

Zur Ausnutzung eines kompensatorischen Wachstumseffektes in der ökologischen Schweinemast

FRIEDRICH WEIBMANN¹, ANDREAS BERK² UND
RUDOLF JOOST-MEYER ZU BAKUM³

¹ Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI), Institut für Ökologischen Landbau,
Trenthorst 32, D-23847 Westerau, friedrich.weissmann@vti.bund.de

² Friedrich-Loeffler-Institut (FLI), Institut für Tierernährung,
Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, andreas.berk@fli.bund.de

³ Futtermühle Meyerhof zu Bakum,
Bakumer Str. 80, D-49324 Melle, info@meyerhof-zu-bakum.de

Zusammenfassung

Zur Überwindung der sog. Proteinlücke in der ökologischen Monogastrerernährung sollte in einer Untersuchung geklärt werden, ob nach einer Lysin-Unterversorgung in der Anfangsmast nach geeigneter Realimentation in der Endmast ein kompensatorisches Wachstum stattfindet. Dazu wurden 96 Mastschweine einer modernen Genetik, hälftig verteilt auf Kastrate und Sauen, in 4 Gruppen mit unterschiedlich gestalteten Lysin-Energie-Quotienten (g Lysin pro MJ Umsetzbare Energie, UE) in der Anfangs-/Endmastration (Versuchsgruppe: 0,69/0,69; Negativkontrolle: 0,69/0,59; Positivkontrolle: 0,89/0,69; Normalkontrolle 0,89/0,59) auf Mastleistung, Schlachtkörperqualität und Wirtschaftlichkeit untersucht. Alle 4 Gruppen schnitten bei der Mastleistung gleich ab. Bei der Schlachtkörperqualität bewegte sich der Muskelfleischanteil bei der Versuchsgruppe und der Negativkontrolle auf gleichem, aber tendenziell niedrigerem Niveau im Vergleich zur Positivkontrolle und zur Kontrollgruppe. Beim Überschuss des Erlöses über die Ferkel-Futter-Kosten konnte in unterschiedlichen Szenarien gezeigt werden, dass die Negativkontrolle mit stei-

genden Rationskosten zunehmend besser abschneidet. Das ist der Fall, je stärker durch Restriktionen im ökologischen Landbau der Rationsanteil von Futtermitteln nicht ökologischer Herkunft limitiert wird. Es wird geschlussfolgert, dass ein gewisses Maß an Kompensationsvermögen beim Mastschwein vorhanden ist, und dass unter den spezifischen Fütterungsrestriktionen des ökologischen Landbaus die DLG-Empfehlungen zur Lysinversorgung in der Anfangsmast als zu hoch einzuschätzen sind.

Einleitung

Bei der Vermarktung von Schlachtschweinen spielt sowohl in der ökologischen als auch in der konventionellen Schweinemast die Schlachtkörperqualität in Form des Muskelfleischanteils der Schlachthälfte eine wesentliche Rolle. Dabei hängt die Höhe der erreichbaren Muskelfleischprozentage neben der Wahl der Genetik im Wesentlichen vom Lysin-Energie-Verhältnis in der Futtermast ab. Letzteres wird entscheidend durch die zur Verfügung stehenden Eiweißfuttermittel eingestellt (Weißmann 2011).

Durch die sog. Proteinlücke im Ökolandbau, d. h. dem Mangel an Eiweißfuttermitteln mit hochwertigem Aminosäurenmuster, fällt es v. a. in der wichtigen Phase der Anfangsmast besonders schwer, den sich an den DLG-Fütterungsempfehlungen (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) orientierenden Lysin-Energie-Quotienten in der Ration einzustellen. In der Regel wird annäherungsweise die notwendige Lysinmenge wie folgt in die ökologische Schweinemastration eingebracht (Wlcek & Zollitsch 2004): (i) Einsatz hoher Anteile von Proteinträgern in der Ration, die ihrerseits allerdings zu einem umweltrelevanten, deutlich erhöhten Rohproteingehalt in der Ration führen; (ii) Einsatz von Proteinträgern nicht ökologischer Herkunft (üblicherweise Kartoffeleiweiß) auf der Grundlage der z. Zt. noch zulässigen aber zeitlich befristeten Ausnahmegenehmigungen; (iii) Kombination beider Strategien als gängiges Verfahren.

Diese Vorgehensweise mit den ihr innewohnenden Mängeln wird vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Profilierung der ökologischen Fütterung kritisch bewertet (Niggli 2005). Daher sollte mit dem vorliegenden Versuch überprüft werden, ob ein fütterungsbedingt geringerer Proteinansatz in der Anfangsmast (aufgrund eines abgesenkten Lysin-Energie-Verhältnisses infolge des Verzichts auf erhöhte Rohproteingehalte bzw. auf Proteinträger nicht ökologischer Herkunft) durch eine entsprechende Rationsgestaltung in der Endmast in Form eines geringfügig über den DLG-Empfehlungen angesiedelten Lysin-Energie-Verhältnisses kompensiert werden kann.

Kompensatorisches Wachstum kann bei

sämtlichen landwirtschaftlichen Nutztieren vorkommen und beschreibt die Fähigkeit des Organismus, Einbußen auf Grund einer vorausgegangenen Mangelperiode bzw. Futterrestriktion im Verlauf einer Realimentationsphase (Zeitraum mit angemessener bzw. besserer Nährstoffversorgung) wieder wettzumachen. Die Restriktions- und die Realimentationsphase erfolgen entweder als begrenzter versus freier Futterzugang oder als schlechte versus gute Futterqualität. Dabei beruht der kompensatorische Effekt entweder auf einer erhöhten Futteraufnahme oder einer besseren Futterverwertung, d.h. einer verbesserten körpereigenen Nährstoffausnutzung. Die Kompensationsrate kann teilweise oder vollständig sein und hängt im Wesentlichen von der Schwere der vorausgegangenen Mangelperiode ab (Molnar 1995). Bis heute sind die hinter dem kompensatorischen Wachstum stehenden Stoffwechselprozesse noch nicht vollständig aufgeklärt.

Die Ergebnisse des vorliegenden Fütterungsversuches sollen einen Beitrag zu einer ökologisch und ökonomisch optimierten 100%-Bio-Schweinefütterung leisten.

Material und Methoden

Es wurden 4 Fütterungsgruppen gebildet, die sich im Lysin-Energie-Verhältnis der Futterrationen in der Anfangs- und Endmast unterschieden, wobei die Gruppe 1 als eigentliche Versuchsgruppe, die Gruppe 2 als eine Negativkontrolle, die Gruppe 3 als eine Positivkontrolle und die Gruppe 4 als die eigentliche Kontrolle fungiert (Tabelle 1). Dabei stellt die Gruppe 1 eine sog. „Universalmastr“ dar, ist aber auch gleichzeitig die Gruppe, die den Nachweis

Tabelle 1: Versuchsdesign

Gruppe	1	2	3	4
	Versuchsgruppe	Negativkontrolle	Positivkontrolle	Normalkontrolle
Lysin-Energie-Quotient (g Lysin pro MJ Umsetzbare Energie) in der ...				
... Anfangsmast	0,69	0,69	0,89	0,89
... Endmast	0,69	0,59	0,69	0,59
Futter in der ...				
... Anfangsmast	Futter 2	Futter 2	Futter 1	Futter 1
... Endmast	Futter 2	Futter 3	Futter 2	Futter 3

für das kompensatorische Wachstum gegenüber der Standardfütterung (Gruppe 4) erbringen soll. Die Gruppe 2 ist eine „Negativkontrolle“ in Form einer Unterversorgung und die Gruppe 3 soll verdeutlichen, dass die Gruppe 4 ausreichend versorgt ist und das Mehr an Aminosäuren im Abschnitt der Endmast keinen weiteren Proteinansatz bewirken kann.

Tabelle 2: Zusammensetzung und Analysedaten der 3 Futtermischungen

	Futter 1	Futter 2	Futter 3
Gerste (%)	36,2	38,2	41,6
Triticale (%)	15,0	21,0	24,0
Erbsen/Ackerbohnen (%)	20,0	20,0	18,5
Sojakuchen (%)	8,0	9,0	5,0
Rapskuchen (%)	7,5	5,0	4,0
Weizenkleie (%)	5,5	4,0	4,0
Kartoffeleiweiß, konventionell (%)	5,0	--	--
Vormischung (%)	2,0	2,0	2,0
Futterkalk (%)	0,8	0,8	0,9
Soll_Energiegehalt (MJ ME /kg)	12,80	12,70	12,60
Ist_Energiegehalt (MJ ME /kg)	12,84	12,75	12,70
Soll_Lysin-Energie-Quotient (g Lys /MJ ME)	0,89	0,69	0,59
Ist_Lysin-Energie-Quotient (g Lys /MJ ME)	0,89	0,67	0,60

Die Tabelle 1 zeigt, dass 3 verschiedene Futter für die Einstellung der 3 unterschiedlichen Lysin-Energie-Quotienten von 0,59, 0,69 und 0,89 in der Anfangs- bzw. Endmast verantwortlich sind. Die Tabelle 2 zeigt die Zusammensetzung und wesentlichen Analysedaten.

Die Tabelle 2 zeigt, dass die Übereinstimmung von Soll- und Istwerten bei der Futterenergie und beim Verhältnis von Lysin zur Futterenergie in allen 3 Futtermischungen sehr gut ausfällt, was bezüglich der Zielstellung des Projektes extrem wichtig ist.

Der Versuch umfasste 48 kastrierte männliche und 48 weibliche Tiere, die gleichmäßig auf die vier Futtergruppen aufgeteilt wurden. Davon schieden vier weibliche Tiere wegen gesundheitlicher Probleme aus, so dass 92 Tiere für die Auswertung verblieben. Die Masttiere der Genetik Pi*(DE*DL) stammten aus der Versuchsherde des Instituts für Ökologischen Landbau des vTI.

Die Tiere standen in einer strohlosen dani-

schen Aufstallung in Einzeltierhaltung mit individueller Trogfütterung. Die strohlose Einzeltieraufstallung war aus versuchs-technischen Gründen notwendig. Die fehlende Übereinstimmung mit entsprechenden Öko-Richtlinien hat keinerlei Auswirkungen auf die Umsetzbarkeit der Ergebnisse.

Die Mastperiode unterteilte sich in eine Anfangs- und eine Endmastperiode. Die Mast begann mit rund 28 kg Lebendmasse (LM) und endete mit einer LM von rund 117 kg. Der Wechsel von der Anfangs- auf die Endmast erfolgte bei einer LM von rund 78 kg. Dieser späte, nicht

praxisübliche Zeitpunkt wurde gewählt, um die im Fokus stehende Vormastperiode versuchstechnisch besonders zu stressen. Die Schlachtung erfolgte montags, wenn die Tiere bei der wöchentlichen Wiegung am Mittwoch der Vorwoche 111,5 kg Lebendmasse überschritten hatten. Das Futter wurde ad libitum entsprechend der Futteraufnahme des jeweiligen Tieres verabreicht. Wöchentlich zum Wiegetag der Tiere wurde die verbliebene Futtermenge zurück gewogen.

Sämtliche Daten wurden auf das Einzeltier bezogen erfasst.

Im Rahmen der Mastleistung wurde die Lebendmasseentwicklung durch wöchentliche Wiegungen erfasst, die mittlere Futteraufnahme aus der Differenz der wöchentlichen Ein- und Rückwaage des Futters errechnet. Aus diesen Daten errechnet sich auch die Futterverwertung. Die entsprechenden Kriterien der Mastleistung sind der Ergebnistabelle (Tabelle 4) zu entnehmen.

Die Erfassung der Schlachtkörperqualität

folgte den Richtlinien des ALZ (Ausschuss für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit, ZDS 2007). Die entsprechenden Kriterien der Schlachtkörperqualität sind der Ergebnistabelle (Tabelle 4) zu entnehmen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Mastleistung (Tabelle 4) ist durch ein ausgesprochen hohes Zunahmenniveau und eine für ökologische Mastverhältnisse als gut zu bezeichnende Futterverwertung gekennzeichnet (vergl. Millet et al. 2004). Während die Futterverwertung von den vier Fütterungsstrategien unberührt bleibt,

Tabelle 3: Futterpreise gemäß unterschiedlicher Restriktionen (€ / dt ohne MwSt.)

Futter mit ...	EU-Öko bis 2011*	Versuch / Bioland**	EU-Öko ab 2012***
... 0,89 g Lysin / MJ ME	44,80	44,80	47,82
... 0,69 g Lysin / MJ ME	39,49	41,72	41,72
... 0,59 g Lysin / MJ ME	38,16	39,45	39,45

* 5% konventionelle Komponenten in der gesamten Mast, ** 5% konventionelle Komponenten nur in der Vormast, ***100%-Biofütterung in der gesamten Mast

Die Wirtschaftlichkeit wurde als Überschuss des Erlöses über die Futter- und Ferkelkosten errechnet. Diese einfache Kennzahl ist trotzdem sehr aussagekräftig, da die Futter- und Ferkelkosten weit über 90 % der variablen Kosten des Mastverfahrens ausmachen und weitere Kostenblöcke keiner versuchsbedingten Varianz unterliegen. Die Rationspreise entsprechen realen Kalkulationen der Futtermühle Meyerhof zu Bakum (Tabelle 3), die Ferkelpreise der Bio-Ferkelnotierung Neumünster (93,- € pro Tier) und der Auszahlungspreis der EDEKA-Preismaske jeweils auf Basis April 2009 ohne MwSt. Die Wirtschaftlichkeitsberechnung wird mit einer praxisüblichen Vormast bis rund 50 kg LM kalkuliert.

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem SAS-Programmpaket Version 9.1 in Form eines varianzanalytischen Modells mit den fixen Effekten Fütterungsregime, Geschlecht und deren Interaktion sowie den Kovariablen Mastanfangs-, Umstellungs- und Mastend- bzw. Schlachtgewicht. Für die multiplen Mittelwertvergleiche kam der Tukey-Kramer-Test zur Anwendung.

zeigt sich bei den Tageszunahmen in der Endmast eine numerische Überlegenheit der Tiere in der Versuchsgruppe (Gruppe 1), die mit der statistisch abgesicherten höchsten Futteraufnahme einhergeht. Dies ist ein typischer kompensatorischer Effekt, der in abgeschwächter Form auch für die Negativkontrolle (Gruppe 2) zutrifft.

Auf die gesamte Mastperiode bezogen, bestehen keine statistisch gesicherten Unterschiede bei den Zunahmen und der Futterverwertung, da für die Ausprägung dieser Merkmale in erster Linie die Energieversorgung über das Futter verantwortlich ist (Moehn et al. 2000) und eine bedarfsgerechte Versorgung gesichert war (vergl. „Methoden“).

Für die körpereigene Protein- bzw. Fettsynthese ist dagegen das Verhältnis der essentiellen Aminosäuren zum Energiegehalt der Ration, besonders die erstlimitierende Aminosäure Lysin, verantwortlich (Moehn et al. 2000). Die gewählten Lysin-Energie-Quotienten in den 4 Futtergruppen haben offensichtlich nicht zu einer übermäßigen Verfettung der Tiere geführt, da sich das sonst negativ in den Tageszunahmen und der Futterverwertung niederschlagen hätte (Kapelanski et al. 2001).

Tabelle 4: Kriterien der Mastleistung-, Schlachtkörperqualität und Wirtschaftlichkeit von Schweinen mit unterschiedlichen Lysin-Energie-Quotienten im Vor- und Endmastfutter (LSQM ± SE)

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Lysin-UE-Quotient in Vor- / Endmast	0,69 / 0,69	0,69 / 0,59	0,89 / 0,69	0,89 / 0,59
Anzahl Tiere (n)	22	23	24	23
Mastleistung				
Tägliche Zunahme (g / Tier und Tag) im Mittel der ...				
... Vormastperiode	905 ± 7	914 ± 7	912 ± 6	901 ± 7
... Endmastperiode	1010 ± 24	976 ± 23	926 ± 23	916 ± 24
... Gesamtmastperiode	946 ± 14	926 ± 13	912 ± 13	927 ± 13
Futtermittelaufnahme (kg / Tier und Tag) im Mittel der ...				
... Vormastperiode	2,9 ± 0,04	2,8 ± 0,04	2,8 ± 0,04	2,9 ± 0,05
... Endmastperiode	3,4 ^a ± 0,06	3,2 ^{ab} ± 0,06	3,1 ^b ± 0,05	3,0 ^b ± 0,04
... Gesamtmastperiode	3,1 ± 0,06	3,0 ± 0,06	2,9 ± 0,05	3,0 ± 0,05
Futtermittelauswertung (kg Futter / kg Zuwachs) im Mittel der ...				
... Vormastperiode	3,2 ± 0,05	3,1 ± 0,05	3,1 ± 0,05	3,1 ± 0,05
... Endmastperiode	3,4 ± 0,06	3,3 ± 0,06	3,3 ± 0,06	3,3 ± 0,06
... Gesamtmastperiode	3,2 ± 0,04	3,2 ± 0,04	3,2 ± 0,04	3,2 ± 0,04
Schlachtkörperqualität				
Ausschlachtung (%)	78,0 ± 0,3	78,4 ± 0,3	78,2 ± 0,3	78,3 ± 0,3
Speckdicke (cm) am ...				
... Rückenspeck Lende ¹	1,7 ± 0,1	1,8 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,6 ± 0,1
... Rückenspeck Mitte ¹	2,1 ± 0,1	2,1 ± 0,1	2,0 ± 0,1	1,9 ± 0,1
... Rückenspeck Widerrist ³	3,8 ± 0,1	3,9 ± 0,1	3,7 ± 0,1	3,8 ± 0,1
... Seitenspeck ⁴ (13. Rippe)	3,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1	3,1 ± 0,1	3,1 ± 0,1
... Speckmaß B ⁵ (13. Rippe, <i>M.l.d.</i>)	1,4 ± 0,1	1,3 ± 0,1	1,2 ± 0,1	1,2 ± 0,1
Fleischfläche, 13. Rippe <i>M.l.d.</i> (cm ²)	46,1 ^b ± 0,8	45,9 ^b ± 0,7	48,9 ^a ± 0,7	48,4 ^{ab} ± 0,8
Fettfläche, 13. Rippe <i>M.l.d.</i> (cm ²)	17,9 ± 0,7	17,6 ± 0,7	17,0 ± 0,7	16,5 ± 0,7
Fleisch-Fett-Verhältnis (Fettfläche / Fleischfläche)	0,39 ± 0,02	0,39 ± 0,02	0,35 ± 0,02	0,34 ± 0,02
Muskelfleischanteil (%)	55,1 ± 0,6	55,0 ± 0,6	56,7 ± 0,6	56,5 ± 0,6
Wirtschaftlichkeit				
Überschuss des Erlöses über die Ferkel-Futter-Kosten* unter den Fütterungsvorgaben gemäß ...				
... EU-Öko-VO bis 2011** (€ / Tier)	50,48	52,82	44,63	46,97
... Versuch bzw. Bioland*** (€ / Tier)	44,10	48,09	40,70	44,70
... EU-Öko-VO ab 2012**** (€ / Tier)	44,10	48,09	37,37	41,37

^{a, b} Unterschiedliche Hochbuchstaben einer Zeile zeigen signifikante (p<0,05) Unterschiede (nicht relevant für Wirtschaftlichkeit);

¹ dünnste Stelle, ³ dickste Stelle, ⁴ ventrales Ende am *M. latissimus. d.*, ⁵ dünnste Stelle lateral;

* ohne MwSt., ** 5% konventionelle Komponenten in der gesamten Mast, *** 5% konventionelle Komponenten nur in der Vormast, **** 100%-Biofütterung in der gesamten Mast

Die Unterschiede zwischen den Kriterien der Schlachtkörperqualität (Tabelle 4) sind, bis auf die Fleischfläche, von den unterschiedlichen Fütterungsstrategien statistisch unbeeinflusst. Die absolute Höhe der Speckdicken und des Muskelfleischanteils (berechnet über die Bonner Formel) belegen die bereits aus den Mastleistungen abgeleitete Einschätzung, dass die schlechtere Lysinversorgung in der Versuchs- und Negativkontrollgruppe zu keiner übermäßigen Verfettung der Tiere geführt hat. Zwar zeigen die ausreichend bzw. überversorgten Tiere tendenziell höhere Muskel-

fleischprozente, aber die nur numerische Abstufung deutet zumindest auf einen teilweisen Kompensationseffekt der schlechter versorgten Tiere aus der Versuchs- und Negativkontrollgruppe hin. Dass sich die statistisch gesicherte Abstufung der Fleischflächen nicht deutlicher im Klassifizierungsergebnis widerspiegelt, liegt an der Bonner Formel. Diese verrechnet neben der Fleischfläche die Fettfläche und 5 Speckdicken, wobei sich die fettassoziierten Merkmale zwischen den Fütterungsstrategien aber nur geringfügig unterscheiden (vergl. Tab. 4).

Bei der Berechnung der Wirtschaftlichkeit wurden aufgrund der fehlenden Signifikanzen der Daten in der Vor- bzw. Endmast die über alle vier Gruppen gemittelten Lebendmassezuwächse (35,2 kg bzw. 52,9 kg), Futtermittelerwartungen (3,13 bzw. 3,33), Schlachtgewichte (91,3 kg) und Auszahlungspreise (2,81 € / kg SG bei 55,8 % MFA) mit den Ferkelkosten (vergl. „Methoden“) und Futterkosten (Tabelle 3) verrechnet.

Überraschend im Vergleich zur Mastleistung und Schlachtkörperqualität zeigt sich, dass bei allen drei Fütterungsszenarien immer die Negativkontrolle am besten abschneidet (Tabelle 4). Dagegen erstaunt nicht, dass mit zunehmender Regelungsschärfe die Wirtschaftlichkeit schlechter wird, besonders in der Positivkontrollgruppe 3 und Normalkontrollgruppe 4. Dafür sind zwei Gründe maßgeblich: Einerseits führen die geringsten Restriktionen zu den günstigsten Futtermittelpreisen (Tabelle 3), was sich in der Höhe des Überschusses unmittelbar niederschlägt; andererseits wird bestätigt, dass das Optimum der speziellen Intensität eines Produktionsverfahrens jeweils neu bestimmt werden muss, wenn sich Erlös- oder Kostenrelationen wesentlich ändern.

Das Verbot der konventionellen Komponenten stellt eine solch wesentliche Änderung im Kostengefüge dar und führt nach den Auswertungen dieses Versuches zu abgesenkten Empfehlungen für die Aminosäurenversorgung in der Vormast. Das exakte Optimum des Lysin-Energie-Verhältnisses ist aus diesem Versuch allerdings nicht herauszuarbeiten, weil die Fragestellung (und damit die Versuchsanordnung) zu Beginn eine andere war.

Schlussfolgerung

Mit Mastrationen ausschließlich 100 % ökologischer Herkunft sind wirtschaftlich tragbare Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten zu erzielen. Dabei ist ein Lysin-Energie-Quotient in der Vormast anzustreben, der bei gegebener Mastintensität

geringer ausfällt als die entsprechende DLG-Versorgungsempfehlung für die konventionelle Mast.

Danksagung

Das Projekt (06oe060) wurde durch das Bundesprogramm Ökologischer Landbau gefördert.

Literatur

- Kapelanski W, Falkowski J, Hammermeister A (2001) The effect of ad libitum and restricted feeding on fattening performance, carcass composition and meat quality of pigs. *Nature Sci* 9:269-276
- Millet S, Hesta M, Seynaeve M, Ongena E, De Smet S, Debraekeleer J, Janssens GPJ (2004) Performance, meat and carcass traits of fattening pigs with organic versus conventional housing and nutrition. *Livest Prod Sci* 87:109-119
- Moehn S, Gillis AM, Mougham PJ, De Lange CFM (2000) Influence of dietary lysine and energy intakes on body protein deposition and lysine utilization in the growing pig. *J Anim Sci* 78:1510-1519
- Molnar S (1995) Wachstum. In: Abel HJ, Flachowsky G, Jeroch H., Molnar S (Eds) *Nutztierernährung*. Stuttgart, G Fischer ISBN 3-334-60438-3. S 280-288
- Niggli U (2005) Folgen des Wachstums - verliert der Öko-Landbau seine Unschuld? *Ökologie & Landbau* 133:14-16
- 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 - vTI Agriculture and Forestry Research* 2(61):75-82
- ZDS (2007) Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein. Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion, Bonn