

## Hilft kompensatorisches Wachstum bei der Überwindung der Proteinlücke in der ökologischen Schweinemast?

FRIEDRICH WEIßMANN<sup>1</sup>, ANDREAS BERK<sup>2</sup> und RUDOLF JOOST-MEYER ZU BAKUM<sup>3</sup>

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

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

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

### Zusammenfassung

Durch den Mangel an Futtermitteln ökologischer Herkunft mit hochwertigem Aminosäurenmuster besteht die Gefahr zu geringer Lysingehalte in der Anfangsmastration für hochleistende Mastrassen im Vergleich zu den DLG-Bedarfsnormen, woraus eine zu starke Verfettung des Schlachtkörpers resultieren kann. Daher 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 (48 Kastrate, 48 Sauen) in 4 Gruppen mit unterschiedlich gestalteten Lysin-Energie-Quotienten (g Lysin pro MJ Umsetzbare Energie, ME) 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, Fleischqualität sowie Wirt-

schaftlichkeit untersucht. Alle 4 Gruppen schnitten bei der Mastleistung (z.B. Lebendmassezunahme, Futtermittelverwertung) und der Fleischqualität (z.B. pH-Werte, LF-Wert) gleich ab. Der Muskelfleischanteil (Schlachtkörperqualität) bewegte sich 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 steigenden Rationskosten zunehmend besser abschnitt. 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 für die Anfangsmast als zu hoch einzuschätzen sind.

## **Abstract**

### **Can compensatory growth in pig fattening help to resolve the organic feed protein gap?**

Due to a lack of organic feed with a high quality amino acid pattern it is difficult to achieve the required Lysine-Metabolisable-Energy-ratio in organic grower diets with the danger of reduced value creation. Hence, the present study should investigate whether a moderate oversupply of lysine in the finisher diet after a marginal lysine supply in the grower diet results in compensatory growth. 96 fattening pigs were divided into four groups characterised by different Lysine-ME-ratios in the grower/finisher diets (Experimental Group: 0.69/0.69; Negative Control Group: 0.69/0.59; Positive Control Group: 0.89/0.69; Regular Control Group: 0.89/0.59). Performance and carcass quality were recorded. The economic success was calculated under varying feed cost relevant organic pre-conditions. All groups were similar in performance. The experimental group and the negative control group showed similar but numerically lower lean meat percentages. The negative control group generated the best economic success. It is reasoned that fattening pigs show a certain degree of compensatory growth and that the conventional German lysine recommendations are too high for organic grower diets.

## **Einleitung**

Bei der Vermarktung bzw. Wertschöpfung von Schlachtschweinen spielt die Schlachtkörperqualität in Form des Muskelfleischanteils der Schlachthälfte eine wesentliche Rolle. Dies gilt gleichermaßen

für die konventionelle wie auch die ökologische Schweinemast. Die Höhe der erreichbaren Muskelfleischprozentage hängt neben der Wahl der Genetik im Wesentlichen vom Lysin-Energie-Verhältnis in der Futtermittelration ab, welches seinerseits wiederum entscheidend durch die zur Verfügung stehenden Eiweißfuttermittel eingestellt wird (Weißmann 2011).

Durch die begrenzte Verfügbarkeit von Eiweißfuttermitteln mit hochwertigem Aminosäuremuster, der sog. Proteinelücke in der ökologischen Tierfütterung, 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 herzustellen. In der Regel wird annäherungsweise die notwendige Lysinmenge in der ökologischen Schweinemast wie folgt in die Ration eingebracht (Wlcek & Zollitsch 2004):

- Einsatz hoher Anteile von Proteinträgern in der Ration, die ihrerseits allerdings zu einem umweltrelevanten, deutlich erhöhten Rohproteingehalt in der Ration führen
- Einsatz von Proteinträgern nicht ökologischer Herkunft (üblicherweise Kartoffeleiweiß) auf der Grundlage der z. Zt. noch zulässigen aber eben zeitlich befristeten Ausnahmegenehmigungen
- Kombination beider Strategien als gängiges Verfahren

Diese Vorgehensweise mit ihren inhärenten Mängeln ist vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Profilierung der ökologischen Fütterung als kritisch zu bewerten (Niggli 2005) und aus ökonomischer Sicht als ungünstig zu bezeichnen. Daher sollte mit dem vorliegenden Versuch überprüft werden, ob ein fütterungsbedingt geringerer Proteinansatz in der Anfangsmast, der durch den Verzicht auf erhöhte Rohprote-

ingehalte bzw. auf Proteinträger nicht ökologischer Herkunft und einer damit einhergehenden Absenkung des Lysin-Energie-Verhältnisses entsteht, durch eine entsprechende Rationsgestaltung in der Endmast in Form eines geringfügig über den DLG-Empfehlungen angesiedelten Lysin-Energie-Verhältnisses unter ökologischen Fütterungsbedingungen zu kompensieren ist.

Kompensatorisches Wachstum ist ein Phänomen, das bei allen landwirtschaftlichen Nutztieren vorkommen kann (Molnar1995). Der Begriff beschreibt die Fähigkeit des Organismus, Wachstumseinbußen auf Grund einer vorausgegangenen Mangelperiode bzw. Futterrestriktion im

Von den Ergebnissen des vorliegenden Fütterungsversuches wird erwartet, dass sie einen Beitrag zu einer ökologisch und ökonomisch optimierten 100%-Bio-Schweinefütterung leisten und damit die Prozess- und Produktqualität fördern.

## Material und Methoden

### Versuchsdesign

Zur Bearbeitung der Fragestellung wurden 4 Fütterungsgruppen gebildet, die sich im Lysin-Energie-Verhältnis der Futterrationen in der Anfangs- und Endmast unterscheiden, wobei Gruppe 1 als eigentliche Versuchsgruppe, die Gruppe 2 als eine Negativkontrolle, die Gruppe 3 als eine

**Tabelle 1:** Versuchsdesign

|                          | <b>Gruppe 1</b><br>Versuchsgruppe | <b>Gruppe 2</b><br>Negativkontrolle | <b>Gruppe 3</b><br>Positivkontrolle | <b>Gruppe 4</b><br>Normalkontrolle |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| Lysin : ME (g/MJ) in ... |                                   |                                     |                                     |                                    |
| ... der Anfangsmast      | 0,69                              | 0,69                                | 0,89                                | 0,89                               |
| ... der 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                           |

Verlauf einer Realimentationsphase 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 Futtermittelverwertung, d.h. einer verbesserten körpereigenen Nährstoffmobilisation. Die Kompensationsrate kann teilweise oder vollständig sein und hängt im Wesentlichen von der Schwere der vorausgegangenen Mangelperiode ab. Bis heute sind die hinter dem kompensatorischen Wachstum stehenden Stoffwechselprozesse noch nicht vollständig aufgeklärt.

Positivkontrolle und die Gruppe 4 als die eigentliche Normalkontrolle fungiert (Tabelle 1). Dabei stellt die Gruppe 1 eine sog. „Universalmas“ dar, ist aber auch gleichzeitig die Gruppe, die den Nachweis des kompensatorischen Wachstumseffektes gegenüber der Standardfütterung (Gruppe 4) erbringen soll. Die Gruppe 2 ist eine „Negativkontrolle“ in Form einer Unterversorgung, und die Gruppe 3 soll zeigen, dass die Gruppe 4 ausreichend versorgt ist und das Mehr an Aminosäuren im Abschnitt der Endmast keine weitere Verbesserung bewirken kann.

## Futter

Der Tabelle 1 ist zu entnehmen, dass die Einstellung der 3 unterschiedlichen Lysin-Energie-Quotienten von 0,59, 0,69 und 0,89 in der Anfangs- bzw. Endmast über 3 unterschiedliche Futter erfolgte. Die Tabelle 2 zeigt die Zusammensetzung und we-

## Tiere

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

**Tabelle 2:** Zusammensetzung und Analysedaten der drei 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      |
| CaCO <sub>3</sub> (%)                           | 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-Energieverhältnis (g Lys /MJ ME)     | 0,89     | 0,69     | 0,59     |
| Ist-Lysin-Energieverhältnis (g Lys /MJ ME)      | 0,89     | 0,67     | 0,60     |
| Soll-Met+Cys-Lys-Verhältnis (g Met+Cys / g Lys) | 0,59     | 0,62     | 0,66     |
| Ist-Met+Cys-Lys-Verhältnis (g Met+Cys / g Lys)  | 0,52     | 0,58     | 0,58     |

sentliche Analysedaten der drei Futtermischungen.

Die Tabelle 2 zeigt, dass die Übereinstimmung von Soll- und Istwerten beim Verhältnis von Lysin zur Energie bei allen 3 Futtermischungen sehr gut ausfällt, was bezüglich der Zielstellung des Projektes extrem wichtig ist. Darüber hinaus stimmt der Energiegehalt und das Verhältnis der Summe der schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin (Met) und Cystin (Cys) zum Lysin mit den DLG-Empfehlungen ebenfalls sehr gut überein, so dass auch von den weiteren wesentlichen Wert bestimmenden Rationscharakteristika keine negativen Einflüsse auf das Versuchsergebnis zu erwarten sind.

verblieben. Die Masttiere stammten aus der Versuchsherde des Instituts für Ökologischen Landbau des vTI; deren Grundlage ist die Hülsenberger Schaumann-Sau (DE x DL) inkl. eigenremontierter Jungsauen aus der Wechselkreuzung mit DE und DL. Jedes einzelne Versuchstier ist in seiner Abstammung individuell auf Vater (2 Piétrain-Duroc-Kreuzungseber) und Mutter rückverfolgbar.

## Versuchsdurchführung

Die 96 Versuchstiere verteilten sich auf zwei Durchgänge im Abstand von 6 Wochen mit 54 bzw. 42 Ferkeln.

Die Tiere standen in einer strohlosen dänischen Aufstallung in Einzeltierhaltung mit individueller Trogfütterung. Die strohlose

**Tabelle 3:** Lebendmassen (LM) und Schlachtgewichte (Mittelwert  $\pm$  Streuung)

|                          | <b>Gruppe 1</b><br>Versuch<br>n = 22 | <b>Gruppe 2</b><br>Neg.-Kontr.<br>n = 23 | <b>Gruppe 3</b><br>Pos.-Kontr.<br>n = 24 | <b>Gruppe 4</b><br>Kontrolle<br>n = 23 | <b>Signifi-<br/>kanz *</b> |
|--------------------------|--------------------------------------|--|--|--|----------------------------|
| LM zu Versuchsbeginn, kg | 28 $\pm$ 2                           | 29 $\pm$ 2                               | 28 $\pm$ 1                               | 29 $\pm$ 3                             | n.s.                       |
| LM zur Umstellung, kg    | 77 $\pm$ 6                           | 76 $\pm$ 5                               | 77 $\pm$ 5                               | 81 $\pm$ 7                             | n.s.                       |
| LM zum Versuchsende, kg  | 116 $\pm$ 3                          | 117 $\pm$ 4                              | 117 $\pm$ 4                              | 117 $\pm$ 7                            | n.s.                       |
| Schlachtgewicht, kg      | 91,0 $\pm$ 2,8                       | 91,5 $\pm$ 2,6                           | 91,6 $\pm$ 2,9                           | 91,3 $\pm$ 2,9                         | n.s.                       |

\* Tukey  $p < 0,05$ , n.s.: nicht signifikant

Einzeltieraufstallung war aus versuchs-technischen Gründen zur Bestimmung der Futteraufnahme notwendig. Die fehlende Übereinstimmung mit entsprechenden Öko-Richtlinien hat keinerlei Auswirkungen auf die Umsetzbarkeit der Ergebnisse.

Die Mastperiode unterteilte sich in eine Anfangs- und Endmastperiode. Die Mast sollte mit rund 30 kg Lebendmasse (LM) beginnen und mit einer LM von rund 115 kg enden. Der Wechsel von Anfangs- auf Endmast war bei einer Lebendmasse (LM) zwischen 75 kg bis 80 kg geplant. Die Schlachtung erfolgte i.d.R. montags, wenn die Tiere bei der wöchentlichen Wiegung am Mittwoch der Vorwoche 109,5 kg Lebendmasse überschritten hatten. Tabelle 3 zeigt die entsprechenden mittleren Lebendmassen und Schlachtgewichte, die sich zwischen den Gruppen nicht signifikant unterscheiden.

menge zurück gewogen. Aus der Futteraufnahme und den analysierten Aminosäuregehalten der 3 Futtermischungen leitet sich die für die Versuchsfragestellung relevante Gesamtaufnahme der Aminosäuren Lysin, Methionin und Cystin sowie Threonin in der gesamten Mastperiode ab (Tabelle 4).

#### Datenerfassung

Sämtliche Daten wurden auf das Einzeltier bezogen erfasst.

Im Rahmen der Mastleistung wurde die Lebendmasseentwicklung durch wöchentliche Wiegungen erfasst und die mittlere Futteraufnahme aus der Differenz der wöchentlichen Ein- und Rückwaage des Futters errechnet. Die entsprechenden Kriterien der Mastleistung sind dem Ergebniskapitel zu entnehmen.

Die Erfassung der Schlachtkörperqualität

**Tabelle 4:** Aminosäureaufnahme in der gesamten Mastperiode (Mittelwert  $\pm$  Streuung)

|                             | <b>Gruppe 1</b><br>Versuch<br>n = 22 | <b>Gruppe 2</b><br>Neg.-Kontr.<br>n = 23 | <b>Gruppe 3</b><br>Pos.-Kontr.<br>n = 24 | <b>Gruppe 4</b><br>Kontrolle<br>n = 23 |
|-----------------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| Lysin (g / Tier)            | 2458 $\pm$ 130                       | 2305 $\pm$ 200                           | 2853 $\pm$ 251                           | 2691 $\pm$ 236                         |
| Methionin + Cystin (g/Tier) | 1416 $\pm$ 75                        | 1331 $\pm$ 115                           | 1546 $\pm$ 136                           | 1451 $\pm$ 124                         |
| Threonin (g / Tier)         | 1690 $\pm$ 89                        | 1517 $\pm$ 134                           | 1762 $\pm$ 155                           | 1583 $\pm$ 136                         |

Das Futter wurde ad libitum entsprechend der Futteraufnahme des jeweiligen Tieres verabreicht. Wöchentlich zum Wiegetag der Tiere wurde die verbliebene Futter-

folgte den Richtlinien des ALZ – Ausschuss für Leistungsprüfungen und Zuchtwertfeststellung beim Schwein für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlacht-

körperwert und Fleischbeschaffenheit (ZDS 2007). Die entsprechenden Kriterien der Schlachtkörperqualität sind dem Ergebniskapitel zu entnehmen.

Die Erfassung der Fleischqualität erfolgte ebenfalls nach den Richtlinien des ALZ (ZDS 2007). Die entsprechenden Kriterien sind dem Ergebniskapitel zu entnehmen. Der zusätzlich erfasste intramuskuläre Fettgehalt wurde an einer Zufallsstichprobe von 50 % der Tiere (symmetrisch verteilt auf die Aufstallungswellen, die Fütterungsgruppen und das Geschlecht) über NIRS geschätzt, bei Absicherung der Kalibrierung durch nass-chemische Analysen bei der Hälfte der Stichprobe.

Die Wirtschaftlichkeit wurde als Überschuss des Erlöses über die Futter- und Ferkelkosten errechnet. Diese einfache Kennzahl reicht zur Bewertung aus, da die Futter- und Ferkelkosten weit über 90 % der variablen Kosten des Mastverfahrens ausmachen (Rasmussen 2004) und weitere Kostenblöcke keiner versuchsbedingten Varianz unterliegen. Die Kalkulation erfolgte auf Basis der Gruppenmittelwerte.

### Statistische Auswertung

Zur Klärung der Frage, ob die erhobenen Merkmale der Mastleistung sowie der Schlachtkörper- und Fleischqualität von den unterschiedlichen Fütterungsvarianten beeinflusst wurden bzw. ob ein kompensatorisches Wachstum stattgefunden hat, wurde mit der GLM Procedure von SAS (Version 9.1) folgendes varianzanalytische Modell angewendet:

$$Y_{ijklmn} = \mu + FG_i + SEX_j + EE_k + MG_l + DG_m + e_{ijklmn}$$

wobei

$$Y_{ijklmn} = \text{Merkmal}$$

$$\mu = \text{Populationsmittel}$$

$$FG_i = \text{Fixer Effekt der Fütterungsgruppe}$$

$$SEX_j = \text{Fixer Effekt des Geschlechtes der Masttiere}$$

$$EE_k = \text{Fixer Effekt der Endstufenebergenetik}$$

$$MG_l = \text{Fixer Effekt der Muttergenetik}$$

$$DG_m = \text{Fixer Effekt des Durchgangs}$$

$$e_{ijklmn} = \text{Restfehler}$$

Berücksichtigte Kovariablen im Grundmodell waren bei der Auswertung der Mastleistung die Lebendmasse zum Mastanfang, zum Umstellungszeitpunkt von der Anfangs- auf die Endmast sowie zum Mastende und bei der Auswertung der Schlachtkörperqualität das Schlachtgewicht (SG). Die weitere Überprüfung ergab, dass die Interaktionen zwischen den fixen Effekten keine statistische Relevanz besitzen. Die Signifikanzprüfung der LSQ-Mittelwerte erfolgte mit Hilfe des Tukey-Kramer-Tests.

### Ergebnisse und Diskussion

Bei der Mastleistung (Tabelle 5) zeigt sich, dass das Zunahmeniveau ausgesprochen hoch und die Futterverwertung für ökologische Mastverhältnisse als gut zu bezeichnen ist (vergl. Millet *et al.* 2004). Während die Futterverwertung von den vier Fütterungsstrategien unberührt bleibt, 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 Mechanismus, 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 Ausprä-

gung dieser Merkmale in erster Linie die Energieversorgung über das Futter verantwortlich ist (Moehn *et al.* 2000) und eine bedarfsgerechte Versorgung gesichert war (vergl. „Methoden - Futter“).

Die Unterschiede zwischen den Kriterien der Schlachtkörperqualität (Tabelle 6) sind, bis auf die Fleischfläche, von den unterschiedlichen Fütterungsstrategien statistisch unberührt und bewegen sich auf einem erwarteten Niveau (vergl. Millet *et al.*

**Tabelle 5:** Kriterien der Mastleistung (LSQ  $\pm$  SE)

|  | <b>Gruppe 1</b><br>Versuch<br>n = 22 | <b>Gruppe 2</b><br>Neg.-Kontr.<br>n = 23 | <b>Gruppe 3</b><br>Pos.-Kontr.<br>n = 24 | <b>Gruppe 4</b><br>Kontrolle<br>n = 23 |
|--|--------------------------------------|--|--|--|
| Tägliche Zunahme (g/Tag) im Mittel in der ...              |                                      |  |  |  |
| ... Anfangsmast  | 905 $\pm$ 7                          | 914 $\pm$ 7                              | 912 $\pm$ 7                              | 901 $\pm$ 7                            |
| ... Endmast  | 1010 $\pm$ 24                        | 976 $\pm$ 23                             | 926 $\pm$ 23                             | 916 $\pm$ 24                           |
| ... Gesamtmast   | 946 $\pm$ 14                         | 926 $\pm$ 13                             | 912 $\pm$ 13                             | 927 $\pm$ 13                           |
| Futtermittelaufnahme (kg / Tier und Tag) im Mittel der ... |                                      |  |  |  |
| ... Anfangsmast  | 2,9 $\pm$ 0,04                       | 2,8 $\pm$ 0,04                           | 2,8 $\pm$ 0,04                           | 2,9 $\pm$ 0,05                         |
| ... Endmast  | 3,4 <sup>a</sup> $\pm$ 0,06          | 3,2 <sup>ab</sup> $\pm$ 0,06             | 3,1 <sup>b</sup> $\pm$ 0,05              | 3,0 <sup>b</sup> $\pm$ 0,04            |
| ... Gesamtmast   | 3,1 $\pm$ 0,06                       | 3,0 $\pm$ 0,06                           | 2,9 $\pm$ 0,05                           | 3,0 $\pm$ 0,05                         |
| Futterverwertung (kg Futter/kg Zuwachs) in der ...         |                                      |  |  |  |
| ... Anfangsmast  | 3,15 $\pm$ 0,05                      | 3,11 $\pm$ 0,05                          | 3,04 $\pm$ 0,05                          | 3,09 $\pm$ 0,05                        |
| ... Endmast  | 3,35 $\pm$ 0,05                      | 3,32 $\pm$ 0,05                          | 3,30 $\pm$ 0,05                          | 3,31 $\pm$ 0,05                        |
| ... Gesamtmast   | 3,23 $\pm$ 0,04                      | 3,21 $\pm$ 0,04                          | 3,16 $\pm$ 0,04                          | 3,19 $\pm$ 0,04                        |
| Energieverwertung (MJ ME/kg Zuwachs) in der ...            |                                      |  |  |  |
| ... Anfangsmast  | 40,30 $\pm$ 0,66                     | 39,82 $\pm$ 0,65                         | 39,09 $\pm$ 0,65                         | 39,79 $\pm$ 0,66                       |
| ... Endmast  | 42,87 $\pm$ 0,59                     | 42,19 $\pm$ 0,58                         | 42,21 $\pm$ 0,58                         | 42,01 $\pm$ 0,60                       |
| ... Gesamtmast   | 41,34 $\pm$ 0,56                     | 40,90 $\pm$ 0,53                         | 40,48 $\pm$ 0,54                         | 40,72 $\pm$ 0,54                       |

<sup>a, b</sup> Unterschiedliche Hochbuchstaben einer Zeile zeigen signifikante ( $p < 0,05$ ) Unterschiede

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, zusammen mit den optimierten Verhältnissen der weiteren limitierenden Aminosäuren zueinander (vergl. „Methoden - Futter“), haben offensichtlich nicht zu einer übermäßigen Verfettung der Tiere geführt, da sich das sonst negativ in den Tageszunahmen und der Futterverwertung niedergeschlagen hätte (Kapelanski *et al.* 2001).

2004). Die absolute Höhe der Speckdicken, der Fett- und Fleischfläche sowie 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 Muskelfleischprozente, aber die nur numerische Abstufung deutet zumindest auf einen teilweisen Kompensationseffekt der schlechter versorgten Tiere aus der Versuchs- und Negativkontrollgruppe hin. Auch lässt sich aus dem Vergleich der Mastleistungs- und der Schlachtkörperperda-

**Tabelle 6:** Kriterien der Schlachtkörperqualität (LSQ ± SE)

|   | <b>Gruppe 1</b><br>Versuch<br>n = 22 | <b>Gruppe 2</b><br>Neg.-Kontr.<br>n = 23 | <b>Gruppe 3</b><br>Pos.-Kontr.<br>n = 24 | <b>Gruppe 4</b><br>Kontrolle<br>n = 23 |
|---|--------------------------------------|--|--|--|
| Ausschlachtung (%)                                | 78,0 ± 0,3                           | 78,4 ± 0,3                               | 78,2 ± 0,3                               | 78,3 ± 0,3                             |
| Speckdicke (cm) am ...                            |                                      |  |  |  |
| ... Rückenspeck Lende                             | 1,7 ± 0,1                            | 1,8 ± 0,1                                | 1,6 ± 0,1                                | 1,6 ± 0,1                              |
| ... Rückenspeck Mitte                             | 2,1 ± 0,1                            | 2,1 ± 0,1                                | 2,0 ± 0,1                                | 2,0 ± 0,1                              |
| ... Rückenspeck Widerrist                         | 3,8 ± 0,1                            | 3,9 ± 0,1                                | 3,7 ± 0,1                                | 3,8 ± 0,1                              |
| ... Seitenspeck (13. Rippe*)                      | 3,2 ± 0,1                            | 3,2 ± 0,1                                | 3,1 ± 0,1                                | 3,1 ± 0,1                              |
| ... Speckmaß B (13. Rippe*)                       | 1,4 ± 0,1                            | 1,3 ± 0,1                                | 1,2 ± 0,1                                | 1,2 ± 0,1                              |
| Fleisch- und Fettmaße (13. Rippe, <i>M.l.d.</i> ) |                                      |  |  |  |
| Fleischfläche (cm <sup>2</sup> )                  | 46,1 <sup>b</sup> ± 0,8              | 45,9 <sup>b</sup> ± 0,7                  | 48,9 <sup>a</sup> ± 0,7                  | 48,4 <sup>ab</sup> ± 0,8               |
| Fettfläche (cm <sup>2</sup> )                     | 17,9 ± 0,7                           | 17,6 ± 0,7                               | 17,0 ± 0,7                               | 16,4 ± 0,7                             |
| Fleisch-Fett-Verhältnis (1:)                      | 0,39 ± 0,02                          | 0,39 ± 0,02                              | 0,35 ± 0,02                              | 0,34 ± 0,02                            |
| Muskelfleischanteil (%)                           | 55,1 ± 0,6                           | 55,1 ± 0,6                               | 56,7 ± 0,6                               | 56,5 ± 0,6                             |
| Fleischanteil im Bauch (%)                        | 55,0 ± 0,7                           | 54,9 ± 0,6                               | 56,2 ± 0,7                               | 56,4 ± 0,7                             |

\* gemessen über *M. long. dorsi*

<sup>a, b</sup> Unterschiedliche Hochbuchstaben einer Zeile zeigen signifikante ( $p < 0,05$ ) Unterschiede

ten wiederum belegen, dass – bei nur moderat imbalanten Rationen – der Energiegehalt für die Höhe der täglichen Zunahmen, das Verhältnis der limitierenden Aminosäuren zur Energie aber für die Höhe der körpereigenen Proteinsynthese verantwortlich ist (Moehn *et al.* 2000).

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.

Die Daten zur Fleischqualität sind der Tabelle 7 zu entnehmen.

Erwartungsgemäß zeigen sich die physikalisch basierten Kriterien der Fleischquali-

tät, wie pH-, Leitfähigkeits- und Fleischhelligkeitswerte ( $L^*$ ), von den unterschiedlichen Fütterungsvarianten unbeeinflusst (Tabelle 7). Deren Ausprägung wird maßgeblich von der Genetik und den Umweltbedingungen beim Transport und unmittelbar um die Schlachtung bestimmt (Fischer 2001). Die entsprechenden Werte bewegen sich im Normalbereich und weisen weder auf PSE- ( $pH_{1, LF_{24}, L^*}$ ) noch DFD-basierte ( $pH_{24}$ ) Qualitätsabweichungen hin. Allerdings fällt auf, dass der  $pH_{1-}$  Wert recht niedrig ausfällt, was bei der verwendeten, grundsätzlich stressanierten bzw. -resistenten Genetiken (Vater:  $PI_{NN}^*Du$ ; Mutter: Schaumann-Sau) verwundert. In diesem Zusammenhang wären die Bedingungen hinsichtlich Tierlieferung, Wartezeit, Elektrobetäubung und Entblutungsverfahren im institutseigenen Schlachthaus zu analysieren.



**Tabelle 7:** Kriterien der Fleischqualität (LSQ ± SE)

|   | <b>Gruppe 1</b><br>Versuch<br>n = 22 | <b>Gruppe 2</b><br>Neg.-Kontr.<br>n = 23 | <b>Gruppe 3</b><br>Pos.-Kontr.<br>n = 24 | <b>Gruppe 4</b><br>Kontrolle<br>n = 23 |
|---|--------------------------------------|--|--|--|
| pH_1, 40 min <i>p.m.</i>  | 6,1 ± 0,1                            | 6,2 ± 0,1                                | 6,2 ± 0,1                                | 6,3 ± 0,1                              |
| LF_24 24 h <i>p.m.</i> (mS/cm)  | 5,2 ± 0,5                            | 4,6 ± 0,5                                | 4,8 ± 0,5                                | 4,1 ± 0,5                              |
| pH_24, 24 h <i>p.m.</i> ,   | 5,7 ± 0,03                           | 5,7 ± 0,03                               | 5,7 ± 0,03                               | 5,7 ± 0,03                             |
| Fleischhelligkeit   | 50,3 ± 0,8                           | 49,6 ± 0,7                               | 49,8 ± 0,7                               | 49,2 ± 0,7                             |
| Intramuskulärer Fettgehalt <sup>1</sup> ,<br>14.-16. Rippe, <i>M.l.d.</i> (%) | 1,5 ± 0,2                            | 2,0 ± 0,2                                | 1,8 ± 0,2                                | 1,5 ± 0,2                              |

Werte einer Zeile mit unterschiedlichen Hochbuchstaben unterscheiden sich signifikant ( $p < 0,05$ )

<sup>1</sup> Stichprobe von jeweils 12 Tieren (6 weibliche, 6 männliche kastrierte) einer jeden Gruppe

Auch der intramuskuläre Fettgehalt (IMF) unterscheidet sich nicht signifikant zwischen den Fütterungsgruppen (Tabelle 7). Der Bereich des IMF von 1,5 bis 2 % entspricht in etwa den Erwartungen, die aus der Höhe des Muskelfleischanteils (auf Grundlage der Bonner Formel) resultieren (Weissmann 2011). Der tendenziell höchste IMF bei den Tieren der Negativkontrolle korrespondiert mit den Fleischansatz und Fettansatz assoziierten Schlachtkörpermaßen bei diesen Tieren (vergl. Tabelle 6).

dend, welche Restriktionen aus den Regelungen der EU-Öko-VO hinsichtlich der Futterrationen zugrunde gelegt werden. Tabelle 8 gibt Rationspreise entsprechend realer Kalkulationen der Futtermühle Meyerhof zu Bakum für die derzeit relevanten drei Szenarien auf der Basis April 2009 wieder. Der Ferkelpreis mit 93,- € / Tier entspricht der Bio-Ferkelnotierung Neumünster für den Versuchszeitraum. Die vom Versuchsdesign bzw. von den Versuchsergebnissen unabhängigen Rahmen-

**Tabelle 8:** Futterpreise gemäß unterschiedlicher Restriktionen (€ / dt ohne MwSt.)

| <b>Futter mit ...</b> | <b>EU-Öko bis 2011*</b> | <b>Versuch / Bioland**</b> | <b>EU-Öko ab 2012***</b> |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 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 fehlende synchrone Abstufung im Vergleich zur unterschiedlichen Energie- bzw. Aminosäurenversorgung der Futtergruppen könnte die Folge der optimalen Versorgung der Tiere mit den weiteren essentiellen Aminosäuren sein (vergl. Unterkapitel „Futter“ und Tabelle 2), die dazu führt, dass die Lysin-Spreizung zwischen den Futtergruppen abgefedert wird.

Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit im ökologischen Landbau ist es entschei-

größen wie Zuwachs in Anfangs- und Endmast, Ferkelkosten sowie Schlachtgewicht wurden für alle vier Gruppen auf gleichem Niveau standardisiert: Auf Grund nicht signifikant unterschiedlicher Mastleistungen wurde von einem einheitlichen Zuwachs in der Mast über alle Gruppen von 88,1 kg ausgegangen, der sich – entgegen dem Versuchsdesign und in Anpassung an Praxisbedingungen – im Verhältnis 40:60 auf Anfangs- und Endmast verteilt. Ebenso wurde das Schlachtgewicht

über alle Gruppen auf 91,3 kg gemittelt. Auf Grund fehlender signifikanter Unterschiede wurden auch die beiden wirtschaftlich bedeutenden, vom Versuchsaufbau generierten Kenngrößen „Futtermittelnutzung“ (3,13 für die Vormast- bzw. 3,33 für die Endmastperiode) und „Muskelanteile“ (55,8 % MFA) aus den Versuchsergebnissen über alle Gruppen gemittelt. Der entsprechend MFA-abhängige Auszahlungspreis in Höhe von 2,81 € / kg SG entspricht der EDEKA-Preismaske Mitte 2009.

Überraschend im Vergleich zur Mastleistung und Schlachtkörperqualität zeigt sich, dass bei allen drei Fütterungsvorgaben immer die Negativkontrolle am besten abschneidet (Tabelle 9). Dagegen erstaunt

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.

Weiterhin wird untermauert, dass abgestufte Fütterungsstrategien – wie in der Kontrolle und in der Negativ-Kontrolle – wirtschaftlich besser abschneiden, als das nicht abgestufte Konzept der Versuchsvariante. Die Positivkontrolle schneidet ebenfalls schlecht ab, weil die Überversorgung in der Endmast (Lysin-Energie-Quotient: 0,69) offensichtlich die Absenkung von 0,2 g Lysin / MJ ME vom Anfangs- auf das Endmastfutter neutralisiert, mithin kein abgestuftes Konzept darstellt.

**Tabelle 9:** Überschuss des Erlöses über die Ferkel-Futter-Kosten (€ / Tier ohne MwSt.)

|                             | <b>Gruppe 1</b><br>Versuch<br>n = 22 | <b>Gruppe 2</b><br>Neg.-Kontr.<br>n = 23 | <b>Gruppe 3</b><br>Pos.-Kontr.<br>n = 24 | <b>Gruppe 4</b><br>Kontrolle<br>n = 23 |
|-----------------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| Rationsrestriktion gemäß... |                                      |  |  |  |
| ... EU-Öko-VO bis 2011*     | 50,48                                | 52,82                                    | 44,63                                    | 46,97                                  |
| ... Versuch bzw. Bioland**  | 44,10                                | 48,09                                    | 40,70                                    | 44,70                                  |
| ... EU-Öko-VO ab 2012***    | 44,10                                | 48,09                                    | 37,37                                    | 41,37                                  |

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

nicht, dass mit zunehmender Regelungsschärfe die Wirtschaftlichkeit schlechter wird. Dafür sind zwei Gründe maßgeblich: Einerseits führen die geringsten Restriktionen zu den günstigsten Futtermittelpreisen (Tabelle 8), 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 Bedarfsnormen für die Aminosäurenversorgung in der Vormast.

## Schlussfolgerungen

Mit Mastrationen ausschließlich 100 % ökologischer Herkunft sind wirtschaftlich tragbare Mastleistungen und Schlachtkörperqualitäten zu erzielen, die auf ein zumindest partiell kompensatorisches Wachstum zurückzuführen sind. Bei der Rationsgestaltung sollten abgestufte Lysin-Energie-Quotienten in der Anfangs- und Endmastration genutzt werden. Dabei ist ein Lysin-Energie-Quotient in der Vormast anzustreben, der bei gegebener Mastintensität geringer ausfällt als die entsprechende DLG-Bedarfsempfehlung für die konventionelle Mast.

## Danksagung

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

## Literatur

Fischer K (2001) Bedingungen für die Produktion von Schweinefleisch guter sensorischer und technologischer Qualität. *Mitteilungsblatt BAFF Kulmbach* 40(151):7-22

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, Ongenae 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) *Nutztiernahrung*. 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

Rasmussen J (2004) Costs in international pig production 2002. The National Committee for Pig Production, Report no. 24, Copenhagen

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*, in Druck

Wlcek S, Zollitsch W (2004) Sustainable pig nutrition in organic farming: by-products from food processing as a feed resource? *Renew Agric Food Syst* 19:159-167

ZDS (2007) Richtlinie für die Stationsprüfung auf Mastleistung, Schlachtkörperwert und Fleischbeschaffenheit beim Schwein. Zentralverband der Deutschen Schweineproduktion, Bonn

