



Prüfung der Praktikabilität und Wirtschaftlichkeit des vollständigen Ersatzes von Sojaextraktionsschrot durch Wisan® - Raps in Rationen für Mastschweine

Zur Erlangung des akademischen Grades eines
Master of Science

Masterarbeit

im Studiengang Agrarwirtschaft im Fachbereich Agrarwirtschaft
und Lebensmittelwissenschaften der Hochschule Neubrandenburg

von

Helko Pommer

Dezember 2015

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2015-0560-9

1. Gutachter: Prof. Dr. sc. agr. Anke Schuldt
Hochschule Neubrandenburg
Fachgebiet Tierernährung und Futtermittelkunde
2. Gutachter: Prof. Dr. agr. habil. Winfried Matthes
Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei
Mecklenburg-Vorpommern
Institut für Tierproduktion

meiner Schwester Silke

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abkürzungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis	7
Abbildungsverzeichnis	9
Anhangverzeichnis	10
1 Einleitung und Zielsetzung.....	11
2 Literaturübersicht.....	12
2.1 Fütterung der Mastschweine	12
2.1.1 Wachstum und Physiologie.....	12
2.1.2 Nährstoffbedarf	19
2.1.3 Rations- und Fütterungsstrategie.....	21
2.2 Eiweißkomponenten für Schweinefutter.....	23
2.2.1 Rapsextraktionsschrot	23
2.2.2 Sojaextraktionsschrot.....	27
2.2.3 Heimische Leguminosen	28
2.2.4 Fischmehle	29
2.2.5 Nebenprodukte der Brennerei und Bierherstellung.....	30
2.2.6 Sonstige Eiweißfuttermittel.....	31
2.3 Potenziale der Futter-Eiweiß-Bereitstellung über heimische pflanzliche Proteinträger	32
2.4 Leistungspotentiale bei Verwendung von Rapsextraktionsschrot.....	34
2.5 Besonderheiten des Hydrothermisch behandelten Rapsextraktionsschrotes.....	36
3 Material und Methode	36
3.1 Versuchsaufbau	36
3.2 Tiere	37
3.3 Haltung	38
3.4 Fütterung	38
3.5 Datenerfassung	43
3.5.1 Lebendmasse.....	43
3.5.2 Futterverbauch.....	43
3.5.3 Schlachtleistung.....	44
3.6 Fettsäurenanalytik	46

3.7 Mischfutterbeprobung	46
3.8 Berechnung der Wirtschaftlichkeit.....	47
3.9 Statistik	48
4 Ergebnisse	49
4.1 Mastleistung.....	49
4.1.1 Futteraufnahme.....	49
4.1.2 Lebendmasseentwicklung.....	49
4.2 Schlachtleistung	56
4.3 Wirtschaftlichkeit	62
5 Diskussion	63
5.1 Versuchsablauf.....	63
5.2 Mastleistung.....	64
5.3 Schlachtleistung	70
5.4 Ökonomie.....	74
Schlussfolgerung	75
Zusammenfassung.....	76
Summary.....	77
Literaturverzeichnis	80
Anhang	90

Abkürzungsverzeichnis

ADF	Saure Detergenzien Faser
ADL	Saures Detergenzien-Lignin
BDP	Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter
bspw.	beispielsweise
DBV	Deutsche Bauernverband
DE	Deutsches Edelschwein
DL	Deutsche Landrasse
EM	Endmast
FA	Ferkelaufzuchtfutter
FOM	Fat-O-Meter
GbR	Gesellschaft bürgerlichen Rechts
GSL	Glucosinolate
GVO	Genetisch Veränderte Organismen
HP-Qualität	Hoch-Protein-Qualität
k.A.	keine Angabe
kJ	Kilojoule
LF	Leitfähigkeit
LfL	Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft (Bayern)
LK NRW	Landwirtschaftskammer NRW
LM	Lebendmasse
LTZ	Lebenstagszunahmen
LUFA	Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt
Lys	Lysin
MD	Muskeldicke
ME	Umsetzbare Energie
Met	Methionin
MFA	Magerfleischanteil
MJ	Megajoule

MUFA	einfach ungesättigte Fettsäuren
mS	Millisiemens
M-V	Mecklenburg Vorpommern
NDF	Neutrale Detergenzien Faser
pc	praeacaecal
pcv	praeacaecal verdaulich
Pi	Piétrain (Schweinerasse)
PUFA	mehrzahl ungesättigte Fettsäuren
PTZ	Prüftagszunahmen
RK	Rapskuchen
RES	Rapsextraktionsschrot
SES	Sojaextraktionsschrot
SFA	Saturated Fatty Acids
SKM	Schlachtkörpermasse
Thr	Threonin
TM	Trockenmasse
Trp	Tryptophan
UFA	Unsaturated Fatty Acids
Ufop	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen
vgl.	vergleiche
VM	Vormast
XL	Rohfett
XP	Rohprotein

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zielpunkte für eine ökonomisch und ökologisch optimierte Schweinemast.....	12
Tabelle 2: Zusammensetzung des Fettgewebes vom Schwein, in Gewichts % (nach BRANSCHEID, 1998 und STANGL, 2014)	17
Tabelle 3: Merkmale der Mast- und Schlachtleistung von Ebern und Sauen (MÜLLER et al. 2014, verändert)	18
Tabelle 4: Neue Empfehlungen zur Energie- und Lysinversorgung von Mastschweinen (GfE 2006, ergänzt) (30 - 115 kg Lebendmasse)	21
Tabelle 5: Ursachen verschiedener Probleme in der Schlachtkörperqualität, DLG (2010) ...	22
Tabelle 6: Ausgewählte Inhaltsstoffangaben je kg Rapsextraktionsschrot (RES)	24
Tabelle 7: Kennwerte zum Futterwert von Rapsextraktionsschrot im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (Gehalte in 1000 g Futtermittel mit 88 % Trockenmasse), WEIß und SCHÖNE (2008) verändert	27
Tabelle 8: Futterwert von Körnerleguminosen (88% TM) (ME _R - ME Rind, ME _S - ME Schwein, ME _G - ME Geflügel), DUSEL und WEIß (2011).....	29
Tabelle 9: Umfang bedeutender heimischer Leguminosen und Futtereiweißlieferanten in Anbau und Ernte in Deutschland für 2013 (Ø 2005-2011).....	33
Tabelle 10: Anzahl in den Aufzuchtbereich eingestallter/ ausgewerteter Tiere nach Gruppen, Durchgängen und Geschlecht.....	37
Tabelle 11: Zusammensetzung der Rationen der Versuchs- und Kontrollgruppen	39
Tabelle 12: Plan/ Ist Energie- und Nährstoffgehalte der Rationen (Analyse: LUFA Rostock)40	
Tabelle 13: Verhältnisse analysierter essentieller Aminosäuren in den Versuchsrationen zu Lysin	40
Tabelle 14: Schema der Mischfuttermittelbeprobung in Jürgenstorf	47
Tabelle 15: Fettsäurengehalte in % der Futtermitteluntersuchung (Kontrolle: n=1, Versuch: n=1).....	47
Tabelle 16: Mischfutterkosten der Versuchsrationen.....	48
Tabelle 17: Futteraufnahme (kg/Tier/Tag) in der Kontroll- und Agrisangruppe (arithmetische Mittelwerte)	49
Tabelle 18: Statistische Parameter der Merkmale der Mastleistung und Wirkung der Faktoren.....	50
Tabelle 19: Alter, Gewichte und tägliche Zunahmen in der Kontroll- und Agrisangruppe	51
Tabelle 20: Futteraufwand (kg Futter/kg Zuwachs) in der Kontroll- und Agrisangruppe.....	55
Tabelle 21: Schlachtleistungen der Gruppen in allen Durchgängen	56

Tabelle 22: Statistische Parameter der Merkmale der Schlachtleistung und Wirkung der Faktoren	58
Tabelle 23: Ergebnisse der Fettsäurenanalytik der Gruppen in allen Durchgängen	60
Tabelle 24: Statistische Parameter der Merkmale der Fettsäurenanalytik und Wirkung der Faktoren	62
Tabelle 25: Wirtschaftlichkeitsberechnung der Kontroll- und Versuchsgruppe (Agrisan) (€ je Tier).....	63

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Modellhafter Verlauf der Wachstumskurven bei Mastschweinen mit durchschnittlich 750/850/950 g täglichen Zunahmen (TZ), DLG (2010).....	13
Abbildung 2: Wachstumsquotient WQ (tägliche Zunahme in g / Lebendgewicht in kg) von Schweinen Deutscher Landrasse in Abhängigkeit von der Lebendmasse (y-Achse logarithmisch geteilt), ROTH (2014)	14
Abbildung 3: Wachstumskurve beim Schwein, WÄHNER (2013)	14
Abbildung 4: Wachstumsraten von Körpergeweben, oben: sehr geringe Ernährung bzw. spätreife Tiere, unten: sehr reichliche Ernährung bzw. frühreife Tiere, ROTH (2014)	15
Abbildung 5: Energiebedarf von fettarmen proteinreichen Mastschweinen in Abhängigkeit von Lebendmasse und Zunahme bei Geschlechtertrennung, DLG (2010).....	16
Abbildung 6: Verbrauch in Deutschland von Protein aus Ölschrot (Ø 2004-2010, alle Nutztiere) (SCHMIDT 2012).....	23
Abbildung 7: Proteinqualitäten der Haupteiweißfuttermittel aus Ölsaaten für Schweine im Vergleich zu Weizen und zu dem für eine hohe Wachstumsintensität idealen Futterprotein, TLL (2015)	25
Abbildung 8: Aminosäuren-Zusammensetzung in Relation zum Bedarf wachsender Schweine, STANGL (2014).....	30
Abbildung 9: Verbrauch von Raps- und Sojaextraktionsschrot in Deutschland, TLL (2015) 33	
Abbildung 10: Vergleich vom geplanten (Plan), gemessenen (Ist) und idealen Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Vormast-Kontrollfutter.....	41
Abbildung 11: Vergleich von geplantem, optimalem (Plan) und gemessenem (Ist) Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Endmast-Kontrollfutter....	41
Abbildung 12: Vergleich vom geplanten (Plan), gemessenen (Ist) und idealen Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Vormast-Versuchsfutter... 42	
Abbildung 13: Vergleich vom geplanten, optimalem (Plan) und gemessenem (Ist) Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Endmast- Versuchsfutter 42	
Abbildung 14: Verlauf der tägliche Zunahmen (g/d) der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe (mit Agrisan), Abschnitt vom 81. bis 173. Lebenstag	53
Abbildung 15: Verlauf der Lebendmasseentwicklung der Kontroll- und Agrisan-Gruppe in Abhängigkeit vom Alter.....	54
Abbildung 16: Verlauf der Wachstumsquotienten im Lebendmassebereich von 33 - 110 kg	55

Anhangverzeichnis

Anhang 1: Zeitliche Versuchsabfolge in den Durchgängen im Jahr 2014	90
Anhang 2: Verteilung und Anzahl der Eber-Nachkommen auf die Versuchs- und Kontrollgruppen der Durchgänge (DG 1 bis DG 4) in Jürgenstorf.....	90
Anhang 3: Prüfung der Abweichung der deklarierten (Soll) und analysierten (Ist) Gehaltsangaben hinsichtlich der Einhaltung der Analysenspielräume (VDLUFA) und Toleranzen nach EU 939/2010 Teil A & B.....	91
Anhang 4: Alle Wägeetermine der Durchgänge im Jahr 2014 in Jürgenstorf.....	92
Anhang 5: Regressionsgleichungen der Lebendmasseentwicklung der geprüften Gruppen in den Durchgängen 1 - 4 zur Bestimmung des Datums für die Lebendmasse 30 kg	93
Anhang 6: Anzahl und Verteilung der für die Fettsäurenanalytik untersuchten Tiere	93
Anhang 7: Ablauf der Fettsäurenanalytik	94
Anhang 8: Ferkelgrundpreise der entsprechenden Kalenderwochen für 28 kg Tiere in Mecklenburg-Vorpommern	95
Anhang 9: Durchschnittliche tägliche Zunahmen der Gruppen, Mittelwerte der durch Regressionsgleichungen (Anhang 5) ermittelten Tageszunahmen der Durchgänge	96
Anhang 10: Durchschnittliche Lebendmasseentwicklung der Gruppen, Mittelwerte der durch Regressionsgleichungen (Anhang 5) ermittelten Lebendmassezunahmen der Durchgänge	97
Anhang 11: Lebendmasseentwicklung in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	98
Anhang 12: Wirkung der Durchgänge auf einzelne Merkmale in den Gruppen.....	99
Anhang 13: Fettsäurengehalte des Rapsöls moderner 00-Sorten nach verschiedenen Autoren.....	99

1 Einleitung und Zielsetzung

Die steigende Nachfrage nach Fleischprodukten in Verbindung mit der Verbesserung der Einkommenssituation bei wachsender Bevölkerung in einer Reihe von sogenannten Schwellenländern, insbesondere in China, Indien oder Brasilien, ließ die dortigen Importe von am Weltmarkt vorhandenen Eiweißfuttermitteln in den letzten 15 Jahren stark zunehmen. Grundsätzlich kann davon ausgegangen werden, dass es eine weltweit steigende Proteinnachfrage bei nur wenig steigender Proteinproduktion geben wird. Die Folge wird ein wachsender globaler Wettbewerb mit zunehmendem Preisniveau um eiweißreiche Futtermittel sein. Die Bundesregierung stieß an dieser Stelle mit einer 2012 neu initiierten nationalen Eiweißstrategie weiterführende Forschungsvorhaben an.

Mit einem Importvolumen von 3-4 Millionen Tonnen Sojabohnen und rund 2 Millionen Tonnen Sojaextraktionsschrot nach Deutschland, wird ein großer Teil des benötigten Eiweißfutters für die heimische Tierhaltung durch nur eine Nutzpflanze generiert. In Deutschland stehen 3,4 Mio. t selbst erzeugten verdaulichen Eiweißes (aus Getreide und Raps) 1,7 Mio. t aus Sojaschroten gegenüber. Das entspricht einem Selbstversorgungsgrad von im Mittel 60% (2005-2010, bezogen auf verdauliches Eiweiß) (BMELV 2012).

Die Abhängigkeiten hier zu reduzieren ist ein Beitrag, um die tierische Erzeugung in Deutschland zu stärken. Die eigene Versorgungssicherheit zu erhöhen bedeutet, die Qualität der erzeugten Lebensmittel dabei nachhaltiger sichern zu können. Deshalb haben der Bundesverband Deutscher Pflanzenzüchter (BDP), der Deutsche Bauernverband (DBV) und die Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen (Ufop) in einem gemeinsamen Positionspapier neben der zu intensivierenden Forschungstätigkeit im Bereich der Leguminosenzüchtung, auch die verstärkte und höherwertige Nutzung anderer heimischer Kulturarten als Eiweißquelle wie Raps, Getreide, Kartoffeln, Feinleguminosen und Gräser gefordert. Diese sollten in eine nationale Eiweißstrategie einbezogen und ihre Verwertung für die Tier- und Humanernährung optimiert werden. Der überwiegende Teil der heimischen Eiweißversorgung stammt aus Produktionsrückständen, die als Nebenerzeugnisse beispielsweise bei der Gewinnung von Rapsöl anfallen. Die Zielsetzung des Versuches bestand darin, die Qualitäten und Potentiale, die die Rapsextraktionsschrote als heimische Eiweißträger bei ihrer hohen Verfügbarkeit für die tierische Erzeugung auszeichnen, in optimaler Weise für die Praxis nutzbar zu machen. Dies bewog die Landesforschungsanstalt M-V sich der Fragestellung nach einem vollständigen Sojaersatz durch Raps in der Schweinemast zuzuwenden. Es wurden Rationen mit speziell hydrothermisch behandeltem Rapsextraktionsschrot mit Sojaextraktionsschrot (HP-Qualität) in einem Stationsversuch mit intakten Masthybriden [Pi x (F1-Sau)] und einer zweiphasigen Fütterung in gemischtgeschlechtlichen Gruppen verglichen. Zur Auswertung kamen Mast- und Schlachtleistungen, die Schlachtkörperqualität sowie eine ökonomische Betrachtung. Es sollten zudem Fettsäurenmuster (intramuskulär und subkutan)

untersucht werden. Mit der erfolgreichen Durchführung dieses Fütterungsversuches kann dem gewachsenen kritischen Verbraucherbewusstsein positiv entgegengekommen werden und der Politik und Beratung eine breitere Grundlage in der Argumentation für mehr Nachhaltigkeit dargebracht werden.

2 Literaturübersicht

2.1 Fütterung der Mastschweine

Ziel ist die Bereitstellung marktkonformer einheitlicher Partien von Mastschweinen. Dies kann nur gelingen, wenn die Ansprüche bzw. Bedürfnisse der Tiere bei Ernährung und Haltung Berücksichtigung finden. Die hierin mündende Wirtschaftlichkeit findet nach WÄHNER (2013) Ausdruck in der Fleischleistung, bestehend aus der Mastleistung und der Schlachtleistung. Die Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Ziele, die dabei als aktuell und allgemeingültig für die Schweinemast anzusehen sind (LfL 2014). Der Fütterung selbst kommt bei diesen Punkten jeweils eine bedeutende Rolle zu, denn 60-70% der Erzeugungskosten entfallen beim Schweinefleisch auf die Fütterung (LfL 2015).

Tabelle 1: Zielpunkte für eine ökonomisch und ökologisch optimierte Schweinemast

	LfL (2014)	DLG (2010)
tägliche Zunahmen	> 800 g	> 800 g
Umtriebe/ Jahr	> 2,8	> 2,7
Futteraufwand	< 2,9	< 2,8
Magerfleisch	> 58%	k. A.
Verluste	< 2%	< 2%

Sich verändernde Auflagen in der Bewertung der betrieblichen Nährstoffkreisläufe stellen weitergehende und wachsende Herausforderungen dar, die sich in der Fütterung niederschlagen können.

2.1.1 Wachstum und Physiologie

Das Mästen beschreibt einen Prozess des Wachstums, bei dem sowohl eine Zunahme bzw. Neubildung von Körpersubstanz stattfindet, als auch eine Entwicklung des bereits vorhandenen Gewebes. Körpergewebe aufbauende (anabole) und abbauende (katabole) Stoffwechselvorgänge laufen dabei parallel ab. Die Geschwindigkeit dieser aufbauenden Prozesse kann über Kennzahlen der Wachstumsintensität dargestellt werden. WÄHNER (2013) definiert diese Wachstumsintensität als die genetisch bedingte und zugleich von der Umwelt

beeinflussbare Geschwindigkeit des Wachstums, gemessen an der Lebendmasse und einzelnen Körpermaßen.

Verbreitung hat die 'Tägliche Zunahme' (in g) als Messgröße gefunden. Wird dieser Wert für jeden Prüftag oder Prüfabschnitt dargestellt, ergeben sich charakteristische Verläufe in dieser täglichen Zunahme (vgl. Abbildung 1). Diese Abbildung zeigt für verschiedene Leistungsniveaus auf, dass mit zunehmendem Gewicht die absoluten täglichen Zunahmen zunächst ansteigen. Nach Erreichen eines Maximums sinken diese täglichen Zunahmen wieder. Die verschiedenen Leistungsniveaus können charakteristisch für genetische Herkünfte sein. Tiere mit einer hohen täglichen Zunahme haben aber nicht generell einen wünschenswert niedrigen Futteraufwand, hierfür ist eine hohe Wachstumsintensität nötig (SCHLEGEL 2001).

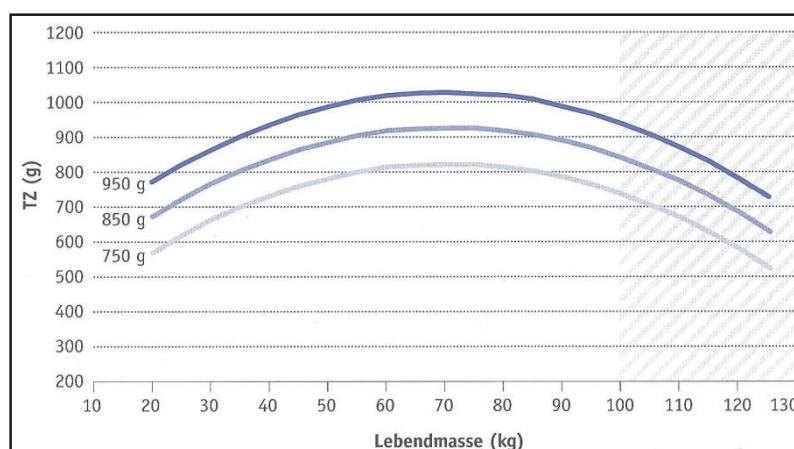


Abbildung 1: Modellhafter Verlauf der Wachstumskurven bei Mastschweinen mit durchschnittlich 750/850/950 g täglichen Zunahmen (TZ), DLG (2010)

Die Tierleistungen, die die Landesprüfanstalten veröffentlichen, werden nach Vorgaben des Zentralverbandes der Deutschen Schweineproduktion e.V. errechnet. Die tägliche Zunahme ist danach die "Durchschnittliche tägliche Zunahme (in g) im Prüfungsabschnitt" (ALZ 2007). Es wird also ein Wert (Mittelwert) für eine Zeitspanne gebildet.

Das Gewicht und das Alter eines Tieres haben Einfluss auf die tägliche Zunahme, so ROTH (2014). Wird das nicht berücksichtigt, resultiert daraus eine ungenaue Darstellung der Intensität des Wachstums. Es empfiehlt sich daher, so ROTH (2014), den Wachstumsquotienten aus täglicher Zunahme und Körpermengewicht zur einfachen Darstellung der Wachstums geschwindigkeit zu nutzen. Der Verlauf des Wachstumsquotienten, von LEHMANN (1975) als Wachstumsrate bezeichnet, erklärt sich durch die im Alter zunehmende Ausbildung von "Stützgewebe" anstelle von "Synthesegewebe".

Die Abbildung 2 stellt den grundsätzlichen Zusammenhang zwischen der täglichen Gewichtszunahme und dem zunehmenden Lebendgewicht (Alter) dar. Junge, und damit leichtere Tiere, haben eine hohe tägliche Zunahme bezogen auf ihr eigenes Gewicht, der Wachstumsquotient ist folglich hoch. Ältere Tiere sind schwerer und haben geringere tägliche Zu-

nahmen, so dass der Quotient daraus kleiner wird (Wachstumsrate: Funktion der Lebendmasse).

Nach ROTH (2014) nimmt der Quotient mit zunehmendem Lebendgewicht erst schnell und dann langsamer ab. Junge Tiere zeigen demzufolge eine hohe Wachstumsgeschwindigkeit, ältere Tiere eine geringere.

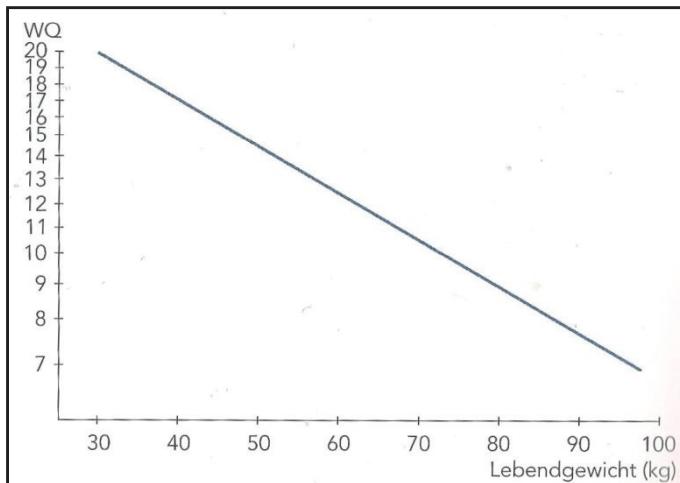


Abbildung 2: Wachstumsquotient WQ (tägliche Zunahme in g / Lebendgewicht in kg) von Schweinen Deutscher Landrasse in Abhängigkeit von der Lebendmasse (y-Achse logarithmisch geteilt), ROTH (2014)

Das sich verändernde Vermögen der Tiere Körpersubstanz aufzubauen, findet ebenfalls Ausdruck in einer nicht gleichförmig (sigmoid) verlaufenden Lebendzunahme- oder Wachstumskurve (vgl. Abbildung 3). Das junge Schwein nimmt schnell an Gewicht zu. Dieses progressive Wachstum geht über in eine nahezu lineare (proportionale) Wuchsphase und mündet in der letzten Phase vor der Schlachtung in einen Abschnitt mit einer geringen Lebendmassezunahme je Zeiteinheit. Diese charakteristische Entwicklung unterscheidet sich in ihrer Ausprägung zwischen verschiedenen Herkünften bzw. Rassen. Das Erreichen eines höheren Gewichtes erfolgt bei frühreifen Tieren eher als bei spätreifen. Der Graph der Lebendmasseentwicklung verläuft dann steiler.

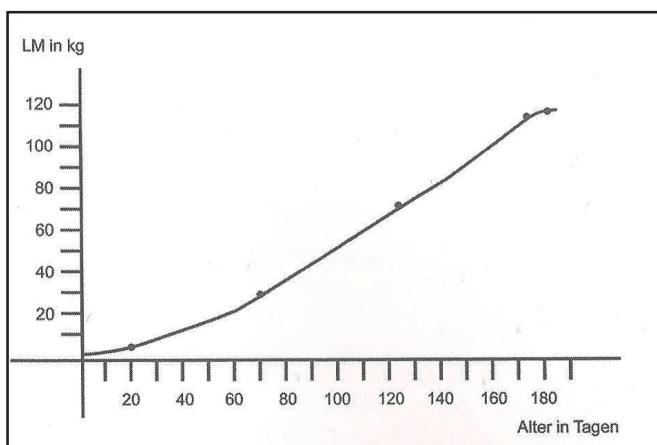


Abbildung 3: Wachstumskurve beim Schwein, WÄHNER (2013)

Für den deutschen Markt benennt WÄHNER (2013) Schlachtgewichte von 90 - 95 kg als Ziel und fasst zusammen, dass die Wachstumsintensität in der Mastphase vorrangig vom Geburtsgewicht, Geschlecht, Mastanfangsgewicht und dem Alter beeinflusst wird. Die Mast- und Schlachtleistungsprüfungen des Hybridschweinezuchtverbandes Nord/Ost e.V. (HSZV N/O) bestätigen mit ausgewerteten Schlachtkörpergewichten von 91-92 kg (Pi x DE, Pi x F1) das Ziel von WÄHNER (2013) (HSZV N/O 2013). Das anzustrebende Schlachtgewicht von rund 95 kg bedeutet eine Lebendmasse zum Mastende von circa 120 kg (ROTH 2014).

Die Wachstumsintensität ist zu Mastbeginn sehr hoch. In diesem Zeitraum nimmt der Wert der täglichen Zunahmen stark zu und nähert sich einem Maximum an. Daraus lässt sich ableiten, dass die Veränderung des Körpers des Schweins (Wachstum/Gewichtszunahme) einen großen Einfluss auf das Zunahmengeschehen als solches hat.

Die Stoffwechselleage verändert sich über die Zeit. Die Zusammensetzung des Tierkörpers ändert sich ebenfalls. Da die Organe und Gewebe im Verhältnis zu anderen Geweben oder der gesamten Körpergröße stets eine bestimmte Entwicklungsfolge durchmachen (allometrisches Wachstum), kann nur auf die Geschwindigkeit und die Intensität (tägl. Zunahmen) dieser Ausprägung Einfluss genommen werden, vgl. Abbildung 4 (ROTH 2014).

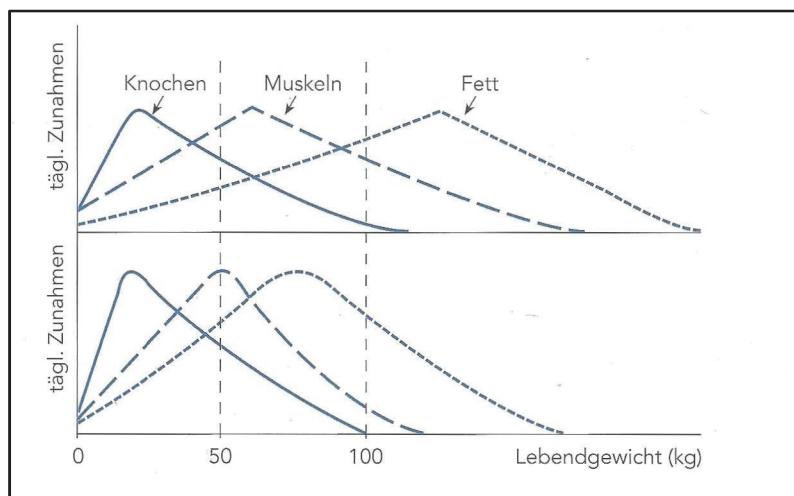


Abbildung 4: Wachstumsraten von Körperteilen, oben: sehr geringe Ernährung bzw. spätreife Tiere, unten: sehr reichliche Ernährung bzw. frühreife Tiere, ROTH (2014)

Die Abbildung 4 zeigt ebenfalls, dass Schweine mit zunehmendem Gewicht ein im Verhältnis immer ausgeprägteres Fettansatzverhalten zeigen. Zu Beginn der Mast kann somit der Zuwachs zur Hälfte aus Muskel und zu einem Drittel aus Fett bestehen, während gegen Mastende umgekehrt nur noch rund ein Drittel der Zunahmen in Form von Fleisch, aber über die Hälfte als Fett angesetzt werden (ROTH 2014).

Somit ist der Magerfleischanteil älterer und schwerer Tiere geringer als der jüngerer Schlachtschweine (WÄHNER 2013). ROTH (2014) beschreibt aber spätreife Masttiere als "Fleischschweine" und benennt einen relativ fettarmen, muskelreichen Körper als Grund da-

für. Dies trifft für sehr fleischreiche Genetiken zu, die aufgrund ihrer geringen Futteraufnahme ein langsameres Wachstum verzeichnen (DLG 2010). Die von ROTH (2014) beschriebenen frühreifen "Fettschweine" haben dagegen einen größeren Teil der Fettgewebebildung zum Mastende hin bereits abgeschlossen. Deren Proteinansatzvermögen wurde früh ausgenutzt und eine über dies stattfindende Nährstoffversorgung in Fettansatz überführt (DLG 2010).

Die physiologisch bedingten Veränderungen in der Zusammensetzung des Körpergewebes (ansteigender Muskel- sowie Fettgehalt), bringen einen sich ebenfalls verändernden Bedarf an Energie zur Erhaltung dieses Gewebes mit sich. Über die Lebenszeit (Entwicklungszeit) des Mastschweines hinweg ist dieser Anstieg jedoch nicht konstant, vgl. Abbildung 5).

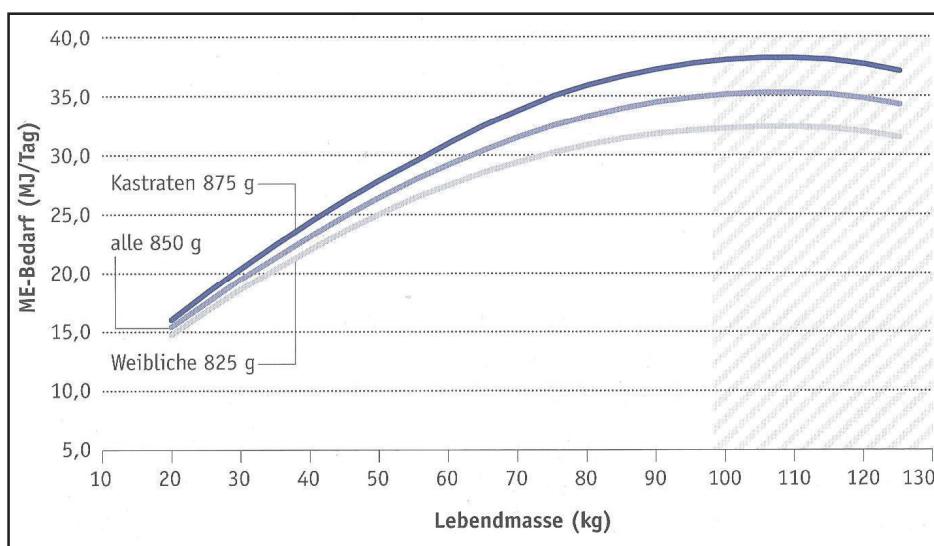


Abbildung 5: Energiebedarf von fettarmen proteinreichen Mastschweinen in Abhängigkeit von Lebendmasse und Zunahme bei Geschlechtertrennung, DLG (2010)

Neben der zuvor betrachteten quantitativen Schlachtkörperzusammensetzung ist für die Verarbeitung insbesondere auch die Qualität entscheidend. Die Beschaffenheit von Muskel- und Fettgewebe finden dabei Ausdruck in chemisch-physikalischen Merkmalen der Fleischbeschaffenheit, wie beispielsweise dem pH-Wert und der Leitfähigkeit beim Muskelfleisch sowie der Fettsäurezusammensetzung beim Fettgewebe (BRANSCHEID et al. 1998). So besteht Schweinefett zu 35-40 % aus gesättigten Fettsäuren (SFA), 40-50 % einfach-ungesättigten (MUFA) und ca. 10-20 % mehrfach-ungesättigten Fettsäuren (PUFA), vgl. Tabelle 2 (BRANSCHEID et. al 1998, STANGL 2014). Während die MUFA vom Tier selbst gebildet werden können, müssen die PUFA mit dem Futter zugeführt werden. Den ungesättigten Fettsäuren (Polyene) kommt hinsichtlich der Verarbeitungseignung eine besondere Bedeutung zu, weil mit steigender Zahl an Doppelbindungen der Schmelzpunkt einer Fettsäure sinkt und ihre Oxidationsbereitschaft zunimmt (BRANSCHEID et al. 1998). Das Fett wird in der Folge weicher und weniger lagerbeständig. Die von BEE (2004) für den Rückenspeck

zusammengetragenen Empfehlungen liegen dabei zwischen 12-15 % PUFA bzw. 12-21 g PUFA/kg Futter. Die GfE (2006) benennt <15 % PUFA im Rückenspeck als Obergrenze. Polyene können direkt aus dem aufgenommenen Futter in das Tierkörperfett von Schweinen übernommen werden (BURGSTALLER et al. 1991, FISCHER et al. 1992, REICHARDT et al. 2003, VON LENGERKEN et al. 2007). Dies geschieht linear zu der Menge aufgenommener Fettsäuren (WOOD et al. 2008). Die Untersuchung von VERNON et al. (1999) zeigte dagegen keinen linearen Zusammenhang zwischen der PUFA-Aufnahme und Einlagerung ins Fettgewebe.

Neben fütterungsbedingten Veränderungen in der Fettsäurenzusammensetzung des Fettgewebes gibt es auch einen entsprechenden Einfluss auf das Muskelgewebe (intramuskuläres Fettgewebe).

Die einfache Form der Einlagerung von Fettsäuren aus der Nahrung in das Fettgewebe ist für den Organismus energetisch günstiger als die Neubildung von Fettsäuren aus z.B. Kohlenhydraten. Neigt ein Schwein aber zu hohem Fettansatz, bildet es viel Fettgewebe vollständig neu aus. Der Einfluss der mit dem Futter dann aufgenommenen Fettsäuren auf die Fettsäurenzusammensetzung geht entsprechend zurück.

Aus den in Tabelle 2 angegebenen Größenordnungen für die Gehalte an Linolsäure (Omega-6 Fettsäure) und Linolensäure (Omega-3 Fettsäure) lässt sich das Omega-6 zu Omega-3 Fettsäurenverhältnis darstellen. Dieses liegt beim Schwein bei Werten um sechs. Für die Humanernährung sind Verhältnisse von circa vier wünschenswert (SIMOPOULOS und CLELAND 2003). Eine Verengung des natürlichen Verhältnisses über die Rationsgestaltung wäre somit zielführend.

Tabelle 2: Zusammensetzung des Fettgewebes vom Schwein, in Gewichts % (nach BRANSCHIED, 1998 und STANGL, 2014)

	gesättigte Fettsäuren			einfach ungesättigte Fettsäuren		mehrfach ungesättigte Fettsäuren	
	C14:0 Myristinsäure	C16:0 Palmitinsäure	C18:0 Stearinsäure	C16:1 Palmitoleinsäure	C18:1 Ölsäure	C18:2 Linolsäure	C18:3 Linolensäure
Schweineschmalz ¹	1-2,5	20-30	8-22	2-4	35-55	4-12	<1,5
Subkutanes Fett dorsal ²		24,4	13,6		44,1	8,9	
Intramuskuläres Fett ²		26,0	15,4		43,0	7,3	

¹ STANGL 2014

² BRANSCHIED 1998

Die Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein benennt einen pH₂₄ Wert >6 als ein Merkmal für Fleisch, das aufgrund seiner dunklen Farbe und trockenen Konsistenz einen Mangel aufweist. Die Abgren-

zung zu Fleisch, das aufgrund seiner Blässe und Weichheit einen Mangel hat, wird bei BRANSCHEID et al. (1998) durch einen pH Wert <5,8 nach 45 Minuten dargestellt in Verbindung mit sehr niedrigen pH-Endwerten um 5,4 (VON LENGERKEN et al. 2007). Die Leitfähigkeit dieses Fleisches steigt zudem binnen 24 h von >4,5 auf >7 mS/cm an.

Für eine erfolgreiche Mast müssen neben den allgemeinen entwicklungsphysiologischen Ansprüchen während des Wachstums auch die der verschiedenen Geschlechter Berücksichtigung finden. So zeigen sich nach WÄHNER (2013) und MÜLLER et al. (2014) zwischen weiblichen Tieren und Ebern unterschiedliche tägliche Lebendmassezunahmen sowie Proteinansatz und Fettbildung (vgl. Tabelle 3). Der Proteinansatz bei Ebern ist höher einzuschätzen als bei Sauen. Das bringt auch einen vergleichsweise höheren Proteinbedarf mit sich (BRANSCHEID 1998, DLG 2010) und eine verbesserte Futterverwertung. Die Unterschiede zwischen den Geschlechtern nehmen im Wachstumsverlauf zu. Die Eber zeigen dabei ein größeres Wachstumspotenzial in der Endmast. Die Rationsgestaltung bei gemischtgeschlechtlicher Mast sollte sich folglich an den Anforderungen der Eber orientieren (ADAM et al. 2013). Für die ökonomische Betrachtung hängt es ganz entscheidend vom Schlachtgewicht ab ob Zunahmenleistungen besser oder schlechter zu bewerten sind, wobei die Empfehlung für die Praxis hin zu schwereren (älteren) Tieren (Ebern) geht (MEYER 2011).

Tabelle 3: Merkmale der Mast- und Schlachtleistung von Ebern und Sauen (MÜLLER et al. 2014, verändert)

Merkmal	Eber	Sau
Mastbeginn – Alter, d	71,9 ^a	72,3 ^a
– Lebendmasse, kg	27,6 ^a	28,9 ^b
Mastende – Alter, d	176,2 ^a	180,6 ^b
– Lebendmasse, kg	123,3 ^a	120,2 ^b
Tägliche Zunahme, g/d		
- Vormast	835 ^a	790 ^b
- Endmast	1.013 ^a	904 ^b
- Mast gesamt	923 ^a	849 ^b
Schlachtleistung allgemein		
Schlachtkörpermasse ¹⁾ , kg	94,9 ^a	95,1 ^a
Schlachtausbeute, %	77,4 ^a	79,3 ^b
Nettotagszunahme, g/d	547 ^a	533 ^b
Fleisch- u. Speckmaße-AutoFOM		
Muskelfleischanteil, %	61,7 ^a	61,1 ^b
Speckdicke, mm	12,6 ^a	13,4 ^b
Muskeldicke, mm	63,7 ^a	66,3 ^b
Bauchfleischanteil, %	59,8 ^a	58,9 ^b

ungleiche Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (p<0,05)

2.1.2 Nährstoffbedarf

Um die für den Körpersubstanzzuwachs notwendigen anabolen und katabolen Stoffwechselprozesse ablaufen zu lassen, muss das Futter Energie, Protein und Mineralstoffe liefern. Der Gesamtenergiebedarf für Mastschweine deckt den Bedarf für Erhaltung und den Protein- und Fettansatz ab (DLG 2010). Die Verwertung der umsetzbaren Energie für diese beiden Ansatzformen geschieht bei Mastschweinen mit unterschiedlichen Teilwirkungsgraden ($k_{Protein} = 0,56$ / $k_{Fett} = 0,74$) (GfE 2006).

Der Gesamtbedarf steigt mit der Lebendmasse nicht-linear bis zu einem Maximum an. Dieser in Abbildung 5 veranschaulichte Zusammenhang für die gemischtgeschlechtliche Mast stellt gleichzeitig die Energiebedarfswerte bzw. die sog. Versorgungsempfehlungen für die verschiedenen Leistungsniveaus dar, wobei mit zunehmender Leistung der Anteil des Erhaltungsbedarfes am Gesamtbedarf abnimmt (KLEINE KLAUSING und RIEWENHERM 2013). ROTH (2014) stellt hierzu fest, dass der Energiebedarf für das Wachstum von der Zusammensetzung des Zuwachses abhängt. Für den Ansatz von Protein ergibt sich mit 42,5 kJ/g ein geringerer Energiebedarf als für den Ansatz von Fett mit 53,6 kJ/g.

Der Bedarf an Futterprotein zum Aufbau und Erhalt tierischen Gewebes ist im eigentlichen Sinne ein Bedarf an Aminosäuren. Aus Sicht der Fütterung spielen die essentiellen Aminosäuren hier eine herausragende Rolle. Daneben muss aber auch eine ausreichende Versorgung mit Stickstoff für die Synthese nicht essentieller Aminosäuren gegeben sein.

Die Absorption der für die Leistung relevanten essentiellen Aminosäuren findet im Dünndarm statt. Aus diesem Grund muss bei der geplanten Aminosäureversorgung deren praecaecale Verdaulichkeit (pcv) berücksichtigt werden und nicht nur deren (Brutto-)Gehalt im Futtermittel (SCHULZ et al. 1999). So stellte RADEMACHER (1995) bei gleichen Brutto-Lysingehalten aber abnehmenden praecaecalen Verdaulichkeiten, abnehmende Tageszunahmen und steigende Futteraufwendungen fest. Aufgrund des hohen Gehaltes im Proteinansatz, wird von der DLG (2010) die Aminosäure Lysin als erstlimitierend bzw. Leitaminsäure benannt. Ihr Anteil am Rohprotein bestimmt die Menge des vorzulegenden Rohproteins in der Ration (ROTH 2014). Für die weiteren essentiellen Aminosäuren (Methionin [Met], Threonin [Thr], Tryptophan [Trp]) wird der Bedarf durch die DLG (2010) relativ zum (pcv) Lysin wie folgt ausgedrückt:

Lys	:	Met + Cystin	:	Thr	:	Trp
1	:	0,55	:	0,65	:	0,18

Für den Erhaltungsbedarf selbst ist der Bedarf an essentiellen Aminosäuren (außer Lysin) höher anzusetzen als für den Ansatzbedarf (ROTH 2014). In dem obigen Verhältnis finden aber die Bedarfswerte für die Aminosäuren des Ansatzes und der Erhaltung Berücksichtigung.

Die Mindestversorgung an pcv Rohprotein wird mit 14,7 g/ 1 g pcv Lysin beschrieben (oder umgerechnet 6,8 g Lysin/100 g Rohprotein im Futtermittel). Die Empfehlung, dass Futtermittel sich mit ihrem Lysingehalt im Rohprotein in der Spanne von 5-6,5 % bewegen sollten, findet in den Vormast/Endmastempfehlungen von ca. 170 g/kg (Vormast)/140 g/kg (Endmast) Rohprotein ihren Ausdruck (DLG 2010).

Für Genetiken, die in ihrem Proteinansatzverhalten deutlich über dem anderer Rassen oder Kreuzungen stehen, können höhere Bedarfswerte bei essentiellen Aminosäuren entstehen (DLG 2010), anderenfalls bleibt der Proteinansatz zurück (WANG und FULLER 1989). Eine Überversorgung kann rasseabhängig ebenfalls zu einer Reduzierung der Futteraufnahme und Tageszunahmen führen (HAGEMANN et al. 2014).

Die Beziehung von Energie und Eiweiß in einem Futtermittel wird als wichtig eingestuft. Zu Mastbeginn wird ein enges Eiweiß-Energie-Verhältnis benötigt, da vorwiegend Muskelprotein angesetzt wird. Je höher der Ansatz von Protein ist (im Vergleich zum gesamten Ansatz), desto enger ist das Verhältnis zur Energie. Aus diesem Grund wird zu Beginn mit hochwertigen Rohproteinqualitäten gearbeitet (hoher Aminosäuregehalt je 100 g Rohprotein) (KAM-PHUES et al. 2014). Ab ca. 70 kg Lebendmasse besteht ein überwiegender Teil des Zuwachses aus Fett und der Eiweißanspruch über das Futter geht zurück (WEBER und STRACK 2011). Dafür nimmt der Bedarf an Energie stärker zu und das Verhältnis (Protein : Energie) wird weiter (ROTH 2014). In diesem Zusammenhang verdient speziell das Lysin : Energieverhältnis, und nicht nur das reine Protein : Energie-Verhältnis, besonderes Augenmerk. ROTH (2000) führt zudem aus, dass unabhängig von der Energiedichte und dem Geschlecht (Sau/Börge) unter ad libitum Fütterung ein Verhältnis von 0,7 g pcv Lysin : 1 MJ ME notwendig war für eine optimierte (Zuwachs und Energieverwertung) Fütterung im dargestellten Versuch. ROTH (2000) stellt klar, dass für die Zuwachsrate und die Energieverwertung das Verhältnis von Lysin : Energie leistungsbestimmend ist. Die Zusammensetzung des Schlachtkörpers wird von diesem Verhältnis ebenfalls beeinflusst (BERK und SCHULZ 2001). Für unterschiedliche Genetiken im Fleischbildungsvermögen, resultieren daraus in der Praxis differenzierte Empfehlungen für das Verhältnis von Lysin : Energie, vgl. Tabelle 4.

Tabelle 4: Neue Empfehlungen zur Energie- und Lysinversorgung von Mastschweinen (GfE 2006, ergänzt) (30 - 115 kg Lebendmasse)

Lebendmasseabschnitt	kg	30	40	50	60	70	80	90 – 115
LM-Zunahme Ø 800 g (normaler Fleischansatz, nach GfE)								
Zunahme,	g/Tag	700	800	900	950	900	850	750
umsetzbare Energie (ME),	MJ/Tag	18	23	27	31	32	33	35
pcv Lysin : ME,	g/MJ	0,76	0,67	0,63	0,58	0,53	(0,48)	(0,42)
Brutto-Lysin : ME,	g/MJ	0,84	0,76	0,71	0,65	0,61	(0,56)	(0,50)
LM-Zunahme Ø 800 g (hoher Fleischansatz, Empfehlung LK NRW)								
Zunahme,	g/Tag	710	800	900	960	900	850	730
umsetzbare Energie (ME),	MJ/Tag	18,2	23	27	31,2	32	33	35
pcv Lysin : ME,	g/MJ	0,76	0,67	0,63	0,58	0,54	(0,54)	(0,54)
Brutto-Lysin : ME,	g/MJ	0,84	0,76	0,72	0,67	0,65	(0,65)	(0,65)
LM-Zunahme Ø 800 g (extrem hoher Fleischansatz, nach GfE)								
Zunahme,	g/Tag	720	800	900	950	900	830	720
umsetzbare Energie (ME),	MJ/Tag	18,4	23	27	31	31,5	32	32
pcv Lysin : ME,	g/MJ	0,80	0,72	0,69	0,64	0,61	(0,58)	(0,58)
Brutto-Lysin : ME,	g/MJ	0,88	0,82	0,78	0,74	0,70	(0,68)	(0,68)

2.1.3 Rations- und Fütterungsstrategie

Die Nutzung energiereicher heimischer Getreidearten hat sich etabliert. Die Getreidemast nutzt vorrangig Weizen, Gerste, Mais, Roggen, Triticale, Getreidenachprodukte und ein proteinlieferndes Futtermittel als Mischungspartner (KAMPHUES et al. 2014). Die Autoren benennen für die Anfangsmast und die Endmast jeweils die Verwendung von Alleinfuttermitteln als verbreitet. Die hierbei zugrunde liegende Idee ist die der Fütterung in Phasen. Die aus den zuvor benannten Veränderungen des wachsenden Körpers entstammenden Änderungen in den Nährstoffbedarfswerten, wird mit einer über die Zeit mehrfach angepassten Fütterung Rechnung getragen. Die dabei in die phasenweise Futterberechnung eingehenden Daten sind nach KLEINE KLAUSING und RIEWENHERM (2013) der Gewichtsbereich, Geschlecht, erwartete Tageszunahmen, erwarteter Magerfleischanteil und die Tierumwelt (günstig/ungünstig). ROTH (2014) empfiehlt aus praktischen Gründen eine dreiphasige Fütterung (Anfangs-, Mittel-, Endmast).

Das Ziel, Überversorgung und Überschüsse mit Nährstoffen zu reduzieren, kann mit zwei-, drei oder mehrphasigen Fütterungsregimen unterschiedlich gut umgesetzt werden (ROTH 2014). Im Kreis Emsland, mit einer großen Zahl Schweinehaltender Betriebe, ist zur Zeit die zweiphasige Mast Standard (62–70 % der ausgewerteten Betriebe) (WWF 2014). Der Fokus liegt hier auf der Vermeidung von Überschüssen der Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P). Das im Stall etablierte Fütterungsregime beeinflusst die Höhe der Futteraufnahme mit. Daneben hat auch das Tier selbst mit seinem Alter bzw. Gewicht auf die Menge des aufgenommenen Futters Einfluss. Dabei ist der Gastrointestinaltrakt in der Lage, sehr energiedich-

te Rationen zu erkennen. Die Futtermenge wird dann der Energiedichte angepasst, bevor die Sättigung durch Dehnungsrezeptoren in der Magenwand ausgelöst wird (OWEN und RIDGMAN 1968). Bei energiedichten Rationen sinkt die Futteraufnahme (ROTH 2000). Der notwendige Gehalt an Lysin bspw., ist folglich eine Funktion der aufgenommenen Futtermenge (maximal aufnehmbaren Futtermenge).

Bei fleischreichen Genetiken ist die Futtermenge für die Energiezufuhr als limitierend einzustufen. Hier muss deshalb auf hohe Verdaulichkeiten geachtet werden ROTH (2014). Hingegen muss bei fettreichen Genetiken die Energiezufuhr und damit die Futtermenge (-aufnahme) limitiert werden, um ein Verfetten zu vermeiden.

Die Kontrolle der Wirksamkeit der gesamten Fütterung während der Mast ist unter anderem über die Darstellung der Schlachtkörperqualität gut möglich. Eine einfache Bewertung der beiden wichtigen Größen Fleisch- und Speckmaß zueinander, kann für die Ursachenfindung von Problemen in der Mast sehr hilfreich sein, vgl. Tabelle 5. (DLG 2010).

Tabelle 5: Ursachen verschiedener Probleme in der Schlachtkörperqualität, DLG (2010)

Fleischmaß in Ordnung – Speckmaß zu hoch
1. Störungen während der Mastperiode
2. zu späte/knappe Futterrationierung
3. Endgewicht zu hoch
Fleischmaß zu niedrig – Speckmaß in Ordnung
1. Energie- und Aminosäurenversorgung in der Jungendphase zu niedrig
2. Futteraufnahme/ Tier-Fressplatz-Verhältnis nicht ausreichend
3. Störungen insbesondere in der Vor-/Anfangsmast
4. Genetik
Fleischmaß zu niedrig – Speckmaß zu hoch
1. Aminosäurenversorgung in der Ferkelaufzucht/Vormast zu niedrig
2. Probleme beim Einstallen/Anfüttern/Futterwechsel
3. Endgewicht für Genetik zu hoch
4. Genetik

WEIßMANN (2011) verglich eine gut und eine unzureichend auf die Bedürfnisse von Mastschweinen hin zusammengestellte Endmastration (Imbalancen bei Aminosäuren). Die Reaktion der Tiere war weniger in der Mastleistung erkennbar, als in der geringeren Schlachtkörperqualität der Versuchsgruppe (höherer Fettansatz, geringerer Magerfleischanteil). Wenn in Praxisbetrieben zu geringe Lebenstagzunahmen und Magerfleischanteile auftreten, werden diese mit einer proteinreduzierten Mast in Verbindung gebracht. Eine derartige Reduzierung wirkt sich jedoch nicht immer leistungsmindernd aus (LE BELLEGO et al. 2000). Die Ursache für eine Minderleistung (Probleme) könnte aber vielfach im nicht optimalen Verhältnis von Lysin zu Energie und den essentiellen Aminosäuren zueinander liegen, so die Autoren. Auch sollte bei der Rationsplanung eine Bewertung auf Basis verdaulicher Aminosäuren vorgenommen werden. Hierbei müssen aber gegebenenfalls die tabellierten Angaben zur Verdaulichkeit

lichkeit hinterfragt fragen, da zum Teil nicht unerhebliche Abweichungen in Versuchen festgestellt wurden (MESSERSCHMIDT et al. 2014).

2.2 Eiweißkomponenten für Schweinefutter

Nach ROTH (2014) werden an Eiweißfuttermitteln in der Schweinemast vor allem Fischmehl, Sojaextraktionsschrot, Magermilch, Erdnussextraktionsschrot und Ackerbohnen eingesetzt. SCHMIDT (2012) folgend, ist Rapsschrot ein weiteres bedeutendes Eiweißfuttermittel in Deutschland (vgl. Abbildung 6). Bei der Auswahl dieser Eiweißfuttermittel muss klar sein, ob "hochwertiges Eiweiß" gebraucht wird oder ein "mittlerer" Proteinlieferant ausreicht. Die Ausführungen dieses Kapitels beziehen sich vorrangig auf die heimischen Eiweißfuttermittel. Das beschriebene Sojaschrot dient dem Vergleich.

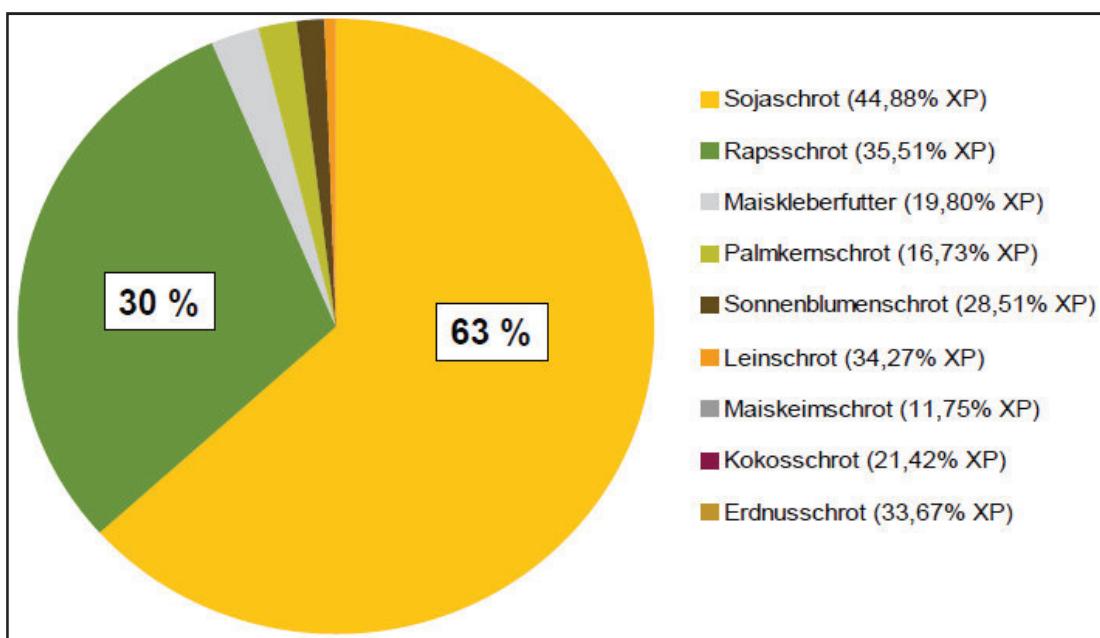


Abbildung 6: Verbrauch in Deutschland von Protein aus Ölschroten (Ø 2004-2010, alle Nutztiere) (SCHMIDT 2012)

2.2.1 Rapsextraktionsschrot

Rapsextraktionsschrot (RES) ist ein Erzeugnis, das bei der Ölgewinnung durch Extraktion aus Rapskuchen, der einer geeigneten Wärmebehandlung unterzogen wurde, anfällt (VO [EG] 575/2011). Es kann als Einzelfuttermittel gehandelt werden, wenn eine botanische Reinheit von 94% und ein maximaler Rohaschegehalt von 0,9% vorhanden ist (ZDL 2014). Wenn 1 t RES in der Tierernährung Verwendung findet, können damit 0,61 t Sojaextraktionsschrot eingespart werden, einen typischen europäischen Tierbestand zugrunde gelegt (LYWOOD und PINKNEY 2012). Dieser Aussage folgend, fungiert das RES als Eiweißfuttermittel. Seine Zusammensetzung, insbesondere der Aminosäuren, wird allgemein als güns-

tig für die Ernährung von Schweinen angesehen. Die Zusammensetzung des RES hat als Naturprodukt aber bestimmte Schwankungsbreiten. Um den Ansprüchen in der Schweineernährung gerecht werden zu können, wurden über mehrere Jahre eine Vielzahl von RES-Proben aus deutschen Ölmühlen auf ihre Inhaltsstoffe hin untersucht (WEBER 2013). Im Ergebnis konnten die bis dato aktuellen Tabellenwerte im Wesentlichen bestätigt werden (vergleichend auch Tabelle 6). Die Rohfaser- und Glucosinolatgehalte waren über die Untersuchungszeitspanne hinweg niedrig und die Rohprotein- und Energiegehalte relativ stabil (XP: 33-34 %, Energiewert bei 9,6 – 10,0 MJ ME Schwein/kg Futter). WEBER (2013) weist auf einen beständigen Rückgang des Rohfettgehaltes hin (noch 3,7 % in 2008), einen geringen Lysin gehalt für 2012 und auf eine notwendige Korrektur des Schwefelgehaltes in den Tabellenwerken (Absenkung). Das kontinuierliche Monitoring zeigt, dass von einem überwiegenden Anbau von glucosinolatarmen 00-Sorten in Deutschland ausgegangen werden kann. Bei der Zusammensetzung des Öls dieser Sorten dominieren die einfach ungesättigte Ölsäure (Omega-9-Fettsäure) und die mehrfach ungesättigte Linolsäure (Omega-6-Fettsäure) mit zusammen ca. 70-80 % Anteil am Gesamtfettsäurengehalt (vgl. Anhang 16).

Tabelle 6: Ausgewählte Inhaltsstoffangaben je kg Rapsextraktionsschrot (RES)

	Untersuchung WEBER und SCHULZE (2015) Jahr 2014	Literatur/Tabellenwerte			
		DLG (2014)	KAMPHUES et al. (2014)	DUSEL und WEIß(2011)	LfL (2014)
TM (g)	88,2	89	88,6	89	90
Rohfett (g)	27	27		31	32
Rohfaser (g)	108	116	124	127	129
Rohprotein (g)	342	335	349		353
Rohasche (g)	70	69			69
Glucosinolate (mmol)	8,8				
Energie (MJ ME Schwein)	10	9,8	9,6	9,9	
nXP (g)	224			206	
ADFom (g)	220	193			
NDFom (g)	320	279			
Lysin (g)	19,7	15,7	18		18,2
Methionin (g)	6,7	7,1			6,8
Cystin (g)	8,1	7,8			
Methionin+Cystin (g)	14,8	14,9	14		15,1
Threonin (g)	15,7	15,1			14,9
Tryptophan (g)	4,8				
Ca (g)	8,1	7,7	6,1	6,6	7,8
P (g)	10,4	10,7	10,7	10,8	12,2

TM Trockenmasse, nXP - nutzbares Rohprotein, Ca - Calcium, P - Phosphor

ADFom - Saure Detergenzienfaser, organisch

NDFom - Neutrale Detergenzienfaser, organisch

Proteinqualität

Die Eiweißqualität, insbesondere der Lysingehalt, wird durch das Erhitzen bzw. Toasten negativ beeinflusst (SCHÖNE et al. 2012b, MESSERSCHMIDT et al. 2014). Jedes RES kann sich folglich in seiner Zusammensetzung aufgrund der Herkunft (Herstellung) unterscheiden. Die Proteinqualität aufgrund der Aminosäurenzusammensetzung wird für das RES als allgemein günstig angesehen (vgl. Abbildung 7). Berücksichtigt man zusätzlich die absoluten Rohproteinengehalte, ergeben sich noch relativ starke Unterschiede in der Qualität von RES im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES) (vgl. Tabelle 7). Als bedeutsam müssen aber allein die praecaecal verdaulichen Aminosäuren herausgestellt werden (WEIß und SCHÖNE 2008). Die pc-Verdaulichkeiten (in %) von Lysin/ Methion+Cystin/ Threonin/ Tryptophan des RES sind dabei durchweg geringer (73/77/69/68) als die des SES (87/83/80/86) (Tabellenwerte DLG 2014). MESSERSCHMIDT et al. (2014) fanden aber bei RES aus deutschen Ölmühlen für Lysin/Methion+Cystin/Threonin deutlich geringere Verdaulichkeitswerte (64/79/63). Die höheren Verdaulichkeitswerte der DLG beziehen sich auf Untersuchungen von rohfaserärmeren Sommerrapsvarietäten (Canola). Die Untersuchungen von PREIßINGER et al. (2010) brachten aber für in Bayern genommene Proben bei den Aminosäuren Lysin/Methionin/Cystin/Threonin mit Verdaulichkeitswerten (%) von 78/78/70/77 zufriedenstellende Werte hervor, von denen viele sogar über den Tabellenwerten der DLG (2014) lagen. SCHÄFFER et al. (2015) bemängeln die Spannweite der Angaben für praecaecale Verdaulichkeiten essentieller Aminosäuren in der Schweinefütterung. So stimmten die tatsächlichen pcv-Werte der von Ihnen untersuchten Praxisproben mit den Tabellenwerten meistens nicht überein.

Die Unterschiede in der Dünndarmverdaulichkeit zum Sojaschrot erfordern einen überproportional höheren RES-Einsatz, wenn die gleiche Aminosäurenausstattung gewünscht ist.

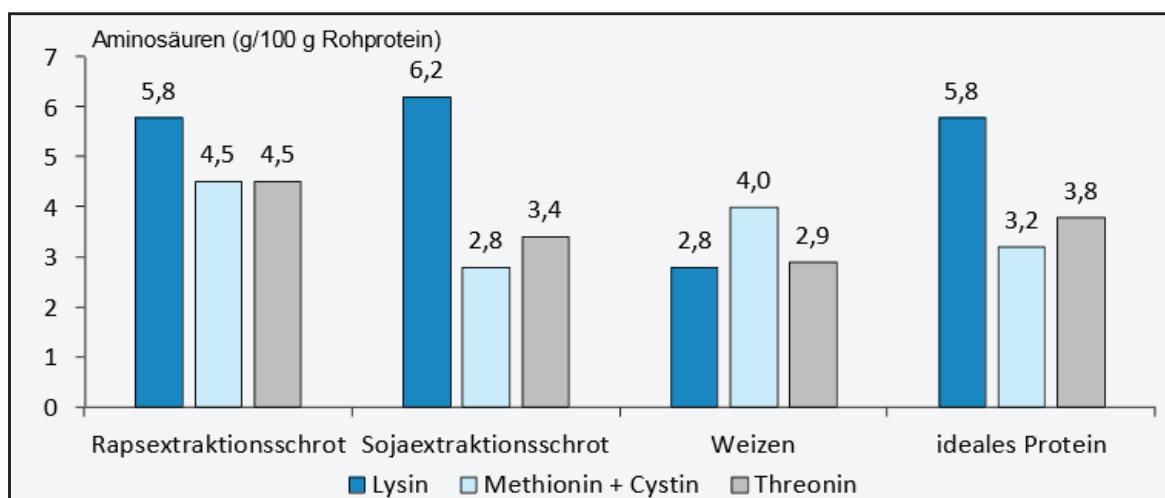


Abbildung 7: Proteinqualitäten der Haupteiweißfuttermittel aus Ölsaaten für Schweine im Vergleich zu Weizen und zu dem für eine hohe Wachstumsintensität idealen Futterprotein, TLL (2015)

Antinutritive Substanzen

Die antinutritiven Substanzen des Rapses sind die Glucosinolate, Tannine, Phytinsäure, Proteaseinhibitoren und Sinapin (ULBRICH 2004). Die Erucasäure (eine hitzeempfindliche einfache ungesättigte Fettsäure) des Rapses wirkt ebenfalls leistungs hemmend und ist mit verantwortlich für pathologische Veränderungen des Herzmuskel und auch Herzverfettung, so dass erst erucasäurearme Züchtungen eine breite Verwendung des Rapses in der Humanernährung ermöglichen (KRIST et al. 2008). Diese Aussage kann für die Ernährung von Säugetieren übernommen werden.

Beim RES werden die Gehalte an Glucosinolaten und Rohfaser als Einsatzbeschränkend (Energieabsenkung) bewertet. KAMPHUES et al. (2014) benennen zusätzlich auch die geschmacklichen Eigenschaften als limitierend. Der im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot doppelt so hohe Rohfasergehalt ist auf einen erhöhten Schalenanteil zurückzuführen, dessen Faserfraktion hauptsächlich aus Lignin besteht (WEIß und SCHÖNE 2008). Aus den Glucosinolaten (GSL) werden u.a. Senföle gebildet, die die Schilddrüse negativ beeinflussen (STANGL 2014). Für die Tierernährung empfehlen DUSEL und WEIß (2011) bei RES einen maximalen Gehalt von 10 mmol/kg bzw. 1,5 mmol GSL/kg im Alleinfutter (SCHÖNE 2009).

Durch Einfuhr von Raps aus Osteuropa stiegen bei einigen Stichproben die Glucosinolatgehalte bis 20 mmol/kg Trockensubstanz (WEBER 2013). Trotz dieser "Ausreißer" kann durch das in Deutschland etablierte Monitoringprogramm eine gleichbleibend hohe Qualität festgestellt werden. Nachdem die Qualität des RES damit nach außen einheitlich dargestellt werden konnte, werden für die quantitative Verwendung unterschiedliche Empfehlungen gegeben. SCHÖNE (2009) gibt bei Einhaltung des Glucosinolatgehaltes von 5 mmol/kg Rapsfuttermittel die Einsatzhöhe von bis zu 30% im Mischfutter an. ROTH (2014) empfiehlt als Höchsteinsatzmenge für Vor- und Endmast jeweils 25%. KAMPHUES et al. (2014) geben bei mittlerem Proteingehalt allgemein 20% an. WEIß und SCHÖNE (2008) werteten 5 Instituts-Versuche aus, die im Ergebnis eine Einsatzhöhe von 15% empfehlen. Diese Einsatzhöhe von 15% wird für die Endmast empfohlen, während die empfohlene Einsatzhöhe für die Vormast 5% ist (WEIß 2013). ALBAR et al. (2001) befanden RES-Gehalte von 10% (Vormast) bis 15% (Endmast) für empfehlenswert, da keine Leistungsunterschiede zu mit Soja gefütterten Tieren vorhanden waren, die Futteraufnahme eingeschlossen. ROYER et al. (2004) empfehlen für Vor- und Endmast 15% RES.

Tabelle 7: Kennwerte zum Futterwert von Rapsextraktionsschrot im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (Gehalte in 1000 g Futtermittel mit 88 % Trockenmasse), WEIß und SCHÖNE (2008) verändert

		Rapsextraktionsschrot	Sojaextraktionsschrot
Rohprotein	g	344	441
Aminosäuren			
Lysin	g	19,9	26,5
verd. Lysin	g	14,5	23,0
Methionin	g	13,8	12,5
+ Cystin			
verd. Methionin	g	10,6	10,4
+ Cystin			
Threonin	g	15,3	17,1
verd. Threonin	g	10,6	13,7
Tryptophan	g	4,1	5,6
verd. Tryptophan	g	2,8	4,8
Umsetzbare Energie (ME Schwein)	MJ	9,7	13,3
Phosphor	g	10,9	6,6
verd. Phosphor	g	3,3	2,0

2.2.2 Sojaextraktionsschrot

Das Soja(bohnen)- extraktionsschrot (SES) (dampferhitzt) ist ein Nebenerzeugnis, das bei der Ölgewinnung durch Extraktion aus Sojabohnen anfällt und das einer geeigneten Wärmebehandlung unterworfen wurde (ZDL 2014). Der Prozess der Dampferhitzung dient dabei der Entfernung von Lösungsmittelresten, der Denaturierung eines Trypsin-Inhibitors und der Entfernung von Bitterstoffen (KAMPHUES et al. 2014). Durch das sogenannte Toasten wird außerdem das Enzym Urease inaktiviert (DUSEL und WEIß 2011).

Im Handel existieren unterschiedliche Qualitäten. Der Normtyp hat mind. 43% XP, der HP-Typ mindestens 48% XP. Zumeist handelt es sich um "Normalschrote" (XP: 38 – 44%). Die sog. Brasilschrote haben ca. 46% XP und die Hochproteinschrote ca. 48% XP. PREIßINGER et al. (2010) weisen in diesem Zusammenhang auf die Qualitätsunterschiede innerhalb dieser Schrot-Klassen hin, die unerwartet hoch sein können. Ob die in der Literatur dargestellten Nährstoffgehalte im SES eingehalten werden, kann nur aus Untersuchungen und nicht aus der Herkunft abgeleitet werden, so PREIßINGER et al. (2010). Die Streuungen (bei wertgebenden Bestandteilen) in den Feldproben waren sehr groß. Beschriebene Abweichungen (weniger Rohprotein, mehr Rohfaser) von der Deklaration in mehreren Sojaschrotproben ergaben verminderte Verdaulichkeiten und Energiegehalte.

Proteinqualität

Diesem Futtermittel wird eine hohe Biologische Wertigkeit bescheinigt (KAMPHUES et al. 2014) und damit die beste Proteinqualität aller pflanzlichen Eiweißfuttermittel (ROTH 2014). Eine Einsatzhöhenbegrenzung aufgrund unerwünschter Eigenschaften existiert in der Regel nicht.

Die Zusammensetzung des SES ist durch einen hohen Lysingehalt gekennzeichnet. Dessen praecaecale Verdaulichkeit ist mit 87% (DLG 2014) höher als die bei RES. Ähnliches gilt für die Verdaulichkeiten der weiteren essentiellen Aminosäuren. Nach KAMPHUES et al. (2014) beträgt die Biologische Wertigkeit (BW) beim Schwein 67-70 %. Dieser Grad der Verwertung des absorbierten Proteins für den Körperansatz, ist für eine pflanzliche Quelle als hoch einzustufen. Die geringeren Gehalte schwefelhaltiger Aminosäuren (Methionin und Cystin) und von Threonin empfehlen eine Ergänzung mit Mischungspartnern, die das ausgleichen können.

2.2.3 Heimische Leguminosen

Die Gruppe der hierzulande verfügbaren Eiweißpflanzen (Ackerbohne, Erbse, Lupine) wird von ROTH (2014) als wichtige Eiweißquelle bezeichnet. Ihre antinutritiven Inhaltsstoffe (Tannine, Proteaseinhibitoren, Glucoside, Alkaloide) begrenzen aber die Einsatzhöhen in der Tierfütterung. Laut WEBER (2014a) ist der aktuelle Forschungsstand der, dass die Trypsinhibitoren aus Erbse und Ackerbohne aufgrund der geringen Einsatzhöchstmengen unter der Wirkungsgrenze bleiben. Nach Angabe der LfL Bayern können die Schwankungsbreiten zwischen den Sorten und Arten insgesamt beträchtlich sein. Die Nährstoffgehalte und die hygienische Beschaffenheit bestimmen die Eignung als Futtermittel weiterhin.

Der Energiegehalt ähnelt dem von Getreide; der doppelt so hohe Rohproteinengehalt lässt die Leguminosen hier als geeigneten Mischungspartner erscheinen. Auch gilt es, einer drohenden Proteinübersorgung bei gleichzeitiger Aminosäuren-Unterversorgung zu begegnen. Die nachfolgende Tabelle 8 zeigt diesbezüglich eine Schwäche im Anteil schwefelhaltiger Aminosäuren bei allen aufgeführten Arten. Diese (Methionin und Cystin) haben zudem bei Ackerbohnen und Erbsen eine vergleichsweise geringe Dünndarmverdaulichkeit (DLG 2014). Lysin hat nur eine geringfügig schlechtere Verdaulichkeit als bei Sojaschrot. WEBER (2014a) beschreibt insgesamt einen nur halb so hohen Aminosäurengehalt verglichen mit Sojaschrot. Wird dieser aber auf den Gesamtgehalt an Rohprotein bezogen, ergeben sich fast gleiche Anteile, so dass die Proteinqualität gegenüber dem Sojaschrot nicht schlechter ist. Als Ausnahme wird Tryptophan benannt.

Die einsetzbaren Höchstmengen sind bei Ackerbohne/Erbse/Lupine (weiß) bei Vor- und Endmast gleich hoch und von ROTH (2014) mit 30/20/10 % angegeben. Eine Kombination

mit einem weiteren Proteinfuttermittel sieht der Autor für eine bedarfsgerechte Versorgung als notwendig an. Eine Methioninergänzung und Optimierung hinsichtlich der Dünndarmverdaulichkeit sehen auch DUSEL und WEIß (2011) und benennen maximale Anteile an Futtermischungen für die Schweinemast bei Ackerbohnen/Erbsen/Süßlupinen mit 15-25/40/20 %.

Tabelle 8: Futterwert von Körnerleguminosen (88% TM) (ME_R - ME Rind, ME_S - ME Schwein, ME_G - ME Geflügel), DUSEL und WEIß (2011)

Futtermittel	1000 g Futtermittel enthalten												
	Rohprotein g	Lysin g	Meth. + Cyst. g	Thre- onin g	Trypto- phan g	nXP g	RNB g	Stärke g	Zucker G	NEL MJ	ME _R MJ	ME _S MJ	ME _G MJ
Ackerbohnen	262	16,8	5,3	9,5	2,2	142	15,0	362	35	7,58	12,00	12,66	10,74
Erbsen	228	16,0	5,7	8,7	2,2	164	8,8	418	58	7,51	11,80	13,63	11,80
Süßlupinen (blau)	293	14,6	6,8	10,3	2,6	187	16,7	89	48	7,84	12,49	12,57	8,45

NEL - Nettoenergie Laktation, RNB - Ruminale Stickstoffbilanz

KAMPHUES et al. (2014) stellen die Einsatzhöhen (Mast) für Ackerbohnen/ Futtererbsen/ Süßlupinen mit 15-30/15-20/10-15 % dar. Laut ABEL et al. (2002) kann in der Vormast mit 5-15 % und in der Endmast mit 15-25 % Ackerbohnen gearbeitet werden. ROYER et al. (2004) empfehlen 25 % Erbsenanteil bzw. 35 % Erbsenanteil in Verbindung mit 18 % Rapsextraktionschrot. CHRENKOVÁ et al. (2011) geben als vollständigen Sojaersatz 30 % Erbsen in Vorm- und Endmast an.

2.2.4 Fischmehle

Aufgrund der hohen Biologischen Wertigkeit, die KAMPHUES et al. (2014) mit 74 % ($\pm 7\%$) für Schweine ausweisen, ist dieses Futtermittel effizient einsetzbar. Dieser Wert wird aber vom Ausgangsmaterial und vom Herstellungsverfahren beeinflusst. Fischmehl kann große Qualitätsunterschiede aufweisen. Die allgemein hohen Lysingehalte (44-49 g/kg, DUSEL und WEIß 2011) können bei zu hohen Trocknungstemperaturen negativ beeinflusst werden. KAMPHUES et al. (2014) sprechen zudem von der Gefahr, dass höhere Fettgehalte anfällig für autooxidative Prozesse sind. Die Verwendungsempfehlung wird vor allem für Jungtiere ausgesprochen. ROTH (2014) beschreibt aufgrund der Aminosäurengehalte (vgl. Abbildung 8) eine sehr gute Eignung als ergänzende Komponente bspw. bei einer Getreidemast. Er empfiehlt in praxisüblichen Mastrationen 15 % des Eiweißgehaltes über Fischmehl zu decken. Die von PIKE (1979) verglichenen Untersuchungen bringen Einsatzhöhen von 2-12 % mit verbesserten Mastleistungen und Futteraufwendungen in Verbindung. Das Fishmeal Information Network (FIN 2000) empfiehlt derzeit für die Vormast 3-5 % und für die Endmast 3 % in der Ration. Die praecaecalen Verdaulichkeiten von Lysin/Methionin/Cystin/Threonin/Tryptophan werden von KAMPHUES et al. (2014) mit 87/88/59/88/79% als hoch angegeben.

Der wiederum hohe Rohproteingehalt von rund 60 % geht dabei einher mit einem hohen Energiegehalt von rund 13,5 MJ ME.

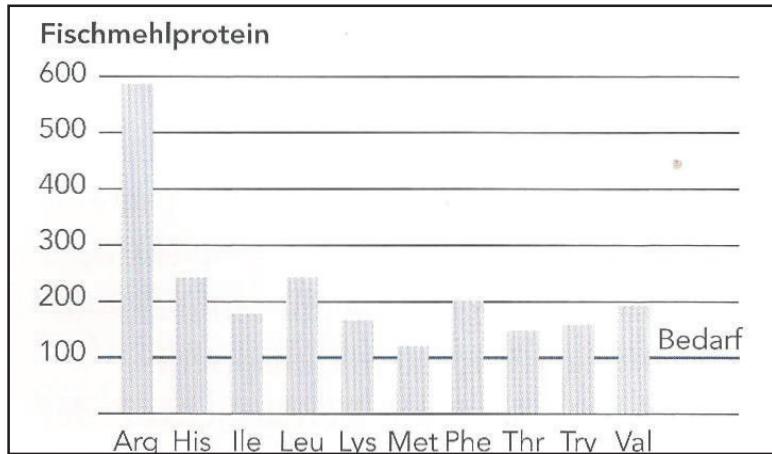


Abbildung 8: Aminosäuren-Zusammensetzung in Relation zum Bedarf wachsender Schweine, STANGL (2014)

2.2.5 Nebenprodukte der Brennerei und Bierherstellung

Die Bierherstellung stellt Malzkeime, Biertreber und Bierhefe als Nebenprodukte zur Verfügung. Der hohe Eiweißgehalt und dessen sehr gute Verdaulichkeit empfehlen die Bierhefe insbesondere für Flüssigfütterungsanlagen (DUSEL und WEIß 2011). Da Bierhefe zu großen Teilen aus Eiweiß hoher biologischer Wertigkeit und praecaecaler Verdaulichkeit besteht, kann es mit Futtermitteln, die diese Qualitäten nicht aufweisen, gut verschnitten werden. KAMPHUES et al. (2014) beschreiben Bierhefe (getrocknet) als ein an Protein und Vitamin reiches Kraftfutter, das in der Mast eine Tageshöchstmenge im Mischfutter von 2-5 % aufweisen kann. LINDERMAYER et al. (2011) stellen die Aminosäurenqualität auf eine Stufe mit dem Sojaschrot bei folgenden Einsatzhöhen: Vormast 5-10%, Endmast 10-15 %.

Aus der Ethanolerzeugung kann auf Getreideschlempe zurückgegriffen werden. Während der Stärkeanteil der Getreidekörner der Alkoholbildung dient, verbleibt das biologisch hochwertige Eiweiß im Rückstand zurück. Diese Schlempe ist mit Trockensubstanzgehalten von ca. 7 - 8 % ein flüssiges Futtermittel mit mittleren Energie- und geringen Lysingehalten (DLG 2014) und einer praecaecalen Lysin-Verdaulichkeit von 72 % (WEBER 2010). Der Handel hält aber auch eingedickte Schlempe bereit, deren Energiegehalte bis 15,9 MJ ME (16 % TS) gehen (MÄRKA GmbH). Die hohen Rohproteingehalte gehen mit relativ niedrigen praecaecalen Verdaulichkeiten der Aminosäuren bei Mais und mittleren bis höheren bei Weizen und Gersten-Schlempe einher. Insbesondere bei Trocknungsprozessen kann zudem durch höhere Temperaturen die Qualität des Eiweißes herabgesetzt werden.

KAMPHUES et al. (2014) empfehlen 2 - 4 kg (flüssig) bei Mastschweinen ab 40 kg pro Tag einzusetzen. Die MÄRKA GmbH gibt die einzusetzende Menge mit 12 % der täglichen Tro-

ckenmasse für das Mastschwein an. WEBER (2010) leitet aus Praxisversuchen die Verwendung von bis zu 15 % Getreidetrockenschlempe (ca. 95 % TM) in Mastrationen ab.

2.2.6 Sonstige Eiweißfuttermittel

Rapskuchen (RK)

Er entsteht unmittelbar mit der mechanischen Entfernung des Öls. Je nach Verfahrensart (Plattenpressen/Expellerpressen) werden unterschiedliche Gehalte an Restfett im Ölkuchen erreicht (4-8 %/12-15 %) (DUSEL und WEIß 2011). Die Autoren berichten von einer geringen Nutzung in der Schweinemast. Durch den fettbedingt vorhandenen Energiegehalt kann aber eine Aufwertung in einer Ration geschehen. Die nurmehr in dezentralen Ölgewinnungsanlagen anfallenden Rapskuchen (RK) haben geringere Proteingehalte, eine moderat schwankende Qualität (Rohnährstoffe) und zum Teil doppelt so hohe Glucosinolatgehalte (GSL) wie im Rapsschrot (SCHÖNE et al. 2012a). In Abhängigkeit von diesen antinutritiven Stoffen ist die Einsatzhöhe im Schweinefutter zu sehen: 7 % bei > 20 mmol GSL/kg RK und bis 15 % bei < 10 mmol GSL/kg RK, so die Autoren. WEBER (2012) empfiehlt Einsatzhöhen in vergleichbaren Größenordnungen (7,5-10 % RK bei GLS-Gehalten von 10 und 20 mmol/kg).

Sonnenblumen-, Lein- und Palmkernschrot

Der anteilige Verbrauch von diesen Schroten aus der Ölsaatzverarbeitung in der Tierernährung ist vergleichsweise gering (SCHMIDT 2012). Sie liefern zusammen weniger als 5 % des über Schrote verfütterten Proteins. Die Gründe sind vor allem in den hohen Gehalten von NDF und ADF zu finden (DLG 2014) und den entsprechend geringen Energiegehalten. Die Lysingehalte lagen stets unterhalb denen des RES. Ihr Einsatz kann im Bereich der Diätetik und der Mast zu finden sein. Für die Produkte aus Sonnenblumen und Lein geben LINDER-MAYER et al. (2011) Empfehlungen für die Vor- und Endmast von 5-10 % heraus. SCHEDLE et al. (2013) gibt in einer Übersicht für Sonnenblumenschrot 15 % an.

Molke und Kartoffeleiweiß

Molke, die als Nebenprodukt der Milchverarbeitung nach der Kasein-Abtrennung anfällt, kann in der Schweinemast Anwendung finden. Voraussetzung ist eine Flüssigfütterungsanlage. Da das Protein hochverdaulich ist und die Molke keine Rohfaser enthält, ist vor allem der Einsatz der (teuren) getrockneten Molke (Pulver) auf die Produktion von Milchaustauschern konzentriert (DUSEL und WEIß 2011). Der Lysingehalt liegt mit 7,42 g/100g XP (KAMPHUES et al. 2014) über dem Gehalt im Körperprotein des Schweins. Der Lysingehalt (33 g/kg bei Molkenproteinkonzentrat) liegt auf dem Niveau des SES. Dieses Futtermittel enthält aber mehr Threonin als SES. Die Verdaulichkeiten des Proteins und der Aminosäu-

ren bewegen sich zwischen 87-98 %. Die Molke enthält Laktose, deren Spaltung durch Laktase (Enzym) im Dünndarm geschieht. Die höhere Laktase-Aktivität jüngerer Schweine prädestiniert sie für dieses Futtermittel. Für den Einsatz von Molke gibt STOLL (2007) 30 % in der TM als Obergrenze an.

Das hochverdauliche Kartoffeleiweiß (92% bei pcv Rohprotein und 89% bei pcv Lysin) mit hohem Energiegehalt (16,1 MJ ME, DLG 2014) wird vor allem für die Bedarfsdeckung von Jungtieren eingesetzt. Der Rohproteingehalt (756 g/kg) und der Lysingehalt (58,8 g/kg Futter) sind sehr hoch (DLG 2014). Der Lysingehalt in diesem pflanzlichen Produkt liegt über dem im Körperprotein gebundenen Lysin. Der hohe Methioningehalt lässt zusätzlich die Geflügel haltenden Betriebe als Interessenten am Markt für dieses Futtermittel auftreten. In der Mast geben LINDERMAYER et al. (2011) nur für die Vormast eine Empfehlung von 3-5% in der Ration ab. Dieser relativ geringe Anteil ist auch dem hohen Preisniveau geschuldet.

Maiskleberfutter

Dieses Nebenprodukt der Stärkegewinnung enthält für Mais typische geringe Lysin und Tryptophangehalte (Vergleich: RES), wobei die praecaecalen Verdaulichkeiten mit 65 % bzw. 66 % deutlich unterhalb der Werte des RES liegen (DLG 2014). Das Rohprotein (22-26 % i. d. TM, je nach Herstellverfahren) weist eine Verdaulichkeit von nur 75 % (DUSEL und WEIß 2011) bzw. von 70 % (DLG 2014) auf. Bei der Rationsgestaltung und Orientierung am Brutto-lysingehalt wären somit im Vergleich zu RES deutlich höhere Einsatzmengen erforderlich. Die noch im Futter verbliebene Stärke führt zu Energiegehalten, die über denen des RES, aber unter denen des SES liegen. In der Schweinfütterung können maximale Mischungsanteile von 5 - 10 % eingesetzt werden (DUSEL und WEIß 2011). Der geringe Lysingehalt und dessen Verdaulichkeit sowie der Rohfasergehalt limitieren den Einsatz dieses Futters stark (SHURSON 2002). Es ist deshalb als Mischungspartner zu sehen und nicht für die alleinige Proteinlieferung nutzbar. Sein Einsatz empfiehlt sich für den Endmastabschnitt. SHURSON (2002) gibt für die Vormast 0 % und für die Endmast bis 20 % in der Ration an.

2.3 Potenziale der Futter-Eiweiß-Bereitstellung über heimische pflanzliche Proteinträger

Von den 5,21 Millionen t verdaulichen Eiweißes, die im Wirtschaftsjahr 2009/10 in der deutschen Landwirtschaft benötigt wurden, stammten 3,37 Millionen t aus heimischer Erzeugung (vor allem Getreide und Rapsnachprodukte) (BMELV 2012). Die Differenz (1,84 Millionen t) wird mengenmäßig durch die Verwendung von Sojaextraktionsschrot rechnerisch ausgeglichen (40 % Rohproteingehalt unterstellt) (vgl. Abbildung 9). Die höchsten Proteingehalte erreichen die Schrote der zur Ölgewinnung angebauten Pflanzen, noch vor den Ernteproduk-

ten der angebauten Leguminosen. Der Anteil von Körnerleguminosen in der Futterration ist aufgrund schwankender Qualitäten und der in den Körnern enthaltenen antinutritiven Stoffe begrenzt. Die Ursachen für den geringen Anbauumfang liegen damit letztlich in der höheren Wettbewerbsfähigkeit der konkurrierenden heimischen Ackerfrüchte Weizen, Gerste, Raps und Mais (BMELV 2012). WEBER (2014a) spricht davon, dass etwa die Hälfte des Soja- schrotes in heimischen Schweinerationen durch die doppelte Menge an Körnerleguminosen ersetzt werden kann. In der Fütterungspraxis steht Raps zur Zeit an erster Stelle bei der Menge potentiell lieferbarer heimischer Eiweißmengen für Mischfutterrationen, vgl. Tabelle 9. Die Erntemengen der zur Zeit angebauten Körnerleguminosen reichen bei weitem nicht aus, um eine entscheidende Rolle bei der Versorgung der Nutztierbestände zu spielen. Als günstig muss dagegen der Umstand der hohen Rapsproduktion gesehen werden. Diese Pflanze liefert Öl und hochwertiges Futterprotein zugleich. Das macht den Anbau ökonomisch besonders attraktiv. Außerdem hat Raps einen sehr hohen Rohproteinertrag pro Hektar von fast 0,8 t. Nach der Ackerbohne mit 0,9 t/ha ist das der zweithöchste Wert.

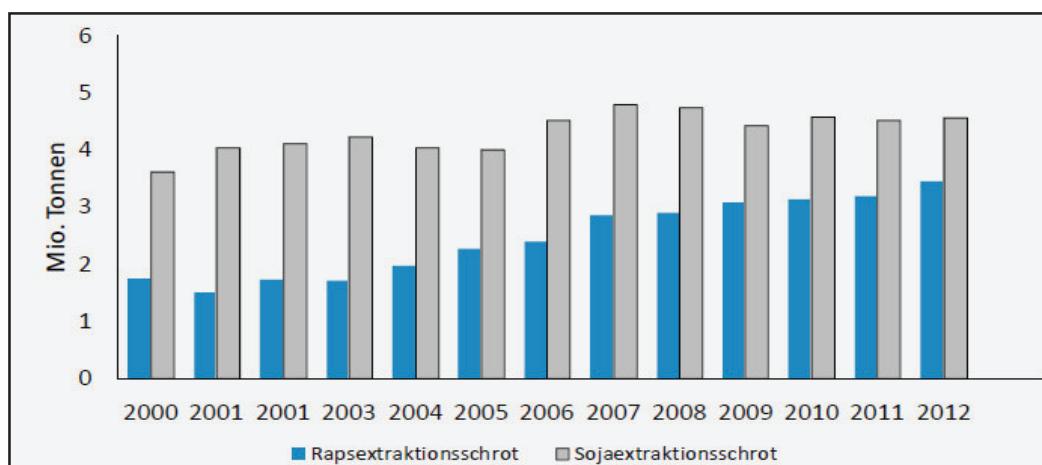


Abbildung 9: Verbrauch von Raps- und Sojaextraktionsschrot in Deutschland, TLL (2015)

Tabelle 9: Umfang bedeutender heimischer Leguminosen und Futtereiweißlieferanten in Anbau und Ernte in Deutschland für 2013 (Ø 2005-2011)

2013	Lupine	Ackerbohne	Futtererbse	Sonnenblume	Raps
Anbaufläche ha	17.000	16.500	37.900	21.900	1.460.000
Erträge gesamt t	31.100	59.000	129.500	46.100	5.787.300
Rohproteinertrag t/ha	0,38 (blaue Lupine)	0,91	0,66	0,40	0,77

Anbaufläche/Ertrag: UFOP unter: <http://www.ufop.de/agrar-info/agrar-statistik/> (verändert)

Rohproteinertrag: OVID-Berechnungen nach Oil World, UFOP und DLG-Futterwerttabelle, in OVID (2012)

Rohproteinertrag Sonnenblume: Increasing the protein content of sunflowers for organic farming (Hahn 2008) (25 dt/ha Ertrag)

Für die Potentialbewertung muss festgestellt werden, dass eine Wettbewerbsfähigkeit der Körnerleguminosen im Vergleich zu Getreide und Ölsaaten nicht vorhanden und nicht zu erwarten ist (ZIMMER und MÖLLMANN 2008). Während in der EU-27 nur 16 % des Proteinbedarfes in der Tierhaltung aus Rapsschroten gedeckt wurden, waren es in Deutschland (Ø 2004-2010) bereits 30 % (SCHMIDT 2012). Von den 8,8 Mio. t in Deutschland verarbeiteter Rapssaat stammen 50 % aus Importen. Die daraus hierzulande produzierten rund 5 Mio. t RES werden nicht gänzlich selbst verbraucht (OVID 2015). Sie stellen aufgrund der hohen Importmengen der Rapssaat aber auch kein rein einheimisches Futtermittel dar.

WEBER (2014b) präzisiert zum Bedarf, dass bei intensiver RES-Nutzung in der gesamten Tierernährung in Deutschland rund 7 Millionen t RES benötigt werden, bei einer Verfügbarkeit von 5,8 Millionen t in 2013. Die Potentiale der Futter-Eiweiß-Bereitstellung über heimische pflanzliche Proteinträger befinden sich wegen des großen Anbauumfanges zur Zeit quantitativ auf Seiten des Rapses, auch wenn der Anbau in Deutschland den Bedarf an RES im Inland schon heute nicht decken kann.

Qualitativ weist RES Vorteile auf. So sind die beschriebenen RES-Monitoringergebnisse hinsichtlich der Qualität durch WEBER (2013) als sehr zufriedenstellend beurteilt worden (geringe Schwankungen bei den erwünschten und weniger erwünschten Inhaltsstoffen). Die Analysen der SES-Feldproben von PREIßINGER et al. (2010) waren hingegen zum Teil mit sehr großen Abweichungen aufgefallen. Der RES Einsatz (ohne vorherige Untersuchung) bietet somit eine Alternative in der Ernährung wachsender Schweine was die Einsatzsicherheit angeht. Diese wiederum kann durch speziell behandeltes RES weiter gefestigt werden, wenn eine Qualitätssicherung bzw. -verbesserung durch ein zusätzliches Behandlungsverfahren erreicht wird. Die Mast- und Schlachtleistungen mit RES gefütterter Tiere konnten bei Einhaltung von Obergrenzen in den Mastabschnitten im Vergleich zu Sojaschrot überzeugen.

2.4 Leistungspotentiale bei Verwendung von Rapsextraktionsschrot

Die Untersuchungen der letzten Jahre zur Fütterung von definierten RES-Qualitäten an Mastschweine fanden zwar unter Verwendung verschiedenen Tiermaterials und verschieden ausgestalteter Rationen statt, der direkte Vergleich zu den Kontrollgruppen mit reiner SES-Fütterung lässt aber Aussagen zu Einsatzhöhen zu. So tauschten BURGSTALLER und LANG (1989) etwa 50 % bzw. 100 % des Sojaextraktionsschrotes in zwei Schweinemastfuttern durch 15 % (VM) und 8 % (EM) bzw. 29,6 % (VM) und 14,7 % (EM) durch 00-Rapsextraktionsschrot aus. Die Gruppe ohne Sojaextraktionsschrot schnitt in der Mastleistung geringfügig schlechter ab. Bei den Schlachtleistungskriterien traten keine Unterschiede auf. Signifikante Unterschiede bei Tageszunahme (-8 %), Endgewicht und Schlachtgewicht

fanden WETSCHEREK et al. (1992) bei einem Praxisversuch mit Maisschrotsilage. Die Schlachtkörperqualität war ebenfalls nicht unterschiedlich.

SCHÖNE et al. (2004) konnten bei 10 % und 15 % RES-Anteilen keine Veränderungen der Mast- und Schlachtleistung feststellen. WEBER et al. (2006) fanden nur einen Trend für etwas geringere tägliche Zunahmen bei höheren RES-Anteilen bis 20 %. Die Futteraufnahme der Versuchstiere (Gruppe bis 15 % und Gruppe bis 20 %) war etwas vermindert. Signifikante Unterschiede machten WEBER et al. (2006) bei der Schlachtleistung aus. Das Wachstum auf mittlerem Niveau der Versuchsgruppe mit bis zu 15 % RES-Anteil brachte die besten Schlachtkörper hervor. Aufgrund der günstigen RES-Preise im Vergleich zum Sojaschrot konnten alle Versuchsgruppen ökonomisch überzeugen, so die Autoren. Der teilweise (10 % RES) und vollständige (15 % RES) Ersatz von Sojaschrot durch Rapsschrot (BERK und WEIß 2008) zeigte bei sehr hohen Leistungen keine Unterschiede in den Mast- und Schlachtleistungsdaten. Der sukzessive Ersatz von HP-Sojaschrot durch extrudiertes RES ließ bei OKROUHLÀ et al. (2012) die Futteraufnahme und den Futteraufwandes bei den Versuchstieren signifikant zurückgehen, jedoch bei gleichen Mast- und Schlachtleistungen wie die Kontrolltiere. Keinerlei Unterschiede bei den Mastleistungen machten PENG et al. (2012) für extrudiertes und klassisches RES im Vergleich zu Sojaschrot aus. TORRES-PITARCH et al. (2014) fanden für den Vormastabschnitt (12 % RES) signifikant geringere tägliche Zunahmen, während in der Endmast (20 % RES) die Differenz zur Kontrolle nicht mehr statistisch abgesichert werden konnte. Das Gleiche galt auch für die täglichen Zunahmen über die gesamte Mastperiode hinweg. Hier war nur noch ein Trend darstellbar. Die geringeren Mastendgewichte der RES-Tiere waren wiederum signifikant. Diese geringeren Gewichte beschrieben auch SILJANDER-RASI et al. (1995), bei sonst gleichem Zunahmeniveau. Bei dem von LINDERMAYER und PREIßINGER (2014) ausgewerteten Versuch konnten die Mastschweine trotz nährstoffidentischer Mischungen bei hohen Anteilen an Rapsextraktions-schrot das Zunahmeniveau der mit Soja gefütterten Schweine nicht erreichen. Dies galt auch für alle Schlachtmerkmale, wobei das Schlachtgewicht nicht signifikant verschieden war ($P=0,182$).

KLEUTER et al. (2015) fütterten vierphasig, 25/22 % (Vormast) und 17,5/15 % (Endmast), mit zunehmend geringer werdenden RES-Gehalten. Während die Tageszunahmen sich in den beiden Mastabschnitten jeweils signifikant unterschieden, war über den vollständigen Mastzeitraum keine Unterscheidung zwischen den mit SES und mit den mit RES gefütterten Tieren mehr möglich. Das Schlachtgewicht war als einziges Merkmal bei den RES-Tieren signifikant erniedrigt. Alle anderen Schlachtleistungsmerkmale waren es nicht.

2.5 Besonderheiten des Hydrothermisch behandelten Rapsextraktionsschrotes

Die effizientere Nutzung und Verwertung des Futterproteins kann über eine Optimierung der Verdaulichkeit erreicht werden. Die Herstellungsprozesse selbst sind dabei ein verfahrenstechnischer Ansatzpunkt für dieses Vorhaben. Hier setzt der Hersteller des Wisan-Rapsextraktionsschrotes (kurz: Wisan-Raps) auf eine schonende Kurzzeitbehandlung mit hochtemperiertem trockenen Dampf und einer Nachbehandlung im Niederdruckbereich (Wisan®-Verfahren) (KRETSCHMAR 2012). Den Angaben des Herstellers folgend, werden Geschmack, hygienischer Status und die Verdaulichkeit von Nährstoffen positiv beeinflusst. Es wird auch auf die Veränderung der Verdaulichkeit der Aminosäuren unter der zuvor genannten Hitzeinwirkung hingewiesen. Das Behandlungsverfahren hat eine Vergrößerung der Oberfläche zur Folge, was sich u.a. in einer stark erhöhten Wasserbindungsfähigkeit im Vergleich zu unbehandeltem RES widerspiegelt. Die Verbesserung der Verdaulichkeit wird dabei von KEMNA (2015) mit Größenordnungen von 3 - 5% angegeben. Weiterhin benennt er eine Veränderung der Faserstruktur. Es wird ergänzt, dass der Anteil der Rohfaser an den Rohnährstoffgruppen bei Wisan-Raps aber unverändert bleibt, verglichen mit dem unbehandelten Rapsextraktionsschrot. Die Verwendung von Tabellenwerten zur Beschreibung des eingesetzten RES ist problemlos möglich, so KEMNA (2015). KRETSCHMAR (2012) gibt als Einsatzhöhen (Wisan-Raps) für die Vormast/ Mittelmast/ Endmast bei einer vorgegebenen Rationszusammensetzung mit hohem Getreideanteil 22%/17%/12% an. Dieses Produkt hat in der praktischen Schweinefütterung bereits erfolgreich Einzug gehalten.

3 Material und Methode

3.1 Versuchsaufbau

Die Aufzucht der abgesetzten Ferkel und anschließende Mast der Versuchstiere fand in der Schweineleistungsprüfstation des Hybridschweinezuchtverbandes Nord/Ost e.V. in Jürgenstorf statt. Die Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern (Institut für Tierproduktion Dummerstorf) zeichnete für die Versuchsvorbereitung sowie die Versuchsauswertung verantwortlich. Von Februar bis April 2014 wurden die (in den Monaten Januar bis März geborenen) Versuchstiere in vier aufeinander folgenden Durchgängen in Abständen von ca. 2 - 3 Wochen eingestellt. Die Aufzuchtpause mit identischer Fütterung (Ferkelaufzuchtfutter 1 und im Anschluss 2) endete mit dem Erreichen des Gruppen-Durchschnittsgewichtes von 30 kg. Der Versuchszeitraum im Jahr 2014 erstreckte sich vom Prüfbeginn des ersten Durchganges (27. März) bis zum Mastende des vierten Durchganges (17. September). Die Mast- und Prüfphase war von sich wiederholenden Kont-

rollwágungen gekennzeichnet (einmal wöchentlich) und endete mit dem Tag vor der Schlachtung. Die Wágungen waren auf das erwartete Gewicht hin ausgerichtet. Die Feststellung der Schlachtreife mit anschließender Herausnahme des Tieres aus der Gruppe erfolgte durch Wiegung, mit einem Ziel-Schlachtkörpergewicht (warm) von 95 kg im Durchschnitt jeder Bucht (ca. 120 kg Lebendmasse). Wenn die planmäßige Neubelegung einer zur Prüfung genutzten Bucht eine zeitliche Limitierung der Mastdauer vorgab, gab es auch Gesamt-ausstellungen aller Tiere an einem Tag. Der Anhang 1 gibt diesbezüglich einen Überblick über die Schlachttage zu den Durchgängen.

3.2 Tiere

Die Versuchstiere waren Hybridtiere der genetischen Konstruktion Pi x (DE x DL) sowie Pi x DE und wurden von der Roder GbR Viecheln bezogen.

Das Schema der Einstallung aller Hybridferkel (Voll- und Halbgeschwister) ist der nachfolgenden Tabelle 10 zu entnehmen. Die abgesetzten Ferkel hatten bei Einstallung in die dreiwöchige Quarantäne in Jürgenstorf Gewichte zwischen 8-10kg. Zu jeder Gruppe gehörten 16 Tiere, 8 intakte männliche und 8 weibliche. Es wurde vorrangig auf eine Gleichverteilung der 8 im Versuch eingesetzten Väter geachtet (vgl. Anhang 2). Eine Aufteilung von Wurfgeschwistern auf Kontrolle und Versuch eines Durchgangs fand in der Regel nicht statt.

Die in den Aufzuchtbereich eingestallten und die zur Auswertung gelangten Tiere (vgl. Tabelle 10) sind in ihrer Aufteilung (Anzahl- und Geschlecht) zwischen den Durchgängen als relativ gleichverteilt zu betrachten.

Tabelle 10: Anzahl in den Aufzuchtbereich eingestallter/ ausgewerteter Tiere nach Gruppen, Durchgängen und Geschlecht

	Kontrollgruppen	Agrisangruppen	Σ
Durchgang 1	16/ 15	16/ 15	32/ 30
Durchgang 2	15/ 15	16/ 15	31/ 30
Durchgang 3	16/ 14	16/ 16	32/ 30
Durchgang 4	16/ 10	16/ 14	32/ 24
Σ	63/ 54	64/ 60	127/ 114
männlich	32/ 28	32/ 29	64/ 57
weiblich	31/ 26	32/ 31	63/ 57
Σ	63/ 54	64/ 60	127/ 114

3.3 Haltung

Die baulichen und klimatischen Haltungsbedingungen in der Schweineleistungsprüfstation (SLP) Jürgenstorf entsprechen den bundeseinheitlichen Vorgaben der Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein vom 04.09.2007, des Ausschusses für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein (ALZ). Die bei der Ankunft bereits mit Ohrmarken und einer Tätowierung gekennzeichneten abgesetzten Ferkel erhielten eine weitere stationsinterne Ohrmarke (fortlaufende Nummer).

Der Bereich der Aufzucht war mit Teilspalten ausgestattet. Die Mast fand in Buchten (4,31 x 2,68 m) mit Vollspaltenboden statt. In jeder Bucht gab es zwei Nippeltränken, die einen freien Zugang der Tiere zu Wasser ermöglichen. Die Gruppen waren dabei häufig gemischtgeschlechtlich (Eber und Sauen) zusammengesetzt. Die geplante Gruppengröße lag bei 16 Tieren. Die Kontrollgruppe des Durchgangs 2 umfasste 15 Tiere. Wenn Jungtiere bereits in der Aufzuchtpause verendeten oder gemerzt wurden, begann die Mast in dieser Gruppe mit einer entsprechend verringerten Tieranzahl. Jede Bucht war mit einem Futterautomaten ausgestattet, der zwei Fressplätze aufwies (Trogfläche: 0,24 m²). Es gab keine Störungen im Versuchsablauf, insbesondere von äußeren klimatischen Extremsituationen und umfangreichen technischen Defekten, die auf die Gewinnung aussagekräftiger Ergebnisse Einfluss gehabt hätten.

3.4 Fütterung

Die frisch abgesetzten Ferkel bekamen für fünf Tage Una Hakra Immuno G (18,8% Rohprotein (XP), 9,2% Rohfett (XL), 15,2 MJ ME/kg) der Hanseatischen Kraftfuttergesellschaft mbH, Hamburg. Dieses Ferkelfutter enthielt unter anderem Fischmehl und Plasmaprotein aus Blut. Bis zum 13. Tag wurde Una Start Ferkerlaufzuchtfutter I (18% XP, 6,1% XL, 14,2 MJ ME/kg) verfüttert. Danach, bis zum Prüfbeginn, bekamen die Ferkel Ferkerlaufzuchtfutter (FA 13,8) mit 17,4% XP, 5% XL und 13,8 MJ ME/kg).

Die Prüfphase selbst war einem zweiphasigen Fütterungsregime unterworfen. Die Vormast erstreckte sich von 30 - 70 kg Lebendmasse. Die Endmast reichte von 70 kg Lebendmasse bis zum Mastende. In beiden Phasen wurde jeweils pelletiertes Futter ad libitum vorgelegt. Für die Bereitstellung und Bilanzierung der Rationen zeichnete die FUGEMA (Futtermittel- und Getreidehandelsgesellschaft mbH) in Malchin verantwortlich.

Der Automat der zur Futtervorlage diente war ein Trockenfutterautomat der Firma Wagner Domino Tröge (W. Domino A/S, Tørring Dänemark). Die Beschickung der Futterautomaten

erfolgte über ein Kettenfördersystem aus Hochsilos heraus. Wenn kein Silo für das benötigte Versuchsfutter verfügbar war, wurde dieses Futter in 25 kg Säcken angeliefert und gelagert. Die Versuchs- und Kontrollgruppen-Rationen waren auf Iso-Energie- und Iso-Protein-Gehalte hin erstellt worden (Vormast: Energie 13,4 MJ ME/ kg, Protein 16,5 %; Endmast: 13 MJ ME/kg, Protein 15,5 %). Als Rohproteinträger kamen in der Kontrollration Hochprotein-SES zum Einsatz und in geringem Umfang Rapskuchen, wobei Ersteres in der Agrisanration gegen Agrisan-RES ausgetauscht wurde (Tabelle 11). Der Energieausgleich zur Kompensierung des erhöhten Rohfasergehaltes im Rapsextraktionsschrot erfolgte durch den Einsatz pflanzlichen Fettes. Die Abweichungen zwischen der Rationsplanung und den in Tabelle 12 dargestellten analysierten Gehaltswerten befinden sich für die Lysinkonzentrationen in den Endmastrationen, sowie für den Rohfettgehalt in der Vormastration (Versuch), nicht im zulässigen Toleranzbereich für das Inverkehrbringen von Einzel- und Mischfuttermitteln (VO EU Nr. 939/2010 Teil A und B) (siehe Anhang 3). Die Analysen wurden bei der LUFA Rostock durchgeführt.

Die Tabelle 13 gibt die Verhältnisse essentieller Aminosäuren gemessen am Lysin wieder (Lysin: 1; Methionin + Cystin: 0,6; Threonin: 0,65; Tryptophan: 0,18).

Tabelle 11: Zusammensetzung der Rationen der Versuchs- und Kontrollgruppen

Komponente in %	Kontrolle		Versuch	
	Vormast	Endmast	Vormast	Endmast
Weizen	30,5	17,5	24,8	16,5
Triticale	15	20	15	20
Gerste	15	15	15	15
SES HP	12	9,5		
Wisan®-Raps			25	22,2
Mais	10	10	10	10
Rapskuchen	5	5		
Roggen	5	10		10
Wisan® Lein	2,3	1,3	2,3	1,3
Weizenkleie		8,2		
Sonnenblumenöl			3,8	1,7
sonstige	5,2	3,5	4,1	3,3

SES HP - Sojaextraktionsschrot hochprotein

Tabelle 12: Berechnete/analysierte Energie- und Nährstoffgehalte der Rationen

Nährstoffgehalt je kg Futter	Kontrolle		Versuch	
	Vormast	Endmast	Vormast	Endmast
Energie, MJ ME	13,4/ 13,2	13,0/ 13,3	13,4/ 13,4	13,0/ 13,1
Rohprotein, %	16,5/ 16,9	15,5/ 15,5	16,5/ 16,7	15,5/ 15,5
Rohfaser, %	3,5/ 4,2	4,0/ 3,5	5,0/ 4,4	5,0/ 4,3
Rohfett, %	3,5/ 3,9	3,0/ 3,1	7,0/ 5,6	4,5/ 3,7
Rohasche, %	5,0/ 5,2	5,0/ 4,7	5,0/ 5,4	5,0/ 4,8
Lysin, %	1,14/ 1,18	0,95/ 0,84	1,14/ 1,15	0,95/ 0,72
Methionin, %	0,36/ 0,33	0,29/ 0,33	0,36/ 0,33	0,29/ 0,33
Cystin, %	k.A./ 0,35	k.A./ 0,32	k.A./ 0,38	k.A./ 0,40
Threonin, %	k.A./ 0,69	k.A./ 0,62	k.A./ 0,63	k.A./ 0,66
Tryptophan, %	k.A./ 0,17	k.A./ 0,16	k.A./ 0,18	k.A./ 0,15
Calcium, %	0,75/ 0,85	0,7/ 0,76	0,75/ 0,92	0,7/ 0,83
Phosphor, %	0,55/ 0,56	0,45/ 0,48	0,55/ 0,60	0,45/ 0,41
Natrium, %	0,20/ 0,20	0,22/ 0,24	0,22/ 0,21	0,22/ 0,32

je Anlieferung 1 Probe; Methionin + Cystin und Threonin nur von der 1. Lieferung

Probenanzahl Kontrolle Vormast: n=2, für Methionin, Cystin und Threonin n=1

Probenanzahl Kontrolle Endmast: n=3, für Lysin, Methionin, Cystin und Threonin n=1

Probenanzahl Versuch Vormast: n=2, für Methionin, Cystin und Threonin n=1

Probenanzahl Versuch Endmast: n=3, für Lysin, Methionin, Cystin und Threonin n=1

k.A. - keine Angabe

Tabelle 13: Verhältnisse analysierter essentieller Aminosäuren zu Lysin in den Rationen

Verhältnis zu Lysin 1:			
	Methionin + Cystin	Threonin	Tryptophan
Vormast KG	0,58	0,59	0,14
Vormast VG	0,62	0,55	0,16
Endmast KG	0,76	0,73	0,19
Endmast VG	1,00	0,92	0,21

KG - Kontrollgruppe, VG - Versuchsgruppe

Die nachfolgenden Abbildungen 1 bis 4 zeigen die geplanten absoluten Aminosäurengehalte, die durch Analysen festgestellten Aminosäurengehalte und die daraus abgeleiteten idealen Aminosäurengehalte, gemessen an der Leitaminsäure Lysin. Die jeweils linke Säule stellt den geplanten Gehalt der Aminosäure(n) je kg Futter dar und die mittlere Säule zeigt

die Menge des analysierten Gehaltes an. Basierend auf den analysierten Gehalten der Leit- aminosäure Lysin, wurde mit der jeweils rechten Säule der im Verhältnis (Aufteilung siehe oben) ideale Gehalt der anderen Aminosäuren dargestellt. Im bestmöglichen Fall sollten die geplanten und die analysierten Gehalte (linke und mittleren Säule) übereinstimmen. Die Lysingehalte in der Endmast befinden sich für beide Gruppen unterhalb des angestrebten Plan- Gehaltes.

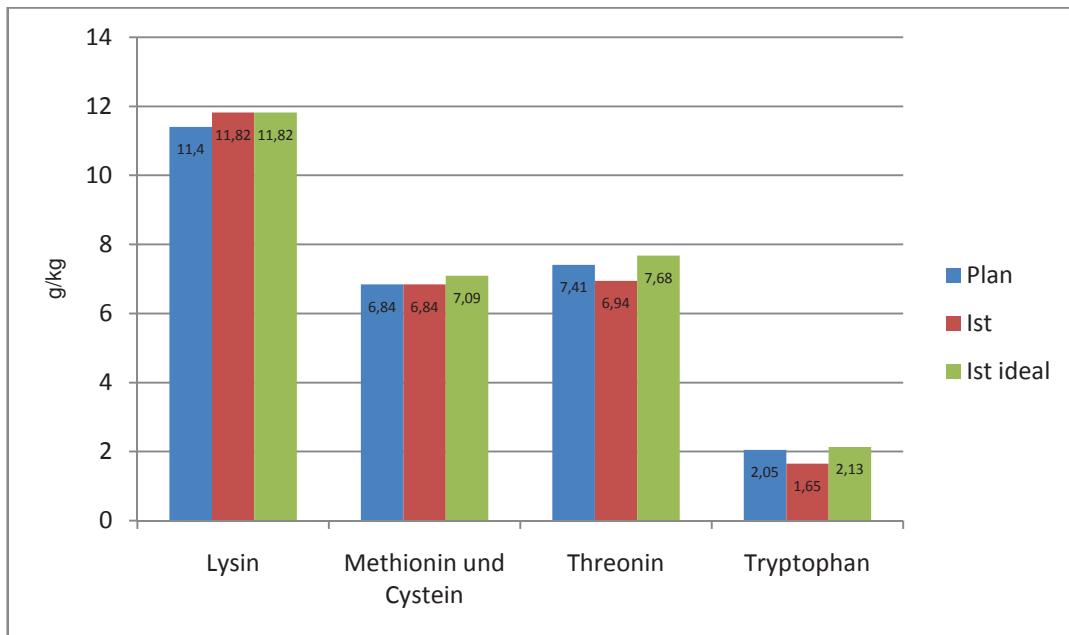


Abbildung 10: Vergleich vom geplanten (Plan), gemessenen (Ist) und idealen (Ist ideal) Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Vormast-Kontrollfutter

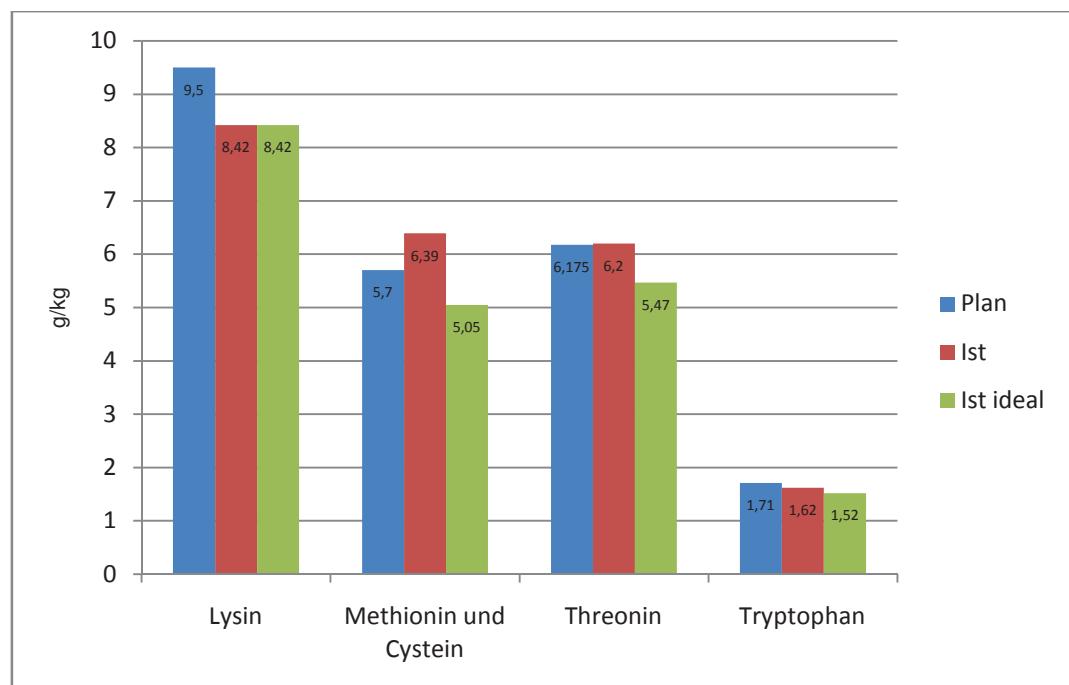


Abbildung 11: Vergleich vom geplanten (Plan), gemessenen (Ist) und idealen (Ist ideal) Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Endmast-Kontrollfutter

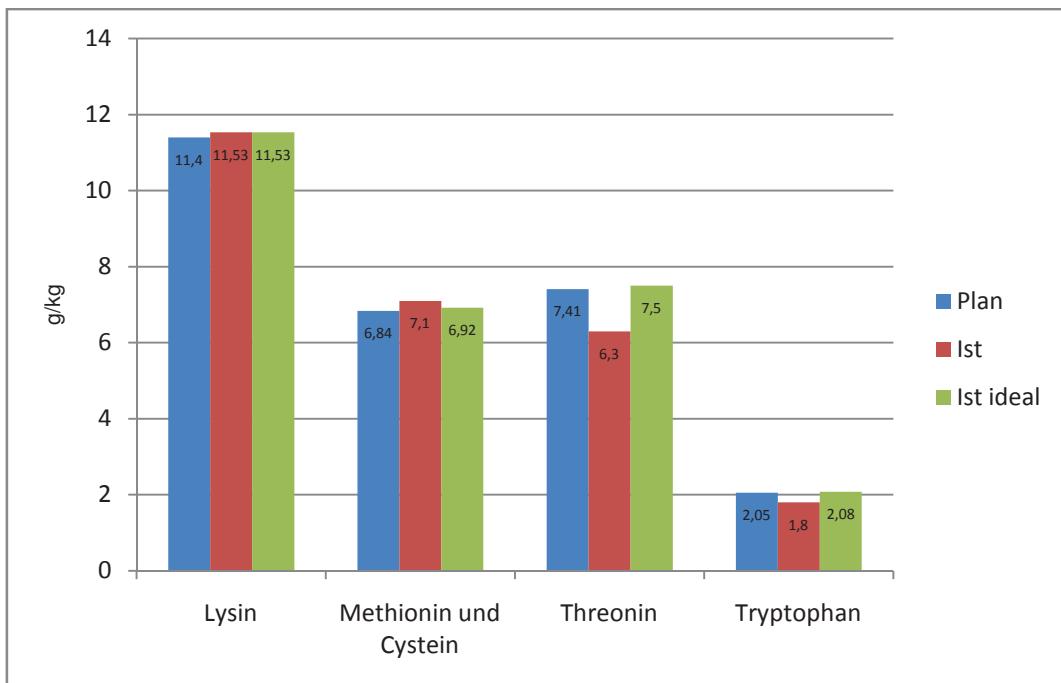


Abbildung 12: Vergleich vom geplanten (Plan), gemessenen (Ist) und idealen (Ist ideal) Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Vormast-Versuchsfutter

In der Vormast bekamen die Agrisan-Tiere eine Ration mit 85 % der Empfehlung bei Threonin und 88 % der Empfehlung bei Tryptophan (vgl. Abbildung 12). Für die Aminosäuren Lysin und Methionin + Cystein wurden die geplanten Gehalte dagegen erreicht.

Die Endmastration der Agrisangruppe (vgl. Abbildung 13) ist vor allem gekennzeichnet durch den Lysinmangel.

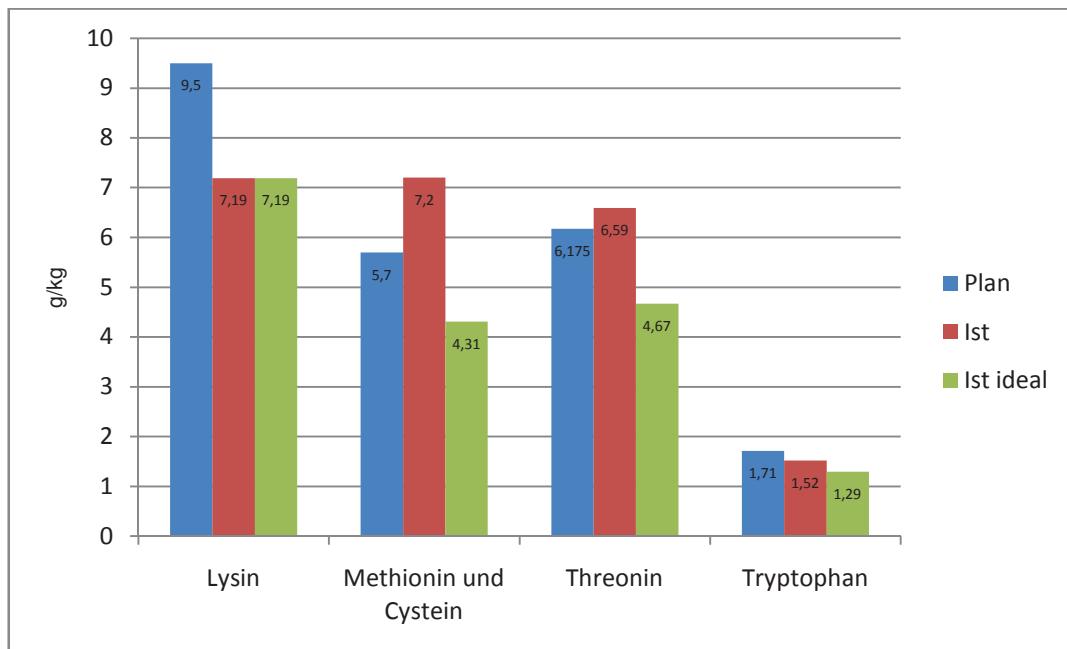


Abbildung 13: Vergleich vom geplanten (Plan), gemessenen (Ist) und idealen (Ist ideal) Aminosäuremuster auf Basis des gemessenen Lysingehaltes im Endmast- Versuchsfutter

3.5 Datenerfassung

3.5.1 Lebendmasse

Im gesamten Mastverlauf wurden je Bucht Einzeltierwägungen durchgeführt zu Ein-, Um-, und Ausstellungen, sowie zu Terminen, an denen die Gruppenmittelwerte der Tiere von 30 kg (Prüfbeginn), 50 kg, 70 kg (Beginn Endmast), 90 kg und 110 kg erwartet wurden. Konnte das erwartete Gewicht dabei nicht bestätigt werden, wurden Wiederholungswägungen im 1-Wochenabstand durchgeführt. Des Weiteren wurden gegen Ende der Mast kontinuierlich (einmal in der Woche) Zwischenwägungen vorgenommen, um die Schlachtreife einzelner Tiere oder einer ganzen Gruppe feststellen zu können (vgl. Anhang 4). Im Ergebnis gab es für alle Versuchstiere Wägungen zu folgenden Zeiten bzw. Entwicklungsabschnitten:

Prüfbeginn: 78. Lebenstag
Lebendmasse 50 kg: 102. Lebenstag
Lebendmasse 70 kg: 123. Lebenstag
Lebendmasse 90 kg: 151. Lebenstag
Lebendmasse 110 kg: 171. Lebenstag
Mastende: 183. Lebenstag

Als Versuchsbeginn wurde der Tag bestimmt, an dem die jeweilige Gruppe das Durchschnittsgewicht von 30 kg erreicht hatte. Da trotz regelmäßiger Wiegetermine dieser Tag nicht exakt abgebildet werden konnte, wurde er durch Interpolation ermittelt (vgl. Anhang 5). Der letzte Futtertag ist der Tag vor der Schlachtung gewesen.

Zur täglichen und wöchentlichen Routine gehörten auch die Tierbetreuung und die damit verbundene Dokumentation aller Erkrankungen, Behandlungen sowie sonstigen Auffälligkeiten.

3.5.2 Futterverbrauch

Zusätzlich zu den Tiergewichten wurden die Mengen verbrauchten Futters aufgezeichnet. Aufgrund der fehlenden Einzeltiererkennung und der Arbeitsweise des einzelnen computergesteuerten Futter-Automaten in der Bucht, kann nur eine gruppenweise Mengenerfassung für alle Tiere einer Bucht geschehen. Bei der Beschickung der Automaten über die Hochsilos wurde die von der Tierzahl abhängige Menge an Futter vorher abgewogen. Dies geschah für jeden zu beschickenden Futterautomaten. Die in diesem Zusammenhang anfallenden Futter-Wiegedaten wurden zu Kontrollzwecken gespeichert. Es erfolgte eine tägliche Ablesung der dem Automaten zugeführten Futtermenge über die Computersteuerung der Versuchsstation. Dieser Wert ist tierzahlabhängig, so dass bei in die Computersteuerung eingetragenen Ab-

gängen ein korrigierter Futtersummenwert ablesbar wurde. Die Aufzeichnung der vom Automaten angezeigten Futtermenge (in einem täglich einzuhaltenden Zeitfenster) und das Einpflegen dieser Daten in die EDV der Prüfstation geschahen von Hand.

Da für die Lagerung des Versuchsfutters nicht ausreichend Silos zur Verfügung standen, wurde ein Teil gesackt geliefert. In diesem Fall wurde die erfasste Tagesfuttermenge um die Anzahl der verwendeten Säcke verändert. Die Befüllung erfolgte dabei von Hand direkt in den Automaten. Beim Wechsel vom Ferkelaufzuchtfutter zum Vormastfutter und beim Wechsel vom Vormast- zum Endmastfutter, wurde das jeweils neue Futter über ein Zeitfenster von 3 Tagen mit dem alten verschnitten. Dies geschah nach folgendem Schema:

Tag 1: Mischungsanteil alte Ration 75 % - neue Ration 25 %
Tag 2: Mischungsanteil alte Ration 50 % - neue Ration 50 %
Tag 3: Mischungsanteil alte Ration 25 % - neue Ration 75 %

3.5.3 Schlachtleistung

Aus den erhobenen Wiegedaten eines jeden Tieres in jeder Gruppe wurden Regressionsgleichungen zur Körpermasseentwicklung abgeleitet (vgl. Anhang 5). Diese Gleichungen wurden für die Darstellung des Verlaufes der täglichen Zunahmen, der Körpermasse und der Wachstumsquotienten über die Zeit in der Leistungsprüfung verwendet.

Die Tiere des Fütterungsversuches wurden an 8 verschiedenen Tagen bei der Teterower Fleisch GmbH geschlachtet und mit dem FOM-Gerät klassifiziert (siehe auch Tabelle). Durch den Einsatz des FOM-Verfahrens wurden die Schlachtleistungsmerkmale Fett- und Fleischmaß (in mm) ermittelt und damit der Muskelfleischanteil (in %) geschätzt.

Das Mastendgewicht (Gewicht am Tag vor der Schlachtung in kg) wurde durch Wiegung ermittelt. Das Verhältnis aus Mastendgewicht und warmem Schlachtkörpergewicht ergab den Grad der Ausschlachtung (in %).

Es wurden ebenfalls nach Vorgaben der Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein des ALZ (2007) die Merkmale Rückenmuskelfläche (in cm²), Fettfläche (in cm²), Speckdicke über Rückenmuskelfläche (in mm), Seitenspeckdicke (in mm), Rückenspeckdicke in mm (4 Messorte), pH1-Kotelett, Leitfähigkeit 1 und 2 (24h)-Kotelett, pH(24h) -Schinken und die innere Schlachtkörperlänge (in cm) durch Mitarbeiter der Prüfstation erhoben. Für die zuvor genannten Flächenangaben in cm² wurde das Kotelett-Planimetrie-Verfahren benutzt. Dazu wurden Fotos vom Kotelettschnitt zwischen dem 13. und 14. Brustwirbelkörper genutzt. Die Planimetrie-Bilder wurden mit einer Software (Ingenieurbüro R. Matthäus, Nobitz/OT Klaus) ausgewertet. Die mm-Angaben wurden mit einer Schieblehre gemessen und die Schlachtkörperinnenlänge in cm

mit Maßband. Die pH-Wert Messung erfolgte mit dem Gerät pH-Star der Firma R. Matthäus und die Leitfähigkeitsmessung mit dem LF-Star der Firma R. Matthäus.

Die auf diese Weise gewonnenen Daten wurden für die Berechnung des Fleischanteils im Bauch (in % nach "Gruber Formel") oder des Fleischanteils im Schlachtkörper (in % nach "BonnerFormel04") genutzt.

Die auch für Hybridtiere benutzte Bonner Formel04 verwendet den folgenden Rechenweg:

Basis 59,704

- 0,147 x Fettfläche, cm²
- + 0,222 x Fleischfläche, cm²
- 1,744 x Rückenspeck, Lende, cm
- 1,175 x Rückenspeck, Mitte, cm
- 0,809 x Rückenspeck, Widerrist, cm
- 0,378 x Seitenspeckdicke, cm
- 1,801 x Speck maß über Rückenmuskelfläche in cm

Die Gruber Formel basiert auf:

Fleischanteil Bauch (%) = 65,942

- 1,819 * Rückenspeckdicke Lende (cm)
- 1,867 * Seitenspeck (cm)
- + 0,145 * Fleischfläche (cm²)
- 0,479 * Fettfläche (cm²)

Tabelle 14: Aufteilung der Kontroll- und Versuchstiere auf die Schlachttage

Schlachttag	KG	VG
04.07.2014	5	5
09.07.2014	7	4
23.07.2014	5	7
06.08.2014	13	14
20.08.2014	7	6
27.08.2014	7	10
03.09.2014	5	7
17.09.2014	5	7
Σ	54	60

KG - Kontrollgruppe, VG - Versuchsgruppe (Agrisan)

3.6 Fettsäurenanalytik

Von 56 Tieren mit annähernd gleicher Verteilung zwischen den Geschlechtern sowie der Kontrolle und dem Versuch (vgl. Anhang 6), wurden Proben des Muskelgewebes (*Musculus longissimus dorsi*) und des Rückenfettgewebes im Schlachtbetrieb durch Mitarbeiter der Prüfstation entnommen und anschließend bei -18°C eingefroren. Entnommen wurde eine intakte Scheibe bzw. ein Abschnitt des Kotelettstranges (am Kotelett-Plananschnitt zwischen dem 13. und 14. Brustwirbelkörper). Die Speckproben stammten aus der entsprechenden Rückenfettauflagefläche des Kotelettstranges. Am Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf wurden im subkutanen und intramuskulären Fett die Fettsäuren gaschromatografisch (Methode: Anhang 7) bestimmt.

Aus den Konzentrationen aller Fettsäuren wurden die Summen für gesättigte Fettsäuren (SFA), einfach ungesättigte Fettsäuren (MUFA), mehrfach ungesättigte Fettsäuren (PUFA), Omega-3-Fettsäuren (n3-PUFA) und Omega-6-Fettsäuren (n6-PUFA) gebildet. Daraus wurde der Anteil dieser Klassen an den Gesamtfettsäuren berechnet. Aus den Anteilen der n6-PUFA und n3-PUFA wurde jeweils das Verhältnis (n6-PUFA : n3-PUFA) errechnet.

3.7 Mischfutterbeprobung

Von jeder angelieferten Mischfuttercharge (gesackt und lose) wurden Proben gezogen und analysiert. Mehrtägige Probennahmetermine (vgl. Tabelle 14) stammten von Mischproben, die über die angegebene Zeitspanne zusammengetragen wurden. Zu jeder Probennummer existiert ein Mischfutteruntersuchungsbericht der LUFA Rostock. Eine Übersicht über die Ergebnisse dieser 10 Untersuchungen gibt der Anhang 14.

Zwei Mischfutterproben (je eine Kontrolle und Versuch) wurden auch genutzt, um daraus die Konzentrationen aller Fettsäuren und die Anteile der Fettsäurenklassen an den Gesamtfettsäuren zu ermitteln (vgl. Tabelle 15). Im Ergebnis sind die beiden Futtermittel als nicht verschieden zu bezeichnen.

Tabelle 14: Schema der Mischfuttermittelbeprobung in Jürgenstorf

	Lieferdatum	Probennahmedatum
Vormast Kontrolle	20.03.2014	25.04.2014
	28.05.2014	23.06.-25.06.14
	06.05.2014	04.-06.06.14
Endmast Kontrolle	23.07.2014	01.08.2014
	23.07.2014	01.08.2014
Vormast Versuch	20.03.2014	25.04.2014
	04.06.2014	23.06.-25.06.14
Endmast Versuch	21.05.2014	04.-06.06.14
	09.07.2014	23.07.2014
	14.08.2014	01.09.2014

Tabelle 15: Fettsäurengehalte in % der Futtermitteluntersuchung (Kontrolle: n=1, Versuch: n=1)

Futtermittel	Kontrolle		Versuch		
	Fettsäurenklasse	Aufschluß	norm. Aufarb.	Aufschluß	norm. Aufarb.
SFA	18,6	17,3		16,7	15,7
UFA	81,4	82,7		83,3	84,3
MUFA	27,1	27,4		29,2	29,2
PUFA	54,3	55,3		54,2	55,1
n3	9,4	9,6		9,6	9,8
n6	44,8	45,8		44,5	45,3
n6 : n3	4,7	4,8		4,6	4,6

SFA - Gesättigte Fettsäuren, UFA - Ungesättigte Fettsäuren, MUFA - einfach ungesättigte Fettsäuren, PUFA - Mehrfach ungesättigte Fettsäuren, n3 - Omega-3 Fettsäuren, n6 - Omega-6 Fettsäuren, norm. Aufarb. - normale Aufarbeitung

3.8 Berechnung der Wirtschaftlichkeit

Die ökonomische Betrachtung basierte auf der Saldierung von Erlösen und Kosten. Die Erlöse stellten sich über die Marktleistung (in €/Tier) dar. Dafür wurde die Schlachtkörpermasse (SKM) jedes Einzeltieres mit einem nach dem Magerfleischanteil sowie der SKM variierenden Basispreis (€/kg) multipliziert. Aufgrund der sich über die Zeit der Schlachtungen stark

verändernden (abnehmenden) Basispreise, wurde die absolute Abweichung des qualitätsabhängigen Erlöspreises (€/kg SKM) zum ursprünglichen Basispreis (€/kg SKM) auf einen neuen Gesamt-Basispreis (Mittelwertbildung) im Verhältnis übertragen bzw. angewendet. Dieser Gesamt-Basispreis war der arithmetische Mittelwert aller Basispreise der zur Berechnung herangezogenen Schlachttage. Die Basispreise und die Erlöse (€/kg) wurden den Schlachtabrechnungen des Schlachtunternehmens entnommen.

Die davon abzuziehenden Kostenpositionen waren Durchschnittswerte der Futterkosten (€/Tier), Ferkelkosten (€/Tier) und Haltungskosten (€/Tier). Letztere wurden mit 0,2 €/d angesetzt.

Für die Ferkelkosten wurde ein Grundpreis-Mittelwert von 60,65 €/Tier angesetzt. Dieser Wert bildete sich über die vier Ferkelgrundpreise, die die "MIO - Marktinformationsstelle Ost" des Landesamtes für Landwirtschaft, Lebensmittelsicherheit und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern für die entsprechende Kalenderwoche der Einstellung veröffentlicht hatte (vgl. Anhang 8). Ausgehend vom Basisgewicht 28 kg wurde ein Kosten-Zuschlag von 1€/kg Körperfge wicht angesetzt, wenn das Ferkel bei Prüfbeginn entsprechend schwerer war. Für leichtere Ferkel wurden im gleichen Umfang (1€/kg) Abzüge vom Grundpreis vorgenommen. Die Futterkosten (€/Tier) ergeben sich aus der Dauer der Vor- und Endmastphase, die während dieser Zeit aufgenommenen Futtermengen, multipliziert mit den zugehörigen Mischfuttermittelpreisen (vgl. Tabelle 16). Die Kosten der Absackung wurden, sofern sie anfielen, nicht berücksichtigt.

Tabelle 16: Mischfutterkosten der Versuchsrationen

Mischfutterkosten €/dt	
Vormast Kontrolle	31,45
Endmast Kontrolle ¹	30,47
Vormast Versuch	32,85
Endmast Versuch	29,20

¹- anteilig gesackte Ware (Kosten der Absackung von 6 €/dt nicht enthalten)

3.9 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit der Statistik-Software SAS 9.3 (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Verwendung fand dabei eine gemischte Modellanalyse (Mixed Model) mit 5 festen Faktoren (Gruppe, Geschlecht, Durchgang, Gruppe*Geschlecht, Gruppe*Durchgang) und einem zufälligen Faktor (Vater). Die Ergebnisdarstellung fand über LS-MEANS (liefert verallgemeinerte Kleinst-Quadrat-Mittelwerte für die festen Effekte) und SE (Standardfehler) statt.

Das arithmetische Mittel fand nur Anwendung bei der Darstellung der Futtermenge je Tier und Tag, des Futteraufwands je kg Zuwachs und der ökonomischen Darstellung der Leistung der Gruppen. Die aus den Regressionsgleichungen ermittelten Werte in den einzelnen Durchgängen, wurden ebenfalls durch eine arithmetische Mittelwertbildung zusammengeführt.

4 Ergebnisse

4.1 Mastleistung

4.1.1 Futteraufnahme

Die Tabelle 17 gibt einen Überblick über die durchschnittlichen Futterverbräuche in den Gruppen und Durchgängen (DG). In der Vormastphase lagen beide Gruppen in den Durchgängen auf ähnlichem Niveau, mit Ausnahme von Durchgang 2, wo die Tiere der Agrisan-Gruppe durchschnittlich 240 g weniger Futter pro Tag konsumierten. Über alle Durchgänge hinweg betrug der Futterverbrauch in beiden Gruppen im Mittel 1,6 kg/d. Im zweiten Mastabschnitt verbrauchte die Agrisan-Gruppe mit Ausnahme von Durchgang 1 120-410 g/d mehr Futter. Dies resultierte in einem durchschnittlichen täglichen Mehrverbrauch von Futter von 190 g/d in der Agrisan-Gruppe.

Tabelle 17: Futteraufnahme (kg/Tier/Tag) in der Kontroll- und Agrisan-Gruppe (arithmetische Mittelwerte)

	Kontrolle			Agrisan		
	Vormast	Endmast	Σ	Vormast	Endmast	Σ
Durchgang 1	1,62	2,44	2,04	1,64	2,42	2,14
Durchgang 2	1,63	2,15	1,89	1,39	2,27	1,85
Durchgang 3	1,58	2,09	1,88	1,61	2,50	2,09
Durchgang 4	1,72	2,33	2,19	1,79	2,57	2,29
Σ	1,64	2,25	2,00	1,61	2,44	2,09

4.1.2 Lebendmasseentwicklung

Die über den Prüfzeitraum ermittelten Daten zu Alter und Gewicht lassen Aussagen über ein differenziertes Wachstumsverhalten zu. Die statistischen Parameter der Merkmale der Mastleistung und Wirkung der Faktoren wird dabei von der Tabelle 18 wiedergegeben. Diese Ta-

belle gibt unter anderem eine Übersicht über die Lebendmasseentwicklung zu verschiedenen Terminen.

Im Versuch wurde eine praxisrelevante Schlachtkörpermasse (SKM) von ca. 95 kg angestrebt. Demzufolge lag der Fokus auf der Erreichung einer Lebendmasse (LM) von ca. 120 kg. Mit einem durchschnittlichen Schlachteralter von 183 d, einer Prüftagszunahme von 835 g/d und einer SKM von 118 kg/Tier wurden wünschenswerte Ergebnisse nicht immer erreicht. Neben der Gruppe und dem Geschlecht, hatten der Durchgang sowie die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Durchgang einen signifikanten Einfluss auf mehrere Merkmale. Keinen Einfluss hatte die Wechselwirkung von Gr*Ge.

Tabelle 18: Statistische Parameter der Merkmale der Mastleistung und Wirkung der Faktoren

Merkmale	Parameter			Wirkung der Faktoren				
	\bar{x}	s	s%	Gr	Ge	Du	Gr*Ge	Gr*Du
Alter, d								
Vormastbeginn(30 kg)	77,7	2,16	2,8	+		+		+
Endmastbeginn(70 kg)	123,5	4,92	4,0	+		+		+
110 kg	171,0	7,69	4,5	+		+		+
Mastende, d	183,2	6,58	3,6		+			
Dauer								
Abschnitt 30-110 kg	93,3	6,43	6,9			+		
Mastdauer, d	105,5	6,64	6,3		+			
Lebendmasse, kg								
Vormastbeginn, 30 kg	30,7	4,78	15,6					
50 kg	48,6	7,22	14,9			+		
Endmastbeginn, 70 kg	67,5	9,36	13,9			+		
90 kg	91,3	9,86	10,8		+			
110 kg	108,4	10,76	9,9		+			
Mastende	118,3	9,37	7,9		+	+		
tägliche Zunahmen, g/d								
30-50 kg	724	113,65	15,7	+		+		
Vormast	804	98,39	12,2	+	+	+		
Endmast	856	127,56	14,9		+			
30-110 kg	836	97,48	11,7	+	+	+		
PTZ	835	95,08	11,4		+	+		
LTZ	644	63,97	9,9		+	+		
Futteraufnahme (kg/d)	1,98	-	-					
Futterverwertung (kg/kg)	2,43	-	-					

\bar{x} - arithmetischer Mittelwert, s - Standardabweichung, s% - Variantionskoeffizient,

Gr - Gruppe, Ge - Geschlecht, Du - Durchgang, Vormast - Gewichtsabschnitt 30 kg bis 70 kg,

Endmast - Gewichtsabschnitt 70 kg bis Mastende, Mast gesamt - Gewichtsabschnitt 30 kg bis Mastende

PTZ - Prüftagszunahme, LTZ - Lebenstagszunahme, Mastende - 1 Tag vor der Schlachtung

Eine Übersicht über die Ergebnisse der Alters- und Gewichtsbestimmung sowie der Tageszunahmen in der Kontroll- und Agrisangruppe, mit allen zugehörigen P-Werten, findet sich in Tabelle 19.

Tabelle 19: Alter, Gewichte und tägliche Zunahmen in der Kontroll- und Agrisangruppe

Merkmal	Parameter				Wirkung der Faktoren				
	LSM		SE		Gr	Ge	Du	Gr*Ge	Gr*Du
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch					
Alter, d									
Vormastbeginn(30 kg)	77,8	77,6	0,1	0,1	<0,001	0,760	<0,001	0,759	<0,001
Endmastbeginn(70 kg)	123,5	123,1	0,1	0,1	<0,001	0,760	<0,001	0,759	<0,001
110 kg	171,0	171,1	0,1	0,1	0,028	0,760	<0,001	0,759	0,008
Mastende, d	182,6	183,8	1,1	1,0	0,332	0,016	0,234	0,775	0,981
Dauer									
Abschnitt 30-110 kg	92,9	93,5	0,2	0,2	0,091	0,345	<0,001	0,549	0,357
Mastdauer, d	104,8	106,2	1,1	1,0	0,281	0,016	0,184	0,771	0,999
Lebendmasse, kg									
Vormastbeginn, 30 kg	30,4	31,0	1,1	1,0	0,475	0,803	0,551	0,809	0,357
50 kg	48,7	48,4	1,3	1,2	0,810	0,767	0,049	0,979	0,495
Endmastbeginn, 70 kg	68,0	66,7	1,4	1,3	0,383	0,193	0,012	0,732	0,810
90 kg	92,4	89,8	1,5	1,4	0,143	0,049	0,162	0,744	0,328
110 kg	109,6	107,2	1,7	1,6	0,218	0,008	0,130	0,989	0,742
Mastende	119,0	117,9	1,1	1,0	0,441	0,005	<0,001	0,607	0,147
tägliche Zunahmen, g/d									
30-50 kg	751	705	14,0	13,1	0,020	0,688	0,002	0,566	0,292
Vormast	825	787	12,6	11,8	0,030	0,044	0,018	0,337	0,329
Endmast	866	844	20,7	18,9	0,332	<0,001	0,169	0,665	0,067
30-110 kg	853	817	14,7	13,4	0,033	<0,001	0,036	0,796	0,330
PTZ	846	822	13,9	12,7	0,130	<0,001	0,029	0,439	0,319
LTZ	650	640	8,9	7,9	0,323	0,001	0,003	0,602	0,424

LSM - Least Square Means, SE - Standard Error, Gr - Gruppe, Ge - Geschlecht, Du - Durchgang

Vormast - Gewichtsabschnitt 30 kg bis 70 kg, Endmast - Gewichtsabschnitt 70 kg bis Mastende,

Mast gesamt - Gewichtsabschnitt 30 kg bis Mastende, PTZ - Prüftagszunahme, LTZ - Lebenstagszunahme,

Mastende - 1 Tag vor der Schlachtung

Bei Versuchsbeginn war die Agrisangruppe 0,2 d jünger als die Kontrollgruppe. Allerdings trat eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Durchgang auf, die darauf zurückzuführen ist, dass die Agrisangruppe in DG 2 etwa 0,3 d älter ($P < 0,001$) und in DG 4 einen Tag jünger war ($P < 0,001$).

Mit Beginn der Endmast war die Agrisangruppe 0,4 d jünger als die Kontrollgruppe ($P < 0,001$). Es trat aber eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Durchgang auf, die darauf zurückzuführen ist, dass die Agrisangruppe in DG 1 zwei Tage jünger ($P < 0,001$) und in DG 2 etwa 0,3 d älter war ($P < 0,001$).

Zum Zeitpunkt der Wägung "Lebendmasse 110 kg" war die Agrisangruppe nur 0,07 d älter ($P = 0,028$). Die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Durchgang ist auf die in DG 2 um 0,3 d älteren Agrisan-Tiere zurückzuführen ($P < 0,001$). Beim Alter bis Mastende konnten keine Unterschiede zwischen den Gruppen beobachtet werden. Es konnte aber über den gesamten Zeitraum eine um 2 d längere Mast bei den weiblichen Tieren gezeigt werden. Unterschiede zwischen den Geschlechtern gab es in der Vormast und bis zur Wägung Lebendmasse 110 kg aber noch nicht.

An allen sechs Wägeterminen konnten keine Unterschiede in der Körpermasse zwischen den Gruppen festgestellt werden ($P = 0,143 - 0,810$).

Aber bereits im ersten Wachstumsabschnitt (30-50 kg) waren 46 g Differenz in den täglichen Zunahmen zu Ungunsten der Agrisan-Gruppe zu verzeichnen. Im Zeitraum der Vormast (30-70 kg) wies die Agrisan-Gruppe um 38 g niedrigere tägliche Zunahmen auf. Während der Endmast (70 kg bis Mastende) reduzierte sich die Differenz bei den täglichen Zunahmen zwischen den Gruppen auf 22 g. Dabei konnten die niedrigeren Endmast-Zunahmen der Agrisan-Gruppe nicht mehr statistisch abgesichert werden. Über den gesamten Prüfabschnitt betrachtet (PTZ) konnte kein Einfluss der Gruppe beobachtet werden. Dagegen wiesen die Tiere der Agrisan-Gruppe im Intervall "30-110 kg" noch niedrigere Tageszunahmen auf. Die Lebenstagszunahmen (LTZ) waren zwischen den Agrisan-Tieren und den Kontrolltieren nicht verschieden.

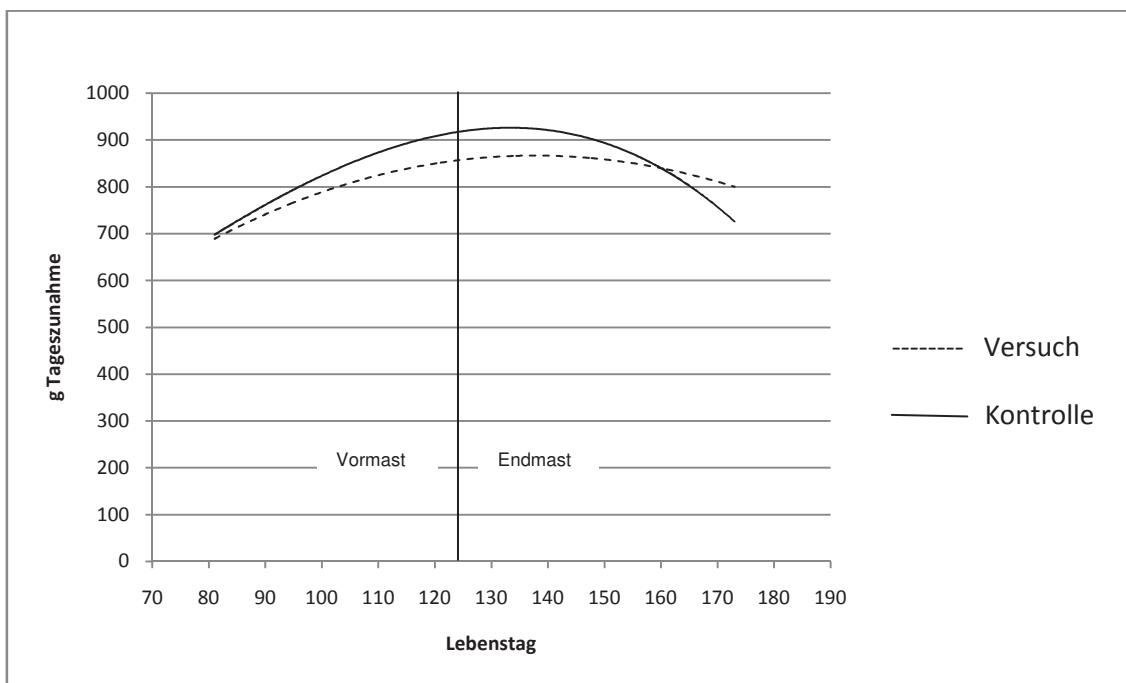
Unterschiede zwischen den Geschlechtern gab es ab der Wägung zur Lebendmasse 90 kg, wobei die Eber schwerer waren als die Sauen. Der signifikante Unterschied wurde dabei bis zum Mastende noch größer. Die Geschlechter unterschieden sich ebenfalls bei den Tageszunahmen in der Vormast signifikant. Mit Ausnahme des Abschnitts von 30-50 kg zeigten die Eber in allen dargestellten Intervallen stets höhere Tageszunahmen ($P = 0,044$ [LM 30 kg-70 kg], $P = 0,009$ [LM 30 kg-90 kg], $P = 0,001$ [LM 30 kg-110 kg], $P < 0,001$ [LM 70 kg-Mastende]). Der Anhang 12 stellt diesbezüglich die Lebendmasseentwicklung in Abhängigkeit vom Geschlecht dar. Es konnte weiterhin ein Unterschied zwischen den Geschlechtern bei den LTZ dahingehend ausgemacht werden, dass die weiblichen Tiere rund 34 g/d niedrigere Zunahmen aufwiesen. Bei der Betrachtung aller Durchgänge unabhängig von den Gruppen, zeigten sich die Durchgänge 1 und 4 (677 g/d und 675 g/d) von den DG 2 und 3 (613 g/d und 616 g/d) signifikant verschieden. Eine Darstellung der Wirkung der Durchgänge auf die LTZ und anderer einzelner Merkmale in den beiden Gruppen gibt der Anhang 13 wieder. So waren bei der Kontrolle die DG 1 und 3 voneinander verschieden. Bei Agrisan waren die DG 1 und 2 sowie die DG 2 und 4 signifikant verschieden.

Die den vorherigen Tabellen zugrunde liegenden Messwerte wurden genutzt, um daraus Regressionsgleichungen abzuleiten und damit den täglichen Körpermassezuwachs der

Gruppen graphisch darzustellen (Abbildung 14). Die dortige Zeitspanne beginnt mit dem 81. Lebenstag, da dies der späteste Prüfbeginn war. Der 173. Tag war der vorletzte Tag, bevor das erste Mal eine größere Anzahl von Tieren (Durchgang 1) geschlachtet wurde.

Die Vormast/Endmast-Trennung in der Abbildung 14 wird durch den 123. Tag dargestellt, an dem sowohl die Kontrollgruppen als auch die Versuchsgruppen die Lebendmasse von 70 kg erreicht hatten (vgl. vorangegangene Tabelle 19). Die Graphen zeigen über die Zeit einen unterschiedlichen Verlauf der Tageszunahmen. Das jeweilige Maximum in den Tageszunahmen der Gruppen ist nicht deckungsgleich. Diesbezüglich waren die Versuchstiere bei Erreichen des Maximums um ca. sieben Tage älter. Darüberhinaus lag der Maximalwert bei den Agrisan-Tieren unter dem der Kontrolltieren (867 vs. 926 g/d, vgl. Anhang 9).

Die Endmast der Kontrollgruppe ist charakterisiert durch einen deutlichen Rückgang der täglichen Zunahmen. Die Differenz vom Maximum der Tageszunahmen bis zum 173. Tag beträgt 200 g. Die Differenz vom Maximum der Tageszunahmen bis zum 173. Tag beträgt bei den Agrisan-Tieren nur 67 g. Im Vergleich zur Kontrolle verläuft die Wachstumskurve damit flacher. Die täglichen Zunahmen waren aus diesem Grund ab dem 160. Lebenstag (ca. 100 kg LM) höher als bei den Kontrolltieren.



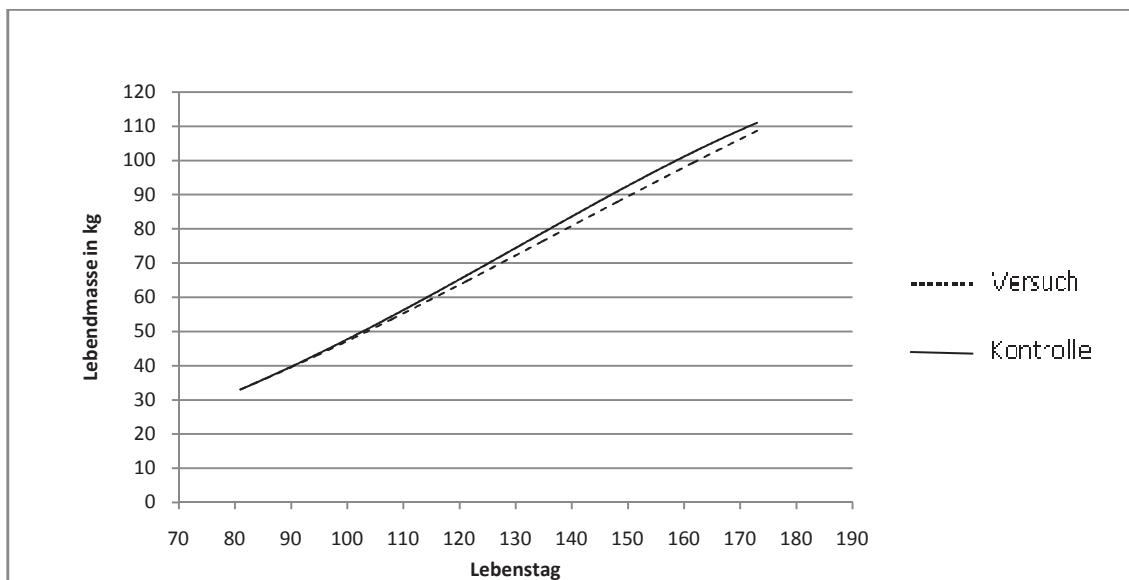
$$\text{Agrisan: } y = 0,0000227968x^3 - 0,0636301137x^2 + 16,2214745858x - 219,5342583107$$

$$\text{Kontrolle: } y = -0,0004717007x^3 + 0,0804230096x^2 + 3,6979530891x + 121,4640050317$$

Abbildung 14: Verlauf der tägliche Zunahmen (g/d) der Kontrollgruppe und der Versuchsgruppe (mit Agrisan), Abschnitt vom 81. bis 173. Lebenstag

Der unterschiedliche Verlauf der täglichen Zunahmen spiegelt sich in der Lebendmasseentwicklung der Agrisan- und der Kontrolltiere grafisch wider (vgl. Abbildung 15).

Diese verliefen bis zum circa 100. Lebenstag zwischen den Gruppen sehr ähnlich. Bei den Kontrolltieren stellen sich ab diesem Zeitpunkt größere Lebendmassen dar, was mit einer stärkeren Steigung des Graphen einhergeht. Zum Ende der Mast nähern sich die Verläufe der Lebendmassen aufgrund der höheren Tageszunahmen der Agrisan-Tiere wieder etwas an (vgl. Abbildung 15 und Anhang 10).

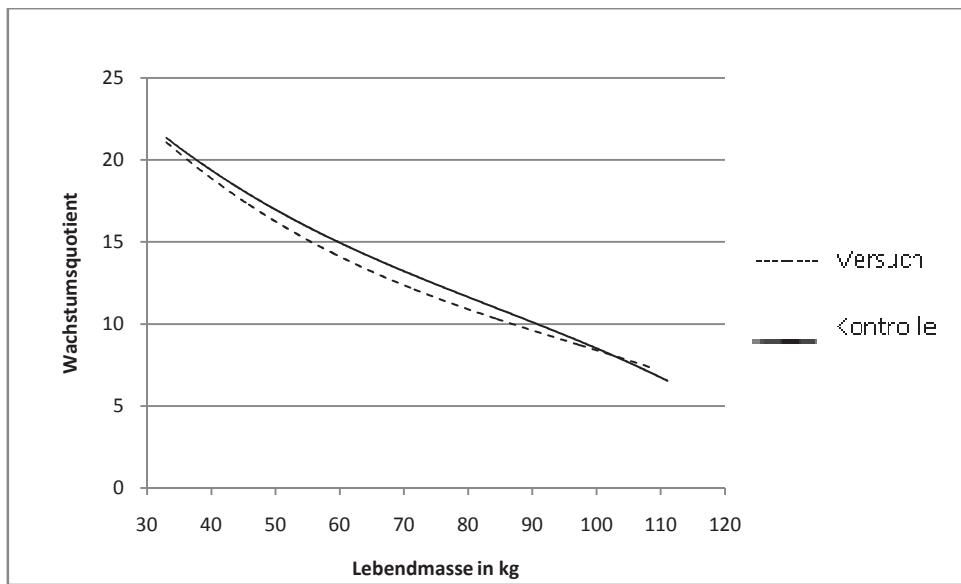


$$\text{Agrisan: } y = -0,0000181408x^3 + 0,0074824258x^2 - 0,1616810840x + 6,6426290920$$

$$\text{Kontrolle: } y = -0,0000353387x^3 + 0,0136789011x^2 - 0,8415889826x + 30,3056773208$$

Abbildung 15: Verlauf der Lebendmasseentwicklung der Kontroll- und Agrisan-Gruppe in Abhängigkeit vom Alter

Der Wachstumsquotient stellt den täglichen Zuwachs an Körpermasse im Verhältnis zur Körpermasse und damit die Wachstumsgeschwindigkeit dar. Die erwartet absteigenden Verläufe der Wachstumsintensität, fallen für die Agrisan-Tiere bis zum Ende der Vormast zunehmend stärker aus (Abbildung 16). Der Abstand zur Kontrolle wird bis zum Vormastende also größer. Die Wachstumsgeschwindigkeit nimmt im Endmastabschnitt bei den Agrisan-Tieren langsamer ab als bei den Kontrolltieren. Im Ergebnis schneiden sich die Graphen des Verlaufes der Wachstumsquotienten bei ca. 115 kg Lebendmasse.



Kontrolle: $y = -0,0000190498x^3 + 0,0048064732x^2 - 0,5567462341x + 35,1709919474$
Agrisan: $y = -0,0000176295x^3 + 0,0051208559x^2 - 0,6166564174x + 36,4824094139$

Abbildung 16: Verlauf der Wachstumsquotienten im Lebendmassebereich von 33 - 110 kg

Futteraufwand

Die Tabelle 20 gibt einen Überblick über die durchschnittlichen Futteraufwände in den Gruppen und Durchgängen. In der Vormastphase gab es einen geringfügig (+0,07 kg/kg) höheren Futteraufwand für die Agrisan-Tiere, wobei in den DG 1 und 4 die Agrisan-Tiere, in den DG 2 und 3 die Kontrolltiere die höheren Futteraufwände aufwiesen. Über alle Durchgänge hinweg benötigten die Agrisan-Tiere 2,11 kg Futter/kg Zuwachs und die Kontrolltiere 2,04 kg/kg.

In der Endmastphase gab es einen deutlich höheren Futteraufwand bei den Agrisan-Tieren (+0,33 kg/kg), wobei diese in allen Durchgängen einen höheren Futteraufwand hatten als die Kontrolltiere. In den DG 2 - 4 nahmen bei den Agrisan-Tieren die Futteraufwände verglichen mit der Vormast um 0,24-0,34 kg/kg zu. In DG 1 war diese Zunahme mit +0,48 kg/kg am höchsten. Über alle Durchgänge nahm für die Agrisan-Tiere der Futteraufwand (Vormast zur Endmast) stärker zu (von 2,11 kg/kg auf 2,95 kg/kg) als für die Kontrollgruppe (von 2,04 kg/kg auf 2,62 kg/kg).

Tabelle 20: Futteraufwand (kg Futter/kg Zuwachs) in der Kontroll- und Agrisangruppe

	Kontrolle			Versuch		
	Vormast	Endmast	Σ	Vormast	Endmast	Σ
Durchgang 1	2,08	2,49	2,31	2,16	2,97	2,62
Durchgang 2	1,96	2,63	2,29	1,90	2,97	2,45
Durchgang 3	2,10	2,67	2,40	2,03	2,91	2,51
Durchgang 4	2,02	2,68	2,52	2,34	2,97	2,76
Σ	2,04	2,62	2,38	2,11	2,95	2,59

4.2 Schlachtleistung

Schlachtkörper

Die statistischen Parameter der Merkmale der Schlachtleistung und Wirkung der Faktoren sind der Tabelle 21 entnehmbar. Neben der Gruppe und dem Geschlecht, hatten der Durchgang sowie die Wechselwirkung zwischen Gruppe und Durchgang einen signifikanten Einfluss auf mehrere Merkmale. Keinen Einfluss hatte die Wechselwirkung von Gr*Ge.

Tabelle 21: Statistische Parameter der Merkmale der Schlachtleistung und Wirkung der Faktoren

Merkmal	Parameter			Wirkung der Faktoren				
	\bar{x}	s	s%	Gr	Ge	Du	Gr*Ge	Gr*Du
Schlachtkörper								
SKM, kg	93,8	7,30	7,8				+	
SA, %	79,2	1,71	2,2		+			
Innere Länge, cm	103,0	3,63	3,5		+	+		
Fleisch								
MFA (FOM), %	58,0	1,94	3,4	+	+			
MD (FOM), mm	60,4	5,45	9,0	+	+	+		
Fleischfläche, cm^2	52,3	6,84	13,1	+	+			+
BFA (Grub), %	60,0	2,48	4,1	+	+			
Fleischanteil (Bonn04), %	59,4	2,26	3,8	+	+			
pH1 K.	6,4	0,24	3,7					
Leitfähigkeit 1 K.	4,2	0,69	16,4					
Leitfähigkeit 2 K.	3,3	1,23	37,1			+		
pH(24h) S.	5,4	0,09	1,6			+		
Fett								
Speckdicke (FOM), mm	15,1	2,21	14,7		+			
Fettfläche, cm^2	13,9	2,56	18,4					
Speckdicke B, cm	0,9	0,19	20,7	+	+			
Speckdicke D, cm	2,5	0,65	26,4	+				+
Rückenspeckdicke W, cm	3,5	0,44	12,6					
Rückenspeckdicke R, cm	1,9	0,35	19,1			+		
Rückenspeckdicke L, cm	1,3	0,39	30,9					
Rückenspeckdicke G, cm	2,2	0,32	14,5					

\bar{x} - arithmetischer Mittelwert, s - Standardabweichung, s% - Variantionskoeffizient,

SKM - Schlachtkörpermasse, SA - Schlachtausbeute, MFA - Magerfleischanteil, MD - Muskeldicke

BFA - Bauchfleischanteil (Gruber Formel), K. - Kotelett, S. - Schinken,

Speckdicke B - Speckdicke über Rückenmuskel, Speckdicke D - Seitenspeckdicke,

Rückenspeckdicke: W - Widerrist, R - Rücken, L - Lende, G = Mittelwert von W, R, L

Es gab bei der Fleischfläche tendenziell Unterschiede zwischen den Durchgängen ($P = 0,055$) und eine Wechselwirkung zwischen Gruppe und Durchgang. Letztere erklärt sich durch die viel kleinere Fleischfläche der Agrisan-Tiere in DG 1 ($50,2 \text{ cm}^2$) gegenüber der

Kontrolle DG 1 ($59,5 \text{ cm}^2$) ($P = 0,018$), während sich die Gruppen in den anderen Durchgängen nicht unterschieden. Die SKM der DG 1 und 4 (97,9 kg bzw. 97,3 kg) unterschieden sich von denen der DG 2 und 3 (89,7 kg bzw. 90,6 kg) ebenfalls signifikant und bewirkten beim Merkmal "Schlachtkörpermasse" einen Unterschied zwischen den Durchgängen. Alle anderen Faktoren hatten bei der SKM keinen Einfluss.

Die vom Schlachtbetrieb und der Prüfstation erhobenen Daten zu den Schlachtkörpern werden von der nachfolgenden Tabelle 22 mit allen P-Werten wiedergegeben. Da keine Tiere verworfen wurden, gingen alle Tiere des Versuches in diese Auswertung ein. Die Schlachtkörpermassen (SKM), Schlachtausbeuten (SA) und inneren Schlachtkörperlängen lagen zwischen den Gruppen auf ähnlichem Niveau ($P > 0,207$). Der für die Vermarktung bedeutsame Muskelfleischanteil (FOM) zeigte sich bei den Agrisan-Tieren mit 57,7 % um 0,7 Prozentpunkte signifikant niedriger. Der Bauchfleischanteil (BFA Grub) und der Fleischanteil (Bonn04) waren bei den Agrisan-Tieren ebenfalls signifikant kleiner (59,3 % und 59,0 %) als bei den Kontrolltieren (60,8 % und 59,9 %). Die Muskeldicke (MD) und die Fleischfläche waren in der Agrisangruppe um 1,9 mm bzw. $2,5 \text{ cm}^2$ geringer ausgebildet und damit zur Kontrollgruppe verschieden.

Die weiblichen Tiere wiesen signifikant eine um 1,4% höhere SA auf als die Eber und waren um 1cm kürzer. Die Tiere des ersten Durchganges unterschieden sich dabei durch ihre längeren Schlachtkörper (+3-5 cm) von denen der anderen Durchgänge.

Die weiblichen Tiere wiesen im Unterschied zu Ebern einen um 1,21 Prozentpunkte höheren Muskelfleischanteil auf und einen jeweils (Bonner Formel04 und BFA Grub) um ca. 1% höheren Fleischanteil. Es konnten auch für die MD und Fleischfläche unterschiedliche Ausprägungen zwischen den Geschlechtern ermittelt werden, wobei die weiblichen Tiere höhere MD und größere Fleischflächen aufwiesen. Die voneinander verschiedenen MD der DG 1 und 2 (59,2 mm bzw. 56,3 mm) und der DG 3 und 4 (63,0 mm bzw. 64,2 mm) bewirkten eine Signifikanz beim Faktor Durchgang. Zwischen DG 1 und 3 wurde dabei aber nur ein Trend festgestellt ($P = 0,100$).

Tabelle 22: Schlachtleistungen der Gruppen in allen Durchgängen

Merkmal	Parameter				Wirkung der Faktoren				
	LSM		SE		Gr	Ge	Du	Gr*Ge	Gr*Du
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch					
Schlachtkörper									
SKM, kg	94,4	93,4	1,0	0,9	0,418	0,124	0,002	0,631	0,290
SA, %	79,3	79,3	0,2	0,2	0,794	<0,001	0,121	0,931	0,669
Innere Länge, cm	102,5	103,2	0,6	0,5	0,207	0,042	0,008	0,575	0,153
Fleisch									
MFA (FOM), %	58,4	57,7	0,3	0,3	0,040	<0,001	0,852	0,423	0,487
MD (FOM), mm	61,6	59,7	0,9	0,8	0,003	<0,001	0,013	0,647	0,119
Fleischfläche, cm ²	53,6	51,1	0,9	0,8	0,034	<0,001	0,056	0,543	0,018
BFA (Grub), %	60,8	59,3	0,5	0,5	0,002	0,025	0,958	0,798	0,100
Fleischanteil (Bonn04), %	59,9	59	0,4	0,4	0,025	0,007	0,448	0,603	0,136
pH1 K.	6,4	6,4	<0,1	<0,1	0,107	0,357	0,116	0,497	0,161
Leitfähigkeit 1 K.	4,3	4,1	0,1	0,1	0,128	0,218	0,833	0,427	0,609
Leitfähigkeit 2 K.	3,4	3,3	0,2	0,2	0,515	0,593	0,034	0,175	0,411
pH(24h) S.	5,4	5,4	<0,1	<0,1	0,130	0,241	0,028	0,573	0,284
Fett									
Speckdicke (FOM), mm	14,8	15,3	0,4	0,3	0,211	0,043	0,123	0,313	0,421
Fettfläche, cm ²	13,4	14,4	0,5	0,4	0,078	0,977	0,412	0,165	0,229
Speckdicke B, cm	0,9	1	<0,1	<0,1	0,020	0,053	0,778	0,055	0,305
Speckdicke D, cm	2,2	2,6	0,1	0,1	<0,001	0,063	0,395	0,263	0,017
Rückenspeckdicke W, cm	3,5	3,6	0,1	0,1	0,094	0,855	0,092	0,414	0,129
Rückenspeckdicke R, cm	1,9	1,9	0,1	<0,1	0,965	0,585	0,009	0,458	0,060
Rückenspeckdicke L, cm	1,3	1,3	0,1	0,1	0,462	0,188	0,416	0,437	0,813
Rückenspeckdicke G, cm	2,2	2,2	0,1	0,1	0,684	0,385	0,060	0,337	0,535

LSM - Least Square Means, SE - Standard Error, Gr - Gruppe, Ge - Geschlecht, Du - Durchgang

SKM - Schlachtkörpermasse, SA - Schlachtausbeute, MFA - Magerfleischanteil, MD - Muskeldicke

BFA - Bauchfleischanteil (Gruber Formel), K. - Kotelett, S. - Schinken, Speckdicke B - Speckdicke über Rückenmuskel, Speckdicke D - Seitenspeckdicke, Rückenspeckdicke: W - Widerrist, R - Rücken, L - Lende, G - Mittelwert von W, R, L

Fleischqualität

Der pH1-Wert des Koteletts unterschied sich nur tendenziell zwischen Kontrolle (6,44) und Versuch (6,39). Beim Merkmal Leitfähigkeit1 des Koteletts gab es zwischen den Gruppen keine Unterschiede. Die ansonsten auf gleichem Niveau (Gruppe) liegenden pH2 Werte des Schinkens zeigten eine Wirkung beim Faktor Durchgang ($P = 0,028$). Dieser ist durch den im Vergleich zu DG 1 (pH 5,39) und DG 2 (pH 5,41) niedrigen Wert in DG 3 (pH 5,34) verursacht. Die Messungen zur Leitfähigkeit2 des Koteletts zeigten für die Durchgänge (Versuch und Kontrolle) einen Unterschied an ($P = 0,034$). Der Grund dafür ist der hohe Wert für die Leitfähigkeit in DG 1 (4,2 mS/cm) der sich von DG 2 (3,14 mS/cm), 3 (2,77 mS/cm) signifikant und von DG 4 (3,38 mS/cm) tendenziell unterschied.

Fett

Die über das FOM-Gerät ermittelte Speckdicke differierte zwischen den Gruppen nur um 0,5 mm und zeigte keine Signifikanz. Die Unterschiede bei der Fettfläche waren zwischen den Agrisan-Tieren ($13,44 \text{ cm}^2$) und der Kontrolle ($14,36 \text{ cm}^2$) gering, so dass nur ein Trend festgestellt werden konnte ($P = 0,077$). Die Dicke der Speckauflage über dem Rückenmuskel (Speckmaß B) war zwischen den Gruppen nur um 0,1 cm verschieden, dafür aber signifikant. Die weiblichen Tiere hatten ein um 0,07 cm geringeres Speckmaß B ($P = 0,053$). Die Rückenspeckdicken R und L waren zwischen den Agrisan-Tieren und den mit Sojaschrot gefütterten Tieren nicht verschieden. Das Speckmaß D bei den Agrisan-Tieren (2,64 cm) ist im Vergleich zur Kontrolle (2,22 cm) signifikant größer, während zwischen den Geschlechtern nur ein Trend hinsichtlich eines geringeren Speckmaßes (-0,2 cm) für die weiblichen Tiere existiert ($P = 0,063$). Die Wirkung zwischen Gruppe und Durchgang bei dem Speckmaß D resultiert aus den jeweils um 0,8 cm (DG 1 und 3) höheren Maßen der Agrisan-Tiere. Ein Trend zu einer höheren Rückenspeckdicke W wurde für die Agrisan-Tiere und Durchgänge festgestellt. Letzterer Effekt ist auf die niedrigeren Speckdicken W im DG 2 (3,23 cm) im Vergleich zu den DG 1 (3,56 cm), 3 (3,58 cm) und 4 (3,75 cm) zurückzuführen.

Die Fettflächen zwischen Ebern und Sauen zeigten sich indes nicht verschieden. Die Wechselwirkung (Trend) zwischen Gruppe und Geschlecht beim Speckmaß B ist vorwiegend auf eine Wirkung zwischen weiblichen Kontrolltieren und den männlichen Versuchstiere ($P = 0,017$) sowie weiblichen Versuchstieren ($P = 0,013$) zurückzuführen. Die Geschlechter unterschieden sich auch bei dem über das FOM-Gerät ermittelten Speckmaß, wobei die weiblichen Tiere eine um 0,76 cm geringere Speckdicke aufwiesen ($P = 0,043$).

Fettsäuren

Die statistischen Parameter der Merkmale der Fettsäurenanalytik und die Wirkung der Faktoren sind in der Tabelle 23 dargestellt. Neben der Gruppe und dem Geschlecht hatte der Durchgang einen signifikanten Einfluss auf mehrere Merkmale. Keinen Einfluss hatten die Wechselwirkungen von Gr*Ge und Gr*Du.

Tabelle 23: Statistische Parameter der Merkmale der Fettsäurenanalytik und Wirkung der Faktoren

Merkmale	Parameter			Wirkung der Faktoren				
	\bar{x}	s	s%	Gr	Ge	Du	Gr*Ge	Gr*Du
Σ Fettsäuren Muskelfleisch, %								
SFA	33,8	1,89	5,60					
UFA	66,2	1,89	2,86					
MUFA	38,6	4,26	11,04					
PUFA	27,6	5,72	20,70					
n-3 Fettsäuren	3,3	0,75	22,80	0,018	0,012			
n-6 Fettsäuren	24,4	5,10	20,93					
intramuskuläres Fettsäuren-Verhältnis								
n-6:n-3	8	1,04	13,92	<0,001	<0,001			
Σ Fettsäuren Rückenspeck, %								
SFA	33,9	2,55	7,53	<0,001				
UFA	66,1	2,55	3,86	<0,001				
MUFA	40,6	1,78	4,40		0,007	0,040		
PUFA	25,5	3,03	11,90	0,002				
n-3 Fettsäuren	4,0	0,41	10,14		0,052			
n-6 Fettsäuren	21,5	2,68	12,46	<0,001				
subcutanes Fettsäuren-Verhältnis								
n-6:n-3	5	0,35	6,46	<0,001		0,033		

\bar{x} - arithmetischer Mittelwert, s - Standardabweichung, s% - Variantionskoeffizient, Gr - Gruppe,

Ge - Geschlecht, Du - Durchgang, SFA - Gesättigte Fettsäuren, UFA - Ungesättigte Fettsäuren

MUFA - Einfach ungesättigte Fettsäuren, PUFA - Mehrfach ungesättigte Fettsäuren

n-3/n-6 Fettsäuren - Omega-3/Omega-6 Fettsäuren

Die erhobenen Daten zur Fettqualität im Schlachtkörper werden von der nachfolgenden Tabelle 24 wiedergegeben. Im intramuskulären Fettgewebe waren die Gehalte an gesättigten Fettsäuren (SFA) zwischen den Gruppen auf gleichem Niveau. Die Summe der ungesättigten Fettsäuren (UFA), der einfach ungesättigten Fettsäuren (MUFA) und mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) zeigten sich für die Gruppen ebenfalls nicht verschieden. Innerhalb der Klasse der PUFA wurde aber eine signifikante Abnahme der Gehalte an n-3 Fettsäuren bei den Agrisan-Tieren festgestellt. Da sich die n-6 Fettsäuren zwischen den Gruppen und Geschlechtern nicht unterschieden ($P = 0,982$ und $P = 0,575$), wurde das Verhältnis der intramuskulären n-6 zu n-3 Fettsäuren (Kontrolle: 7 zu 1, Versuch 8 zu 1) bei den Agrisan-Tieren signifikant größer.

Für die Faktoren Geschlecht und Durchgang gilt beim Gehalt an SFA im intramuskulären Fettgewebe ein vergleichbares Niveau. Bei der Summe der UFA, MUFA und PUFA zeigten sich für die Geschlechter und Durchgänge keine Unterschiede. Die weiblichen Tiere zeigten im Muskelfleisch einen um 0,5 %-Punkte höheren n-3 Fettsäurengehalt als die Eber ($P = 0,018$).

0,012). Aufgrund der höheren n-3 Gehalte im Muskelgewebe der weiblichen Tiere wurde deren Verhältnis der n-6 zu n-3-Fettsäuren im Vergleich zu dem von Ebern signifikant enger (Eber: 8 zu 1, Sauen: 7 zu 1).

Im subcutanen Fettgewebe des Rückenspecks hatten sich die Gehalte an SFA bei der Agrisangruppe um 3%-Punkte verringert (vgl. Tabelle 23). Um diesen Gehalt (3%) erhöhte sich dafür die Menge an UFA signifikant auf dann 67,7%. Die MUFA im Rückenspeck veränderten sich zwischen den Gruppen in ihrer Summe nicht. In der Klasse der PUFA verzeichneten die Agrisan-Tiere eine signifikante Zunahme von 2,7%, wobei dies zugunsten der n-6 Fettsäuren (+ 2,6% bei Agrisangruppe) im Rückenspeck geschah ($P < 0,001$). Eine Reaktion bei den n-3 Fettsäuren blieb bei den Gruppen aus. Die Veränderung bei den n-6 Fettsäuren führte zu einem größer werdenden n-6 zu n-3 Verhältnis (Kontrolle 5 zu 1, Versuch 6 zu 1) im subcutanen Fettgewebe des Rückenspeck der Tiere in der Agrisangruppe ($P < 0,001$). Die Wirkung des Durchgangs ($P = 0,033$) resultierte allein aus dem n-6 zu n-3 Verhältnis (5,1 zu 1) des DG 1, denn dieses unterscheidet sich von den Durchgängen 2 (5,4 zu 1), 3 (5,4 zu 1) und 4 (5,4 zu 1) signifikant ($P = 0,035$, $P = 0,008$ und $P = 0,008$). Die MUFA im Rückenspeck stellten sich bei den weiblichen Tieren (+ 1,2%-Punkte) verschieden von den männlichen dar. Der im Vergleich zu den Durchgängen 1 (40,3%), 2 (40,1%) und 3 (40,2%) hohe MUFA-Gehalt in Durchgang 4 (41,8%) bewirkte eine Signifikanz beim Faktor Durchgang. Bei den weiblichen Tieren zeigte sich ebenfalls eine Unterscheidung in der Abnahme der n-3 Fettsäuren um 0,2%.

Tabelle 24: Ergebnisse der Fettsäurenanalytik der Gruppen in allen Durchgängen

Merkmal	Parameter				Wirkung der Faktoren				
	LSM		SE		Gr	Ge	Du	Gr*Ge	Gr*Du
	Kontrolle	Versuch	Kontrolle	Versuch					
Σ Fettsäuren Muskelfleisch, %									
SFA	33,6	33,8	0,4	0,5	0,751	0,761	0,861	0,204	0,603
UFA	66,4	66,2	0,4	0,5	0,751	0,761	0,861	0,204	0,603
MUFA	38,0	38,4	0,8	1	0,777	0,221	0,402	0,835	0,453
PUFA	28,3	27,8	1,2	1,5	0,760	0,426	0,512	0,565	0,539
n-3 Fettsäuren	3,6	3,1	0,1	0,2	0,018	0,012	0,342	0,466	0,498
n-6 Fettsäuren	24,7	24,7	1,0	1,3	0,982	0,575	0,529	0,588	0,551
intramuskuläres Fettsäuren-Verhältnis									
n-6:n-3	7	8	0,2	0,2	<0,001	<0,001	0,186	0,787	0,881
Σ Fettsäuren Rückenspeck, %									
SFA	35,3	32,3	0,4	0,5	<0,001	0,858	0,404	0,445	0,437
UFA	64,7	67,7	0,4	0,5	<0,001	0,858	0,404	0,445	0,437
MUFA	40,4	40,8	0,3	0,4	0,458	0,007	0,040	0,788	0,155
PUFA	24,2	26,9	0,5	0,6	0,002	0,111	0,930	0,424	0,343
n-3 Fettsäuren	4,0	4,1	0,1	0,1	0,631	0,052	0,634	0,482	0,298
n-6 Fettsäuren	20,2	22,8	0,4	0,5	<0,001	0,128	0,918	0,417	0,357
subcutanes Fettsäuren-Verhältnis									
n-6:n-3	5	6	<0,1	<0,1	<0,001	0,182	0,033	0,414	0,967

LSM - Least Square Means, SE - Standard Error, Gr - Gruppe, Ge - Geschlecht, Du - Durchgang
SFA - Gesättigte Fettsäuren, UFA - Ungesättigte Fettsäuren, MUFA - Einfach ungesättigte Fettsäuren,
PUFA - Mehrfach ungesättigte Fettsäuren, n-3/n-6 Fettsäuren - Omega-3/Omega-6 Fettsäuren

4.3 Wirtschaftlichkeit

Die in die ökonomische Betrachtung (Tabelle 25) eingegangen Werte waren arithmetische Mittelwerte. Die Kosten für Ferkel und Haltung befanden sich dabei für beide Gruppen auf sehr ähnlichem Niveau. Die Futterkosten für die Agrisan-Tiere waren dagegen um rund 5 % höher. Die Kosten für das Futter machten dabei für die Kontrolltiere rund 43 % und für die Agrisan-Tiere 44 % der Gesamtkosten aus. Da die qualitätsabhängigen Erlöse je kg Schlachtgewicht bei der Agrisangruppe um 2,1 % geringer ausfielen (151,6 €/Tier) als bei der Kontrolle (154,9 €/Tier), stellte sich nach Abzug aller Kosten eine Saldodifferenz von 6,6 €/Tier zu Ungunsten der Agrisan-Tiere dar. Diese Saldodifferenz zwischen den Gruppen setzte sich zum Großteil aus den höheren Futterkosten zusammen (+3,2 €/Tier Agrisangruppe) und den geringeren Erlösen (-3,3 €/Tier Agrisangruppe). Letztere wurden durch die etwas geringere Bezahlung der SKM/kg bei den Agrisan-Tieren (1,62 €/kg) im Vergleich zur Kontrolle (1,64 €/kg) hervorgerufen. Für die Erzeugung von einem Kilogramm Lebendmasse mussten Futterkosten von 0,72 € bei den Kontrolltieren und 0,78 € bei den Versuchstieren (Agrisan) aufgewendet werden.

Tabelle 25: Wirtschaftlichkeitsberechnung der Kontroll- und Versuchsgruppe (Agrisan) (€ je Tier)

	Kontrolle	Agrisan
Erlös	154,9	151,6
Futterkosten	63,9	67,1
Ferkelkosten	63,4	63,5
Kosten der Haltung	21,0	21,2
Gesamtkosten	148,3	151,7
Saldo	6,6	-0,1
Futterkosten/ kg Zuwachs €/kg	0,72	0,78

5 Diskussion

5.1 Versuchsablauf

Die aufeinanderfolgende Einstellung ließ jedem Durchgang eine Reaktion auf etwaige Umwelt-, Haltungs- und Jahreszeiteneffekte zu. Die Wiederbelegung der Versuchsabteile war so konzipiert, dass in der Regel genügend Zeit gegeben war, alle Tiere zur Schlachtreife zu führen. Das damit verbundene selektive Schlachten war gut geeignet, die Vorgabe eines gewünschten Schlachtgewichtes mit dem unterschiedlichen Wachstum der Tiere in Übereinstimmung zu bringen. Es kann als günstig angesehen werden, dass nach Selektion der schwersten Tiere die verbliebenen Gruppenmitglieder eine weiterhin relativ homogene Gruppe darstellten.

Die mit den 4 Rationen (Vormast-Kontrolle, Vormast-Versuch, Endmast-Kontrolle, Endmast-Versuch) vorgelegten Energie- und Nährstoffgehalte wiesen nach Maßgabe der Verordnung für das Inverkehrbringen von Futtermitteln (EU Nr. 939/2010 Teil A und B) insbesondere bei den Brutto-Lysingehalten der Endmast-Kontrollration und der Endmast-Versuchsration zu geringe Gehalte auf. Dem kann für die Bewertung der Untersuchungsergebnisse eine Bedeutung beigemessen werden, auch wenn mit nur einer Probe je Gruppe der Stichprobenumfang sehr gering war. Für die Verhältnisse der Aminosäuren Methionin, Threonin und Tryptophan zum Lysin, konnten in beiden Vormastrationen Imbalancen festgestellt werden. So waren Threonin und Tryptophan im Mangel gewesen und könnten auf die Leistung reduzierend gewirkt haben. Der ebenfalls außerhalb des Toleranzbereiches (nach EU Nr. 939/2010 Teil A und B) liegende zu niedrige Rohfettgehalt in der Vormast-Versuchsration könnte ohne Einfluss auf die Untersuchung geblieben sein, denn der Energiegehalt der Ration wurde dadurch nicht verringert.

5.2 Mastleistung

Der Altersunterschied der Tiere zu Mastbeginn ist auf die Einstellung von jeweils 4 Tieren zurückzuführen, die einen Tag vor (Kontrolle Durchgang 2) bzw. nach (Agrisan Durchgang 3) den restlichen Gruppenmitgliedern geboren wurden. Entscheidend für den Altersunterschied von im Mittel unter einem Tag ist aber, dass der Versuchsbeginn auf Basis eines definierten Gewichts (30 kg) und nicht altersabhängig festgelegt wurde. Aufgrund des geringen Altersunterschiedes zwischen den Gruppen beim Erreichen des Durchschnittsgewichtes von 30 kg (Agrisan: 77,58 d/ Kontrolle: 77,76 d), können gleiche Ausgangsbedingungen angenommen werden.

Der Beginn der EM war für die durchschnittliche Lebendmasse aller Tiere einer Bucht bei einem Gewicht in Höhe von 70 kg festgelegt. Die Tatsache, dass die Versuchstiere in der Vormast weniger stark wuchsen, hätte einen etwas älteren Tierbestand zum Endmastbeginn (Wägung 70 kg) erwarten lassen. Aufgrund der wöchentlichen Arbeitsroutinen war die taggenaue Erfassung der Lebendmasse jedoch nicht möglich (wöchentliche Wägungen), so dass jener Wiegetermin herangezogen wurde, an dem die mittlere Lebendmasse am ehesten dem Zielgewicht von 70 kg entsprach. Dadurch ergaben sich größere Spannweiten. Eine taggenaue Bestimmung der "Lebendmasse 70 kg" hätte wahrscheinlich einen zumindest tendenziell längeren Vormastabschnitt für die Versuchstiere aufgezeigt. Dieser Sachverhalt ist ebenso für die Wägung "Lebendmasse 110 kg", also bis kurz vor Schlachtung, gültig. Das Alter bei Mastende selbst wurde von den differenzierten Tierleistungen bestimmt und nicht mehr von den minimal verschiedenen Geburtsdaten der eingestallten Tiere beeinflusst. Ein Unterschied zwischen den Gruppen konnte über den Zeitraum der gesamten Mast somit nicht festgestellt werden. Zu diesem Ergebnis kamen auch SILJANDER-RASI et al. (1996) und ALBAR et al. (2001) bei ihren Versuchen mit RES-Fütterung.

Die Gruppen im eigenen Versuch wiesen nach der Aufzuchtphase ähnliche Mastanfangsgewichte auf. Die geringeren täglichen Zunahmen der Versuchstiere sind durch einen geringeren Körpersubstanzaufbau begründet. Dessen Ursache könnte im Futter bzw. in der Verdaulichkeit der Ration gefunden werden (WETSCHEREK et al. 1992), da die Menge aufgenommenen Futters ähnlich war, und die anderen Faktoren, die das Wachstum beeinflussen könnten (Umwelt, Genetik und Gesundheit) für beide Gruppen identisch waren. Obwohl die Rationen der Vormast zwischen den Gruppen hinsichtlich der Gehalte an Energie, Rohprotein und Brutto-Lysin identisch konzipiert waren und kein Energie- und/oder Rohproteinmangel analytisch festgestellt wurde, lagen die täglichen Zunahmen der Agrisan-Tiere unter denen der Kontrolltiere. Eine ebenfalls in der Vormast ungünstige Entwicklung bei einem RES-Anteil von 12 % (10 % SES) fanden auch TORRES-PITARCH et al. (2014). Die Autoren führten dies auf die verglichen mit SES hohen Fasergehalte (NDF und ADF) im RES zurück, die eine reduzierte Futteraufnahme (zumindest in den ersten zwei Wochen) und Verdaulichkeit

mit sich brachten (McDONNELL et al. 2010). Der im Vergleich zu TORRES-PITARCH et al. (2014) mehr als doppelt so hohe RES-Anteil (25 %) in der Agrisan-Ration (Vormast) könnte in ähnlicher Weise die Tageszunahmen der Agrisan-Tiere beeinflusst haben.

Bei vollständigem Ersatz für SES fanden KLEUTER et al. (2014) in der sehr frühen ersten Mastphase (1.-25. Masttag) für RES-Tiere (Anteil 25 %) dagegen aber auch höhere Tageszunahmen, im darauffolgenden Abschnitt (26.-97. Masttag) jedoch geringere tägliche Zunahmen. THACKER und NEWKIRK (2005) setzten hohe RES-Anteile in der Vormast ein (27,6 %) und fanden keinen Unterschied zu SES-gefütterten Tieren. SILJANDER-RASI et al. (1996) konnten bei vollständigem SES-Ersatz mit 22,6 % RES-Anteil ebenfalls keinen Unterschied feststellen.

Des Weiteren konnten in zahlreichen Untersuchungen mit unterschiedlichen Anteilen RES und SES in der Ration (teilweiser Ersatz von SES) ebenfalls keine Unterschiede in der Mastleistung während der Vormast im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot als alleinigem Eiweißfuttermittel in der Ration beobachtet werden (SILJANDER-RASI et al. 1996, [RES-Gehalte: 7,5 %, 15,1 %], ALBAR et al. 2001, [RES-Gehalt: 18 %], SCHÖNE et al. 2004, [RES-Gehalte: 10 % und 15 %] und McDONNELL et al. 2010, [RES-Gehalte: 7 %, 14 % bzw. 21%]). Beim teilweisen Ersatz von Soja durch 15 % geschältes RES zeigten die RES-Tiere ebenfalls die gleiche Leistung wie die Kontroll-Tiere (PATIENCE et al. 1996).

Die Futteraufnahme und der Futteraufwand der Agrisan-Tiere waren im ersten Mastabschnitt auf vergleichbarem Niveau. Dies stimmt mit den Ergebnissen von SCHÖNE et al. (2004) und TORRES-PITARCH et al. (2014) überein. BERK und WEIß (2008) fanden dies nur für die Futteraufnahme. SILJANDER-RASI et al. (1996) fanden mit +0,15 kg/d eine leicht erhöhte Futteraufnahme bei vollständigem SES-Ersatz, was jedoch aufgrund des geringeren Energiegehaltes des Versuchsfutters keinen Effekt auf die Energieaufnahme hatte.

Das Aminosäurenmuster beider Vormast-Rationen des vorliegenden Versuches zeigte Abweichungen zum Idealprotein. Insbesondere die Unterversorgung mit Threonin und Tryptophan ist geeignet, eine Erklärung für die Minderleistung der Agrisangruppe zu liefern. Dabei war die Abweichung für Threonin bei der Agrisanration größer als bei der Kontrollration.

Das Threonin : Lysin Verhältnis lag in der Vormastration der Agrisantiere bei nur 0,54 : 1 und damit deutlich unter dem empfohlenen Verhältnis von 0,65 : 1. Der zu geringe absolute Threoningehalt ging einher mit einer im Vergleich sehr viel geringeren praecaecalen Verdaulichkeit (RES: 68 % bzw. SES: 86 %, Tabellenwerte nach DLG, 2014). Bei Untersuchungen von HAUDE (2003) führten im Mittel 13 g Threonin/d zur höchsten Tageszunahme (Gewichtsabschnitt Vormast bis 50 kg). Diesen Wert erreichte die Agrisan-Vormastgruppe nicht (10,1 g/d). Den Empfehlungen der GfE (2006) folgend, würde der analysierte Gehalt von 6,3 g/kg Threonin im Futter (entspricht rund 10 g/d) für mittlere Mastleistungen bedarfsdeckend sein. BARTELT und SIMON (2002) folgend ist insbesondere eine ausreichende Threonin-

versorgung für ein gesundes und funktionstüchtiges Darmgewebe notwendig. Es wird im Vergleich zu den anderen Aminosäuren deutlich stärker in das Gewebeprotein des Darms eingebaut (FULLER und REED 1998). Da ca. 20 % der Proteinsynthese an der gesamten Körperproteinsynthese des Schweins im Darm erfolgen (SIMON 1989), könnte bei jungen Tieren mit hoher Proteineinlagerung und Fleischbildung ein Mangel negative Auswirkung in der Lebendmassezunahme bewirkt haben.

Die, gemessen am Ideal-Protein, etwas besser versorgte Kontrollgruppe (Threonin : Lysin Verhältnis 0,57 : 1) zeigte die höheren täglichen Zunahmen. Dieses etwas bessere Verhältnis basiert unter anderem auf einem höheren absoluten Threoningehalt, der zudem einhergeht mit einer besseren praecaecalen Verdaulichkeit des Threonins im SES (GfE 2006). Da letztlich beide Gruppen kein ideales Aminosäurenverhältnis (Vormastfutter), aber sehr unterschiedliche Leistungen aufwiesen, könnte ein weiterer Grund in den Rationskomponenten selbst gesucht werden. Die Fasern im Futter sind bspw. in der Lage, die endogenen Protein- und Aminosäurenverluste zu erhöhen (BLANK et al. 2012). Die in den Rationen vorhandenen Fasern können die scheinbare Protein- und Aminosäurenverdaulichkeit senken und/oder zu einem zunehmenden endogenen Aminosäurenverlust führen (SCHULZE et al. 1994). Das kann durch das verstärkte Ablösen von Darmmukosazellen und einer damit einhergehenden erhöhten Mukosaproduktion (und erhöhtem Threoninbedarf) erklärt werden (SAUER et al. 1991). BLANK et al. (2012) wiesen für Rapsextraktionsschrot eine signifikante Zunahme dieser faser-assoziierten Threonin-Verlustes von 3,2 g/kg Faser (bei 150 g/d Faseraufnahme, 37-75 kg LM) nach. Eine ohnehin an Threonin arme und an Rohfaser reichere Ration im vorliegenden Versuch (Vormast Agrisangruppe) (Kontrolle: 4,2 % vs. Agrisan: 4,4 %), könnte durch höhere Anteile von RES-Fasern für die Threoninversorgung junger intensiv wachsender Tiere nachteilig gewirkt haben. So beruhen die aktuellen Versorgungsempfehlungen zu meist auf Untersuchungen mit faserarmen Rationen (BLANK et al. 2012). Der Einsatz von geschältem RES kann dagegen die Verdaulichkeit von Threonin in der Ration erhöhen (DE LANGE et al. 1998). Die aktuell verbreiteten Versorgungsempfehlungen (DLG 2014) basieren auf Nährstoffgehalts- und Verdaulichkeitsuntersuchungen und dienten als Basis für die Kalkulation der Rationen im eigenen Versuch. MESSERSCHMIDT et al. (2014) untersuchten praecaecale Aminosäuren-Verdaulichkeiten von RES und verglichen sie mit etablierten Tabellenwerten. Aus den Untersuchungen heraus wurden für Lysin praecaecale Verdaulichkeiten von 0,59-0,64 (59-64 %) festgestellt. Der Unterschied zu DLG-Werten (DLG 2014) (pcV Lysin: 0,73 [73 %]) begründen MESSERSCHMIDT et al. (2014) damit, dass sie für ihre eigene Untersuchung Rapsextraktionsschrote von europäischen Winterrapsvarietäten verwendeten, wohingegen die bekannten Tabellenwerte von Untersuchungen nordamerikanischer Sommerraps-Sorten (Canola) stammten, die einen geringeren Fasergehalt aufweisen. Es wurde weiterhin darauf hingewiesen, dass das Erhitzen des Rapsschrotes zur Entfernung

des Lösungsmittels einen grundsätzlich negativen Effekt auf die Verdaulichkeit der Aminosäuren hat. Die mit dem Erhitzen ebenfalls einhergehenden geringeren Glucosinolatgehalte waren letztlich gekoppelt an niedrigere Rohprotein- und höhere NDF, ADF- und ADL-Gehalte. Aber auch der von GONZALEZ-VEGA und STEIN (2012) für Canola-Meal gefundene Wert für pcV Lysin lag mit 0,68 (68 %) unter dem in der Literatur angegebenen Wert (NRC 1998). Als Ursache wurde die Hitzeinwirkung beim Entfernen des Lösemittels (toasten) diskutiert. Die geringeren Tageszunahmen der Agrisan-Tiere könnten dem folgend durch eine Ration mit verursacht worden sein, bei der mit einem zu hohen Wert an praecae-cal verdaulichem Lysin kalkuliert worden war.

In der Endmast konnte kein Unterschied zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen in den Tageszunahmen mehr nachgewiesen werden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen von SILJANDER-RASI et al. (1996) und PATIENCE et al. (1996), die nur RES in der Endmast einsetzen und kein SES. Bei teilweisem Ersatz von SES fanden SILJANDER-RASI et al. (1996), SCHÖNE et al. (2004), THACKER und NEWKIRK (2005), BERK und WEIß (2008), McDONNELL et al. (2010) und TORRES-PITARCH et al. (2014) ebenfalls keine Unterschiede zur Kontrolle. Das Zunahmeniveau in der Endmast liegt mit 866 g/d (Kontrolle) und 844 g/d (Agrisan) für eine Stationsprüfung nicht auf wünschenswertem Niveau (HSZV 2014). Die Unterschiede in den Tageszunahmen wurden zwischen den Gruppen mit Beginn der Endmast kontinuierlich geringer. Ursache war das Erreichen des Maximums der täglichen Zunahmen aufgrund der sich langsam verändernden Stoffwechsellage im wachsenden Tier (GfE 1987). Im Abschnitt nach Erreichen des Maximums gab es abnehmende Tageszunahmen, wobei diese Abnahme bei den Agrisantieren schwächer ausgeprägt war. Die hohen Mengen dabei aufgenommenen Futters (Endmast) führten bei den Agrisantieren zu einem höheren Futteraufwand als in der Kontrolle und höheren täglichen Zunahmen in den letzten beiden Wochen vor der Schlachtung. Dagegen wurden keine Unterschiede beim Futteraufwand der Endmast von SILJANDER-RASI et al. (1996), ALBAR et al. (2001) und TORRES-PITARCH et al. (2014) festgestellt. Da für beide Endmastgruppen eine ausreichende Versorgung mit Energie und Rohprotein stattfand, könnte das unterschiedliche Zunahmeverhalten der Gruppen von der Aminosäurenimbalance herrühren. In beiden Rationen war weniger Lysin enthalten als nach den Bedarfswerten der GfE (2006) kalkuliert worden war, im Versuchsfutter sogar deutlich zu wenig (Abweichung zur Planung: -24 %). Lysinmangel (respektive Energieüberschuss) muss als ausschlaggebend gelten für einen ungenügenden Proteinansatz (SUSENBETH et al. 1999) bzw. zunehmenden Fettansatz (BERK und SCHULZ 2001). Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass in der Endmastphase die Bildung von Fett aus physiologischen Gründen zunehmend überwiegt. Der Lysinmangel könnte das befördert haben, denn es kann von einem geringeren Muskelgewebewachstum am Gesamtwachstum

ausgegangen werden, als es bei Idealversorgung sonst möglich gewesen wäre. Das Verhältnis von Brutto-Lysin zu Energie (MJ ME) ist in der Endmast der Agrisangruppe mit 0,55 g/MJ anstelle der von der GfE (2006) für eine zweiphasige Mast empfohlenen 0,69 g/MJ sehr viel geringer gewesen. Die Kontrollgruppe erreichte dagegen mit 0,63 g/MJ fast diese Empfehlung. Die somit mit dem Futter aufgenommenen, nicht ausgeschiedenen und nicht in Körperprotein umgesetzten Nährstoffe (und Energie), müssten als Fettgewebe in eine speicherbare Form überführt worden sein. Der hohe Futteraufwand stützt diese Annahme, denn für die Bildung von 1 kg Rückenspeck wird viermal mehr Energie (MJ ME) benötigt, als für die Bildung von 1 kg Magerfleisch (DLG 2010, ROTH 2014) und damit auch mehr Futter. Die Schlachtleistungsdaten (höhere Speckmaße) bestätigen die Annahme des höheren Fettanteiles.

Die Graphen der täglichen Zunahmen (81.-173. Tag) zeigen für die Agrisan-Tiere ca. ab dem 160. Lebenstag höhere Tageszunahmen als für die Kontrolltiere. Das ließ diese Tiere einen Entwicklungsrückstand zum Teil aufholen. Dies könnte als kompensatorisches Wachstum gedeutet werden, weil die hohe Futterverfügbarkeit sowie Futteraufnahme eine höhere Wachstumsrate als die genetisch identischen Tiere gleichen Alters unter gleichen Umweltbedingungen bewirkte (HOOG et al. 1991). Dies müsste aber Ausdruck finden in einer erhöhten Wachstumsrate, so HOGG et al. (1989), denn ansonsten handelt es sich nur um ein normales und nur zeitlich verlängertes Wachstum. Die Darstellung des Wachstumsquotienten als die von HOGG et al. (1989) geforderte Wachstumsrate, stellt diesbezüglich zwar einen anderen Zunahmeverlauf bei den Agrisan-Tieren heraus (vgl. Abbildung 16), aber dieses liegt in den letzten Wochen vor der Schlachtung nur leicht über dem der Kontrolle. Nach WYLLIE und OWEN (1978) und KIRCHGESSNER et al. (1984) wäre zudem ein verringelter Futteraufwand zu erwarten gewesen, nachdem eine das Wachstum hemmende Unterversorgung beendet worden wäre. Dieser Effekt konnte im eigenen Versuch nicht festgestellt werden, hier nahm der Futteraufwand sogar zu. LIEBERT et al. (1983) fanden jedoch keinen verringerten Futteraufwand im Zusammenhang mit kompensatorischem Wachstum nach Beendigung eines Nährstoffmangels. Im eigenen Versuch kann folglich von einem Aufholen des Rückstandes bei der Gewichtsentwicklung ausgegangen werden und keiner Kompensation. Der in Abbildung 15 im Vergleich zur Kontrollgruppe deutlich gestrecktere Verlauf der Lebendmasseentwicklung der Agrisan-Tiere, lässt zudem eine niedrigere Wachstumsintensität (bei höherer möglicher Endmasse) erkennen (SCHLEGEL 2001).

Die Menge aufgenommenen Futters (kg/Tier/Tag) war im Endmastabschnitt bei mit Agrisan-raps gefütterten Tieren höher. Das stellten auch SILJANDER-RASI et al. (1996) fest. Keinen Effekt auf die Futteraufnahme stellten ALBAR et al. (2001) (Versuchsgruppe mit 18 % RES), THACKER und NEWKIRK (2005) und BERK und WEIß (2008) bei vollständigem SES-Ersatz

fest, während PENG et al. (2012) und TORRES-PITARCH et al. (2014) den gleichen Effekt bei 10,5 % und 4,2 % SES Rationsanteilen ermittelten.

FISCHER et al. (2010) untersuchte ausschließlich mit SES gefütterte Piétrain Masthybriden, deren Versuchsgruppe eine definierte Unterversorgung an Lysin im Endmastfutter (-60 %) erfahren hatte und stellte einen höheren Futteraufwand und nicht signifikant geringere Masttagszunahmen fest. Die korrespondierenden Ergebnisse des eigenen Versuches lassen eine Wirkung der hohen Lysinunterversorgung (ca. -25 %) in der Endmast der Agrisan-Gruppe auf die Mastleistung ebenfalls wahrscheinlich erscheinen.

Für den gesamten Mastabschnitt befanden sich die Prüftagszunahmen auf einem Niveau, welches nach WEBER et al. (2006), HSZV (2014) und LINDERMAYER und PREIßINGER (2014) zum Teil als ansprechend bezeichnet werden kann. Die von der Züchtervereinigung für diese Genetik (PI x F1) angegebenen Masttagszunahmen (ermittelt unter Stationsbedingungen) lagen dabei über den eigenen im Versuch ermittelten Werten für die PTZ (HSZV 2014).

Das Fehlen signifikanter Unterschiede in den Tageszunahmen zwischen den Gruppen über den gesamten Prüfzeitraum hinweg fanden bei vollständigem SES-Ersatz auch SILJANDER-RASI et al. (1996) und KLEUTER et al. (2015) (Nettotageszunahmen).

Bei teilweisem Austausch von SES durch RES konnten SILJANDER-RASI et al. (1996), AL-BAR et al. (2001), SCHÖNE et al. (2004), THACKER und NEWKIRK (2005), McDONNELL et al. (2010) und OKROUHLÁ et al. (2012) ebenfalls keine verschiedenen Tageszunahmen feststellen. Bei ROYER und QUINSAC (2011) erhielt die Kontrollgruppe noch 8 % RES und die Versuchsgruppe 18 % RES, wiederum ohne Unterschiede bei den Zunahmen. Die dabei von den beiden Autoren (ROYER und QUINSAC 2011) eingesetzten unterschiedlichen Fütterungsregime (Trocken-oder Flüssigfütterung) hatten auf das Zunahmegeschehen bei Rapsextraktionsschrotfütterung ebenfalls keinen Einfluss.

Bei den Versuchen von LINDERMAYER und PREIßINGER (2014) (bis 16,5 % RES), WETSCHEREK et al. (1992) (bis 20 % RES) und BURGSTALLER und LANG (1989) (bis 30 % RES) wurden jedoch signifikant geringere Zunahmen der Versuchstiere über die gesamte Mast festgestellt. TORRES-PITARCH et al. (2014) und WEBER et al. (2006) (Endmast 20 % RES) stellten einen Trend fest hin zu langsamerem Wachstum bei den mit Rapsschrot gefütterten Tieren. Während die Autoren übereinstimmend für Einsatzhöhen bis 15% in der Ration keine Mastleistungsunterschiede ermittelten konnten (für 00-Raps), sind bei höheren Einsatzmengen teilweise Leistungsminderungen beschrieben worden.

Die Prüftagszunahmen der Agrisan-Tiere zeigen auch für Rationsanteile > 15 % RES ein gleiches Niveau der täglichen Zunahmen über die gesamte Mast hinweg wie die in der Untersuchung von KLEUTER et al. (2015) mit bis zu 25 % RES gefütterten Tiere, verglichen mit

ausschließlich Sojaschrot gefütterten Tieren. Ebenfalls über der klassischen Empfehlungsgrenze von maximal 15 % RES und ohne Leistungsminderung (Tageszunahmen) liegt die maximale Einsatzhöhe bei SILJANDER-RASI et al. (1996) mit 22,6 % in der Vormast.

Die Agrisan-Tiere hatten über die gesamte Mast hinweg den höheren Futterverbrauch und Futteraufwand. Bei nicht verschiedenem Futteraufwand konnten SILJANDER-RASI et al. (1996) ebenfalls eine höhere Futteraufnahme nachweisen. Bei ALBAR et al. (2001), BERK und WEIß (2008), LINDERMAYER und PREIßINGER (2014) und TORRES-PITARCH et al. (2014) lagen die Futteraufnahmen zwischen den Gruppen auf gleichem Niveau. OKROUHLÁ et al. (2012) berichten sogar von einem Rückgang der aufgenommenen Futtermenge (-0,2 kg/d) bei verbessertem Futteraufwand (-0,14 kg/kg).

Der Futteraufwand der Agrisan-Tiere (2,6 kg/kg Zuwachs) lag deutlich höher als für diese Genetik ($\text{Pi} \times \text{F}_1$ -Sau) bei klassischer Fütterung von der Züchtervereinigung dargestellt wurde (2,4 kg/kg) (HSZV 2013). Die Kontrolltiere des Versuches (2,4 kg Futter/kg Zuwachs) zeigten jedoch genau den für die genetische Herkunft typischen Futteraufwand. Beim Futterverzehr lagen die Kontrolltiere sogar um 0,1 kg/Tier/Tag unterhalb des charakteristischen Verbrauches, während die Agrisan-Tiere genau diesen Futterverbrauch (2,1 kg/Tier/Tag) zeigten (HSZV 2013).

Ein Einfluss der Fütterung auf die PTZ (Intervall: LM 30 kg - Mastende) war nicht gegeben. Es kann aber als bedeutsam angesehen werden, dass alle Intervalle, die die Zeitspannen davor abdeckten (LM 30 kg - LM 50 kg, LM 30 kg - 70 kg, LM 30 kg - LM 90 kg [nicht dargestellt], LM 30 kg - LM 110 kg), Unterschiede zwischen den Gruppen aufzeigten. Die Entwicklung der Agrisan-Tiere war dem folgend über den Großteil des Prüfzeitraumes durch geringere Tageszunahmen gekennzeichnet. Die ab ca. dem 160. Lebenstag höheren Tageszunahmen (vgl. Abbildung 14) der Agrisan-Gruppe, bewirkten über die ca. 14-tägige Zeitspanne des letzten Mastabschnittes (ca. LM 110 kg bis Mastende) das Aufheben des bis dahin stets vorhandenen Unterschiedes bei den täglichen Zunahmen. In den letzten beiden Mastwochen konnten die Agrisan-Tiere so zumindest ihren Rückstand bei der Gewichtsentwicklung ausgleichen, wie an den nicht verschiedenen Mastendgewichten zu erkennen ist. Die höheren Tageszunahmen der Agrisan-Gruppe in diesem letzten Mastabschnitt bewirkten zudem eine höhere Fettgewebebildung.

5.3 Schlachtleistung

Die mit Agrisan-Raps gefütterten Tiere erreichten nicht das Schlachtleistungsniveau (Fleischanteile, Kotelettfläche, Fleischmaß, Speckmaße) der Kontrolltiere, mit Ausnahme des Schlachtgewichtes und der Schlachtausbeute. Die Schlachtgewichte zwischen den Gruppen waren aufgrund der angestrebten Lebendmassen zum Mastende verfahrensbedingt auf ver-

gleichbarem Niveau. Bei 100 % Ersatz von SES durch RES waren die Ergebnisse von KLEUTER et al. (2015), SILJANDER-RASI et al. (1996) und PATIENCE et al. (1996) ein geringfügig (-0,73 kg), ein deutliches (-1,5 kg) und ein sehr klares jeweils leichteres Schlachtgewicht (-3,8 kg). Bei SILJANDER-RASI et al. (1996) war dies der einzige Unterschied, als dessen Ursache der höhere Fasergehalt des RES diskutiert wurde. PATIENCE et al. (1996) (RES, geschältes RES) und KLEUTER et al. (2015) fanden bei der geringeren Schlachtkörpermasse der RES-Tiere ebenfalls den einzigen Unterschied. Beim vollständigem SES-Ersatz durch Raps von THACKER und NEWKIRK (2005) wurden keine Unterschiede (Mastendgewicht, SKM, MFA, SA) festgestellt. Die RES-Tiere und die SES-Tiere wiesen dabei sehr hochwertige Schlachtkörper (z.B. MFA >60 %).

Die eigenen Untersuchungsergebnisse zur Schlachtleistung decken sich dagegen gut mit den Ergebnissen von LINDERMAYER und PREIßINGER (2014), die bei teilweisem SES-Ersatz im Vormast- und Mittelmastabschnitt (jedoch kein SES mehr in der Endmast) aber zum Teil deutlich weniger RES verfütterten (RES-Anteile: 10 %/15 %). Des Weiteren war auch die Schlachtausbeute dieser Tiere bei LINDERMAYER und PREIßINGER (2014) geringer ($P = 0,001$). Trotz der Unterschiede zwischen den Gruppen zeigten sich bei den RES-Tieren von LINDERMAYER und PREIßINGER (2014) sehr hochwertige Schlachtkörper mit guten Ergebnissen bei den u.a. wertbestimmenden Merkmalen (z.B. SKM, SA, MFA, Fleischfläche, Muskeldicke). Sie vermuteten als Ursache für die Gruppenunterschiede die schlechteren Leistungen (Tageszunahmen) vor allem in der Anfangsmast, da in jungem Alter die Proteineinlagerung und Fleischbildung stattfindet. Kompensationsversuche gegen Mitte und Ende der Mast führten dagegen zu verstärkter Fetteinlagerung, was sich bei ihnen in einem erhöhten Futteraufwand widerspiegelte.

Bei teilweisem Ersatz von Sojaschrot durch Rapsschrot zeigte sich bei WEBER et al. (2006) ein um -2 kg und bei WETSCHEREK et al. (1992) ein um -4,2 kg niedrigeres Schlachtgewicht der Versuchstiere. Alle anderen erhobenen Schlachtleistungsmerkmale waren bei ihnen nicht verschieden. WETSCHEREK et al. (1992) nimmt als Ursache für die Leistungsunterschiede eine ungenügende Proteinqualität an, die auch durch die Hitzeinwirkung beim Toasten verursacht worden sein konnte. SILJANDER-RASI et al. (1996) stellten bei teilweisem RES-Einsatz einen Trend zu geringeren Mastendgewichten und signifikant leichteren Schlachtkörpern fest, je höher der RES-Anteil und je kleiner der SES-Anteil in den Rationen wurde. Andere Schlachtleistungsparameter wie die Rückenspeckdicke unterschieden sich nicht.

Keine Reaktion bei RES-Fütterung und teilweisem Austausch von SES in den jeweils erhobenen Schlachtleistungsparametern fanden sich bei SCHÖNE et al. (2004) (MFA, Fettfläche, Kotelettfäche, Rückenspeckdicke), BERK und WEIß (2008) (MFA, Fleischmaß, Speckmaß), McDONNELL et al. (2010) (MFA, Schlachtmasse, Rückenspeckdicke, Schlachtausbeute)

und TORRES-PITARCH et al. (2014) (MFA, Schlachtkörpermasse, Ausschlachtung). Dabei waren die Schlachtleistungen in den Untersuchungen von SCHÖNE et al. (2004) und BERK und WEIß (2004) auf gutem und für die Genetik typischem Niveau. Bei ALBAR et al. (2001) wies die Versuchsgruppe mit dem höchsten RES-Anteil von 18 % (kein SES-Anteil) sogar den höheren Magerfleischanteil auf, während die Schlachtausbeute nicht verschieden war. Hier könnte aber die Versuchsanstellung mit Erbsen als weitere Proteinquelle einen Einfluss gezeigt haben.

Unterschiede bei den Schlachtleistungen hinsichtlich der RES-Fütterung konnten sowohl für die höheren RES-Anteile in der Vormastration, als auch in der Endmastration festgestellt werden. Die eigene Untersuchung (höhere RES-Gehalte in der Vormast) zeigte negative Effekte bei MFA, Fleischfläche, Fleisch- und Speckmaßen. SILJANDER-RASI et al. (1996) und KLEUTER et al. (2015) setzten bei vollständigem Sojaersatz die höheren RES-Mengen ebenfalls in der Vormast ein und stellten geringere SKM fest. PATIENCE et al. (1996) und THACKER und NEWKIRK (2005) setzten bei vollständigem Sojaersatz die höheren RES-Mengen in der Vormast ein und stellten keine Schlachtleistungsunterschiede für SKM und MFA fest. Die von THACKER und NEWKIRK (2005) ebenfalls untersuchte Schlachtausbeute war nicht verschieden. Der Einsatz der höheren RES-Gehalte in der Vormast kann folglich mit Effekten in der Schlachtleistung verbunden sein. Die Untersuchungen zeigen aber kein einheitliches Bild und sind zum Teil mit nur wenigen Schlachtleistungsmerkmalen dargestellt worden. Die Untersuchungen mit hohen RES-Anteilen in der Vormast von PATIENCE et al. (1996) und THACKER und NEWKIRK (2005) wurden mit Canola durchgeführt. Dies könnte das Fehlen von negativen Effekten auf die Schlachtleistung erklären, da SILJANDER-RASI et al. (1996) und KLEUTER et al. (2015) europäische Rapsextraktionsschrote einsetzen und Effekte (geringere SKM) feststellten.

Die Untersuchungen mit den höheren RES-Rationsanteilen in der Endmast waren stets Versuche mit nur teilweisem SES-Ersatz. Für die Schlachtleistungsparameter von WEBER et al. (2006) (SKM, MFA, Fleischmaß, Speckmaß), BERK und WEIß (2008) (MAF, Schlachtausbeute, Fleischmaß, Speckmaß) und TORRES-PITARCH et al. (2014) (SKM, MFA, Schlachtausbeute) wurden keine Unterschiede festgestellt. LINDERMAYER und PREIßINGER (2014) konnten dagegen für MFA, Schlachtausbeute, Fleischmaß, Speckmaß und Fleischfläche Unterschiede darstellen (geringere Werte), obwohl sie den höheren RES-Anteil ebenfalls in der Endmast fütterten. Die unterlegenen RES-Tiere zeigten bei ihnen trotzdem sehr hochwertige Schlachtkörper. Die insgesamt nicht ganz einheitlichen Untersuchungsergebnisse lassen aber die Aussage zu, dass bei höheren RES-Anteilen in der Endmast nicht mit Unterschieden und/oder schlecht zu vermarktenden Schlachtkörpern gerechnet werden muss.

Die Untersuchungen von SCHÖNE et al. (2004) und McDONNEL et al. (2010) wurden mit nur einer Einsatzhöhe für RES bei teilweisem (SCHÖNE et al. 2004; McDONNEL et al.

2010) und vollständigem (McDONNEL et al. 2010) SES-Ersatz (bei 21 % RES) durchgeführt. Beide Autorengruppen fanden keine Unterschiede zwischen Versuchs- und Kontrollgruppen. Ein über die gesamte Mast hin unveränderter RES-Anteil scheint sich insbesondere für den teilweisen SES-Ersatz zu eignen. Geringere Schlachtleistungen sind, wie bei teilweisem SES-Ersatz mit variierenden RES-Anteilen, weniger zu erwarten. Der vollständige Ersatz ohne differenzierte Tierleistungen ist möglich, wobei McDONNEL et al. (2010) einen hohen Fettanteil als Energieausgleich und eine höhere Menge an Lysin zugaben, verglichen mit ihren Rationen bei nur teilweisem SES-Ersatz.

Mit dem hohen Einsatz von RES in der eigenen Rationsgestaltung und dem damit zusammenhängenden Energieausgleich durch eine Fettzulage, bot sich eine Überprüfung der Reaktion im Fettsäurenprofil des Schlachtkörpers an.

Die Agrisan-Tiere zeigten eine Zunahme der UFA (+3 %), speziell der PUFA (n-6 Fettsäuren) im Rückenspeck. Im gleichen Umfang nahmen die SFA dort ab. Ein ähnliches Ergebnis fanden TORRES-PITARCH et al. (2014) mit einer SFA-Abnahme von 3 % und einer UFA-Zunahme von 3,2 % bei den mit RES gefütterten Tieren. Jedoch dominierte dort die Zunahme bei den MUFA (+2,2 %) ($P = 0,003$) und nicht (wie bei den Agrisan-Tieren) bei den PUFA (+1 %) ($P = 0,088$). Diesen Effekt führen die Autoren auf die Versuchsration der Endmast zurück. Sie enthielt mit 41 g/kg Futter mehr MUFA als die Kontrollration (32,4 g/kg Futter), so dass bei gleich hohem Futterverbrauch eine Zunahme der MUFA im Rückenspeck bewirkt werden konnte. Die unterschiedlichen Fettsäurenzusammensetzungen der subcutanen Fettgewebe (Versuch und Kontrolle) folgten in ihrer Zusammensetzung der der Rationen, so TORRES-PITARCH et al. (2014). Das galt aber nicht für den vorliegenden Versuch mit Agrisan, denn hier wiesen die Rationen identische Fettsäurenmuster auf, bei nicht identischen Fettsäurenmustern im Rückenspeck und im Muskelgewebe. Die Agrisan-Tiere erhielten in ihren Rationen zum Energieausgleich Sonnenblumenöl und hatten signifikant mehr PUFA im Rückenspeck, im speziellen die Omega-6 Fettsäure Linolsäure (nicht dargestellt), die der Hauptbestandteil von Sonnenblumenöl ist (KRIST et al. 2008). Die wünschenswerten maximalen Gehalte an PUFA von 15 % im Speck (BEE 2004, GfE 2006) wurden in beiden Gruppen übertroffen (Kontrolle/Versuch 24 %/27 % PUFA an Gesamtfettsäuren des Rückenspecks). Die Ursache könnte in den PUFA-Gehalten des Futters zu finden sein (Kontrolle 13,4 g/kg Futter, Agrisan 13,3 g/kg Futter), da zwischen den über das Futter aufgenommenen und im Körperfett eingelagerten Mengen an PUFA ein sehr enger Zusammenhang besteht (AVERETTE GATLIN et al. 2002). Eine andere Erklärung liefern MOUROT et al. (1994), die beobachteten, dass eine erhöhte Linolsäure-Aufnahme (1,5 vs. 2,5 %) zu einer Erhöhung der *de novo* Fettsynthese und damit zu einem höheren Körperfettansatz führte. Trotz der identischen Futterfettsäurenzusammensetzung zwischen den Rationen der Gruppen und den moderaten PUFA-Gehalten im Futter, könnten die Agrisan-Tiere über die deut-

lich höhere Futteraufnahme in der Endmast eine Anreicherung von Linolsäure im Rückenspeck erfahren haben. Der Unterschied zwischen den Gruppen bei dem Linolsäuregehalt im Rückenspeck (Kontrolle: 18,7 % vs. Agrisan: 21,9 %; $P < 0,001$) stützt diese Annahme. BERK und WEIß (2008) setzten in der Vormast noch 6 % SES ein (Endmast 0 % SES) und fanden bei RES-Gehalten von 10 %/15 % (Vormast/Endmast) im Rückenspeck keine signifikanten Unterschiede bei den SFA, MUFA und PUFA-Gehalten.

Die von FISCHER (2010) untersuchten Masthybriden (Unterversorgung an Lysin im Endmastfutter von 60 % der Empfehlung, nur SES-Fütterung) wiesen geringere MFA und höhere Fettanteile im Schlachtkörper der Versuchstiere auf. Die chemisch-physikalischen Merkmale der Fleischqualität waren jedoch nicht verändert. Während die zuvor genannten Versuchsergebnisse mit den eigenen korrespondieren, war die von FISCHER et al. (2010) beschriebene signifikante Erhöhung der MUFA zu Lasten der PUFA im eigenen Versuch nicht festzustellen. Auch wenn beide Endmastrationen (Versuch und Kontrolle) im eigenen Versuch Defizite im Lysingehalt aufwiesen, war dieser bei der Versuchsgruppe so hoch (ca. -25 %), dass FISCHER et al. (2010) folgend, eine Wirkung auf die Schlachtleistung stattgefunden haben könnte. Auch ein Aminosäuremangel kann folglich indirekt zu einem veränderten Fettsäurenprofil führen.

Ob maximale Einsatzhöhen über 15 % empfohlen werden können, kann aus Sicht der zahlreichen Untersuchungsergebnisse der in dieser Ausarbeitung genannten Autoren zur Mastleistung nicht sicher beantwortet werden. Deren Untersuchungen und die eigenen deuten diesbezüglich aber eine Empfehlung für den Einsatz von RES-Anteilen >15 % in der Endmast an. Die maximale Einsatzhöhe von 20 % könnte bspw. als praktikabel angesehen werden (THACKER und NEWKIRK 2005; WEBER et al. 2006; TORRES-PITARCH et al. 2014). Für höhere Empfehlungen (z.B. 25 %) gibt es aktuell zu wenige Untersuchungsergebnisse, die als Beleg dienen können. Die eigenen Untersuchungsergebnisse liefern in jedem Fall Argumente für maximale Einsatzhöhen >15 %.

5.4 Ökonomie

Bei den Agrisan-Tieren wurde im Mittel je Schlachtschwein ein niedrigerer Erlös erzielt, der auf eine geringere Bezahlung (-0,02 €/kg SKM Agrisan-Tiere) der Schlachtkörper zurückzuführen ist und folglich eine etwas geringere Schlachtkörperqualität im Bereich der Schlachtkörpermasse und des Magerfleischanteils widerspiegelt. Die durchschnittlichen Erlöse (€ je Schlachtschwein) beider Gruppen unterschieden sich (Agrisan: 151,60 €; Kontrolle: 154,9 €), befinden sich aber auf ähnlichem Niveau (Differenz = 2,1 %). Die Kosten für Haltung und Ferkel befinden sich ebenfalls auf sehr ähnlichem Niveau. Die zu Mastbeginn geringfügig schwereren Ferkel und die etwas längere Mastdauer der Agrisan-Tiere (beides nicht signifi-

kant), könnten zu leicht höheren Durchschnittskosten geführt haben. Ausschlaggebend waren jedoch die Futterkosten. Die hier um 3,2 €/Tier höheren Kosten der Agrisangruppe sind weniger auf das Futter in den beiden Mastabschnitten (Vormast: +1,4 €/dt; Endmast: -1,3 €/dt) sondern auf die Menge an verbrauchtem Futter zurückzuführen. So fraßen die Agrisan-Tiere insbesondere im Endmastabschnitt deutlich mehr. Dies findet Bestätigung in den höheren Futterkosten je kg Zuwachs. Diese liegen mit 0,72 €/kg Zuwachs für die Kontrolltiere auf einem ökonomisch deutlich besseren Niveau als bei den Agrisan-Tieren mit 0,78 €/kg. Auch der Schweinereport 2014 der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (LWK S-H) stellt für die 25% ökonomisch erfolgreichen Mastbetriebe Futterkosten je kg Zuwachs von 0,72 € dar. Die 25 % weniger erfolgreichen Betriebe weisen hierbei ähnlich wie im Versuch Futterkosten von 0,79 €/kg Zuwachs auf. Die hohe Übereinstimmung der Zahlen aus Praxisbetrieben (LWK S-H 2014) mit denen des Versuches unterstreicht die Bedeutung der Futterkosten für die Umsetzung der RES-Fütterung in der Praxis. Da den höheren Futterkosten keine höheren Erlöse je kg SKM gegenüberstanden, ergab sich insgesamt ein um 6,7 €/Tier geringerer Saldo (Erlöse abzüglich Kosten) in der Wirtschaftlichkeit bei den Agrisan-Tieren. Da sich im Vergleich zur Kontrollgruppe dieser Saldo der Agrisan-Tiere insgesamt um rund 100 % geringer darstellte, müsste die Wirtschaftlichkeit bei der Agrisangruppe als ungenügend bewertet werden. Damit sich die Agrisan-Tiere zu den Kontrolltieren ökonomisch gleich darstellen, müssten diese rund 7 Cent/kg SKM zusätzlich erlösen. Wenn es gelingen sollte, über die Fütterung die Zunahmeleistung im ersten Mastabschnitt und (damit) die Schlachtkörperqualität gleichzeitig positiv zu beeinflussen, könnte sich die Ökonomie der RES-Fütterung auf dem Niveau der mit Sojaschrot gefütterten Tiere bewegen (Ziel: verbesserte Erlöse und verringerte Futterkosten).

Schlussfolgerung

Abschließend lässt sich sagen, dass beim vollständigen Austausch von SES durch hydrothermisch behandeltes RES mit einer guten Futterakzeptanz sowie Mast- und Schlachtleistungen auf hohem Niveau gerechnet werden kann. Die Dauer der Mast, die Prüftagszunahmen und das daraus resultierende Mastendgewicht werden bei der Fütterung von RES nicht negativ beeinflusst. Im Vormastbereich kann trotz iso-energetischer und iso-nitrogener Rationsgestaltung ein geringeres Wachstum auftreten - möglicherweise aufgrund geringerer Verdaulichkeit. Hier ist eventuell die Einsatzhöhe von RES anzupassen. Die durch Analysen festgestellten Aminosäureimbalancen in den Rationen der Agrisan-Tiere können auf das Zunahmeniveau negativ gewirkt haben. Darüber hinaus führten Kompensationsversuche in den späteren Mastabschnitten zu etwas geringeren Magerfleischanteilen, kleineren Kotelettflächen und höheren Speckmaßen. Die qualitätsabhängigen Erlöse liegen dem folgend für

die mit RES gefütterten Tiere auf etwas geringerem Niveau. Es kann jedoch bei Fütterung von RES mit besten Schlachtkörpereinstufungen gerechnet werden.

Die höheren Mengen des verzehrten Futters mit RES wirken bei vergleichbaren Preisen zu sojahaltigen Futtermitteln nachteilig auf die Wirtschaftlichkeit der Mast. Für die mit dem Futter vorgelegten Fette kann sicher von einem Einfluss auf die Fettsäurenzusammensetzung des Rückenspecks ausgegangen werden. Ein Zusatznutzen für die Fleischqualität erwächst daraus aber nicht.

Zusammenfassung

Die weltweit kontinuierlich wachsende Nachfrage nach Sojaextraktionsschrot lässt die Preise hierfür anhaltend zunehmen. Um der GVO Problematik zu entgehen und die Wirtschaftlichkeit der heimischen Schweinefleischerzeugung nachhaltiger zu sichern, kann auf die Verwendung heimischer Proteinquellen zurückgegriffen werden, sofern Qualität, Verfügbarkeit und damit zu erreichende Tierleistungen nachgewiesen sind. In der vorliegenden Arbeit sollte deshalb der Einsatz von hydrothermisch behandeltem Rapsextraktionsschrot (Agrisan-Raps) als alleinige Eiweißfutterkomponente anstelle von Sojaextraktionsschrot in den Rationen für Mastschweine auf seine Praktikabilität hin untersucht werden. Durch die Betrachtung der Ökonomie wurde die Untersuchung vervollständigt.

In vier aufeinander folgenden Durchgängen erhielten 64 Tiere (männlich: 32, weiblich: 32) über die gesamte Mastperiode Rationen mit Agrisan-Raps (Agrisan-Gruppe) und 63 Tiere (männlich: 32, weiblich: 31) Rationen mit Sojaextraktionsschrot (Kontrollgruppe). Die Vormast-Rationen der Agrisan-Tiere (13,4 MJ ME und 16,7 % XP) und der Kontroll-Tiere (13,2 MJ ME und 16,9 % XP) waren iso-energetisch und iso-nitrogen konzipiert worden. Das galt auch für die Endmast-Rationen (Agrisan: 13,1 MJ ME und 15,5 % XP; Kontrolle: 13,3 MJ ME und 15,5 % XP). Untersucht wurden Merkmale der Mast- und Schlachtleistung sowie die Fettsäurenmuster des *M. longissimus dorsi* und des subkutanen Fettgewebes (Rückenspeck). Es wurden die verbrauchten Futtermengen und der Futteraufwand ermittelt und eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung auf Basis der qualitätsabhängigen Bezahlung der Schlachtkörper durchgeführt.

Die mit Agrisanraps gemästeten Tiere zeigten in der Vormast (30-70 kg LM) ($P = 0,030$) und im Mastabschnitt bis 110 kg (30-110 kg LM) ($P = 0,033$) signifikant niedrigere tägliche Zunahmen als die Kontrolltiere. Nach dem Erreichen des Maximums bei den täglichen Zunahmen im Endmastabschnitt, zeigten die Agrisan-Tiere einen geringeren Rückgang bei diesen Tageszunahmen, so dass ab ca. 110 kg LM die täglichen Zunahmen der Agrisan-Tiere über denen der Kontrolle lagen. In Folge dessen war die Mastleistung zwischen den Gruppen in

der Endmast (70 kg – Mastende) und über den gesamten Prüfzeitraum (PTZ, 30 kg - Mastende) nicht mehr verschieden ($P = 0,332$ und $P = 0,130$). Die Dauer der Mast und die erhöhten Lebendmassen bis zum Mastende wiesen ebenfalls keine Unterschiede auf.

Die Agrisan-Tiere hatten einen niedrigeren Fleischansatz als die Kontrolltiere, was sich an einem geringeren Muskelfleischanteil (57,7 vs. 58,4 %), $P = 0,040$), geringerer Muskeldicke ($P = 0,030$) und Fleischfläche ($P = 0,034$) sowie geringeren Fleischanteilen nach der Gruber ($P = 0,002$) und der Bonner Formel04 ($P = 0,025$) zeigte. Entsprechend des niedrigeren Fleischansatzes war der Fettansatz bei den Agrisan-Tieren höher, was sich in größeren Speckdicken B ($P = 0,019$) und D ($P \leq 0,001$) des widerspiegelte.

Im Rückenspeck der Agrisan-Tiere fanden sich mehr ungesättigte Omega-6-Fettsäuren ($P < 0,001$), obwohl die Fettsäuremuster der Rationen nicht verschieden waren. Die Schlachtkörperqualität insgesamt war bei den mit RES gefütterten Tieren trotz der Unterschiede auf hohem Niveau, was sich in ähnlich hohen Erlösen widerspiegeln, wobei die Kontrollgruppe den höheren Erlös je Tier (154,9 € vs. 151,6 €) erzielte. Da die Mischfuttermittel mit Agrisan etwas teurer waren und in der Endmast davon mehr gefressen wurde, lagen die Futterkosten ca. 6 €/Tier über denen der Kontrolle. Die ökonomische Betrachtung fällt für die Agrisan-Gruppe im Vergleich ungenügend aus, da das Saldo deutlich hinter dem der Kontrollgruppe zurückblieb (+6,6 €/Tier vs. -0,1 €/Tier).

Das zeitlich versetzte Wachstum könnte auf eine ungenügende Verdaulichkeit der Aminosäuren des RES in der Vormast zurückzuführen sein. Es wurden zudem in allen 4 Rationen Aminosäure-Imbalancen festgestellt, die für die Agrisan-Gruppe bei Unterversorgung jeweils am stärksten ausgeprägt war. Neben einem ungünstig niedrigen Threonin : Lysin-Verhältnis von 0,54 : 1 (ideal: 0,65 : 1) in der Vormast, zeigte sich insbesondere der zu geringe Lysingehalt in der Endmast der Agrisan-Gruppe (-24 %) als möglicher Grund für die Gruppenunterschiede.

Auch die Unterschiede in der Schlachtkörperzusammensetzung dürften auf die Aminosäure-Imbalancen zurückzuführen sein.

Wenn es gelingt, die Verwertung des RES insbesondere in der Vormast zu verbessern, kann über eine nachfolgend bessere Mastleistung die Wirtschaftlichkeit verbessert werden. Die Praktikabilität ist den eigenen Ergebnissen folgend in hohem Maße gegeben.

Summary

Due to the world's growing demand for soybean meal the price for soybean meal is expected to increase continuously. In order to escape the GMO issue and to ensure the economic viability of domestic pork production, domestic sources of protein may be used, as long as quality, availability, and animal performance are guaranteed. The objective of the present study

was to investigate the use of hydrothermally treated rapeseed meal (Agrisan rape, RSM) as the sole protein feed component instead of soybean meal (SBM) in the diet for fattening pigs in terms of growth performance, carcass composition, fat quality, and economic feasibility.

In four successive repeats a total of 127 pigs received diets containing Agrisan rape meal (Agrisan group; 32 males, 32 females) or commercial soybean meal (control group; 32 males, 31 females). The grower diets for the Agrisan group (13.4 MJ ME and CP 16.7%) and the control group (13.2 MJ ME and CP 16.9 %) were designed to be iso-energetic and iso-nitrogenous. This was also true for the finisher diets (Agrisan: 13.1 MJ ME and CP 15.5 %; control: 13.3 MJ ME and 15.5 % CP). The traits of the growth and slaughter performance and fatty acid composition of the *longissimus dorsi* muscle and subcutaneous fat (backfat) were investigated. In addition, a profitability analysis was conducted on the basis of quality-based payment of the carcasses.

The animals of the Agrisan group showed in the growing phase (30-70 kg live weight) ($P = 0.030$) and in the whole fattening phase (30-110 kg LM) ($P = 0.033$) lower daily gain than the control animals. In the last two weeks of the finishing phase the Agrisan animals exhibited much smaller decline in daily weight gain. Thus, daily gain was higher in Agrisan animals than in the control group from about 110 kg live weight until end of fattening. As a result, the growth performance did not differ between the groups in the finishing phase (70kg - end of fattening $P = 0.332$) and throughout the whole fattening period (30 kg - end of fattening ($P = 0.130$). The duration of the fattening period and the live weights during the fattening period also did not differ.

The Agrisan animals had a lower meat accretion than the control animals which was reflected by a lower lean meat percentage (57.7 vs. 58.4 %, $P = 0.040$), lower muscle thickness ($P = 0.030$), loin eye area ($P = 0.034$), and smaller meat proportions calculated by the Gruber Formula ($P = 0.002$) and the Bonn Formula04 ($P = 0.025$). In accordance with the lower meat accretion, fat depositon in the Agrisan animals was higher as reflected by greater "Fat Thickness B" ($P = 0.019$) and "D" ($P \leq 0.001$).

In the backfat of Agrisan animals, more unsaturated omega -6 fatty acids were found ($P < 0.001$), although the fatty acid composition of the diets was not different. Despite the differences, carcass quality in the RSM group was at a high level, which was reflected by similar sales revenues (control: 154.9 €; RSM: 151.6 €). Due to the higher feed consumption, feed costs were 3.2 €/animal higher than those of the control group. Since the balance is significantly behind that of the control group (-0.1 €/animal vs. +6.6 €/animal), the economic analysis for the Agrisan group is in comparison insufficient.

The protracted growth during the growing phase could be due to an insufficient amino acid-digestibility of the RSM. In all four diets ,Amino acid imbalances were detected which were most pronounced in the Agrisan diets. In addition to an unfavorable low threonine:lysine ratio of 0,54 : 1 (ideal= 0,65 : 1) in the growing phase, in particular the insufficient lysine content (- 24 %) in the Agrisan finisher diet a possible reason for the group differences. Also, the differences in carcass composition are likely to be due to the amino acid imbalances.

If it is possible to improve the utilization of RSM – and subsequently growth performance - especially in the growing phase, the profitability can be sustainably improved. Following the own results the practicality is given to a large extent.

Literaturverzeichnis

- ABEL, H., SOMMER, W. und J. WEIß (2002): Inhaltsstoffe, Futterwert und Einsatz von Ackerbohnen in der Nutztierfütterung. UfOP Praxisinformation. Berlin.
- ADAM, F., NORDA, C., BÜTFERING, L. und G. STALLJOHANN (2013): Gleiches Futter für Sauen und Eber? Online in Internet. URL: <http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/schweinehaltung/fuetterung/sauen-eber-gleiches-futter.htm> (Stand: 09.04.2015).
- ALBAR, J., CHAUVEL, J. und R. GRANIER (2001): Effects of the level of rapeseed meal on performances in the post-weaning and the growing/finishing periods. Journées Rech. Porcine en France, 33: 197-203.
- ALZ [Ausschuß für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein]: Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein: vom 04.09.2007.
- AVERETTE GATLIN, L., SEE, M.T., HANSEN, J.A., SUTTON, D. und J. ODLE (2002): The effects of dietary fat sources, levels, and feeding intervals on pork fatty acid composition. Journal of Animal Science 80: 1606-1615.
- BARTELTT, J. und O. SIMON (2002): Über die Bedeutung des Threonins für das Darmgewebe. Lohmann Information (4): 1-5.
- BEE, G. (2004): Lipide in Fleisch, Milch und Ei-Herausforderung für die Tierernährung: Das Fettzahl-konforme Schwein: die MUFA:PUFA Norm. Schriftenreihe Institut für Nutztierwissenschaften, Band 25, Zürich.
- BERK, A. und E. SCHULZ (2001): Body composition of pigs depending on lysine supply. Proc. Soc. Nutr. Physiol. 10: 73.
- BERK, A. und J. WEIß (2008): Rapsfuttermittel und Trockenschlempe in der Schweinemast. Veredelungsproduktion: Zeitschrift für Tierhaltung. 1 (18-21).
- BLANK, B., SCHLECHT, E. und A. SUSENBETH (2012): Effect of dietary fibre on nitrogen retention and fibre associated threonine losses in growing pigs. Archiv Animal Nutrition 66 (2): 86-101.
- BMELV [Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2012): Eiweißpflanzenstrategie des BMELV - Stand 27.11.2012, Berlin.
- BRANSCHEID, W., HONIKEL, K. O., LENGERKEN VON, G. und K. TROEGER (Ed.) (1998): Qualität von Fleisch und Wurstwaren. Band 1. Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main.
- BURGSTALLER, G. und K. LANG (1989): 00-Rapsextraktionsschrot im Austausch gegen Sojaextraktionsschrot in der Futterration für Mastschweine. Das wirtschaftseigene Futter 35, 137-148.
- BURGSTALLER, G., LANG, K., JATSCH, C. und H. NICKLAS (1991): Zum Einsatz von Rapsöl im Vergleich zu Sojaöl im Mischfutter für Mastschweine und zum Einfluss

dieser Futteröle auf das Fettsäurenmuster des Schweinefettes. *Fat Science Technology*. (10): 391-399.

CHRENKOVA, M., FORMELOVA, Z., CHRASTINOVA, L., FLAK, P., CERESNAKOVA, Z., LAHUCKY, R., POLACIKOVA, M. und I. BAHELKA (2011): Influence of diets containing raw or extruded peas instead of soybean meal on meat quality characteristics in growing-finishing pigs. *Czech Journal Animal Science*, 56, 2011 (3): 119–126.

DE LANGE, C.F.M., GABERT, V.M., GILLIS, D. und J. F. PATIENCE (1998): Digestible energy contents and apparent ileal amino acid digestibilities in regular or partial mechanically dehulled canola meal samples fed to growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 1998, 78 (4): 641-648.

DLG (2010): Erfolgreiche Mastschweinefütterung. 1. Auflage. DLG-Verlag. Frankfurt/Main.

DLG (2014): DLG Futterwerttabellen -Schweine. 7. erweiterte und neu gestaltete Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

DUSEL, G. und J. WEIß (2011): Futtermittelkunde. in: *Tierproduktion*. J. Weiß, W. Papst und S. Granz (Ed.), 14. vollständig überarbeitete Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.

FIN (2000): Fishmeal for pigs - a feed with a very healthy future. Online in Internet. URL: <http://www.iffo.net/system/files/85.pdf> (Stand: 09.06.2015).

FISCHER, K., FREUDENREICH, P., HOPPENBROCK, K.H. und W. SOMMER (1992): Einfluss produktionstechnischer Bedingungen auf das Fettsäurenmuster im Rückenspeck von Mastschweinen. *Fleischwirtschaft* (72): 200-205.

FISCHER, K., LINDNER, J.P. und U. BAULEIN (2010): Zur Beeinflussung des intramuskulären Fettgehalts von Schweinefleisch Schlachtkörper- und Fleischqualität. *Fleischwirtschaft* 90 (1): 96-102.

FULLER, M.F. und P. J. REEDS (1998): Nitrogen cycling in the gut. *Annual Review of Nutrition*. 18, 385-411.

GfE [Gesellschaft für Ernährungsphysiologie] (1987): Energie- und Nährstoffbedarf landwirtschaftlicher Nutztiere, Nr. 4 Schweine. DLG-Verlag, Frankfurt am Main.

GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen. DLG Verlag, Frankfurt am Main.

GONZALEZ-VEGA, J.C. und H.H. STEIN (2012): Amino acid digestibility in canola, cotton seed, and sunflower products fed to finishing pigs. *Journal of Animal Science* 90 (12): 4391-4400.

HAGEMANN, L., BERK, A., BÜSING, K., CLAUS, H., HARDINGHAUS, C., KRÜGER, K., MATTHES, W., MÜLLER, S., OTTEN, C., RADEMACHER, M., RIEWENHERM, G., WEBER, M. und A. ZEYNER (2014): Untersuchungen zur bedarfsgerechten Versorgung von Masthybridebernen. in: Kongressband 2013 Berlin: VDLUFA Schriftenreihe 69: Vorträge zum Generalthema: Untersuchen, Bewerten, Beraten, Forschen. Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (Ed.), VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

- HAHN, V. (2008): Die Sonnenblume - eine Eiweißpflanze für den Ökologischen Landbau? Online in Internet. URL: <http://www.bundesprogramm-oekolandbau.de/fkz=03OE599> (Stand: 15.03.2015).
- HAUDE, I. (2003): Untersuchungen zu Auswirkungen einer unterschiedlichen Threoninversorgung von Mastschweinen auf N-Bilanz, Zusammensetzung des Ansatzes sowie die Leistung (Zunahmen, Energieaufwand). Inaugural –Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover.
- HOGG, B. W., CATCHESIDE, L. M., MERCER, G. J. K., DUGANZICH, D. M., KEILER, A. H., IRELAND, T. L. and C. J. HAGYARD (1989) Variation in composition and eating quality of New Zealand export beef. NZ Soc. Anim. Prod. 49, 133 – 141.
- HOOG, B. W., PEARSON, A. M., and DUTSON, T. R. (1991) Growth Regulation In Farm Animals : Advances in meat research Volume 7 . 103 - 134.
- HSZV N/O (2013): Zuchtreport 2013 Tabellen. Online in Internet. URL: http://www.hszv.de/downloads/2014_09_15_151200.pdf (Stand: 26.02.2015).
- HSZV N/O (2014) Zuchtreport 2014. Online in Internet. URL: http://www.hszv.de/downloads/2015_08_04_132329.pdf (Stand: 01.11.2015).
- HUNNIUS (1998): Pharmazeutisches Wörterbuch, de Gruyter Verlag, Berlin – New York, 8. Auflage.
- KAMPHUES, J., WOLF, P., COENEN, M., EDER, K., IBEN, C., KIENZLE, E., LIESEGANG, A., MÄNNER, K., ZEBELI, Q. und J. ZENTEK (Ed.) (2014): Supplemente zur Tierernährung - für Studium und Praxis. 12. überarbeitete Auflage, M. & H. Schaper GmbH, Hannover.
- KEMNA, J. (2015): Veredeltes Rapsextraktionsschrot, HL Hamburger Leistungsfutter GmbH, persönliche Information an: Helko Pommer, 03.03.2015.
- KERSCHBAUM, S. und P. SCHWEIGER (2001): Untersuchungen über die Fettsäure- und Tocopherolgehalte von Pflanzenölen, Abschlußbericht über das Arbeitsprojekt „Pflanzenöle“, Information für die Pflanzenproduktion, Sonderheft. 1/2001, Hrsg: Landesanstalt für Pflanzenbau Forchheim, Rheinstetten.
- KIRCHGEßNER, M., ROTH, F. X., und E. SENKENBERG (1984): Einfluss einer Protein- und/oder Energierestriktion und -realimentation auf die N-Bilanz von Mastschweinen. Z. Tierphysiologie, Tierernährung und Futtermittelkunde. 52, 45 - 55.
- KLEINE KLAUSING, H. und G. RIEWENHERM (2013): Fütterung von Mastschweinen. in: Schweinemast. S. Hoy (Ed.), Eugen Ulmer, Stuttgart.
- KLEUTER, A., WESTENDARP, H., BAUMEISTER, J., Gehrmeyer, D., OSTERHOFF, F., KARLA, A. und V. RIST (2015): Vollständiger Ersatz von Sojaextraktionsschrot durch Rapsextraktionsschrot in der Ration von Mastschweinen unter Einsatz eines Enzymkomplexes. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung in Fulda, 14.-15.04.2015.

- KRETSCHMAR, I. (2012): Veredeltes Rapsextraktionsschrot. Feed Magazin - Kraftfutter (9-10): 58-63.
- KRIST, S., BUCHBAUER, G. und C. KLAUSBERGER (2008): Lexikon der pflanzlichen Fette und Öle. Springer-Verlag, Wien.
- LE BELLEGO, L., NOBLET, J. und J. MILGEN (2000): Einfluß der Protein-, Aminosäuren- und Energieversorgung auf die Mast- und Schlachtleistungsparameter beim Schwein. Lohmann Information (2): 1-4.
- LEHMANN, R. (1975): Mathematische Grundlagen zur Analyse des Wachstums von landwirtschaftlichen Nutztieren. Archiv für Tierzucht, Band 18 (3): 163-174. Berlin.
- LENGERKEN VON, G., WICKE, M. und K. FISCHER (2007): Schlachttierwert des Schweines. in: Qualität von Fleisch und Fleischwaren. Band 1. 2. Auflage, Deutscher Fachverlag, Frankfurt am Main.
- LIEBERT, F., LENGERKEN, G. v., GEBHARDT, G. und H. PFEIFFER (1983): Untersuchungen zum kompensatorischen Wachstum beim Schwein im frühen Wachstumsabschnitt auf Schlachtkörper- und Fleischqualität. Tierzucht 37, 20 - 23.
- LINDERMAYER und PREIßINGER (2014): Rapsextraktionsschrot in der Fütterung von Schweinen. Fachartikel Veredelungsproduktion Proteinmarkt.de. Online in Internet. URL: <http://www.proteinmarkt.de/aktuelle-meldungen/artikel/news/ rapsextraktionsschrot-in-der-fuetterung-von-schweinen/>. (Stand: 05.05.2015).
- LINDERMAYER, H., PROBSTMEIER, G. und W. PREIßINGER (2011): Schweinefütterung mit heimischen Eiweißfuttermitteln Unterrichts- und Beratungshilfe, November 2011, LfL Information. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) (Ed.).
- LfL [Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft] (2015): Schweinemast und Ferkelerzeugung – Ringbetriebe kontrollieren ihre Futterkosten und den Nährstoffkreislauf. Online in Internet. URL: <http://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/101086/index.php> (Stand 30.05.2015).
- LfL (2014): Futterberechnung für Schweine (Kompakt). 1. Auflage, Freising-Weihenstephan.
- LWK S-H (2014): Schweinereport 2014. Ergebnisse der Betriebszweige Ferkelerzeugung und Schweinemast. Online in Internet. URL: http://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Tier/Schweine/Schweinereport_2014.pdf
- LYWOOD, W. und PINKNEY, J. (2012): An outlook on EU biofuel production and its implications for the animal feed industry. in: Biofuel co-products as livestock feed - Opportunities and challenges. H. P. S. Makkar (Ed.), FAO, Rome.
- MÄRKA GmbH: Koppelprodukte - 2 interessante Angebote. Online in Internet. URL: <http://maerka.de/upload/koppelprodukte/Koppelprodukte.pdf> (Stand 01.04.2015).
- McDONNELL, P., O'SHEA, C., FIGAT, S. und J.V. O'DOHERTY (2010): Influence of incrementally substituting dietary soya bean meal for rapeseed meal on nutrient digestibility, nitrogen excretion, growth performance and ammonia emissions from growing-finishing pigs. Archiv of Animal Nutrition, 64, 412-424.

- MESSERSCHMIDT, U., EKLUND, M., SAUER, N., RIST, V. T. S., ROSENFELDER, P., SPINDLER, H. K., HTOO, J. K., SCHÖNE, F. und R. MOSENTHIN (2014): Chemical composition and standardized ileal amino acid digestibility in rapseed meals sourced from German oil mills for growing pigs. *Animal Feed Science and Technology* 187, 68 - 76.
- MEYER, E. (2011): Was leisten die Eber? Online in Internet. URL: <http://www.smul.sachsen.de/lfulg> (Stand 22.03.2015).
- MOUROT, J., PEINIAU, P. und A. MOUNIER (1994): Effects of dietary linoleic acid on lipogenesis enzyme activity in adipose tissue in the pig. *Reprod. Nutr. Dev.* 34: 213-220.
- MÜLLER, S., WEBER, M., HAGEMANN, L., BERK, A., OTTEN, C., BÜSING, K., ZEYNER, MÜLLER, A., DELFS, H., KRÜGER, K., RIEWENHERN, G., HARDINGHAUS, A., CLAUS, H. und D. UETRECHT (2014): Untersuchungen zur bedarfsgerechten Versorgung von Mastebern zur Ausschöpfung des genetisch vorhandenen Leistungspotenzials. Schlussbericht zum Teilprojekt 3: Gruppen-Fütterungsversuche mit Ebern, Sauen und Kastraten unter Stations- und Feldbedingungen. BLE- Ver bundprojekt „Eberfütterung“.
- NRC [National Research Council] (1998): Nutrient Requirements of Swine. 10th ed. National Academy of Sciences, Washington, DC.
- OKROUHLA, M., STUPKA, R., CITEK, J., SPRYSL M., BRZOBOHATY, L. und E. KLUZAKOVA (2012): The Effect of replacing soybean meal with rapeseed meal on the production performance and meat chemical composition in pigs. *RESEARCH IN PIG BREEDING* (1), 6.
- OVID [Verband der Ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland] (2012): Eiweißstrategie Futtermittel: Die Rolle von Soja und Raps als Proteinfuttermittel in Deutschland und Europa. Positionspapier vom 14.05.2012. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel/OVID_Positionspapier_Proteinstrategie_Presse_120514.pdf (Stand 07.04.2015).
- OVID: Daten und Grafiken, Zahlen für Deutschland 2014. Online in Internet. URL: <http://www.ovid-verband.de/index.php?id=307> (Stand 22.10.2015).
- OWEN, J. B. und W. J. RIDGMAN (1968): Further studies of the effect of dietary energy content on the voluntary intake of pigs. *Animal Production* 10: 85-91.
- PATIENCE, J.F., GILLS, D. und C.F.M. DE LANGE (1996): The Evaluation of Dehulled Canola Meal as a Replacement for Soybean Meal in the Diets of Growing and Finishing Pigs. Online in Internet. URL: <http://www.prairieswine.com/the-evaluation-of-dehulled-canola-meal-as-a-replacement-for-soybean-meal-in-the-diets-of-growing-and-finishing-pigs/> (Stand: 20.06.2015).
- PIKE, I.H. (1979): The role of Fishmeal in diets for pigs. International Association of fishmeal manufacturers, Hertfordshire. Online in Internet. URL: <http://www.iffo.net/es/system/files/TB06%20Fishmeal%20for%20Pigs.PDF> (Stand: 09.06.2015).

- PREIßINGER, W., LINDERMAYER, H. und G. PROPSTMEIER (2010): Futterwert diverser Eiweißfuttermittel für Schweine - Nebenerzeugnisse des Brauereigewerbes. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Versuchsberichte/schweine/Versuchsbericht5_Pre%C3%9FingerExtraktionsschrote.pdf (Stand 27.03.2015).
- RADEMACHER, M. (1995): Untersuchungen zur Einbeziehung des Konzepts der praecaecalen Aminosäurenverdaulichkeit in die Rationsgestaltung von Mastschweinen. Christian-Albrechts-Universität Kiel, Dissertation.
- REICHARDT, W., GERNAND, E., MÜLLER, S., HARTUNG, H., ECKERT, B. und U. BRAUN (2003): Erhebungen der Fettsäurenzusammensetzung von Rückenfett bei Thüringer Schweinen sowie zum Fett von Thüringer Knackwürsten aus dem Einzelhandel. Archiv für Tierzucht (46): 257-267.
- ROTH, F.X. (2000): Die Bedeutung der Energiedichte und des Lysin : Energieverhältnisses im Ferkel- und Vormastfutter. Lohmann Information (1): 1-4.
- ROTH, F. X. (2014): Schweinefütterung. in: Kirchgeßner Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 14. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- ROTH, L. und K. KORMANN (2000): Ölpflanzen-Pflanzenöle, Ecomed-Verlag, Landsberg am Lech.
- ROYER, E., CHAUVEL, J., COURBOULAY, V., GRANIER, R. und J. ALBAR (2004): Grain Legumes, Rapeseed Meal and Oil Seeds for Weaned Piglets and Growing/Finishing Pigs. 55th Annual meeting of the European Association for Animal Production Bled, Slovenia, September 5-9.
- ROYER, E. und A. QUINSAC (2011): Impact of liquid feeding and health status on the use of high level of rapeseed meal in pig fattening diets. 13th International Rapeseed Congress, June 5-9, Prague, Czech Republik.
- SAUER, W.C., MOSENTHIN, R., AHRENS, F. und L.A. DE HARTOG (1991): The effect of source of fiber on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. Journal of Animal Science 69, 4070-4077.
- SCHÄFFER, M., BRUNLEHNER, E.M. und H. LINDERMAYER (2015): Standardisierte praecaecale Aminosäurenverdaulichkeiten in Soja- und Rapsprodukten beim Schwein. Online in Internet. URL: <http://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/098546/index.php>. (Stand 06.05.2015).
- SCHEDLE, K., HUMER, E. und C. MEIR (2013): Alternative protein sources to soybean meal: Potentials and limitations in diets for growing - finishing pigs A review. Tierärztliche Umschau (68): 336-342.
- SCHLEGEL, M. (2001): Untersuchungen zum Wachstumsverlauf von Börgen. Dissertation der Agrar- und Umweltwissenschaftlichen Fakultät der Universität Rostock.
- SCHMIDT, T.: Vortrag: Aktueller Stand und Einschätzung der Entwicklung der Proteinfuttermittelmärkte, 35. Tag des Milchviehhalters in Sachsen-Anhalt Bernburg und Iden,

27. / 28. November 2012.

- SCHÖNE, F. (2009): Glucosinolatgehalt in Rapsfuttermitteln: Entscheidendes Qualitätskriterium in der Tierernährung. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/uploads/media/Glucosinolatgehalt_in_Rapsfuttermitteln.pdf (Stand 20.03.2015)
- SCHÖNE, F., WEIß, J., QUANZ, G., LEITERER, M., HARTUNG, H., RIEGER, G., SCHUH MANN, W. und C. KINAST (2004): Einfluss steigender Anteile an Rapsextraktions- schrot in Futtermischungen für Mastschweine auf Mastleistung, Schlachtkörperquali- tät sowie Thiocyanat-Jod und Schilddrüsenhormonstatus. in: Rapsextraktionsschrot und Körnerleguminosen in der Geflügel und Schweinefütterung. UFOP Schriften Heft 24.
- SCHÖNE, F., WEBER, M. und T. GRAF (2012a): Rapsmonitoring für eine bessere Positio- nierung von Rapsextraktionsschrot und Rapskuchen besonders in der Fütterung der Schweine. in: Vorträge zum Generalthema: Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft : Bestimmung und Eignung. Verband Deutscher Landwirt- schaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (Ed.), VDLUFA-Schriftenreihe Band 68/2012, VDLUFA Verlag, Darmstadt.
- SCHÖNE, F., PÖSCHMANN, S., BARGHOLZ, J., BÄHR, R.-P., MÜLLER, K. und J. EG- GERS (2012b): Proteinqualität von Rapssaat und daraus hergestelltem Rapsextrakti- onsschrot im Vergleich. in: Vorträge zum Generalthema: Nachhaltigkeitsindikatoren für die Landwirtschaft : Bestimmung und Eignung. Verband Deutscher Landwirt- schaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten (Ed.), VDLUFA-Schriftenreihe Band 68/2012, VDLUFA Verlag, Darmstadt.
- SCHULZ, E., BERK, A. und U. HENNING (1999): Zur Bedeutung des praecaecal verdauten Lysins im Vergleich zum Gesamtlysin für die Mastleistung und den Proteinansatz. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 193: 304-308.
- SCHULZE, H., VAN LEEUWEN, P., VERSTEGEN, M.W.A., HUISMAN, J., SOUFFRANT, W.B. und F. AHRENS (1994): Effect of level of neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. Journal of Animal Science 72, 2362-2368.
- SHURSON, G.C. (2002): The Value and Use of Corn Gluten Feed and Meal and DDGS in Swine Diets. Vortrag: U.S. Grains Council Market Development Workshop, Panama City, Panama. 8.-12. Januar 2002. Online in Internet. URL: http://www.ddgs.umn.edu/prod/groups/cfans/@pub/@cfans/@ddgs/documents/asset/cfans_asset_414422.pdf (Stand: 03.06.2015).
- SILJANDER-RASI, H., VALAJA, J., ALAVIUHKOLA, T., RANTAMÄKI, P. und T. TUPASELA (1995): Replacing soya bean meal with heat-treated, low-glucosinolate rapeseed meal does not affect the performance of growing-finishing pigs. Animal Feed Science Technology 60: 1-12.
- SIMON, O. (1989): Metabolism of proteins and amino acids. In: Bock, H.-D., Eggum, B.O., Low, A.G., Simon, O. und T. Zebrowska. (eds.) Protein metabolism in farm animals, Oxford University Press and VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin.

- SIMOPOULOS, A. und L G. CLELAND (2003): Omega-6/Omega-3 Essential Fatty Acid Ratio: The Scientific Evidence. Karger, Basel.
- STANGL, G. I. (2014): Mineralstoffe, Vitamine und sonstige Wirkstoffe. in: Kirchgeßner Tierernährung: Leitfaden für Studium, Beratung und Praxis. 14. Auflage, DLG-Verlag, Frankfurt am Main.
- STOLL, P. (2007): Wie Molke optimal einsetzen? Schweinekurs IAG/ 18. Januar 2007, Po-sieux. Online in Internet. URL: <http://www.agroscope.admin.ch/aktuell/02720/03910/03930/index.html> (Stand: 02.06.2015).
- SUSENBETH, A., DICKEL, T., DIEKENHORST, A. und D. HÖHLER (1999): The effect of energy intake, genotype and body weight on protein retention in pigs when dietary lysin is the first-limiting factor. *Journal of Animal Science* (77): 2985-2989.
- THACKER, P.A. und R. W. NEWKIRK (2005): Performance of growing-finishing pigs fed barley-based diets containing toasted or non-toasted canola meal. *Canadian Journal of Animal Science*, 85 (1): 53-59.
- TLL [Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft] (2015): Neues aus Untersuchung und angewandter Forschung, Berichte 2015 - Nr. 1. Verwertung von Rapsfuttermitteln in der Thüringer Landwirtschaft.
- TORRES-PITARCH, A., MOSET, V., FERRER, P., CAMBRA-LOPEZ, M., HERNANDEZ, P., COMA, J., PASCUAL, M., SERRANO, P. und A. CERISUELO (2014): The inclusion of rapeseed meal in fattening pig diets, as a partial replacer of soybean meal, alters nutrient digestion, faecal composition and biochemical methane potential from faeces. *Animal Feed Science and Technology*. (198): 215–223.
- ULBRICH, M. H. (2004): Fütterung und Tiergesundheit. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer.
- VERNON, R.G., BARBER, M.C. und M.T. TRAVERS (1999): Present and future studies on lipogenesis in animals and human subjects. *Proc. Nutr. Soc.* 58: 541-549.
- VO [EG] 575/2011: Verordnung (EG) Nr. 575/2011 Katalog der Einzelfuttermittel gemäß VO 767/2009.
- WÄHNER, M. (2013): Genetische und nichtgenetische Einflussfaktoren für den Masterfolg. in: Schweinemast. S. Hoy (Ed.), Eugen Ulmer, Stuttgart.
- WANG, T.C. und M.F. FULLER (1989): The optimum dietary amino acids pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. *Journal of Animal Science* (62): 77-89.
- WEBER, M., SCHULZE, U., STENZEL, P., GRIMMER, A. und U. GIESCHLER (2006): Versuchsbericht Einsatz von Rapsextraktionsschrot in der Schweinefütterung (Stationsversuch). Fachinformation Landesanstalt für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau Sachsen Anhalt. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Versuchsberichte/schweine/Versuchsbericht1.pdf (Stand 10.04.2015).

- WEBER, M. (2010): Getrocknete Weizenschlempe in der Schweinefütterung. Veredelungsproduktion Proteinmarkt.de. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Schweine/OVID-Fachartikel-Getreideschlempe.pdf (Stand 02.04.2015).
- WEBER, M. (2012): Vortrag: Alternative Eiweißquellen in der Schweinefütterung für hohe Leistungen. Sächsischer Schweinetag 2012, 10.Oktober 2012.
- WEBER, M. (2013): 8 Jahre Monitoring von Rapsfuttermitteln. Veredelungsproduktion Proteinmarkt.de. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/eurotier-2012/bilder/OVID-13-015-Spezial-Monitoring_Nr.10.pdf (Stand 27.03.2015).
- WEBER, M. (2014a): Ackerbohnen und Erbsen – wertvolles heimisches Eiweiß für tierische Höchstleistungen. Veredelungsproduktion Proteinmarkt.de. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Fachartikel_Koernerleguminosen_FREIGABE2.pdf (Stand 02.04.2015).
- WEBER, M. (2014b): Vortrag: Rapsextraktionsschrotfutter als wichtige Proteinquelle in der Schweinefütterung. Thüringer Fütterungsforum zur Proteinversorgung bei Schweinen, Landvolkbildung Thüringen e.V., 27.März 2014.
- WEBER, M. und U. SCHULZE (2015): Ergebnisse des UFOP-Monitoring 2014 zur Qualität von Rapsextraktionsschrotfutter. Forum angewandte Forschung in der Rinder- und Schweinefütterung in Fulda, 14.-15.04.2015.
- WEBER, M. und K.E. STRACK (2011): Schweineproduktion. in: Tierproduktion. J. Weiß, W. Papst und S. Granz (Ed.), 14. vollständig überarbeitete Auflage, Enke Verlag, Stuttgart.
- WEIß, F. (2013): Wirtschaftliche Futtermittel: Rapsextraktionsschrotfutter in der Schweinemast. Veredelungsproduktion Proteinmarkt.de. Online in Internet. URL: http://www.proteinmarkt.de/fileadmin/user_upload/Downloads/downloads_allgemein/Ovid-13-019-Spezial_Ausgabe11_Neuauflage_01.pdf
- WEIß, F. und J. SCHÖNE (2008): Rapsextraktionsschrot in der Schweinefütterung. UFOP-Praxisinformation, überarbeitete Auflage 2008.
- WEIßMANN, F. (2011): An exemplary view on the influence of genotype and feeding on growth performance, carcass quality, and meat quality in organic pig fattening. Landbauforschung Völkenrode (61): 75-82.
- WETSCHEREK, W., ZOLLITSCH, W. und F. LETTNER (1992): Einsatz von Rapsextraktionsschrot im Ergänzungskraftfutter für die Schweinemast mit Maiskornsilage. Die Bodenkultur, 43, 363-370.
- WOOD, J.D., ENSER, M., FISHER, A.V., NUTE, G.R., SHEARD, P.R., RICHARDSON, R.I., HUGHES, S.I. und F.M. WHITTINGTON (2008): Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. Meat Science 78: 343–358.
- WYLLIE, D. and OWEN, J. B. (1978) Dietary protein content and the subsequent body composition and food intake of pigs. J. Agric. Sci., Camb. 90, 69 - 76.

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

PENG, X., HUILONG, H., XINYANG, D. und Z. XIAOTING (2012): Evaluation of extruded or unextruded double-low rapeseed meal and multienzymes preparation in pigs nutrition during the finishing phase of production. Italian Journal of Animal Science. 11: e34 184-189.

ZDL [Zentralausschuss der Deutschen Landwirtschaft] (Ed.) (2014): Positivliste für Einzelfuttermittel. 11. Auflage, Berlin.

ZIMMER, Y. und T. MÖLLMANN (2008): Endbericht: Analyse erfolgreicher Anbau- und Vermarktungssysteme heimischer Körnerleguminosen. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Braunschweig.

Anhang

Anhang 1: Zeitliche Versuchsabfolge in den Durchgängen im Jahr 2014

	Einstallung	Umstellung (Prüfabteil)	Prüfbeginn 30 kg	Beginn End- mast 70 kg	Mastende Schlachttage ¹
DG 1	11.2.	10.3.	27.3.	12.5.	4.7., 9.7., 23.7.
DG 2	27.2.	24.3.	17.4.	10.6.	9.7., 6.8.
DG 3	20.3.	7.4.	12.5.	19.6.	20.8., 27.8.
DG 4	10.4.	5.5.	28.5.	10.7.	3.9., 17.9.

1 - ein Schlachttag pro Woche

Anhang 2: Verteilung und Anzahl der Eber-Nachkommen auf die Versuchs- und Kontrollgruppen der Durchgänge (DG 1 bis DG 4) in Jürgenstorf

	Name des Ebers	Kontrolle	Versuch
DG 1	Wadmeno	8	4
	Wadleo	4	4
	Wadinka	4	8
DG 2	Ferranda	7	8
	Chimel	8	8
DG 3	Wadmoda	8	8
	Chimel	8	8
DG 4	Wadkuss	8	8
	Maesina	8	8

Anhang 3: Prüfung der Abweichung der deklarierten (Soll) und analysierten (Ist) Gehaltsangaben hinsichtlich der Einhaltung der Analysenspielräume (VDLUFA) und Toleranzen nach EU 939/2010 Teil A & B

Kontrolle Vormast							
Analytischer Bestandteil	Einheit	Soll	Ist	Analysenspielräume nach VDLUFA	Bewertung	Zulässige Toleranzen nach EU Nr. 939/2010 Teil A & B	Bewertung
						unterschreitend	
Energie	MJ ME	13,4	13,2	nicht dargestellt	-	0,4 MJ ME keine	i.O.
Rohprotein	%	16,5	16,9	5% R	i.O.	12,5% 12,5%	i.O.
Rohfaser	%	3,5	4,2	25% R	i.O.	1,7 Einheiten 1,7 Einheiten	i.O.
Rohfett	%	3,5	3,9	0,6 E	i.O.	1 Einheit 2 Einheiten	i.O.
Rohasche	%	5,0	5,2	0,5 E	i.O.	1 Einheit 1 Einheit	i.O.
Lysin	%	1,14	1,18	13% R	i.O.	10%* 10%*	i.O.
Methionin	%	0,36	0,33	0,06 E	i.O.	10%* 10%*	i.O.
Calcium	%	0,75	0,85	10% R	nicht i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.
Phosphor	%	0,55	0,56	9% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,2 Einheiten	i.O.
Natrium	%	0,2	0,2	14% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.
Kontrolle Endmast							
Analytischer Bestandteil	Einheit	Soll	Ist	Analysenspielräume nach VDLUFA	Bewertung	Zulässige Toleranzen nach EU Nr. 939/2010 Teil A & B	Bewertung
						unterschreitend	
Energie	MJ ME	13,0	13,3	nicht dargestellt	-	0,4 MJ ME keine	i.O.
Rohprotein	%	15,5	15,5	5% R	i.O.	12,5% 12,5%	i.O.
Rohfaser	%	4,0	3,5	25% R	i.O.	1,7 Einheiten 1,7 Einheiten	i.O.
Rohfett	%	3,0	3,1	0,6 E	i.O.	1 Einheit 2 Einheiten	i.O.
Rohasche	%	5,0	4,7	0,5 E	i.O.	1 Einheit 1 Einheit	i.O.
Lysin	%	0,95	0,84	13% R	i.O.	10%* 10%*	nicht i.O.
Methionin	%	0,29	0,32	0,06 E	i.O.	10%* 10%*	i.O.
Calcium	%	0,7	0,76	10% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.
Phosphor	%	0,45	0,48	9% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,2 Einheiten	i.O.
Natrium	%	0,22	0,24	14% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.
Versuch Vormast							
Analytischer Bestandteil	Einheit	Soll	Ist	Analysenspielräume nach VDLUFA	Bewertung	Zulässige Toleranzen nach EU Nr. 939/2010 Teil A & B	Bewertung
						unterschreitend	
Energie	MJ ME	13,4	13,4	nicht dargestellt	-	0,4 MJ ME keine	i.O.
Rohprotein	%	16,5	16,7	5% R	i.O.	12,5% 12,5%	i.O.
Rohfaser	%	5,0	4,4	25% R	i.O.	1,7 Einheiten 1,7 Einheiten	i.O.
Rohfett	%	7,0	5,6	0,6 E	nicht i.O.	1 Einheit 2 Einheiten	nicht i.O.
Rohasche	%	5,0	5,4	0,5 E	i.O.	1 Einheit 1 Einheit	i.O.
Lysin	%	1,14	1,15	13% R	i.O.	10%* 10%*	i.O.
Methionin	%	0,36	0,33	0,06 E	i.O.	10%* 10%*	i.O.
Calcium	%	0,75	0,92	10% R	nicht i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.
Phosphor	%	0,55	0,60	9% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,2 Einheiten	i.O.
Natrium	%	0,22	0,21	14% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.
Versuch Endmast							
Analytischer Bestandteil	Einheit	Soll	Ist	Analysenspielräume nach VDLUFA	Bewertung	Zulässige Toleranzen nach EU Nr. 939/2010 Teil A & B	Bewertung
						unterschreitend	
Energie	MJ ME	13,0	13,1	nicht dargestellt	-	0,4 MJ ME keine	i.O.
Rohprotein	%	15,5	15,5	5% R	i.O.	12,5% 12,5%	i.O.
Rohfaser	%	5,0	4,3	25% R	i.O.	1,7 Einheiten 1,7 Einheiten	i.O.
Rohfett	%	4,5	3,7	0,6 E	nicht i.O.	1 Einheit 2 Einheiten	i.O.
Rohasche	%	5,0	4,8	0,5 E	i.O.	1 Einheit 1 Einheit	i.O.
Lysin	%	0,95	0,72	13% R	nicht i.O.	10%* 10%*	nicht i.O.
Methionin	%	0,29	0,32	0,06 E	i.O.	10%* 10%*	i.O.
Calcium	%	0,70	0,83	10% R	nicht i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.
Phosphor	%	0,45	0,41	9% R	i.O.	0,2 Einheiten 0,2 Einheiten	i.O.
Natrium	%	0,22	0,32	14% R	nicht i.O.	0,2 Einheiten 0,4 Einheiten	i.O.

* 10% R bei >1000 E (1 E = 1 mg)

E = Einheit (absoluter Anteil E vom angegebenen Gehalt)

R = Relativ (relativer Anteil % R vom angegebenen Gehalt)

Toleranzen Inhaltsstoffe: für festgestellte(s) Rohprotein, Rohfett, Rohasche, Rohfaser

Toleranzen Zusatzstoffe: für festgestelltes Lysin, Methionin, Calcium, Phosphor, Natrium

Anhang 4: Alle Wägetermine der Durchgänge im Jahr 2014 in Jürgenstorf

	DG1	DG2	DG3	DG4
Einstellung Quarantäne	11.2.	27.2.	20.3.	10.4.
Umstellung in PA 1	10.3.	24.3.	07.4.	05.5.
30 kg	20.3.	10.4.	30.4.	23.5.
30 kg (Wdh.)	27.3.	17.4.	12.5.	28.5.
50 kg	24.4.	14.5.	02.6.	19.6.
70 kg	07.5.	28.5.	19.6.	10.7.
70kg (Wdh.)	12. ¹ /14.5. ²	10.6.	30.6.	
70kg (Wdh.)	19.5.			
90 kg	02.6.	19.6.	17.7.	31.7.
Zwischenwägung		07.7.	31.7.	
Zwischenwägung		17.7.		
Zwischenwägung		25.7.		
Zwischenwägung		31.7.		
110 kg	19.6.	05.8.	19.8.	19.8.
Zwischenwägung	26.6.		26.8.	27.8.
Zwischenwägung	02.7.			02.9.
Zwischenwägung	08.7.			16.9.
Zwischenwägung	22.7.			

PA 1: Prüfabteil 1

¹ Agrisangruppe

² Kontrollgruppe

Anhang 5: Regressionsgleichungen der Lebendmasseentwicklung der geprüften Gruppen in den Durchgängen 1 - 4 zur Bestimmung des Datums für die Lebendmasse 30 kg

Gruppe und Durchgang	Regressionsgleichung der Lebendmassezunahme	Lebenstag bei Prüfbeginn ¹	Datum des Prüfbeginns ¹
DG 1 KG	$y = -0,00000018613785260985x^4 + 0,0000559891318739652x^3 - 0,00176852907570672x^2 + 0,269010715249183x + 1,21699177184539$	76	26.03.2014
DG 1 VG	$y = 0,00000012653932043875x^4 - 0,000075000999007166x^3 + 0,0162210386278915x^2 - 0,653469815842076x + 16,1965102937436$	75	25.03.2014
DG 2 KG	$y = -0,00000013554700755139x^4 + 0,0000300814009850554x^3 + 0,00205502405614208x^2 + 0,0351512526354176x + 5,70560550149392$	79	19.04.2014
DG 2 VG	$y = -0,00000003374949764768x^4 - 0,0000526224100269239x^3 + 0,00568872061472262x^2 - 0,126447490715345x + 8,1613718993497$	79	19.04.2014
DG 3 KG	$y = 0,00000011044545920475x^4 - 0,00007065076715721340x^3 + 0,0163377301124923x^2 - 0,797455437905953x + 20,4073062759943$	81	12.05.2014
DG 3 VG	$y = -0,00000005826423647091x^4 + 0,00000534588554547155x^3 + 0,00499993699655755x^2 - 0,16831256625769x + 10,4284308792866$	82	13.05.2014
DG 4 KG	$y = -0,00000026046128481654x^4 + 0,000082849314180858x^3 - 0,00668319086179228x^2 + 0,769889078730648x - 14,9130232519544$	72	24.05.2014
DG 4 VG	$y = -0,00000001172878484614x^4 - 0,00000922646657426801x^3 + 0,00518391526129528x^2 + 0,125445493689214x - 2,95732463178251$	73	25.05.2014

¹ aus Regressionsgleichung abgeleitet, DG - Durchgang, KG - Kontrollgruppe, VG - Versuchsgruppe

Anhang 6: Anzahl und Verteilung der für die Fettsäurenanalytik untersuchten Tiere

	Kontrolle		Versuch			Σ
	m	w	m	w		
DG 1	2	2	1	1	6	
DG 2	3	5	2	2	12	
DG 3	6	3	5	6	20	
DG 4	4	5	6	3	18	
Σ	15	15	14	12	56	

DG - Durchgang, m - männlich, w - weiblich

Anhang 7: Ablauf der Fettsäurenanalytik

Die Extraktion des intramuskulären Fettes aus etwa 2 g Muskelhomogenat erfolgte mit Chloroform/Methanol (2:1, vol/vol) unter Verwendung des Ultra Turrax (3 x 15 Sekunden bei 12.000 Umdrehungen pro Minute) bei Raumtemperatur. Alle Lösungsmittel wurden mit 0,005 % (wt/vol) Butylhydroxytoluol zur Vermeidung von Oxidationen versetzt. Nach Vervollständigung der Extraktion bei 5°C über Nacht im Kühlschrank wurde das Extraktionsgemisch filtriert und anschließend mit 0,02 % wässriger CaCl_2 Lösung gewaschen. Danach erfolgte die Trocknung der organischen Phase mit Na_2SO_4 und K_2CO_3 (10:1, wt/wt). Nach Filtration und Einengen des Lösungsmittels erfolgte die Rückwaage zur Bestimmung des intramuskulären Fettgehaltes (IMF).

Für die Analytik der Fettsäuren wurden jeweils 25 mg Fett wurden in Toluol gelöst, mit 0,5 molarem Natriummethylat verestert und für 10 Minuten bei 60°C im Schüttelwasserbad behandelt. Zur Umesterung wurde Bortrifluorid/Methanol (14%, wt/vol) hinzugefügt und das Reaktionsgemisch für weitere 10 Minuten bei 60°C im Schüttelwasserbad behandelt. Anschließend wird das Reaktionsgemisch mit 2 ml gesättigter NaHCO_3 -Lösung versetzt und die Reaktionsprodukte (Fettsäure-methylester) zweimal mit je 2 ml *n*-Hexan ausgeschüttelt. Diese Extrakte werden zusammengefügt, mit Trockenmittel versetzt, filtriert und dann unter Stickstoff eingeengt. Die Fettsäuremethylester wurden unter *n*-Heptan bis zur gaschromatographischen Analyse bei -20°C gelagert.

Die Analytik der einzelnen Fettsäuren im Muskel der Schweine erfolgte unter Verwendung einer CP SIL 88 Kapillarsäule (100 m x 0,25 mm, Chrompack-Varian, USA) mit Hilfe der Gaschromatographie, Perkin Elmer Autosys XL mit FID und Splitinjektion (Perkin Elmer Instruments, Shelton, USA) durchgeführt. Folgendes Temperaturprogramm wurde zur Trennung der Fettsäuren verwendet: 150°C/5 min halten - 200°C/2°C min^{-1} - 10 min halten, 220°C/1,5 °C min^{-1} - 35 min halten. Als Trägergas wurde Wasserstoff mit einer Flussrate von 1 ml min^{-1} eingesetzt. Die Injektor-Temperatur betrug 260°C, die Detektor-Temperatur 280°C und das Splitverhältnis betrug 40:1. Die quantitative Bestimmung der Fettsäuren erfolgte mit Hilfe der internen Standardmethode, als interner Standard wurde C19:0 eingesetzt. Die 5-Punkt-Kalibrierung für alle Fettsäuren erfolgte über einen Konzentrationsbereich von 18 bis 376 ng/ μL . Die Probenkonzentrationen der Fettsäuren in den Extrakten lagen im Bestimmungsbereich der Methode. Als Referenzstandards für die qualitative und quantitative Analytik der Fettsäuren wurden das Referenzstandardgemisch 'Sigma-FAME' von Sigma-Aldrich (Deisenhofen, Germany), und die Einzelkomponenten C18:2*cis*-9, *trans*-11, C22:5*n*-3 sowie C18:1*cis*-11 (Matreya, Pleasant Gap, USA) und die Methylester von C18:1*trans*-11 und C22:4*n*-6 (Sigma-Aldrich, Deisenhofen, Germany) eingesetzt.

Anhang 8: Ferkelgrundpreise der entsprechenden Kalenderwochen für 28 kg Tiere in Mecklenburg-Vorpommern

Einstalldatum	Ferkelgrundpreis €/Tier ¹
11.02.2014	60,35
27.02.2014	60,88
20.03.2014	59,34
10.04.2014	62,01

1Quelle: MIO Marktinformation Ost

Anhang 9: Durchschnittliche tägliche Zunahmen der Gruppen, Mittelwerte der durch Regressionsgleichungen (Anhang 5) ermittelten Tageszunahmen der Durchgänge

Datum	Lebenstag	Versuch	Kontrolle	Datum	Lebenstag	Versuch	Kontrolle
31.03.2014	81	689	698	16.05.2014	127	861	922
01.04.2014	82	695	705	17.05.2014	128	862	923
02.04.2014	83	702	713	18.05.2014	129	863	924
03.04.2014	84	708	720	19.05.2014	130	864	925
04.04.2014	85	714	727	20.05.2014	131	865	926
05.04.2014	86	719	734	21.05.2014	132	865	926
06.04.2014	87	725	741	22.05.2014	133	866	926
07.04.2014	88	731	748	23.05.2014	134	866	926
08.04.2014	89	736	755	24.05.2014	135	867	926
09.04.2014	90	742	762	25.05.2014	136	867	925
10.04.2014	91	747	769	26.05.2014	137	867	925
11.04.2014	92	752	775	27.05.2014	138	867	924
12.04.2014	93	757	782	28.05.2014	139	867	923
13.04.2014	94	762	788	29.05.2014	140	867	921
14.04.2014	95	767	794	30.05.2014	141	867	919
15.04.2014	96	771	800	31.05.2014	142	866	918
16.04.2014	97	776	806	01.06.2014	143	866	915
17.04.2014	98	781	812	02.06.2014	144	865	913
18.04.2014	99	785	818	03.06.2014	145	864	911
19.04.2014	100	789	824	04.06.2014	146	863	908
20.04.2014	101	793	829	05.06.2014	147	862	905
21.04.2014	102	797	835	06.06.2014	148	861	901
22.04.2014	103	801	840	07.06.2014	149	860	898
23.04.2014	104	805	845	08.06.2014	150	859	894
24.04.2014	105	809	850	09.06.2014	151	858	890
25.04.2014	106	812	855	10.06.2014	152	856	885
26.04.2014	107	816	860	11.06.2014	153	854	880
27.04.2014	108	819	865	12.06.2014	154	853	875
28.04.2014	109	822	869	13.06.2014	155	851	870
29.04.2014	110	825	874	14.06.2014	156	849	865
30.04.2014	111	828	878	15.06.2014	157	847	859
01.05.2014	112	831	882	16.06.2014	158	845	853
02.05.2014	113	834	886	17.06.2014	159	843	847
03.05.2014	114	837	889	18.06.2014	160	840	840
04.05.2014	115	839	893	19.06.2014	161	838	833
05.05.2014	116	842	896	20.06.2014	162	835	826
06.05.2014	117	844	900	21.06.2014	163	833	818
07.05.2014	118	846	903	22.06.2014	164	830	810
08.05.2014	119	848	906	23.06.2014	165	827	802
09.05.2014	120	850	908	24.06.2014	166	824	794
10.05.2014	121	852	911	25.06.2014	167	821	785
11.05.2014	122	854	913	26.06.2014	168	818	776
12.05.2014	123	855	915	27.06.2014	169	815	767
13.05.2014	124	857	917	28.06.2014	170	811	757
14.05.2014	125	858	919	29.06.2014	171	808	747
15.05.2014	126	860	921	30.06.2014	172	804	737
				01.07.2014	173	800	726

Anhang 10: Durchschnittliche Lebendmasseentwicklung der Gruppen, Mittelwerte der durch Regressionsgleichungen (Anhang 5) ermittelten Lebendmassezunahmen der Durchgänge

Datum	Lebenstag	Versuch	Kontrolle	Datum	Lebenstag	Versuch	Kontrolle
31.03.2014	81	33,0	33,0	16.05.2014	127	69,6	71,6
01.04.2014	82	33,7	33,7	17.05.2014	128	70,5	72,5
02.04.2014	83	34,4	34,4	18.05.2014	129	71,4	73,5
03.04.2014	84	35,1	35,1	19.05.2014	130	72,2	74,4
04.04.2014	85	35,8	35,9	20.05.2014	131	73,1	75,3
05.04.2014	86	36,5	36,6	21.05.2014	132	74,0	76,2
06.04.2014	87	37,3	37,4	22.05.2014	133	74,8	77,2
07.04.2014	88	38,0	38,1	23.05.2014	134	75,7	78,1
08.04.2014	89	38,7	38,9	24.05.2014	135	76,6	79,0
09.04.2014	90	39,5	39,6	25.05.2014	136	77,4	79,9
10.04.2014	91	40,2	40,4	26.05.2014	137	78,3	80,9
11.04.2014	92	41,0	41,2	27.05.2014	138	79,2	81,8
12.04.2014	93	41,7	42,0	28.05.2014	139	80,0	82,7
13.04.2014	94	42,5	42,8	29.05.2014	140	80,9	83,6
14.04.2014	95	43,3	43,6	30.05.2014	141	81,8	84,5
15.04.2014	96	44,0	44,4	31.05.2014	142	82,6	85,4
16.04.2014	97	44,8	45,2	01.06.2014	143	83,5	86,3
17.04.2014	98	45,6	46,0	02.06.2014	144	84,3	87,2
18.04.2014	99	46,4	46,8	03.06.2014	145	85,2	88,2
19.04.2014	100	47,2	47,6	04.06.2014	146	86,1	89,1
20.04.2014	101	47,9	48,5	05.06.2014	147	86,9	89,9
21.04.2014	102	48,7	49,3	06.06.2014	148	87,8	90,8
22.04.2014	103	49,5	50,2	07.06.2014	149	88,7	91,7
23.04.2014	104	50,4	51,0	08.06.2014	150	89,5	92,6
24.04.2014	105	51,2	51,9	09.06.2014	151	90,4	93,5
25.04.2014	106	52,0	52,7	10.06.2014	152	91,2	94,4
26.04.2014	107	52,8	53,6	11.06.2014	153	92,1	95,2
27.04.2014	108	53,6	54,5	12.06.2014	154	92,9	96,1
28.04.2014	109	54,4	55,3	13.06.2014	155	93,8	96,9
29.04.2014	110	55,2	56,2	14.06.2014	156	94,6	97,8
30.04.2014	111	56,1	57,1	15.06.2014	157	95,5	98,6
01.05.2014	112	56,9	58,0	16.06.2014	158	96,3	99,5
02.05.2014	113	57,7	58,9	17.06.2014	159	97,2	100,3
03.05.2014	114	58,6	59,8	18.06.2014	160	98,0	101,1
04.05.2014	115	59,4	60,7	19.06.2014	161	98,9	101,9
05.05.2014	116	60,3	61,6	20.06.2014	162	99,7	102,8
06.05.2014	117	61,1	62,5	21.06.2014	163	100,5	103,6
07.05.2014	118	61,9	63,4	22.06.2014	164	101,4	104,3
08.05.2014	119	62,8	64,3	23.06.2014	165	102,2	105,1
09.05.2014	120	63,6	65,2	24.06.2014	166	103,0	105,9
10.05.2014	121	64,5	66,1	25.06.2014	167	103,8	106,7
11.05.2014	122	65,3	67,0	26.06.2014	168	104,6	107,4
12.05.2014	123	66,2	67,9	27.06.2014	169	105,5	108,2
13.05.2014	124	67,1	68,9	28.06.2014	170	106,3	108,9
14.05.2014	125	67,9	69,8	29.06.2014	171	107,1	109,6
15.05.2014	126	68,8	70,7	30.06.2014	172	107,9	110,3
				01.07.2014	173	108,7	111,0

Anhang 11: Lebendmasseentwicklung in Abhängigkeit vom Geschlecht

Merkmal	LSM					
	Eber		Kontrolle		Versuch	
	Eber	Sau	Eber	Sau	Eber	Sau
Alter, d						
Vormastbeginn(30 kg)	77,7	77,7	77,8 ^{ab}	77,8 ^{cd}	77,6 ^{ac}	77,6 ^{bd}
Endmastbeginn(70 kg)	123,3	123,3	123,5 ^{ab}	123,5 ^{cd}	123,1 ^{ac}	123,1 ^{bd}
110 kg	171,1	171,0	171,0	171,0	171,1	171,1
Mastende, d	181,7 ^a	184,6 ^a	181,0	184,1	182,5	185,0
Dauer						
Abschnitt 30-110 kg	93,0	93,3	92,7	93,2	93,4	93,5
Mastdauer, d	181,7 ^a	184,6 ^a	103,3	106,4	104,9	107,4
Lebendmasse, kg						
Vormastbeginn, 30 kg	30,8	30,6	30,4	30,4	31,2	30,9
50 kg	48,7	48,4	48,9	48,5	48,6	48,3
Endmastbeginn, 70 kg	68,3	66,4	69,2	66,9	67,4	66,0
90 kg	92,8 ^a	89,4 ^a	94,4	90,4	91,2	88,3
110 kg	110,9 ^a	105,9 ^a	112,1 ^b	107,1	109,7	104,6 ^b
Mastende	120,6 ^a	116,3 ^a	121,6 ^b	116,5	119,6	116,1 ^b
tägliche Zunahmen, g/d						
30-50 kg	732	724	760	741	704	707
Vormast	824 ^a	789 ^a	851 ^b	799	796	778 ^b
Endmast	895 ^a	815 ^a	910 ^{bc}	821 ^b	880	809 ^c
30-110 kg	862 ^a	809 ^a	882 ^b	825	842	793 ^b
PTZ	866 ^a	803 ^a	884 ^{bc}	809 ^b	848	797 ^c
LTZ	662 ^a	628 ^a	669,7 ^{bc}	631 ^b	654	626 ^c

Gr - Gruppe, Ge - Geschlecht, Du - Durchgang, Vormast - Gewichtsabschnitt 30 kg bis 70 kg

Endmast - Gewichtsabschnitt 70 kg bis Mastende, Mast gesamt - Gewichtsabschnitt 30 kg bis

Mastende

PTZ - Prüftagszunahme, LTZ - Lebenstagszunahme, Mastende - 1 Tag vor der Schlachtung

identische Buchstaben bedeuten signifikant unterschiedliche Mittelwerte (p<0,05)

Anhang 12: Wirkung der Durchgänge auf einzelne Merkmale in den Gruppen

Merkmale	Kontrolle				Versuch					
	Durchgänge				Durchgänge					
	1	2	3	4	1	2	3	4		
Alter Mastende, d	183,0	184,3	183,3	179,7	184,3	186,0	184,7	180,0	B	
Mastdauer, d	106,0	107,5	102,1	103,7	107,3	109,0	103,4	105,0		
LM Mastbeginn (30kg)	30,1	28,1	30,7	32,6	33,3	29,3	29,9	31,8		
LM Mastende	125,1	117,5	111,9	121,6	123,5	111,2	114,9	121,8	A, B, C	
PTZ	898	808	811	870	851	753	828	858		
LTZ	684	631	610	675	669	595	621	674	A, B, C	

LM - Lebendmasse, PTZ - Prüftagszunahme, LTZ - Lebenstagszunahme, Mastende - 1 Tag vor der Schlachtung

A - P <0,05 (signifikant) zwischen Kontrolle 1 und Kontrolle 3

B - P <0,05 (signifikant) zwischen Versuch 2 und Versuch 4

C - P <0,05 (signifikant) zwischen Versuch 1 und Versuch 2

Anhang 13: Fettsäurengehalte des Rapsöls moderner 00-Sorten nach verschiedenen Autoren

Fettsäuren	Gehalt in % nach ROTH und KORMANN (2000)	Gehalt in % nach HUNNIUS (1998)	Gehalt in % nach KERSCHBAUM (2001)
Palmitinsäure	4	3-8	4,7
Linolsäure	20	18-32	19,6
Palmitoleinsäure	-	-	0,2
Ölsäure	63	45-65	58,8
α -Linolensäure	9	6-14	9,2
Stearinsäure	-	-	1,6
Arachinsäure	-	-	0,6
Behensäure	-	-	0,3
Vaccensäure	-	-	3,5
Myristinsäure	-	-	0,1
Erucasäure	0,5	<5	0,7
Eicosensäure	-	-	1,3

Quelle: Krist et al. (2008) (verändert)

Danksagung

Ich möchte mich ganz herzlich bei Frau Prof. Dr. Schuldt und Frau Dr. Dinse bedanken von der Hochschule Neubrandenburg Fachbereich Tierernährung und Futtermittelkunde für die geleistete Unterstützung und Betreuung.

Ich möchte mich ebenfalls ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Matthes, Frau Dr. Lösel und Frau Dr. Priecke von der Landesforschungsanstalt Mecklenburg-Vorpommern Institut für Tierproduktion für die Möglichkeit zur Auswertung des Versuches und der sich anschließenden Unterstützung während der Erstellung der Thesis bedanken.

In gleicher Weise bedanke ich mich bei Frau Schubert und Frau Utrecht vom Hybrid-schweinezuchtverband Nord/Ost e.V. und Herrn Dr. Dannenberger vom Leibniz Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerstorf.

Für die erfolgreiche Zusammenarbeit danke ich Herrn Pohl von der FUGEMA Malchin und Herrn Dr. Kemna von der Hamburger Leistungsfutter.

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit erkläre ich an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Name, Ort, Datum Unterschrift