen Fettsäuren durch Absenken des pH-Wertes im Dickdarm unerwünschte Mikroorganismen abtöten (Priesmann 2017). Eine regelmäßige Peristaltik, welche durch Faser gefördert wird, vermeidet Obstipation (Wenk, 2001). Beim Einsatz von Trockenschlempe muss jedoch das Aminosäureverhältnis angepasst werden, da ansonsten eine Unterversorgung an Aminosäuren entstehen kann, die nicht nur zu schlechteren Tageszunahmen führt, sondern auch das Verhalten der Tiere wird beeinträchtigt sodass wieder Unruhe auftritt (Blockhuis et al, 2007).

1.5.1 Proteinreduzierte Fütterung:

Unter proteinreduzierter Fütterung versteht man die Reduktion von Eiweiß im Futtermittel bei Verbesserung der Eiweißqualität. Das Aminosäureprofil muss angepasst werden, um eine Verminderung der Mast- und Schlachtleistung zu verhindern. Dies kann durch Phasenfütterung, über optimierte Aminosäurenprofile oder beides erreicht werden. Das Ziel ist die Emissionsminderung, welche durch eine reduzierte N-Ausscheidung gewährleistet wird (Bracher und Spring, 2010). Das Wachstum verschlechtert sich deutlich, wenn der Proteingehalt um zwei Prozent reduziert und das Aminosäuremuster nicht adaptiert wird. Nach der Ergänzung limitierender Aminosäure wird mit der proteinärmeren Ration das Niveau der Kontrollgruppe erreicht. Der positive Effekt der proteinreduzierten Fütterung ist vor allem die deutliche Verminderung der Stickstoffausscheidungen in den proteinreduzierten Gruppen (Häffner et al. 1998).

1.6 Futtermittelzusatzstoffe

Futtermittelzusatzstoffe spielen in der modernen Landwirtschaft eine immer wichtigere Rolle. Es handelt sich dabei vor allem um Produkte, die für die Tierfütterung verwendet werden, um die Eigenschaften von Futtermitteln zu verbessern (EFSA, 2019).

Futtermittelzusatzstoffe können in folgende Kategorien eingeteilt werden:

1. Technologische Zusatzstoffe, z.B. Konservierungsmittel, Antioxidationsmittel, Emulgatoren, Stabilisatoren, Säureregulatoren, Silierstoffe
2. Sensorische Zusatzstoffe, z.B. Aromastoffe, Farbstoffe
3. Ernährungsphysiologische Zusatzstoffe, z.B. Vitamine, Aminosäuren, Spurenelemente
4. Zootechnische Zusatzstoffe, z.B. Verdaulichkeitsförderer, Darmflorastabilisatoren
5. Kokzidiostatika und Histomonostatika
(EFSA, 2019)

Pflanzenextrakte werden häufig in der Tierproduktion verwendet, weil sie unter anderem antimikrobielle, antivirale und antioxidative Eigenschaften aufweisen. Außerdem können sie die Enzymaktivität stimulieren und sich positiv auf die Immunaktivität auswirken. Insgesamt sollen sie die Leistung der Tiere verbessern und die Gesundheit erhöhen. Vor allem die phytogenen Futtermittelzusatzstoffe sind für die wissenschaftliche Forschung noch ein relativ neues Thema und das Wissen über deren Wirkungsweisen und Aspekte der Anwendung ist daher noch eher begrenzt (Mader, 2011).

1.6.1 NSP-Enzyme

Die meisten Alleinfuttermittel in der konventionellen Landwirtschaft bei Schweinen und Hühnern enthalten Futterzusatzstoffe wie Aminosäuren, Spurenelemente aber auch Enzyme und andere Verdaulichkeitsförderer. Diese Zusatzstoffe dienen zur Beseitigung der Wirkung antinutritiver Inhaltsstoffe im Futter, zum Abbau und zur Verwertung von Inhaltsstoffen, welche nicht durch körpereigene Enzyme abgebaut werden können, und zur Reduktion der Exkretion von Phosphor. Neben den Phytasen gehören die NSP-Enzyme (Nicht-Stärke-Polysaccharid spaltende Enzyme) zu den wichtigsten dieser Art (Simon, 2012). Durch die Ergänzung von exogenen Enzymen in Futtermittel kann die Verdaulichkeit und anschließend die Leistung verbessert werden (Mair et al., 2012). NSP spaltende Enzyme gehören bei den Futtermittelzusatzstoffen zu Kategorie 4, das heißt zu den zootechnischen Zusatzstoffen (EFSA, 2019). NSPs sind nicht nur schlecht verdaulich und verdünnen die Nährstoffgehalte im Futtermittel, sie umhüllen auch andere, ansonsten hochverdauliche Nährstoffe, wie z.B. Fett oder Protein und verringern somit die Verdaulichkeit ein weiteres Mal (Schedle et al. 2010).

1.6.2 Aromastoffe

Aromastoffe gehören laut EFSA (2019) bei den Futtermittelzusatzstoffen zur Kategorie 2, den sensorischen Zusatzstoffen.

Zu diesen Zusatzstoffen gehören eine Vielzahl an Kräutern, Gewürzen und davon abgeleiteten Produkten, vor allem ätherische Öle (Windisch et al. 2008). In den letzten Jahren hat die Verwendung aromatischer Kräuter und ätherischer Öle in der Tierernährung als Futterzusatzstoff erheblich zugenommen. Einer der Hauptgründe für diesen Trend ist der Ersatz von antibiotischen Leistungsförderern, welche in der Europäischen Union seit 2006 vollständig verboten wurden, da sie in Verdacht standen, Antibiotikaresistenzen zu erzeugen. Phytogene Zusatzstoffe können die Aktivität von Verdauungsenzymen und die Nährstoffaufnahme verbessern. Die Darmgesundheit kann durch reduzierte Bakterienkolonien im Darm und geringere Menge an Gärprodukte im Zuge der Fütterung von phytogenen Zusatzstoffen verbessert werden. Darüber hinaus scheinen einige phytogene Verbindungen die Darmschleimhaut zu fördern. Diese Wirkmechanismen können zu einer gesamten verbesserten Produktionsleistung führen (Schedle et al. 2012). Die Gesamtwirksamkeit von ätherischen Ölen und aromatischen Kräutern hat einen Einfluss auf den Gesundheitszustand von Menschen und Tieren (über die Nahrungskette) (Baser et al., 2009). Zusätzlich kann durch die antioxidative Wirkung spezifischer aromatischer Pflanzen und ätherischer Ölkomponenten die Haltbarkeit von tierischen Produkten durch die reduzierte Oxidation verbessert werden.

1.7 Zusammenfassung der Einleitung:

Soja wird in der Nutztierfütterung von der Bevölkerung immer kritischer hinterfragt, da es sich meist um importiertes, gentechnisch verändertes Sojaextraktionsschrot handelt. Die Sojaproduktion hat sich in den vergangenen 20 Jahren weltweit mehr als verdoppelt und für den Anbau von Soja werden Regenwälder gerodet. Sojaextraktionsschrot, welcher in der Schweinemast vorwiegend eingesetzt wird, besitzt neben hochwertigem Protein auch ausreichend Phosphor, was wiederum für die Schweinemast eine hohe Relevanz darstellt. Sojaextraktionsschrot beinhaltet je nach Behandlung zwischen 39 und 44% Rohprotein bzw. bei geschälter Ware bis zu zehn Prozent mehr. Eine Alternative zu Soja wäre unter anderem DDGS (Distillers Dried Grains with Solubles). Dieses Nebenprodukt der Bioethanol- und Biodieselerzeugung beinhaltet je nach Produktionsverfahren und Inhaltsstoffen

zwischen 28 und 36% Rohprotein, also ähnliche Werte wie Rapsextraktionsschrot. Als Ausgangsprodukt für die Biodiesel- oder Bioethanolerzeugung wird meist Weizen und/oder Mais verwendet. DDGS beinhaltet zwar einen erhöhten Gehalt an Rohprotein, jedoch müssen die Aminosäuren aufgrund des unausbalancierten Aminosäuremusters adaptiert werden. Zusätzlich zu einem erhöhten Rohproteingehalt enthält DDGS jedoch auch einen erhöhten Gehalt an Strukturkohlenhydraten, wodurch die mechanische Sättigung der Tiere leichter erreicht wird und aggressivem Verhalten gegenüber Artgenossen vorgebeugt. Der erhöhte Faseranteil besteht zum Großteil aus Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP), durch die Entnahme von Stärke aus Getreide und Mais kann sich im DDGS bis zu 50% an NSP anreichern. Diese können durch NSP-spaltende Enzyme aufgespalten werden, wodurch sich die antinutritiven Eigenschaften reduzieren und die Nährstoffeffizienz erhöht wird. Die Aktivität der Verdauungsenzyme kann auch durch Aromastoffe positiv beeinflusst werden, was wiederum zu einer gesamten verbesserten Produktionsleistung führt. Zusätzlich reduzieren Aromastoffe Bakterienkolonien im Darm und es werden weniger Gärprodukte gebildet. Ebenso erhöhen sie auch die Nährstoffaufnahme. Der Einsatz von Aromastoffen als Futtermittelzusatzstoff hat deshalb in den letzten Jahren stark zugenommen.

All diese unterschiedlichen Faktoren der einzelnen Futtermittel können Einfluss auf das Fressverhalten von Schweinen nehmen. Aus den genannten Gegebenheiten resultieren für die vorliegende Arbeit folgende Fragestellung und Forschungshypothesen:

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, das Fressverhalten von Mastschweinen anhand unterschiedlicher Futterrationen zu analysieren.

Forschungshypothese:

Es gibt Unterschiede im Fressverhalten über die gesamte Mastperiode:

- 1.) bei steigenden Anteilen an DDGS und somit steigenden Fasergehalten
- 2.) beim Einsatz von NSP-spaltenden Enzymen
- 3.) bei einer Proteinreduktion im Futter und oder dem Einsatz von Gewürzextrakt in der Futtration.

2 Material und Methoden

2.1 Einleitung:

In der vorliegenden Arbeit wurden drei voneinander unabhängige Fütterungsversuche mit verschiedenen Futtermitteln ausgewertet. Dabei wurde das Hauptaugenmerk auf die Fressgänge pro Tag, Gramm pro Fressgang, Gramm Futter pro Minute sowie auf die Zeit pro Fressgang, gelegt. Ebenso wurde auf Unterschiede in den einzelnen Fütterungsphasen geachtet.

Die Versuche wurden in den Mastabteilen der österreichischen Schweineprüfanstalt in Streitdorf (Streitdorf, Österreich) durchgeführt. Dabei standen zwölf konventionelle Boxen mit Vollspaltenböden zur Verfügung. Jede Box beinhaltete einen Futterautomaten, der mittels Transponder den täglichen Futterverzehr individuell je Tier.

Untersuchungsparameter

Die Datenaufarbeitung umfasste das Fressverhalten bezogen auf die verschiedenen Futtermischungen.

Fütterungsbeschreibung:

Bei Versuch 1 und Versuch 2 wurde die Umsetzbare Energie bei den analysierten Nährstoffen im Futter berechnet (Tabelle 4 and 5). Bei Versuch drei war diese bereits angegeben

<p>ME (MJ/kg) =</p> <p>0,021503 * g XP</p> <p>+ 0,032497 * g XL</p> <p>-0,021071 * g XF</p> <p>+ 0,016309 * g XS</p> <p>+ 0,014701 * g OR</p>	<p>Organischer Rest =</p> <p>Organische Substanz (TM – Rohasche)</p> <p>-Rohprotein</p> <p>-Rohfett</p> <p>-Rohfaser</p> <p>-Stärke</p>
--	--

Tabelle 4 Sonderformel – Mischfutter (Schätzfehler: 0,25 MJ ME/kg TM) (GfE 2008)

Bei allen drei Versuchen wurde die Nettoenergie (NE) zusätzlich selbst berechnet.
 NE: -Berücksichtigt Wärmeverluste der Verdauung
 -Wertet proteinreiche Futtermittel / Rationen ab
 -NE berücksichtigt ME-Verwertung beim Futter, ME beim Bedarf

Tabelle 5 Nettoenergie NE (Noblet and Milgen, 2004)

Schätzgleichung NE (MJ)=	0,730 * ME
	- 0,0028 * XP
	+ 0,0055 * XL
	- 0,0041 * XF
	+ 0,0014 * XS

2.2 Fütterungsbeschreibung Versuch 1:

Für den Versuch wurden 60 Mastschweine, welche aus dem ÖHYP Zuchtprogramm stammen, bei einem Gewicht von 35,6 kg (\pm 3.69) eingestallt. Es gab sechs Versuchsgruppen und jede Versuchsgruppe wurde zwei Mal getestet. Dies bedeutet, dass je fünf Tieren auf zwölf Boxen aufgeteilt wurden. Die Aufteilung erfolgte so, dass die Lebendmassegewichte der Schweine und auch die Herkunft (Wurf) möglichst gleichmäßig verteilt waren.

Für die Anfangsmast (bis 70 kg) wurde eine ad libitum Fütterung mit bedarfsdeckenden Nährstoffgehalten eingesetzt (MF I; 12,0 MJ ME/kg und 13,7 % Pcv Protein). Ab einer Lebendmasse von 70 kg wurde auf das Endmastfutter gewechselt. Dieses stand ebenfalls ad libitum zur Verfügung (MF II; 13,2 MJ ME/kg und 12,9 % Pcv Protein) (Tabelle 7). Die entsprechenden Sollwerte für die Nährstoffgehalte richteten sich nach den Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 2006). Die Rationsbasis bestand hauptsächlich aus den Komponenten Mais, Weizen und Sojaextraktionsschrot bzw. DDGS (Tabelle 8). Wichtig in der Futtermischung war vor allem, dass die sechs verschiedenen Futtermischungen den Nährstoffbedarf der Tiere sicherstellten. Dies wurde dadurch bewerkstelligt, dass die Futtermittel (Soja HP und

DDGS) auf gleiche Pcv Proteingehalte bzw. umsetzbare Energiegehalte eingestellt wurden (Tabelle 7), was nötig war, da die Proteinträger unterschiedlich waren und dadurch auch unterschiedliche Muster der essenziellen Pcv Aminosäuren aufwiesen.

Tabelle 6 Versuchsplan

Versuchsplan	Versuchsgruppe					
	1	2	3	4	5	6
Merkmale						
DDGS, % im Futter	0	6	12	18	24	30
Tiere, n	10	10	10	10	10	10
Boxen, n	2	2	2	2	2	2
Fütterung	ad libitum					

Tabelle 7 Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen

	MF I	MF II
ME, MJ/kg	12,9	13,2
Pcv Rohprotein, %	13,7	12,2
Pcv lysin, %	1,03	0,8
Pcv Methionin, %	0,32	0,29
Pcv Threonin, %	0,61	0,46
Pcv Tryptophan, %	0,22	0,15
Ca, %	0,87	0,84
P, %	0,56	0,51
Na, %	0,16	0,17

Tabelle 8 Rezepturen der Alleinfuttermischung

Versuchsgruppe						
MF I						
Futtermittel	1	2	3	4	5	6
Vormischung Soja (VM-S), %	30	24	18	12	6	0
Vormischung DDGS (VM-A), %	0	6	12	18	24	30
Mais, %	40	40	40	40	40	40
Weizen, %	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5	20,5
Rapsextraktionsschrot, %	5	5	5	5	5	5
Monocalciumphosphat, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Futterkalk, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Vitamin und Spurenelementprämix, %	3	3	3	3	3	3
L-Lysin, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
DL-Methionin, %	0	0	0	0	0	0
L-Threonin, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
MF II						
Futtermittel	1	2	3	4	5	6
Vormischung Soja (VM-S), %	30	24	18	12	6	0
Vormischung DDGS (VM-A), %	0	6	12	18	24	30
Mais, %	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8	65,8
Weizen, %	0	0	0	0	0	0
Rapsextraktionsschrot, %	0	0	0	0	0	0
Monocalciumphosphat, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Futterkalk, %	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Vitamin und Spurenelementprämix, %	3	3	3	3	3	3
L-Lysin, %	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35
DL-Methionin, %	0	0	0	0	0	0
L-Threonin, %	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1

Tabelle 9 Analytierte Nährstoff- und Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter

% DDGS			0	6	12	18	24	30
Inhaltsstoffe in g/kg								
Frischmasse	DDGS		VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6
TM	912		898	897	899	901	905	906
ME (MJ / kg)	14,4		13,4	13,5	13,7	13,8	13,9	14,2
NE (MJ)	9,9		10,0	10,1	10,3	10,3	10,4	10,7
XP	332		157	159	162	176	174	175
XL	87		29	35	41	50	54	62
Ges. Fett			36	41	42	49	49	57
XF	57		34	34	33	37	36	33
XA	54		64	62	62	61	63	61
Stärke	25		459	444	446	417	417	413
Zucker	46		35	34	34	35	34	33
su. Asche	1		5	4	4	4	4	1
NDF. Korr.	464		193	200	223	237	240	240
ADF	109		62	59	62	72	68	61
ADL	54		27	23	27	28	29	30

Tabelle 10 Analysierte Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter

mg AS / g Futter	DDGS		VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6
Lys	3,66		9,77	11,2	12	12	11,35	10,92
Met	4,21		3,23	11,7	12	11	10,92	
Cys	4,96		3,2	3,29	3,4	3,6	3,59	3,54
Met + Cys	9,17		6,43	6,38	6,4	6,5	6,5	6,2
Thr	9,14		7,25	7,31	7,3	7,7	7,54	7,4
Trp	2,59		1,92	1,79	1,8	1,8	1,75	1,69
Asx	14,52		12,77	12	11	10	10,49	9,8,
Glx	63,08		35,48	37,6	39	42	44,12	43,89
Ser	13,03		6,63	7,04	6,9	7,2	7,27	7,07
His	5,65		3,8	3,88	3,8	3,7	3,71	3,51
Gly	11,25		6,56	6,84	6,8	7	7,04	6,83
Arg	8,64		8,83	8,67	8,3	8,1	7,88	7,58
Ala	13,55		7,12	7,37	7,3	7,3	7,44	7,36
Tyr	8,95		4,6	4,75	4,7	4,8	4,91	4,87
Val	12,68		7,25	7,47	7,6	7,7	7,87	7,74
Ile	9,72		5,93	6,03	6,1	6,1	6,27	6,15
Phe	12,82		6,95	7,11	7,2	7,3	7,63	7,48
Leu	24,57		12,41	12,8	13	13	13,31	13,22

Tabelle 11 Analytierte Nährstoffgehalte im Endmastfutter

% DDGS		0	6	12	18	24	30
Inhaltsstoffe in							
g/kg Frischmasse		VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6
TM		884	883	885	887	886	887
ME (MJ / kg)		13,3	13,6	13,7	13,8	14,0	13,7
NE (MJ)		10,2	10,7	10,5	10,5	10,7	10,5
XP		124	23	131	138	143	136
XL		29	34	36	44	51	52
XF		30	26	25	26	26	32
XA		54	52	52	54	50	52
Stärke		519	513	495	481	469	465
Zucker		37	34	37	34	32	31
su. Asche		4	4	3	3	2	2
NDF. Korr.		167	159	178	197	214	210
ADF		109	44	27	40	46	47
ADL		15	18	14	24	32	34

Tabelle 12 Analysierte Aminosäuregehalte (AS) im Endmastfutter

mg AS / g		VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6
Lys		8,36	8,27	8,4	8,2	8,61	7,33
Met		2,73	2,5	2,5	2,4	2,29	2,3
Cys		2,5	2,46	2,6	2,8	2,87	2,73
Met + Cys		5,23	4,96	5,1	5,2	5,16	4,76
Thr		5,28	5,2	5,9	5,7	5,83	5,37
Trp		1,34	1,23	1,3	1,3	1,28	1,18
Asx		10,27	9,2	9,5	9,1	8,64	7,56
Glx		25,4	25,5	29	32	34,38	31,5
Ser		5,58	5,43	5,8	6,1	6,28	5,66
His		2,97	2,93	3,1	3,2	3,17	2,74
Gly		5,05	4,86	5,3	5,4	5,53	5
Arg		6,98	6,52	6,6	6,4	6,12	5,45
Ala		6,63	6,28	6,7	6,8	6,85	6,52
Tyr		3,74	3,73	4	4,1	4,26	3,99
Val		5,59	5,36	5,7	6	6,06	5,58
Ile		4,46	4,2	4,4	4,7	4,68	4,3
Phe		5,51	5,31	5,8	6	6,18	5,76
Leu		11,04	10,5	11	12	11,82	11,43

Tabelle 13 Ausgleichsmischungen für den Einsatz von Sojaextraktionsschrot und DDGS auf gleichem Niveau

Vormischung Soja (VM-S)											
Futtermittel	Menge in %	MJ ME	Pcv. Protein	XL	XA	XF	Stärke	Pcv. Lys	Pcv. Met	Pcv. Thr	Pcv. Trp
Sojaextraktionsschrot HP	29,7	16,2	449	13	67	39	72	29,5	6,7	17,2	5,9
Weizen	35	15,7	124	20	19	29	675	3,4	2	3,8	0
Weizenkleie	34	9,5	115	43	65	134	149	5,2	2,2	3,9	1,7
Diadomeenerde	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
DL-Methionin	0,3	0	0	0	0	0	0	0	1000	0	0
Summe / Ø	100	13,5	216	26	49	67	308	11,7	6,4	7,1	2,3
Vormischung DDGS (VM-A)											
Futtermittel	Menge in %	MJ ME	Pcv. Protein	XL	XA	XF	Stärke	Pcv. Lys	Pcv. Met	Pcv. Thr	Pcv. Trp
DDGS	89,85	12,4	240	60	50	67	17,4	2,8	7,25	6,29	2,91
Futterfett	3	35	-	990	-	-	-	-	-	-	-
Maisstärke	6	18	-	-	-	-	1000	-	-	-	-
L-Lys	0,95	-	-	-	-	-	-	1000	-	-	-
L-Threonin	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	1000	-
Summe / Ø	100	13,3	216	84	45	60	76	12	6,5	7,7	2,6

2.3 Fütterungsbeschreibung Versuch 2:

Für den Versuch wurden 60 Mastschweine, welche aus dem ÖHYP Zuchtprogramm stammen, bei einem Gewicht von 30,2 kg (\pm 3.13) eingestallt. Es gab 4 Versuchsgruppen und jede Versuchsgruppe wurde drei Mal getestet. Dies bedeutet, es wurden je fünf Tiere auf zwölf Boxen aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgte so, dass die Lebendmassegewichte der Schweine und auch die Herkunft (Wurf) möglichst gleichmäßig verteilt waren.

Um sich an den Geschmack der Futtermischungen zu gewöhnen, bekamen die Tiere im Vergleich zu Versuch 1 einen Anteil von 10 % DDGS bereits im Ferkelfutter beigemischt. Für die Anfangsmast (bis 70 kg) wurde eine ad libidum Fütterung mit

bedarfsdeckenden Nährstoffgehalten eingesetzt (MF I; 12,6 MJ ME/kg und 11,8 % Pcv Protein = standardisiertes präcaecal verdauliches Protein) und ab einer Lebendmasse von 70 kg wurde auf das Endmastfutter gewechselt. Dieses stand ebenfalls ad libitum zur Verfügung (MF II; 12,76 MJ ME/kg und 10,4 % Pcv Protein) (Tabelle 15). Die entsprechenden Sollwerte für die Nährstoffgehalte richteten sich nach den Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE 2006). Die Rationsbasis bestand hauptsächlich aus den Komponenten Mais, Weizen und Sojaextraktionsschrot, Rapsextraktionsschrot und DDGS (Tabelle 16). Der Weizen, der Mais sowie das pelletierte DDGS wurden vor dem Mischen geschrotet. Wichtig in der Futtermischung war vor allem, dass die vier verschiedenen Futtermischungen den Bedarfsempfehlungen der GfE 2006 entsprechen und die präcaecal verdaulichen Aminosäuren in den verschiedenen Versuchsgruppen gleichbleibende Gehalte aufwiesen. Dies wurde dadurch bewerkstelligt, indem bei der Futtermischung bei der das DDGS vorhanden war, zusätzlich noch eine erhöhte Menge an Aminosäuren eingesetzt wurde, da bei der DDGS-Futtermischung der Anteil der präcaecalen Verdaulichkeit der Aminosäuren im Vergleich zum Sojaextraktionsschrot deutlich geringer war. Die fertigen Mischungen wurden den Schweinen in Mehlform angeboten. Zusätzlich wurde sowohl das Futter mit Sojaextraktionsschrot als auch jenes mit DDGS mit einem NSP-spaltenden Enzym versetzt (Tabelle 14)

Tabelle 14 Versuchsplan

	Versuchsgruppe			
Merkmale	1	2	3	4
Eiweißträger	DDGS	DDGS	SES	SES
Zusatz an NSP-Enzymen	-	+	-	+
Tiere, n	15	15	15	15
Boxen, n	3	3	3	3
Fütterung	ad libitum			

- 1) Als NSP-abbauendes Enzym wurde eingesetzt: Ronozyme WX (CT)
- 2) SES = Sojaextraktionsschrot High Protein

Tabelle 15 Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen (bezogen auf 880g TM)

	MF I	MF II
ME, MJ/kg	12,6	12,76
Pcv Rohprotein, %	11,8	10,4
Pcv lysin, %	0,87	0,69
Pcv Methionin, %	0,25	0,18
Pcv Threonin, %	0,6	0,5
Pcv Tryptophan, %	0,16	0,11
Ca, %	0,65	0,5
P, %	0,48	0,44
v.P, %	0,26	0,18
Na, %	0,15	0,11

Tabelle 16 Rezepturen der Alleinfuttermischung (in der Frischmasse) für die erste Mastphase

Versuchsgruppe				
MFI				
Futtermittel	1	2	3	4
SES, %	-	-	10	10
DDGS, %	28	28	-	-
Mais, %	30,12	30,12	39,38	39,38
Gerste, %	27	27	27	27
Weizen, %	11	11	11	11
Rapsschrot, %	-	-	3	3
Tockenschnitzel, %	-	-	6	6
Monocalciumphosphat	0,6	0,6	0,6	0,6
Futterkalk, %	1,6	1,6	1,4	1,4
Viehsalz, %	0	0	0,3	0,3
Vitamin und Spurenelementprämix, %	0,52	0,52	0,52	0,52
HCL-Lysin, %	0,86	0,86	0,53	0,53
DL-Methionen	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Threonin, %	0,2	0,2	0,17	0,17
L-Tryptophan, %	0,06	0,06	0,05	0,05
Enzym	Nein	Ja	Nein	Ja

Tabelle 17 Rezepturen der Alleinfuttermischung (in der Frischmasse) für die zweite Mastphase

MF II				
Futtermittel	1	2	3	4
Soja, %	-	-	7	7
DDGS, %	18	18	-	-
Mais, %	34,16	34,16	40,3	40,3
Gerste, %	45	45	45	45
Weizen, %	-	-	1	1
Rapsschrot, %	-	-	4	4
Monocalciumphosphat	0,4	0,4	0,4	0,4
Futterkalk, %	1,2	1,2	1,1	1,1
Viehsalz, %	0	0	0,2	0,2
Vitamin und Spurenelementprämix, %	0,52	0,52	0,52	0,52
HCL-Lysin, %	0,62	0,62	0,4	0,4
DL-Methionen	0	0	0	0
L-Threonin, %	0,1	0,1	0,08	0,08
L-Tryptophan, %	0	0	0	0
Enzym	Nein	Ja	Nein	Ja

Tabelle 18 Analytierte Nährstoffgehalte im Vormastfutter

	DDGS	DDGS	SES	SES
NSP-Enzym	-	+	-	+
Inhaltsstoffe in g/kg Frischmasse	VG1	VG2	VG3	VG4
TM	891	897	888	890
ME (MJ / kg)	13,6	13,8	13,4	13,4
NE (MJ)	10,2	10,3	10,1	10,1
XP	168	166	150	151
XL	46	45	30	30
XF	40	37	37	37
XA	48	45	44	44
Stärke	406	414	470	478
Zucker	32	89	87	41
ADF	88	80	68	61
ADL	32	32	13	12

Tabelle 19 Analyisierte Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter

mg AS / g	VG1	VG2	VG3	VG4
Asx	9,1	8,7	11,2	11,3
Glx	38,6	38,5	31,3	31,3
Ser	6,1	6	5,7	5,8
His	3,7	3,6	3,5	3,5
Gly	6,3	6,1	5,7	5,7
Thr	6,1	6,2	6,1	6,1
Arg	6,9	6,5	7,5	7,5
Ala	7,7	7,7	6,9	6,9
Tyr	4,6	4,3	4,1	4
Val	7,5	7,4	6,8	6,8
Ile	5,8	5,7	5,5	5,6
Phe	7,5	7,5	6,9	6,9
Leu	13,3	13,4	11,8	11,9
Lys	10,9	10,1	10,6	10,3
Cys	3,2	3,2	2,9	2,8
Met	3	2,9	2,7	2,6
Trp	2	2	1,9	2

Tabelle 20 Analyisierte Nährstoffgehalte im Endmastfutter

	DDGS	DDGS	SES	SES
NSP-Enzym	-	+	-	+
Inhaltsstoffe in g/kg Frischmasse	VG1	VG2	VG3	VG4
TM	886	895	881	882
ME (MJ / kg)	13,5	13,8	13,3	13,2
NE (MJ)	10,2	10,4	10,1	10,1
XP	149	151	129	127
XL	41	43	33	33
XF	39	37	36	40
XA	38	40	42	38
Stärke	440	452	500	505
Zucker	25	29	37	27
ADF	77	57	51	52
ADL	27	16	11	11

Tabelle 21 Analysierte Aminosäuregehalte (AS) im Endmastfutter

mg AS / g	VG1	VG2	VG3	VG4
Asx	8,8	8,6	9,7	10,2
Glx	36,2	35,9	26,9	27,3
Ser	5,6	5,4	4,8	5
His	3,4	3,4	3,2	3,3
Gly	6	5,8	5,2	5,3
Thr	5,5	5,5	5,1	5,1
Arg	6,6	6,4	6,6	6,8
Ala	6,9	6,9	6,3	6,6
Tyr	4,3	4,1	3,7	4
Val	7	7	6,3	6,4
Ile	5,4	5,4	4,9	5,1
Phe	6,9	6,9	6,3	6,6
Leu	11,8	12	10,5	11
Lys	9,6	10	8,8	8,2
Cys	3	2,9	2,5	2,5
Met	2,5	2,4	2,1	2,1
Trp	105	15	1,4	1,3

2.4 Fütterungsbeschreibung Versuch 3

Für den Versuch wurden 60 Mastschweine, welche aus dem ÖHYP Zuchtprogramm stammen, bei einem Gewicht von 35,5 kg (\pm 0,46) eingestallt. Es gab 3 Versuchsgruppen und jede Versuchsgruppe wurde vier Mal getestet. Dies bedeutet, es wurden je fünf Tieren auf zwölf Boxen aufgeteilt. Die Aufteilung erfolgte so, dass die Lebendmassegewichte der Schweine und auch die Herkunft (Wurf) möglichst gleichmäßig verteilt waren.

Für die Anfangsmast (bis 70 kg) wurde eine ad libitum Fütterung mit bedarfsdeckenden Nährstoffgehalten eingesetzt (MF I; 13,2 MJ ME/kg) und ab einer Lebendmasse von 70 kg wurde auf das Endmastfutter gewechselt. Dieses stand ebenfalls ad libitum zur Verfügung (MF II; 13,2 MJ ME/kg) (Tabelle 23). Die

entsprechenden Sollwerte für die Nährstoffgehalte richteten sich nach den Bedarfsnormen der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2006). Die Rationsbasis bestand hauptsächlich aus den Komponenten Mais, Weizen, Gerste Sojaextraktionsschrot und Pflanzenöl (Tabelle 24). Die Rationen unterschieden sich dadurch, dass der Proteingehalt in Versuchsgruppe zwei und drei im Vergleich zur Kontrollgruppe reduziert wurde (Tabelle 24 und 25). Zusätzlich wurde eine der proteinreduzierten Futterrationen mit einem Pflanzenextrakt (Cuxarom Spicemaster) versetzt.

Tabelle 22 Versuchsplan

Gesamtmast	Versuchsgruppe		
	1	2	3
Merkmale	1	2	3
Proteinreduziert	-	+	+
Pflanzenextrakt im Futter	-	+	-
Tiere, n	20	20	20
Boxen, n	4	4	4
Fütterung	ad libidum		

Tabelle 23 Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen

Futtermittel	MF I			MF II		
	Gruppe			Gruppe		
	1	2	3	1	2	3
ME, MJ/kg	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2	13,2
Rohprotein, %	17,3	16,5	16,5	15,3	14,4	14,4
Stärke, %	46,3	46,1	46,1	50,1	51,2	51,2
Rohfaser %	3,6	3,6	3,6	3,4	3,3	3,3
Pcv lysin, %	0,93	0,94	0,94	0,8	0,8	0,8
MJ ME /Pcv Lysin	0,7	0,71	0,71	0,6	0,6	0,6
Pcv Methionin +Cys, %	0,52	0,51	0,51	0,48	0,46	0,46
Pcv Threonin, %	0,58	0,64	0,64	0,51	0,56	0,56
Pcv Tryptophan, %	0,16	0,18	0,18	0,14	0,15	0,15
Pcv Val, %	0,63	0,64	0,64	0,54	0,51	0,51
Pcv Ile, %	0,56	0,56	0,56	0,47	0,43	0,43
Pcv Leu, %	1,03	1,06	1,06	0,47	0,43	0,43
Pcv His, %	0,35	0,35	0,35	0,3	0,28	0,28
Ca, %	0,65	0,65	0,65	0,57	0,57	0,57
Verdaulicher P, %	0,29	0,28	0,28	0,25	0,25	0,25
Na, %	0,12	0,12	0,12	0,11	0,11	0,11

Tabelle 24 Rezepturen der Alleinfuttermischung

Versuchsgruppe			
	MF I		
Futtermittel	1	2	3
Sojaextraktionsschrot mit Hülsen, %	18,5	16,5	16,5
Prämix mit Pflanzenextrakt, %	-	1,0	-
Prämix ohne Pflanzenextrakt, %	-	-	1,0
Mais, %	15,0	15,0	15,0
Weizen, %	42,7	43,6	43,6
Gerste, %	20,0	20,0	20,0
Pflanzenöl, %	0,8	0,9	0,9
Vitamin und Spurenelementprämix G, %	3,0	3,0	3,0
MF II			
Futtermittel	1	2	3
Sojaschrot mit Hülsen, %	12	9,5	9,5
Prämix mit Pflanzenextrakt, %	-	1,0	-
Prämix ohne Pflanzenextrakt, %	-	-	1,0
Mais, %	15,0	15,0	15,0
Weizen, %	49,2	50,6	50,6
Gerste, %	20,0	20,0	20,0
Pflanzenöl, %	0,8	0,9	0,9
Premix	3,0	3,0	3,0

Tabelle 25 Analysierte Nährstoff- und Aminosäuregehalte (AS) im Vormastfutter

Gehalt an Ergänzungsfuttermittel	VG1	VG2	VG3
Protein reduziert	-	+	+
Prämix mit Pflanzenextrakt	-	+	-
Inhaltsstoffe in g/kg Frischmasse	VG1	VG2	VG3
TM	880	881	882
ME (MJ / kg)	13,8	13,9	13,9
NE (MJ)	10,4	10,6	10,6
XP	164	151	152
XL	27	29	29
XF	24	22	22
XA	47	46	47
Stärke	494	507	507
Zucker	36	34	33
Calcium			
mg AS / g	VG1	VG2	VG3
Lys	9,8	9,4	9,6
Pcv. Lys	8,8	8,5	8,7
Met + Cys	5,8	5,7	5,6
Thr	6,2	6,1	6,6
Val	7	6,4	6,8
Thr	7,25	7,31	7,3
Ile	6,2	5,8	5,8
Leu	11,4	10,7	10,6
Phe	7,2	6,6	6,9
His	4	3,7	3,6
Lys MJ ME	0,71	0,68	0,69
Pcv. Lys: MJ ME	0,64	0,61	0,63

Tabelle 26 Analyierte Nährstoff- und Aminosäuregehalte (AS) im Endmastfutter

Gehalt an Ergänzungsfuttermittel	VG1	VG2	VG3
Protein reduziert	-	+	+
Prämix mit Pflanzenextrakt	-	+	-
Inhaltsstoffe in g/kg Frischmasse	VG1	VG2	VG3
TM	889	889	891
ME (MJ / kg)	13,9	13,9	13,9
NE (MJ)	10,6	10,6	10,7
XP	142	134	129
XL	27	27	27
XF	24	23	22
XA	42	43	46
Stärke	517	527	535
Zucker	45	29	28
Calcium			
mg AS / g	VG1	VG2	VG3
Lys	8,5	8,1	8
Pcv. Lys	7,7	7,4	7,3
Met + Cys	5,6	5,3	0,51
Thr	5	5,7	5,7
Val	6,1	5,6	5,4
Thr	5	5,7	5,7
Ile	6,1	5,6	5,4
Leu	10	9,3	8,9
Phe	6,4	5,6	5,3
His	3,5	3,2	3,3
Lys MJ ME	0,61	0,58	0,58
Pcv. Lys: MJ ME	0,55	0,53	0,53

2.5 Versuchsauswertung:

Folgende Daten wurden im Verlauf des Versuches und zu Versuchsende erhoben:

1. Mastleistung

- a. Tierindividuelle Erfassung des täglichen Futtermittelsverzehrs und des Futteraufwandes: Der Futteraufwand ergibt sich aus der verzehrten Futtermenge dividiert durch die LM-Zunahme. Es wurden alle Futtereinwaagen aufgezeichnet und das am Ende im Trog zurückgebliebene Futter wurde zurückgewogen. Der Zuwachs errechnete sich dann aus den Wiegungen der Tiere.

2. Aufbereitung der Daten bezogen auf Parameter des Fressverhaltens

Die Daten wurden mit Excel aufbereitet. Dabei wurden zuerst alle Fressgänge inklusive deren Dauer und Menge bezogen auf das jeweilige Tier und die Box, aufgelistet. Anschließend wurden alle Fressgänge, bei denen weniger als zehn Gramm gefressen wurde weg gerechnet, da man davon ausgeht, dass es sich bei dieser geringen Futtermenge mehr um ein Spielverhalten handelte, als um einen Fressgang. Anschließend wurde aus diesen Daten die Anzahl der Fressgänge pro Tag, die Gramm pro Fressgang, die Gramm pro Minute, die Minuten pro Fressgang sowie die Minuten pro Tag berechnet. Von diesen Werten wurde die Standardabweichung berechnet. Werte, welche sich außerhalb der zweifachen Standardabweichung befanden, wurden als Ausreißer titulierte und nicht für die statistische Auswertung herangezogen.

2.6 Statistik:

Versuch 1

Die Daten wurden einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit dem Faktor Versuchsgruppe unterzogen.

Die globale Nullhypothese H_0 besagt, dass sich die Mittelwerte der Parameter μ_X in den einzelnen Gruppen nicht voneinander unterscheiden.

Hypothese H_0

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

Modell für die Futteraufnahme:

$$Y_{ik} = \mu + VG_i + e_{ik}$$

Y_{ik} = abhängige Variable, getesteter Parameter

μ = Mittelwert

VG_i = Effekt der Versuchsgruppe, $i = 1, 2, 3, 4, 5$ oder 6

e_{ik} = Restfehler (Residue), jener Anteil der Y-Werte, der weder durch μ noch durch die fixen Effekte erklärt werden kann

Versuch 2

Die Daten wurden einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit dem Faktor Versuchsgruppe unterzogen.

Die globale Nullhypothese H_0 besagt, dass sich die Mittelwerte der Parameter μ_x in den einzelnen Gruppen nicht voneinander unterscheiden

Hypothese H_0

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

Modell Für die Futteraufnahme:

$$Y_{ik} = \mu + VG_i + e_{ik}$$

Y_{ik} = abhängige Variable, getesteter Parameter

μ = Mittelwert

VG_i = Effekt der Versuchsgruppe, $i = 1, 2, 3$ oder 4

e_{ik} = Restfehler (Residue), jener Anteil der Y-Werte, der weder durch μ noch durch die fixen Effekte erklärt werden kann

Versuch 3

Die Daten wurden einer einfaktoriellen Varianzanalyse mit dem Faktor Versuchsgruppe unterzogen.

Die globale Nullhypothese H_0 besagt, dass sich die Mittelwerte der Parameter μ_x in den einzelnen Gruppen nicht voneinander unterscheiden

Hypothese H_0

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Modell Für die Futteraufnahme:

$$Y_{ik} = \mu + VG_i + e_{ik}$$

Y_{ik} = abhängige Variable, getesteter Parameter

μ = Mittelwert

VG_i = Effekt der Versuchsgruppe, $i = 1, 2$ oder 3

e_{ik} = Restfehler (Residue), jener Anteil der Y-Werte, der weder durch μ noch durch die fixen Effekte erklärt werden kann

Sämtliche Varianzanalysen für das einfaktorielle Merkmalsmodell wurden alle mit dem Statistik-Programm SAS, Version 9.4, mit der Prozedur GLM durchgeführt. Da das Grundprinzip der Varianzanalyse darin liegt, herauszufinden, ob es Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen gibt, wurde in diesem Fall noch der Tukey Kramer Test angewendet (welcher alle Mittelwertdifferenzen paarweise testet), um abzuleiten, welche Gruppen sich voneinander unterscheiden. Die Irrtumswahrscheinlichkeit (alpha-Schranke = 0,05) wurde mit $p < 0,05$ (5%) als kritisches Signifikanzniveau fixiert. Als statistische Tendenz wurde $\alpha = 0,1$ festgelegt.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgte mittels Means und deren Standardfehlern (Standard Errors of Means = SEM).

3 Versuchsergebnisse

Im Folgenden werden die Ergebnisse des Fressverhaltens (Futteraufnahme, Anzahl der Fressgänge pro Tag, Gramm Futter pro Fressgang in den einzelnen Phasen, sowie Gramm Futter pro Minute und Zeit pro Fressgang) dargestellt.

3.1 Versuch 1

3.1.1 Anfangsmast-Phase:

Tabelle 27 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast von Versuch eins.

Tabelle 27 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast

Anfangsmast									
		Versuchsgruppe						SEM	P-Wert
		VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6		
DDGS in %		0	6	12	18	24	30		
Tägliche FA	kg/Tag	2,43	2,49	2,53	2,54	2,43	2,37	0,06	0,74
Anzahl FG / Tag		26	30	28	30	27	28	1,00	0,8787
Futteraufnahme		86	71	77	78	77	76	3,21	0,863
g/FG									
Futteraufnahme		19	16	17	17	17	17	0,49	0,5264
g /min									
Min / FG		4,22	4,29	4,78	4,81	4,84	4,57	0,19	0,9023

Anzahl Fressgänge pro Tag

In der Anfangsmast konnten bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag keine statistischen Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen erkannt werden. Die VG 4 und VG2 wiesen mit 30 Fressgängen pro Tag die höchsten Werte auf. Den niedrigsten Wert wies mit Abstand die VG1 (26) auf, die 0 % DDGS enthielt. Den zweit niedrigsten Wert hatte die VG5 mit durchschnittlich 27 Fressgängen pro Tag (Tabelle 27).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

Bezüglich der Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang gab es keine statistischen Unterschiede zwischen den Gruppen. In der Anfangsmast konnte beim Versuch 1 in der VG1 die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (87 g / Fressgang) festgestellt werden. Die nächst höhere Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG5 (77 g / Fressgang). Die niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang wurde bei VG2 (71 g / Fressgang), gefolgt von VG6 (76 g / Fressgang) gemessen (Tabelle 27).

Futteraufnahme in Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute hatte die VG1 (19 g/min) den höchsten Wert gefolgt von der VG6 (17 g/min), wobei die VG2 die geringsten Werte zeigte (16 g/min). Die zweit niedrigsten Werte hatte die VG4 (17 g/min). Es sei jedoch zu erwähnen, dass sich keine statistischen Unterschiede herauskristallisierten (Tabelle 27).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG1 fraß pro Fressgang am kürzesten (4,22 Minuten), gefolgt von der VG2 (4,29 Minuten). Am längsten fraßen die VG5 (4,84 min / Fressgang) gefolgt von VG4 (4,81 min / Fressgang) (Tabelle 27).

3.1.2 Endmast-Phase:

Tabelle 28 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast von Versuch eins.

Tabelle 28 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast

Endmast								
	Versuchsgruppe						SEM	P-Wert
	VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6		
DDGS in %	0	6	12	18	24	30		
Tägliche FA kg / Tag	2,53 ^a	2,42 ^a	2,1 ^b	2,42 ^a	2,41 ^a	2,33 ^{ab}	0,044	0,002
Anzahl FG / Tag	24 ^(b)	32 ^(ab)	38 ^(a)	31 ^(ab)	27 ^(ab)	29 ^(ab)	1,40	0,0598
Futteraufnahme g/FG	110 ^(a)	94 ^(ab)	73 ^(b)	81 ^(ab)	109 ^(a)	94 ^(ab)	4,01	0,0387
Futteraufnahme g /min	26	23	24	25	27	24	0,64	0,3844
Min / FG	4,57	4,33	3,26	3,87	3,98	4,13	1,18	0,4107

Anzahl der Fressgänge pro Tag

In der Endmast konnte bei der Anzahl an Fressgängen pro Tag ein statistisch tendenzieller Unterschied zwischen den Versuchsgruppen drei und eins erkannt werden. Die VG3 mit 12 % DDGS im Futter wies den höchsten Wert auf (38), gefolgt von der VG2 (32) und VG4 (31). Der niedrigste Wert ergab sich bei VG1 (24), welche 0 % DDGS im Futter erhielt, der zweitniedrigste bei VG6 (29 Fressgänge pro Tag) (Tabelle 28).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

In der Endmast konnte beim Versuch 1 in der VG1 mit Abstand die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (110 g / Fressgang) festgestellt werden. Die nächst höhere Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG5 (109 g / Fressgang). Die niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang wurde bei VG2 (73 g / Fressgang), gefolgt von VG4 (81 g / Fressgang) gemessen. Laut P-Wert in der F-Statistik (P-Wert = 0,0387) sind signifikante Unterschiede feststellbar, der Mittelwert der kleinsten Quadrate besagt jedoch, dass sich die Gruppe drei nur tendenziell von der Gruppe eins und fünf unterscheidet.

Futteraufnahme in Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute in der Endmastphase hatte die VG5 (27 g/min) den höchsten Wert, gefolgt von der VG1 (26 g/min), wobei die VG2 die geringsten Werte zeigte (23 g/min), gefolgt von VG3 (24 g/min). Es sei jedoch zu erwähnen, dass sich keine statistischen Unterschiede berechnen ließen (Tabelle 28).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang in der Endmast konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG3 fraß pro Fressgang am kürzesten (3,26 Minuten), gefolgt von der VG2 (3,87 Minuten). Am längsten fraßen die VG1 (4,57 min / Fressgang) sowie die VG2 (4,33 min / Fressgang) (Tabelle 28).

3.1.3 Gesamte Mastperiode

Tabelle 29 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme über die gesamte Mastperiode von Versuch eins.

Tabelle 29 Versuch 1 Ergebnisse der Futteraufnahme in der gesamten Mastperiode

Gesamte Mastperiode								
	Versuchsgruppe						SEM	P-Wert
	VG1	VG2	VG3	VG4	VG5	VG6		
DDGS	0	6	12	18	24	30		
Tägliche FA kg / Tag	2,31	2,36	2,30	2,27	2,34	2,46	0,03	0,36
Anzahl FG / Tag	26	31	31	31	27	29	1,10	0,6652
Futteraufnahme g/FG	97	81	78	74	90	84	3,17	0,3679
Futteraufnahme g /min	22	19	20	20	21	20	0,54	0,5860
Min / FG	4,20	4,48	4,06	4,28	4,22	4,33	0,16	0,9884

Anzahl der Fressgänge pro Tag

Während der gesamten Mastdauer konnte bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag kein statistischer Unterschied zwischen den Versuchsgruppen erkannt werden. Die VG3 mit einem DDGS-Gehalt von 12 % im Futter wies den höchsten Wert auf (31), gefolgt von der VG2 und VG4 (31), welche beide die gleichen Werte zeigten. Die niedrigste Anzahl von Fressgängen wies mit Abstand die VG1 (26) auf, welche 0 % DDGS erhielt, gefolgt von der VG5 mit 27 Fressgängen pro Tag (Tabelle 29).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

In der gesamten Mastperiode konnte beim Versuch 1 im Durchschnitt in der VG1 die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (97 g / Fressgang) festgestellt werden. Die nächst höhere Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG5 (90 g / Fressgang). Die niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang wurde bei VG4 (74 g / Fressgang), gefolgt von VG3 (78 g / Fressgang) gemessen. Es wurde keine statistischen Unterschiede festgestellt (Tabelle 29).

Futteraufnahme Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute hatte die VG1 (22 g/min) den höchsten Wert, gefolgt von der VG5 (21 g/min), wobei die VG2 die geringsten Werte zeigte (18,71 g/min), gefolgt von VG3 (20 g/min). Es konnten zwischen den Gruppen keine statistischen Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 29).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG3 fraß pro Fressgang am kürzesten (4,06 Minuten), gefolgt von der VG1 (4,2 Minuten). Am längsten fraßen die VG2 (4,48 min / Fressgang), gefolgt von VG6 (4,33 min / Fressgang (Tabelle 29).

3.2 Versuch 2

3.2.1 Anfangsmast-Phase

Tabelle 30 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast von Versuch zwei.

Tabelle 30 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast

Anfangsmast						
	Versuchsgruppe				SEM	P-Wert
	VG1	VG2	VG3	VG4		
Eiweißträger	DDGS	DDGS	SES	SES		
NSP-Enzym	-	+	-	+		
Tägliche FA kg / Tag	2,01	1,94	1,94	1,97	0,37	0,369
Anzahl FG / Tag	23 ^(a)	23 ^(a)	19 ^(b)	19 ^(b)	0,60	0,0089
Futteraufnahme g/FG	87	89	100	97	2,98	0,3933
Futteraufnahme g /min	15,35	16,90	16,73	16,91	0,44	0,5408
Min / FG	5,77	5,22	5,88	6,20	0,21	0,4583

Anzahl der Fressgänge pro Tag

In der Anfangsmast konnte bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag ein statistischer Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Die VG1 und VG2 hatten beide 23 Fressgänge pro Tag.. Diese beiden Werte unterscheiden sich tendenziell von der VG3 (19) und VG4 (19), welche 0 % DDGS erhielten. Es handelt sich nach dem P-Wert der F-Statistik um eine Signifikanz, zu beachten ist aber, dass die P-Werte der Kleinste-Quadrat-Mittelwerte zwischen den Versuchsgruppen nur Tendenzen anzeigen, deshalb spricht man in diesem Fall nur von einer Tendenz (Tabelle 30).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

In der Anfangsmast konnte beim Versuch zwei in der VG3 die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (100 g / Fressgang) festgestellt werden. Die nächsthöhere

Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG4 (97 g / Fressgang). Die niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang wurde bei VG1 (87 g / Fressgang), gefolgt von VG2 (89 g / Fressgang) gemessen. Es wurden hier keine statistischen Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt (Tabelle 30).

Futteraufnahme in Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute hatte die VG4 (17 g/min), dicht gefolgt von der VG2 (17 g/min) die höchsten Werte. Diese beiden Versuchsgruppen erhielten beide den Zusatz an NSP-Enzymen in der Fütterung. Die durchschnittlich geringsten Werte hatte die VG1 (15 g/min), gefolgt von der VG3 (17 g/min). Es ist jedoch zu erwähnen, dass sich keine statistischen Unterschiede herauskristallisierten (Tabelle 30).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG4 fraß pro Fressgang am längsten (6,2 Minuten) gefolgt von der VG3 (5,9 Minuten). Am kürzesten fraß die VG2 (5,2 min / Fressgang) gefolgt von der VG1 (5,8 min / Fressgang) (Tabelle 30).

3.2.2 Endmast-Phase

Tabelle 31 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast von Versuch zwei

Tabelle 31 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast

Endmast						
	Versuchsgruppe				SEM	P-Wert
	VG1	VG2	VG3	VG4		
Eiweisträger	DDGS	DDGS	SES	SES		
NSP-Enzym	-	+	-	+		
Tägliche FA kg / Tag	2,87	2,76	2,76	2,77	0,04	0,771
Anzahl FG / Tag	24 ^{ab}	21 ^{ab}	20 ^b	27 ^a	1,00	0,0403
Futteraufnahme g/FG	125	137	142	109	6,16	0,238
Futteraufnahme g /min	24	26	27	27	0,67	0,4192
Min / FG	5,11	4,81	5,07	4,23	0,22	0,4974

Anzahl der Fressgänge pro Tag

In der Endmast konnte bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag ein statistischer Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden. Die VG4, welche kein DDGS, jedoch das NSP-Enzym erhielt, wies den höchsten Wert auf (27 Fressgänge pro Tag), dieser unterschied sich signifikant von der VG3 (20 Fressgängen pro Tag) die ebenfalls kein DDGS, dafür aber auch kein NSP-Enzym erhält. Die VG1 (24 Fressgänge pro Tag) und VG2 (26 Fressgänge pro Tag) unterschieden sich statistisch nicht von den anderen (Tabelle 31).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

In der Endmast konnte bei Versuch zwei in der VG4 mit Abstand die niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang (109 g / Fressgang) festgestellt werden. Die nächst niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG1 (125 g / Fressgang). Die höchste Futteraufnahme pro Fressgang wurde bei VG3 (143 g / Fressgang), gefolgt

von VG2 137 g / Fressgang) gemessen. Es wurden keine statistischen Unterschiede festgestellt (Tabelle 31).

Futteraufnahme Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute in der Endmastphase hatten die VG3 und die VG4 (27 g/min) die höchsten Werte wobei die VG1 die geringsten Werte zeigte (24 g/min) gefolgt von VG2 (26 g/min). Es ist jedoch zu erwähnen, dass sich keine statistischen Unterschiede herauskristallisierten (Tabelle 31).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang in der Endmastphase konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG4 fraß pro Fressgang am kürzesten (4,23 Minuten) gefolgt von der VG2 (4,81 Minuten). Am längsten fraßen die VG1 (5,11 min / Fressgang) gefolgt von VG3 (5,01 min / Fressgang (Tabelle 31).

3.2.3 Gesamte Mastperiode

Tabelle 32 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme über die gesamte Mastperiode hinweg von Versuch drei.

Tabelle 32 Ergebnisse der Futteraufnahme in der gesamten Mastperiode

Gesamte Mastperiode						
	Versuchsgruppe				SEM	P-Wert
	VG1	VG2	VG3	VG4		
Eiweißträger	DDGS	DDGS	SES	SES		
NSP-Enzym	-	+	-	+		
Tägliche FA kg / Tag	2,39	2,31	2,31	2,31	0,02	0,736
Anzahl FG / Tag	24 ^(a)	23 ^(ab)	19 ^(b)	23 ^(ab)	0,70	0,068
Futteraufnahme g/FG	102	109	117	96,4	3,60	0,2196
Futteraufnahme g /min	19	21	21	21	0,49	0,347
Min / FG	5,48	5,02	5,43	5,27	0,21	0,8736

Anzahl der Fressgänge pro Tag

Während der gesamten Mastdauer konnte bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag ein tendenzieller Unterschied zwischen den Versuchsgruppen erkannt werden. Die VG1, welche DDGS ohne NSP-Enzym im Futter erhielt, wies den höchsten Wert auf (24 Fressgänge pro Tag) und unterschied sich tendenziell von der VG3 mit durchschnittlich 19 Fressgängen pro Tag. Die nächst höheren Werte wurden bei den Schweinen der VG2 (23) und der VG4 (23 Fressgängen pro Tag) gemessen (Tabelle 32).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

In der gesamten Mastperiode konnte bei Versuch zwei in der VG3 mit Abstand die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (118g / Fressgang) festgestellt werden. Die nächst höhere Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG2 (109 g / Fressgang). Die niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang wurde bei VG4 (96 g / Fressgang), gefolgt von VG1 (102 g / Fressgang) gemessen. Es wurden keine statistischen Unterschiede festgestellt (Tabelle 32).

Futteraufnahme in Gramm pro Minute

Die Futteraufnahme pro Minute war bei den Versuchsgruppen zwei, drei und vier, über die gesamte Mastperiode hinweg pro Minute gleich hoch (21 g/min). Die Tiere der Versuchsgruppe eins welche DDGS und keine NSP-spaltenden Enzyme in der Futterration hatten, fraßen etwas weniger pro Minute (19 g/min). Es sei jedoch zu erwähnen, dass sich keine statistischen Unterschiede berechnen ließen (Tabelle 32).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG2 fraß pro Fressgang am kürzesten (5,01 Minuten), gefolgt von der VG4 (5,27 Minuten). Am längsten fraßen die Schweine der VG1 (5,47 min / Fressgang), dicht gefolgt von VG3 (5,43 min / Fressgang) (Tabelle 32).

3.3 Versuch drei

3.3.1 Anfangsmast-Phase

Tabelle 33 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast von Versuch drei.

Tabelle 33 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Anfangsmast

Anfangsmast					
	Versuchsgruppe				
	VG1	VG2	VG3	SEM	P-Wert
Protein reduziert	-	+	+		
Pflanzenextrakt	-	+	-		
Tägliche FA kg / Tag	2,09	1,92	2,05	0,04	0,1765
Anzahl FG / Tag	34 ^(ab)	30 ^(b)	36 ^(a)	1,10	0,0736
Futteraufnahme g/FG	61	61	53	1,86	0,1161
Futteraufnahme g /min	23 ^a	19 ^b	20 ^{ab}	0,61	0,009
Min / FG	2,56 ^(b)	3,11 ^(a)	2,66 ^(ab)	0,09	0,0423

Anzahl Fressgänge pro Tag

Bei Versuch drei in der Anfangsmast konnten statistische Unterschiede bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag zwischen den Versuchsgruppen zwei und drei erkannt werden. Die VG3 welche eine proteinreduzierte Fütterung ohne Pflanzenextrakt erhielt, hatte mit 36 Fressgängen pro Tag den höchsten Wert, gefolgt von der VG1 (34), bei welcher das Futter keine Pflanzenextrakte, jedoch einen höheren Proteingehalt aufwies. Der niedrigste Wert zeigte sich bei VG2 (30), bei welcher das Futter proteinreduziert und mit Pflanzenextrakt versetzt war (Tabelle 33).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

In der Anfangsmast konnte bei Versuch drei in der VG1 die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (61 g / Fressgang) festgestellt werden. Die zweit höchste Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG2 (61 g / Fressgang). Die niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang zeigte sich mit Abstand in der VG3 (53 g / Fressgang). Bei dieser Kategorie konnten keine statistischen Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 33).

Futteraufnahme in Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute hatte die VG1 (23 g/min) signifikant den höchsten Wert, gefolgt von der VG3 (20 g/min), wobei die VG2 den geringsten Wert zeigte (19 g/min). Signifikant unterschied sich somit die Gruppe zwei (proteinreduziert mit Pflanzenextrakt) von der Gruppe drei (proteinreduziert ohne Pflanzenextrakt) (Tabelle 33).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang konnten ebenfalls statistische Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG2 fraß im Durchschnitt pro Fressgang mit Abstand am längsten (3,1 Minuten) gefolgt von der VG3 (2,7 Minuten). Am kürzesten fraßen im Durchschnitt die Schweine der VG1 (2,6 min / Fressgang) Die VG2 (proteinreduziert mit Pflanzenextrakt) fraß statistisch tendenziell länger als die VG1 (nicht proteinreduziert, ohne Pflanzenextrakt) (Tabelle 33).

3.3.2 Endmast-Phase

Tabelle 34 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast von Versuch drei

Tabelle 34 Ergebnisse der Futteraufnahme in der Endmast

Endmast					
	Versuchsgruppe				
	VG1	VG2	VG3	SEM	P-Wert
Protein reduziert	-	+	+		
Pflanzenextrakt	-	+	-		
Tägliche FA kg / Tag	2,61	2,55	2,70	0,04	0,3668
Anzahl FG / Tag	32 ^(ab)	30 ^(b)	37 ^(a)	1,40	0,0885
Futteraufnahme g/FG	81	84	73	3,08	0,3183
Futteraufnahme g /min	29	29	30	0,66	0,8233
Min / FG	2,76	2,68	2,25	0,09	0,0531

Anzahl der Fressgänge pro Tag

Bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag konnten statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden. Diesmal unterschieden sich die Werte der VG2 signifikant von der VG3. Die Zahl von VG3 war mit 37 Fressgängen am höchsten, gefolgt von der VG1 (32 Fressgänge pro Tag). Den niedrigsten Wert hatte die VG2 mit 30 Fressgänge pro Tag. Statistisch signifikant unterschieden sich die VG2 (proteinreduziert mit Pflanzenextrakt) von der VG3 (proteinreduziert ohne Pflanzenextrakt im Futter) (Tabelle 34).

Futteraufnahme Gramm pro Fressgang

In der Endmast konnte beim Versuch drei in der VG2 die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (84 g / Fressgang) aufgezeichnet werden. Die nächst höhere

Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG1 (81 g / Fressgang). Der niedrigste Wert wurde bei VG3 (73 g / Fressgang) gemessen. Es wurden keine statistischen Unterschiede festgestellt (Tabelle 34).

Futteraufnahme in Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute in der Endmastphase hatte die VG3 (30 g/min) den höchsten Wert gefolgt von der VG1 (29 g/min), wobei die VG2 (29 g/min) die geringsten Werte zeigte. Es sei jedoch zu erwähnen, dass sich keine statistischen Unterschiede herauskristallisierten (Tabelle 34).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang in der Endmastphase konnte ebenfalls kein signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen festgestellt werden.

Die VG3 fraß pro Fressgang am kürzesten (2,2 Minuten) gefolgt von der VG2 (2,7 Minuten). Am längsten fraßen die Mastschweine der VG1 (2,8 min / Fressgang). Obwohl in der Kategorie Minuten pro Fressgang in der Endmastphase der P-Wert einen Wert von 0.0531 aufweist und somit eine Tendenz darstellen müsste, wurde dies jedoch vom Tukey-Kramer Test widerlegt und somit konnten keine statistischen Unterschiede festgestellt werden (Tabelle 34).

3.3.3 Gesamte Mastperiode

Tabelle 35 zeigt die berechneten Ergebnisse der Futteraufnahme über die gesamte Mastperiode hinweg von Versuch drei.

Tabelle 35 Ergebnisse der Futteraufnahme in der gesamten Mastperiode

Gesamte Mastperiode					
	Versuchsgruppe				
	VG1	VG2	VG3	SEM	P-Wert
Protein reduziert	-	+	+		
Pflanzenextrakt	-	+	-		
Tägliche FA kg / Tag	2,36	2,24	2,40	0,03	0,1868
Anzahl FG / Tag	34 ^{ab}	30 ^b	37 ^a	1,10	0,0406
Futteraufnahme g/FG	69 ^{ab}	74 ^a	61 ^b	2,18	0,0445
Futteraufnahme g /min	26	24	24	0,55	0,3916
Min / FG	2,64 ^(ab)	2,89 ^(a)	2,37 ^(b)	0,09	0,0590

Anzahl Fressgänge pro Tag

Während der gesamten Mastdauer konnte bei der Anzahl der Fressgänge pro Tag ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Versuchsgruppen VG2 und VG3 berechnet werden. Die VG3 wies den höchsten Wert auf (37 Fressgänge pro Tag), gefolgt von der VG1 (34 Fressgänge pro Tag). Den niedrigsten Wert wies die VG2 mit durchschnittlich 30 Fressgängen pro Tag auf. Die VG2 unterschied sich signifikant von der VG3 (Tabelle 35).

Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang

In der gesamten Mastperiode konnten bei Versuch drei statistisch signifikante Unterschiede bezüglich der Futteraufnahme in Gramm pro Fressgang zwischen den Versuchsgruppen zwei und drei berechnet werden. In der VG2 wurde die höchste Futteraufnahme pro Fressgang (74 g / Fressgang) festgestellt. Die nächst höhere Futteraufnahme pro Fressgang erreichte die VG1 (69 g / Fressgang). Die mit Abstand

niedrigste Futteraufnahme pro Fressgang wurde bei VG3 (61 g / Fressgang) festgestellt (Tabelle 35).

Futteraufnahme in Gramm pro Minute

Bei der Futteraufnahme pro Minute hatte die VG1 (26 g/min) den höchsten Wert gefolgt von der VG3 (24 g/min). Die VG2 zeigte die geringsten Werte (24 g/min). Es sei jedoch zu erwähnen, dass sich keine statistischen Unterschiede zeigten (Tabelle 35).

Zeit pro Fressgang in Minuten

Bei der Zeit pro Fressgang konnte eine statistische Tendenz zwischen den Versuchsgruppen VG2 und VG3 festgestellt werden.

Die VG3 fraß pro Fressgang am kürzesten (2,37 Minuten), gefolgt von der VG1 (2,64 Minuten). Am längsten fraßen die Schweine der VG2 (2,86 min / Fressgang) (Tabelle 35).

4 Diskussion

Die zentralen Fragen des vorliegenden Schweinemastversuchs waren:

Versuch 1: Festzustellen, ob es bei unterschiedlichen Gehalten an DDGS in der Futtermischung Unterschiede im Fressverhalten gibt

Versuch 2: Festzustellen, ob es Unterschiede im Fressverhalten bei einem Einsatz von DDGS oder Sojaextraktionsschrot in der Futtermischung gibt, die mit einem NSP-hydrolysierenden Enzym versetzt waren

Versuch 3: Fest zu stellen, ob es Unterschiede zwischen proteinreduzierter und nicht proteinreduzierter Fütterung gibt, bzw. wie sich der Einsatz von Pflanzenextrakten im Futter in Bezug auf das Fressverhalten auswirkt.

4.1 Versuch 1:

In der Anfangsmast gab es bei Versuch eins keine Unterschiede im Fressverhalten beim Versuch eins. In der Endmast fraßen die Tiere mit 0 % DDGS in der Futtermischung tendenziell mehr pro Fressgang, hatten dafür aber weniger Fressgänge pro Tag als die Schweine aus Versuchsgruppe drei, bei der 12 % DDGS in der Futtermischung enthalten waren. bei dieser Versuchsgruppe war es genau umgekehrt. Die Tiere mit 0 % DDGS in der Futtermischung fraßen pro Tag signifikant mehr Futter pro Tag als jene Tiere mit 12 % DDGS in der Futtermischung. Auf die gesamte Mastperiode gesehen sind keine statistischen Unterschiede im Fressverhalten zwischen den Versuchsgruppen feststellbar.

Bei der Studie von Kallabis und Kaufmann (2012) führte Rohfasereinsatz in der Schweinemast dazu, dass die Tiere durch die mechanische Sättigung ruhiger waren und die Futtersuche reduziert war, was wiederum dem Tierwohl entspricht. Allerdings fraßen die Tiere mit der lignocellulosereichen (Rohfaser) Ration weniger oft, dafür aber länger, was bei der vorliegenden Studie umgekehrt war. Die Dauer pro Fressgang konnte jedoch nicht statistisch abgesichert werden. Bei der Studie von Bergeron (2000) verbrachten jene Schweine, welche einen erhöhten Faseranteil in der Futtermischung hatten signifikant mehr Zeit mit Fressen,. Dies hatte auch zur Folge, dass die Tiere weniger Zeit mit Beißen und Spielen verbrachten. Die Tiere mit faserreichem Futter verbrachten auch mehr Zeit mit Liegen als die Kontrollgruppe. Bei Kallabis und Kaufmann (2012) fraßen die Schweine mit erhöhtem Rohfasergehalt im Futter über den Mastabschnitt gesehen aber weniger, was zu

reduzierten täglichen Gesamtzunahmen führte. Die Futtermittelverwertung war bei den verschiedenen Futterrationen jedoch genau identisch. Die tägliche Futteraufnahme variierte bei der vorliegenden Studie nicht und auch die täglichen Gesamtzunahmen waren nicht beeinträchtigt, da die Nährstoffe in der Futterration ausbalanciert wurden (Schedle et al. 2010). Die Studie von Kallabis und Kaufmann (2012) kam ebenfalls zu dem Ergebnis, dass die Schweine mit zunehmendem Gewicht weniger Fressgänge pro Tag zeigten. Wenn man in der vorliegenden Studie die Anfangsmast mit der Endmast vergleicht, sind bei den verschiedenen Versuchsgruppen in der Endmast mehr Fressgänge pro Tag als in der Anfangsmast gezählt worden. Dies konnte jedoch statistisch nicht nachgewiesen werden. Bezüglich der Zeit pro Fressgang konnten bei Kallabis und Kaufmann (2012) bei einer Testgruppe nachgewiesen werden, dass mit zunehmendem Gewicht auch die Zeit pro Fressgang steigt. In der vorliegenden Studie war hingegen in der Endmast die Zeit pro Fressgang bei jenen Versuchsgruppen kürzer, bei denen der Gehalt an DDGS in der Futterration höher war, kürzer als in der Anfangsmast. Dies konnte jedoch nicht statistisch bestätigt werden.

4.2 Versuch 2:

In der Anfangsmast gingen jene Tiere, welche DDGS in der Futterration hatten, tendenziell häufiger pro Tag fressen als jene mit Sojaextraktionsschrot. Auch auf die gesamte Mastperiode bezogen gingen die Tiere mit DDGS im Futter tendenziell häufiger fressen als jene, die kein DDGS erhielten. Die Ursache dafür bezieht sich wahrscheinlich darauf, dass pro Fressgang weniger gefressen wurde (dies konnte jedoch statistisch nicht abgesichert werden) und das Hungergefühl früher wieder einsetzte. Die Schweine, welche DDGS in der Futterration erhielten, fraßen pro Gramm Futter auch länger (nicht statistisch nachgewiesen), bei der Studie von Ramonet (1999) fraßen die Tiere mit einer rohfaserreichen Futterration ebenfalls länger, als jene Tiere mit wenig Rohfaser in der Futterration. Des Weiteren sank bei Ramonet (1999) die Zeit des Kauens, welche den Hauptteil des Fressens darstellt, mit der Reduktion von Rohfaser im Futtermittel, was zur Folge hatte, dass bei erhöhtem Rohfasergehalt, pro gefressenem Gramm Futter, mehr Zeit zum Fressen benötigt wurde. Dies war auch bei der vorliegenden Studie der Fall, dass die Futteraufnahme in Gramm pro Minute bei den Versuchsgruppen mit DDGS in der Futterration numerisch niedriger war. Dies deutet wiederum auf eine höhere Zeit des Kauens hin. Bezüglich der Dauer pro Fressgang konnten in der vorliegenden Studie keine statistischen Unterschiede zwischen den Gruppen festgestellt werden. Bei der Studie

von Bergeron (2000) fraßen jedoch jene Tiere länger, welche sich in der Gruppe mit der Rohfaserreichen Futterr ration befanden. Robert et al. (2002) kamen bei einem Versuch zu ähnlichen Ergebnissen, er hat Jungsauen mit faserreicher Futterr ration gefüttert und auch festgestellt, dass jene Tiere mit faserreicher Diät doppelt so lange fraßen und längere Ruhephasen hatten, als jene Tiere mit faserärmeren Futtermitteln. Das entspricht wiederum dem Wohlergehen der Tiere. Robert et al. (2002) hat ebenfalls festgestellt, dass jene Tiere welche zweimal am Tag faserreiches Futter bekamen, weniger aktiv sind und mehr Ruhephasen haben, als jene, die nur einmal am Tag faserreiches Futter erhielten. Bei faserärmerer Futterr ration wurde dieser Unterschied jedoch nicht festgestellt. Bezüglich gefressener Futtermenge pro Tag, ergaben sich bei der vorliegenden Studie keine statistischen Unterschiede zwischen den Versuchsgruppen. Auch bei den Untersuchungen von Laitat (2014), bei denen ebenfalls NSP-spaltende Enzyme und Rohfaser bei einigen Versuchsgruppen im Futter integriert waren, wurde kein Unterschied bezüglich der täglichen Futteraufnahme zwischen rohfaserreicher und konventioneller Futterr ration festgestellt. In der Studie von Laitat (2014) waren hingegen reduzierte tägliche Gesamtzunahmen bei erhöhtem Rohfasergehalt messbar. Im Versuch von Preißinger et al. (2018) wurden ebenfalls NSP-spaltende Enzyme zum Futter für gewisse Versuchsgruppen beigemischt. Allerdings zeigten bei dieser Studie alle Versuchsgruppen (jene mit und jene ohne NSP-spaltende Enzyme) deutlich geringere tägliche Futteraufnahmen als bei der im Vergleich zur vorliegenden Studie (ca. 0,3 kg pro Tag weniger).

4.3 Versuch 3:

Im dritten Versuch gingen in der Anfangsmast jene Tiere tendenziell häufiger fressen, welche eine proteinreduzierte Fütterung und kein Pflanzenextrakt im Futter hatten. Die Tiere aus Versuchsgruppe zwei, welche ebenfalls eine proteinreduzierte Fütterung erhielten und zusätzlich Pflanzenextrakt im Futter bekamen, fraßen tendenziell länger jedoch signifikant weniger pro Fressgang und hatten auch weniger Fressgänge pro Tag. Auf die gesamte Mastperiode gesehen fraß die Gruppe zwei pro Fressgang tendenziell am längsten, sodass die Tiere der Gruppe zwei pro Fressgang auch das meiste Futter fraßen. Bestimmte Futtermittelzusatzstoffe können den Geschmack verbessern (EFSA, 2019), was der Grund dafür sein könnte, dass die VG2 tendenziell länger fraß und signifikant mehr Futter pro Fressgang aufnahm als die VG3. Da die Tiere der VG2 vermutlich bis zur Sättigung fraßen, reduzierte sich die Anzahl der

Fressgänge im Vergleich zur VG3 signifikant, da die Tiere der VG2 durch die hohen Futteraufnahmen möglicherweise länger kein Hungergefühl mehr verspürten. In dem Bericht von Wald (2003) wurden Studien aufgezeigt, bei denen erhöhte tägliche Futteraufnahme von +4 % bzw. +5 % in Verbindung mit einem Pflanzenextrakt in der Fütterung erreicht wurden. In diesem Bericht wies die Kontrollgruppe allerdings nur eine tägliche Gesamtaufnahme von 2,22 kg pro Tag auf, und die Gesamtfutteraufnahme pro Tag in Verbindung mit dem Pflanzenextrakt belief sich auf 2,28 kg. In der vorliegenden Studie waren dagegen die täglichen Futteraufnahmen der Kontrollgruppe (VG1) bereits so hoch (2,36 kg / Tag), dass die Futteraufnahme in der Versuchsgruppe mit Pflanzenextrakt dementsprechend weniger erscheint (2,24 kg pro Tag). Es bestand jedoch kein statistischer Unterschied zwischen den Versuchsgruppen und der gefressenen Menge pro Tag.

4.4 Vergleich der drei Versuche

Generell kann man aus den Ergebnissen von Versuch eins und Versuch zwei den Schluss ziehen, dass es Tendenzen dahingehend gibt, dass DDGS in der Ration zu einer häufigeren Futteraufnahme pro Tag führt. Ansonsten waren aber keine Einflüsse auf das Fressverhalten statistisch nachweisbar weder in der Menge pro Fressgang noch in der Futteraufnahme pro Tag. Wenk (2001) beschreibt, dass faserhaltige Futtermittel zu einer früheren Sättigung führen. Dies könnte sich in Versuch eins und Versuch zwei, wie gerade beschrieben, bestätigt haben, da die Tiere mit DDGS in der Ration nicht so viel pro Fressgang fraßen, wie die Vergleichsgruppen die Häufigkeit der Fressgänge pro Tag steigen ließ.

In Versuch 2 gibt es Signifikanzen und Tendenzen, welche darauf hindeuten, dass der Einsatz von NSP-hydrolysierenden Enzymen in Kombination mit Sojaextraktionsschrot in der Fütterung zu einer Reduktion an Fressgängen pro Tag führen kann, diese ansonsten aber ebenfalls keinen Einfluss auf das Fressverhalten nehmen. Bei Versuch drei gingen jene Tiere, welche Pflanzenextrakt gefüttert bekamen, weniger häufig fressen, nahmen dafür aber pro Fressgang signifikant mehr auf, und fraßen eher langsamer, weshalb sie pro Fressgang tendenziell länger fraßen.

Labroue et al (1994) schreiben, dass bei Schweinen während der Aufzucht die Häufigkeit der Fressgänge pro Tag mit steigendem Alter sinkt. Dies konnte bei den drei Versuchen nicht bestätigt werden. Bei Versuch eins und zwei war sogar das Gegenteil der Fall und die Anzahl der Fressgänge pro Tag stieg leicht an. Weiters heißt es bei Labroue et al (1994), dass im Wachstum zunehmend mehr pro Tag gefressen

wird, was mit den Ergebnissen der vorliegenden drei Versuchen übereinstimmt. Die Werte der Anfangs- und Endmast wurden allerdings nicht statistisch miteinander verglichen.

Bei einem erhöhten Faseranteil in der Futtermast fressen die Tiere laut Wenk (2001) länger. Dies konnte in der vorliegenden Studie statistisch nicht bestätigt werden, jedoch fraßen die Tiere bei der Fütterung mit Sojaextraktionsschrot in Versuch eins und zwei pro Minute mehr als jene, welche DDGS in der Futtermast erhielten. Dies kann darauf hindeuten, dass die Tiere bei DDGS in der Ration mehr kauen. Laut einer Studie über das Fressverhalten von Zuchtsauen von Dourmad et al. (1999) fressen jene Tiere, die einen höheren Anteil an Faser in der Ration haben, länger, nehmen aber weniger Futter pro Minute auf. Dies entspricht wiederum den Ergebnissen dieser Studie.

Die Versuche eins bis drei wurden versuchsübergreifend statistisch jedoch nicht miteinander verglichen, es wurde lediglich auf numerische Unterschiede geachtet.

In der Anfangsmast fraßen die Tiere von Versuch eins deutlich mehr, obwohl im Versuch zwei ebenfalls DDGS im Futter für VG1 und VG2 beigemischt wurde. Dennoch beträgt die durchschnittliche Differenz der Futteraufnahme pro Tag zwischen den beiden Versuchen mehr als 400 Gramm pro Tag und Schwein. Im Versuch von Labroue et al. (1994) wurde genau das Gegenteil analysiert, da die Tiere von Versuch zwei ausschließlich männliche Kastraten waren und diese bei Labroue et al. (1994) signifikant mehr fraßen. Bei Versuch zwei wurden ebenfalls ausschließlich männliche Kastraten verwendet, welche wie bereits erwähnt in der Anfangsmast weniger fraßen. In der Endmast war es umgekehrt und stimmte insofern mit dem Versuch von Labroue et al. (1994) überein, da die männlichen Kastraten von Versuch zwei numerisch mehr fraßen als die weiblichen Mastschweine von Versuch eins. Die Tiere von Versuch zwei fraßen deutlich weniger oft pro Tag als jene von Versuch eins und drei, dafür hatten die Tiere des zweiten Versuches eine höhere Futteraufnahme pro Fressgang, was zur Folge hatte, dass bei diesen Tieren auch im Durchschnitt jeder Fressgang beinahe doppelt so lange dauerte wie bei den Tieren von Versuch drei. In der Endmast hatten die Tiere vom Versuch zwei eine deutlich höhere Futteraufnahme pro Fressgang als jene von Versuch eins und drei, was auch dazu führte, dass sie mehr Zeit pro Fressgang benötigten. Der Grund dafür könnte sein, dass in Versuch zwei ausschließlich männliche Kastraten und bei den anderen Versuchen weibliche Mastschweine verwendet wurden. In der Studie von Labroue et

al. (1994) bestätigt sich dies, denn es wurde dabei bei männlichen Kastraten eine um 17 Prozent höhere Futterraufnahme gemessen als bei weiblichen Mastschweinen.

Auf die gesamte Mastperiode bezogen hatten die Tiere von Versuch drei mehr Fressgänge pro Tag als jene von Versuch eins und zwei, dafür fraßen sie pro Fressgang auch deutlich weniger. Pro Fressgang fraßen die Tiere von Versuch zwei am meisten. Wenn dies mit den Versuchen von Labroue et al. (1994) verglichen wird, könnte der Grund der hohen Futterraufnahme von Versuch zwei, wie oben bereits erwähnt, auf das Geschlecht zurückzuführen sein. Pro Minute fraßen die Tiere von Versuch drei am meisten, welche dafür pro Fressgang auch am wenigsten Zeit benötigten.

Zusammenfassend kann auf Basis der vorliegenden Studie gesagt werden, dass es durchaus möglich ist, Soja durch DDGS zu ersetzen, ohne dass signifikante Abweichungen bezüglich des Fressverhaltens gemessen werden können. Ebenfalls besteht die Möglichkeit, NSP-spaltende Enzyme in die Futtermischung zu integrieren, ohne negative Abweichungen bezüglich des Fressverhaltens hinnehmen zu müssen. Des Weiteren ist es möglich eine proteinreduzierte Fütterung bei Mastschweinen zu integrieren, was sogar eine tendenziell höhere Anzahl an Fressgängen pro Tag bewirkt und ansonsten nicht zu statistischen Abweichungen im Fressverhalten führt. Beim Einsatz von Pflanzenextrakt werden tendenziell weniger Fressgänge pro Tag gemessen. Andere negative statistischen Abweichungen sind aber nicht erkennbar. Ferner zeigt die vorliegende Studie, dass eine erhöhte Futterraufnahme pro Fressgang generell eine geringere Anzahl an Fressgängen pro Tag bewirkt.

5 Literatur

AMA – Agrar-Markt-Austria (2019): Agrarpreise Österreich – Preisentwicklung ausgesuchter Produkte für Oktober 2019. Verfügbar:

<https://www.ama.at/Marktinformationen/Preise-Monitoring-Indizes/11-05-2015-Preisentwicklung-ausgesuchter-landwirts/2015/Preisentwicklung-ausgesuchter-landwirtschaftlicher> (Zugriff: 20.12.2019)

AMA – Agrar-Markt-Austria (2018): Die Rolle der Agrarmarkt Austria in der Krisen- und Ernährungsvorsorge. GB I/3/8. Wien: Selbstverlag.

Bandilla, S. (2009): Der Einfluss der Häcksellänge von Maissilage auf den Säuren-Basen-Haushalt von Milchkühen. Dissertation, Freie Universität Berlin, 2-4 S.

Bergeron, R., Bolduc, J., Ramonet, Y., Meunier-Salaün, M.-C., Robert, S. (2000): Feeding motivation and stereotypies in pregnant sows fed increasing levels of fibre and/or food. *Applied Animal Behaviour Science* 70, 27-40

Blokhuis, H.J., Nunes P., T, Bracke, M.B., Sanaa, M., Edwards, S.A., Gunn, M., Martineau, G.P., Mendl, M. Prunier, A. (2007): The risks associated with tail biting in pigs and possible means to reduce the need for tail docking considering the different housing and husbandry systems. *The EFSA Journal* 611, 1-13

BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019): Grüner Bericht 2019. Die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 60. Auflage. Wien

(1) BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018): Grüner Bericht 2018 – Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. 59. Auflage. Selbstverlag, Wien, 10 S

(2) BMNT (Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus) (2018): Biokraftstoffe im Verkehrssektor 2018. Selbstverlag, Wien, 26 S.

Bracher, A. und Spring, P. (2010): Möglichkeiten zur Reduktion der Ammoniakemissionen durch Fütterungsmassnahmen bei Schweinen. Schweizerische Hochschule für Landwirtschaft Zollikofen und Forschungsanstalt. Agroscope Liebefeld-Posieux Eigenverlag, Bern, 26 S.

Budino, F., Vieira, R., Mello, S., Duarte, K. (2014): Behavior and performance of sows fed different levels of fiber and reared in individual cages or collective pens. Annalen der Brasilianischen Akademie der Wissenschaften 86, 2109-2119

Bußmann und Stalljohann (2011): Einflussmöglichkeiten der Fütterung auf das Aggressionsverhalten bei Schweinen. Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen. Verfügbar: <https://docplayer.org/58517751-Einflussmoeglichkeiten-der-fuetterung-auf-das-aggressionsverhalten-bei-schweinen.html> (Zugriff: 20.11.2019)

Curry, S.M., Blavi, L., Wiseman, J., Stein, H.H. (2019): Effects of distillers dried grains with solubles on amino acid digestibility, growth performance, and carcass characteristics of growing pigs. Transl. Anim. Sci. 3, 641-653

DLG (2001): Struktur- und Kohlenhydratversorgung der Milchkuh, DLG. Information 2/2001

Dunovska, I. (2010): Untersuchung zur Eignung von Trockenschlempe (DDGS) in Hundefuttermitteln. Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien, 2-3 S.

EFSA (European Food Safety Authority (2019): Futtermittel – Einleitung. Verfügbar: <https://www.efsa.europa.eu/de/topics/topic/animal-feed> (26.09.2019).

LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2015): Futterberechnung für Schweine – Kompakt. Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft. 2. Auflage, Kastner AG Freising – Weihenstephan

LFL (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft) (2010): Verdauungsversuche mit Eiweißfutter – Sojaextraktionsschrot 43/48GVO/48NonGVO. Versuchsbericht S12/1 Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft ITE 2 – Schweinefütterung. 1-2 S.

Lindermayer, H., Preißinger, G., Probstmeier, S., Fuhrmann, S. (2018): Schweinefütterung – Beiträge zur Tiergesundheit und zum Tierwohl. Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft. Kastner-Druck Wolnzach

FAO (2006): World Agriculture Towards 2030/2050. Interim report, Verfügbar: <http://www.fao.org/es/esd/gstudies.htm> (Zugriff: 20.10.2019)

Franke, K., Flachowsky, G., Meyer, U. (2009): Distillers dried grains with solubles compared with rapeseed meal in rations of dairy cows. *J. Animal Sciences* 18, 601-622

Franz, C., Baser, K.H.C., Windisch W. (2010): Essential oils and aromatic plants in animal feeding – a European perspective A review. *Flavour and Fragrance Journal* 25, 327-340

Fritz, T. (2011): Brot oder Trog – Futtermittel, Flächenkonkurrenz und Ernährungssicherheit. Futtermittelstudie. FDCL-Verlag Stuttgart, 23 S.

Häffner, J., Kahrs, D., Limper, J., de Mol, J., Peisker, M. (1998): Aminosäuren in der Tierernährung. (Hrsg): Arbeitsgemeinschaft für Wirkstoffe in der Tierernährung, Buchedition Agrimedia GmbH Frankfurt am Main

Heinze, A. (2016): (Roh)-Faser im Schweinefutter. *Aktueller Futtertipp- Schweine* 1/2016, 1

Holst, C., Cramon-Taubadel, S. (2010): Einfluss des Schweinezyklus auf die Preistransmission zwischen Ferkel- und Schlachtschweinepreisen in Niedersachsen. *Schriften der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e. V.* 46, 137-150

IAASTD (International Assessment of Agriculture Knowledge, Science and Technology for Development (2009): *Agriculture at a Crossroads: Global report.* Island Press, Washington DC: Island Press

Ingram, J., Ericksen, P.J., Liverman, D.M. (2010): Food security and global environmental change. Earthscan, London: Routledge, Verfügbar: <https://doi.org/10.4324/9781849776615> (Zugriff: 2.10.2019)

Jeziorny, 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

Kil, D. Y., Kim, B.G., Stein, H.H. (2013): Feed energy evaluation for growing pigs – invited review. *Asian Australasian Journal of Animal Science* 26, 1205-1217

Lindermayer, H., Preißinger, W., Probstmeier, G. (2009): Grundsätze der Schweinefütterung – Unterrichts- und Beratungshilfe. Teil 1: Ernährungsphysiologische Grundlagen. Bayern: Landesanstalt für Landwirtschaft. 17 S.

Lindner, G. (2018): Wirkung des Futters verbessern. Landwirtschaftskammer Salzburg. Verfügbar: <https://sbg.lko.at/wirkung-des-futters-besser-verstehen+2500+2787084> (Zugriff: 28.10.2019).

Griep, W., Stalljohann, G. (2014): Der Futtermittelreport – Futtermittel und Fütterungsstrategien für Deutschland zur Verminderung des Verbrauchs von importierten Sojaerzeugnissen in der Schweinefütterung. Berlin: WWF Deutschland.

Kallabis, K. E., Kaufmann, O. (2012): Effect of a high- fibre diet on the feeding behaviour of fattening pigs. *Arch. Anim. Breed* 55, 272-284

Kirchgeßner, M. (2014): Tierernährung, 14. Aktualisierte Auflage von Stangl, Schwarz, Roth Südekum und Eder, DLG-Verlag Frankfurt/Main.

Koerber, K., Kretschmer, J., Prinz, S. (2008): Globale Ernährungsgewohnheiten und - trends – Externe Expertise für das WBGU-Hauptgutachten „Welt im Wandel:

Zukunftsfähige Bionergie und nachhaltige Landnutzung. Verfügbar:

http://www.wbgu.de/wbgu_jg2008_ex10.pdf (Zugriff: 2.10.2018).

Krumphuber, C. (2018): Soja – eine österreichische Erfolgsgeschichte. Österreichischer Sojatag. Landwirtschaftskammer Oberösterreich. 17 S.

Labroue, F., Gueblez, R., Meunier-Salaün, M., Sellier, P. (1994): Feeding behaviour of group-housed Large White and Landrace pigs in French central test stations. *Livestock Production Science* 40, 303–312

Laitat, M., Antoine, N., Cabaraux, J.F., Cassart, D., Mainil, J., Moula, N., Nicks, B., Wavreille, J., Philippe, F.X. (2015): Influence of sugar beet pulp on feeding behavior, growth performance, carcass quality and gut health of fattening pigs. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 19 (1), 20-31

Mader, A. (2011): Biological Effects of industrial plant residues in pigs. Dissertation. Veterinärmedizinische Universität Wien, 23 S.

Noblet, J., Van Milgen, J. (2004) Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. *J. Anim. Sci.* 82, 229-238

Preißinger, P., Probstmeier, G., Scherb, S. (2018): Mastversuch mit NSP-spaltenden Enzymen bei unterschiedlicher Rationsgestaltung, Versuchsbericht. Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft. LFL Bayern. Grub

Preißinger, W., Lindermayer, H. Probstmeier, G. (2010): Futterwert diverser Eiweißfuttermittel - Raps- und Sojaextraktionsschrot. In: Forum angewandte Forschung in Eiweißfuttermittel - Raps- und Sojaextraktionsschrot. In: Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung, Fulda 2010, Herausgeber: Verband der Landwirtschaftskammern, Bonn, 203-209

Priesmann, T. (2017): Rohfaser und Kannibalismus – Welchen Einfluss haben Faserversorgung, Faserquelle und Darbietung der Faser auf Darmgesundheit,

Kannibalismus und Schwanzbeißen beim Schwein? Dienstleistungszentrum
Ländlicher Raum Eifel, Bitburg, 1 S.

Ramonet, Y., Meunier-Salaün, M.C., Dourmad, J.Y. (1999): High-fiber diets in
pregnant sows: digestive utilization and effects on the behavior of the animals. *J.
Anim. Sci.* 77, 591-599

Rausch, K.D. Belyea, R.L., Singh, V. Tumbelson, M.E. (2007): Corn processing for
ethanol production. Biofuels, Food and Feed Tradeoffs Conference. Farm foundation.
Missouri, 3-4 S.

Reichardt, M., Reichert, T. (2011): Saumagen und Regenwald – Klima- und
Umweltwirkungen deutscher Agrarrohstoffimporte am Beispiel Sojaschrot:
Ansatzpunkte für eine zukunftsfähige Gestaltung. Bundesministerium für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin: Knotenpunkt.

Robert, S., Bergeron, R., Farmer, C., Meunier-Salaün, M.C. (2002): Does the number
of daily meals affect feeding motivation and behaviour of gilts fed high fibre diets.
Applied Animal Behaviour Science 76, 105-117

Schedle, K., Pecina, J., Punz, C., Mair, C., Windisch, W. (2012): Inclusion of NSP-
hydrolyzing enzymes in diets for grower-finisher pigs containing two levels of distillers
dried grains with solubles. *Large animal review* 18(3), 129-134

Schedle, K., Windisch, W., Mair, C. (2010): Experimentelle Untersuchungen zur
Wirkung von Weizentrockenschlempe auf die Mast- und Schlachtleistung,
Trockenmasse und Ammoniak im Colonchymus sowie Harnstoff im Blutplasma bei
Mastschweinen. *Züchtungskunde* 82, 303-315

Spannungsfeld zwischen Lebensmittelproduktion, Energieerzeugung und
Umweltschutz". Wien, 198-202.

Schütz, L.M. (2014): Einsatz von polyphenolhaltigen Pflanzenextrakten und Präbiotika im Futter von Jungebern zur Verminderung von Ebergeruch. Dissertation. Justus-Liebig-Universität Göttingen, 82 S.

Simon, O. (2012): Enzyme als Futterzusatzstoffe – Wirkungsweise und Entwicklungstendenzen. In: Zusatzstoffe in der Ernährung.. - 24. Hülsenberger Gespräche. H.- Wilhelm-Schaumann-Stiftung 95-107

Statistik Austria – Bundesanstalt Statistik Österreich (2019): Versorgungsbilanzen für Fleisch nach Arten. Verfügbar:

http://www.statistik.at/web_de/statistiken/wirtschaft/land_und_forstwirtschaft/preise_bilanzen/versorgungsbilanzen/index.html (Zugriff: 2.10.2018)

Stein, H.H., Connot, S.P., Person, C. (2009): Energy and nutrient digestibility in four sources of Distillers Dried Grains with Solubles produced from corn grown within a narrow geographical area and fed to growing pigs. Asian-Australasian J. Animal Sciences 22, 1016-1026

Unterrainer, D.U. (2018): Zusammenhang zwischen Arginin- und Spermidingehalt in Kuitz-Trypsininhibitor-freien-Sojapopulationen. Masterarbeit. Universität für Bodenkultur Wien.

Wald, C. (2003): Gewürze & Co. – eine Übersicht. Lohmann Information 2, 1617-2892

Wang, L.F., Beltranena, E., Zijlstra, R.T. (2016). Diet nutrient digestibility and growth performance of weaned pigs fed wheat dried distillers grains with solubles (DDGS). Anim. Feed. Sci. Techn. 218, 26–32

Weber, M. (2009): By products of the bio ethanol production as new feed for pigs – a possibility to reduce feed costs? Epp-Kongress. Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen-Anhalt. 9S.

Weigel, K. (2007): Experimentelle Untersuchungen zum Einsatz von getrockneter Weizenschlempe und geschütztem Rapsextraktionsschrot in der Milchviehfütterung. Diplomarbeit. Universität für Bodenkultur Wien. 9 S.

Wenk, C. (2001): The role of dietary fibre in the digestive physiology of the pig. *Animal Feed Science and Technology* 90, 21-33

Wiedner, G. (2008): Actiprot in der Fütterung. *Die Landwirtschaft* Nr. 4. Landwirtschaftskammer Niederösterreich. 3-6

Windisch, W., Schedle, K., Plitzner, C., Kroismayr, A.,
(2008): Use of phytogetic products as feed additives for swine and poultry. *J. Anim. Sci.* 86, 140-148