

# Verfahrenstechnik für eine wirtschaftliche Ebermast

Schriftenreihe, Heft 22/2013



# Fütterungs- und Haltungsanforderungen an eine wirtschaftliche Ebermast

Dr. Eckhard Meyer  
Dr. Hans-Joachim Alert (Kapitel 3.3; 4.6)  
Anke Böhm (Kapitel 5)

<b>1</b>	<b>Problemstellung.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>7</b>
2.1	Geschlechtsspezifisches Verhalten und Konsequenzen für die Haltungsverfahren .....	7
2.2	Geschlechtsspezifische biologische Leistungen .....	8
2.3	Entstehung und Variabilität von Ebergeruch.....	10
2.4	Züchterische Ansätze zur Verringerung von Ebergeruch.....	11
2.5	Bedarfsgerechte Masteberfütterung und Fütterungsmaßnahmen zur Minderung von Ebergeruch .....	13
2.6	Einflussnahme durch Schlachtung und Verarbeitung .....	16
2.7	Apparative Geruchserfassung (elektronische Nase).....	17
<b>3</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>17</b>
3.1	Tiere und Haltungsverhältnisse .....	17
3.2	Bonituren .....	20
3.3	Fütterung .....	20
3.4	Schlachtung und Probengewinnung .....	25
3.5	Untersuchungen auf Ebergeruch .....	26
3.5.1	Bestimmung von Androstenon und Skatol/Indol im Speck.....	26
3.5.2	Sensorische Beurteilung von Ebergeruch (Geruchsprüfung).....	27
3.6	Statistische Auswertungen.....	28
<b>4</b>	<b>Ergebnisse und Diskussion .....</b>	<b>29</b>
4.1	Untersuchungen zur körperlichen Unversehrtheit und dem Verlustgeschehen von Mastebern .....	29
4.2	Biologische Leistungen in der Ebermast.....	34
4.3	Biologische Leistungen bei getrennt oder gemischt geschlechtlicher Aufstallungsform.....	37
4.4	Untersuchungen zu Konstruktionskriterien von Mastautomaten für die Ebermast.....	38
4.5	Haltungsbedingte Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch.....	41
4.5.1	Jahreszeitliche Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch .....	43
4.5.2	Einfluss von Zunahmegeschwindigkeit, Lebensalter und Futterausstattung der Eber auf den Ebergeruch.....	44
4.5.3	Einfluss der Aufstallungsform auf die Entwicklung von Ebergeruch .....	47
4.6	Untersuchungen zur Fütterung von Mastebern.....	48
<b>5</b>	<b>Betriebswirtschaftliche Bewertung .....</b>	<b>51</b>
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>53</b>
6.1	Haltungsversuche .....	53
6.1.1	Untersuchungen zur körperlichen Unversehrtheit der Schweine .....	53
6.1.2	Biologische Leistungen in der Ebermast.....	53
6.1.3	Biologische Leistungen bei getrennt oder gemischt geschlechtlicher Aufstallung .....	54
6.1.4	Mastautomaten für die Ebermast.....	54
6.1.5	Haltungsbedingte Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch.....	54
6.1.6	Jahreszeitliche Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch .....	55
6.1.7	Einfluss von Zunahme, Lebensalter und Futterausstattung der Eber auf den Ebergeruch .....	55
6.1.8	Einfluss der Aufstallungsform auf die Entwicklung von Ebergeruch .....	55
6.2	Fütterungsversuche und betriebswirtschaftliche Bewertung .....	56
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>57</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Jahreszeitlicher Verlauf der schwereren Befundkategorien (2 bis 3), nur Masteber.....	29
Abbildung 2:	Schweine mit leichten bis schweren Beeinträchtigungen des Bewegungsapparates (Zustandsstufen 1,5, bis 3) bei unterschiedlicher Aufstallung.....	32
Abbildung 3:	Mittlere Integumentbonitur der Geschlechter bei unterschiedlichen Mastabschnitten .....	32
Abbildung 4:	Jahreszeitlicher Verlauf der gemessenen Konzentrationen von Androstenon und Skatol im Eberspeck .....	44

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Biologische Leistungen von männlichen und männlich kastrierten Schweine im Literaturvergleich .....	9
Tabelle 2:	Literaturangaben für gefundene Androstenon- und Skatolgehalte zwischen unterschiedlichen Herkünften .....	12
Tabelle 3:	Empfohlene Energie-, Eiweiß- und Mineralstoffgehalte in Phasenfuttermischungen für Mastschweine mit sehr hohem Proteinansatz und geringem Fettansatz, geeignet für die Jungebermast (GfE 2006; STALLJOHANN et al. 2010; STALLJOHANN 2011) .....	13
Tabelle 4:	Literaturübersicht zur Protein- bzw. Lysinversorgung von Mastebern .....	15
Tabelle 5:	Versuchsdurchgänge mit Tieranzahl und Verlustgeschehen in der Mast .....	18
Tabelle 6:	Boniturschema der körperlichen Unversehrtheit bzw. der Gesundheit .....	20
Tabelle 7:	Nährstoffgehalte der Produktionsfutter* .....	21
Tabelle 8:	Nährstoffgehalt von Rapsextraktionsschrot (RES) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES) .....	22
Tabelle 9:	Aminosäuregehalte von Rapsextraktionsschrot (RES) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES) .....	23
Tabelle 10:	Energiegehalt und Nährstoffanalysenwerte der Ebermastrationen in den Versuchen 1 bis 4 (lt. Deklaration Muskator-Werke Riesa) .....	23
Tabelle 11:	Energiegehalt und Nährstoffanalysenwerte der Ebermastrationen in den Versuchen 5 bis 6 (lt. Deklaration Muskator-Werke Riesa) .....	24
Tabelle 12:	Energiegehalte und Nährstoffanalysenwerte der Ebermastrationen in den Versuchen 1 bis 4 (lt. Analyse bei 88 % TS) .....	25
Tabelle 13:	Bewertung des Integuments bei Schweinen unterschiedlichen Geschlechts im Verlauf der Schweinemast .....	30
Tabelle 14:	Bewertung des Integuments bei gemischt oder getrennt geschlechtlicher Haltung (Angaben in % der Beobachtungen) .....	31
Tabelle 15:	Einfluss der Aufstallungsform auf die körperliche Unversehrtheit (Integument, Fundament), nur Eber und Sauen .....	33
Tabelle 16:	Verlustsituation der Versuchsschweine in Abhängigkeit vom Geschlecht .....	34
Tabelle 17:	Biologische Leistungen im Vergleich der Geschlechter .....	35
Tabelle 18:	Vergleich der Zuwachleistungen männlicher und männlich kastrierter Zeitgefährten bei unterschiedlichen Endstufenebern .....	36
Tabelle 19:	Vergleich der Schlachtleistung von männlichen, weiblichen und männlich kastrierten Wurfgeschwistern .....	36
Tabelle 20:	Aufstallungsform und Leistungen von männlichen und weiblichen Schweinen .....	37
Tabelle 21:	Leistungen in Abhängigkeit vom Automatentyp und Geschlecht .....	39
Tabelle 22:	Automatentypen und Ebergeruch .....	40
Tabelle 23:	Vorkommen von Androstenon, Skatol und Indol in Abhängigkeit vom Geschlecht .....	41
Tabelle 24:	Vorkommen von Androstenon und Skatol oberhalb diskutierter Grenzwerte .....	42
Tabelle 25:	Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen in % untersuchter Proben .....	43
Tabelle 26:	Einfluss der Zunahmegeschwindigkeit, des Alters und der Futtersausstattung auf den Ebergeruch .....	45
Tabelle 27:	Einfluss der Aufstallungsform der Masteber auf die Entwicklung von Ebergeruch .....	47
Tabelle 28:	Ausgewählte Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung der Jungebermastversuche (Versuch 1 bis 4) .....	48
Tabelle 29:	Ausgewählte Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung der Jungebermastversuche (Versuch 5 und 6) .....	50
Tabelle 30:	Mastleistungen der Versuchstiere für die betriebswirtschaftlichen Berechnungen .....	51
Tabelle 31:	Teilstücke und Indexpunkte .....	52
Tabelle 32:	Wirtschaftlichkeit .....	52

# 1 Problemstellung

Die chirurgische Kastration der Eberferkel ist ein traditionelles Verfahren zur Sicherung der Fleischqualität und Verzehreigenschaften von Schweinefleisch. Nach dem zurzeit gültigen Tierschutzgesetz ist die Kastration von unter sieben Tage alten Eberferkeln ohne Betäubung zulässig, was jedoch zunehmend kritisiert wird. Vor allem engagierte Tierschutzverbände haben diese Kritik im Zuge der allgemeinen Tierschutz- und Tierwohldebatte entsprechend stark thematisiert. Unter dem Eindruck der damit verbundenen Kampagnen, die vor allem in den Niederlanden begannen, haben sich bereits Ende 2008 die führenden Verbände der bundesdeutschen Land- und Fleischwirtschaft sowie des Lebensmitteleinzelhandels gemeinsam für die Abkehr von der konventionellen Kastration („Düsseldorfer Erklärung“) ausgesprochen. Als erster Schritt zur Umsetzung des ehrgeizigen Zieles ist der Einsatz von Schmerzmitteln bei der Ferkelkastration zu sehen. Dieser wird allen Betrieben empfohlen und den Teilnehmern des QS-Systems (Anteil an der Schlachtschweinevermarktung > 90 %) ab dem 01.04.2009 verbindlich vorgeschrieben. Diese Variante verbesserten Tierschutzes wurde von Anfang an und ausdrücklich nur als "Übergangslösung" gesehen und zwar so lange, bis ein alternatives, praxistaugliches Verfahren zur Verfügung steht. In einem vorliegenden Gesetzentwurf (01/12) zur Änderung des Tierschutzgesetzes wurde bislang von einem Verbot der betäubungslosen chirurgischen Kastration von Eberferkeln ab 01.01.2017 ausgegangen. Im Rahmen des Gesetzgebungsverfahrens wurde festgestellt, dass praxistaugliche Alternativen kurzfristig nicht zur Verfügung stehen und die Verabschiedung der von der Bundesregierung vorgesehenen Novelle zum Tierschutzgesetz auf den 1. Januar 2019 verschoben. Diese wurde Anfang Februar 2013 mit der Entscheidung des Bundesrates ohne einen weiteren Vermittlungsausschuss verabschiedet. Ab 2019 tritt damit also ein Verbot der betäubungslosen Ferkelkastration in Kraft. Damit wird aber nicht die Ferkelkastration an sich verboten, sondern es wird die Schmerzausschaltung der zu kastrierenden Ferkel, die der Landwirt selber vornehmen kann, verbindlich vorgeschrieben. Dabei geht es offensichtlich um die gleichzeitige Ausschaltung der operativen und postoperativen Schmerzen, was zurzeit zumindest über ein Injektionspräparat nicht möglich ist.

In der Fachwelt war von Anfang an klar, dass die geplanten Veränderungen erhebliche Konsequenzen für die Erzeugung und Vermarktung von Schweinefleisch haben werden. Für die Schweineproduktion können sich Vorteile zur Verringerung von Produktionskosten, vor allem durch die effizientere Proteinverwertung, ergeben. Große Gefahren können aber auch für die Erzeugerbetriebe entstehen, wenn Ebergeruch nicht sicher vermieden oder detektiert werden kann. Auch wenn der Schweinefleischverzehr gegenüber anderen Fleischarten nach wie vor dominiert, so ist er doch seit Jahren rückläufig, während die Erzeugung nach wie vor wächst. Die Verfahrensgestaltung muss zunächst vor allem an das unterschiedliche Futteraufnahme- und Aggressionsverhalten der Masteber angepasst werden. Darüber hinaus ist dringend zu prüfen, welche Möglichkeiten neben der Zucht bestehen, über die Haltung und Fütterung der Tiere auf die Ausbildung des so genannten Ebergeruchs Einfluss zu nehmen. Die Forschungsaktivitäten müssen also so fokussiert werden, dass ein höherer Tierschutzstandard die Verbraucherakzeptanz erhöht und gleichzeitig Produktionskostenvorteile für die Erzeugung sichert.

Deshalb wurden vom LfULG im Zeitraum vom 01.01.2011 – 31.12.2012 Versuche zu Fragen der Erzeugung, Haltung und Fütterung von Mastebern durchgeführt. Bereits ab März 2009 fanden vorbereitende Untersuchungen statt. Sofern sich die Untersuchungsmethoden oder Untersuchungszeitpunkte in Vor- und Hauptversuchen nicht geändert haben oder angepasst wurden, werden die Daten zusammen verrechnet und im vorliegenden Bericht verwendet. Parallel wurde mit Unterstützung der Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) eine Infrastruktur zur Probenahme, Probeaufbereitung sowie zur apparativen und subjektiven Erkennung und Differenzierung von Ebergeruch aufgebaut. Die Versuchsfragestellungen zur Haltung der Tiere wurden auch auf die Ausprägung von Ebergeruch bezogen.

Im Rahmen des Projektes sollten verschiedene offene Fragestellungen bei der Mast unkastrierter Schweine beantwortet und Fütterungs- sowie Haltungsempfehlungen für Beratung, Bildung und Praxis entwickelt werden.

## 2 Literatur

Die vorliegende Literatur umfasst ein zeitlich sowie inhaltlich sehr weites Spektrum und ist wissenschaftlich unterschiedlich motiviert. Sie ist genau zu differenzieren, um Antworten auf die Fragen zur heutigen Produktionstechnik von Mastebnern mit entsprechender Leistung und genetischer Konstruktion zu finden. Weil sich abzeichnet, dass der unerwünschte Ebergeruch das größte zu reduzierende oder zu lösende Problem ist, muss auch die Verfahrenstechnik in den Erzeugerbetrieben darauf ausgerichtet werden. Schon heute zeichnet sich ab, dass der Ebergeruch Bestandteil der Bezahlsysteme für Schlachtschweine werden wird.

### 2.1 Geschlechtsspezifisches Verhalten und Konsequenzen für die Haltungsverfahren

Das Verhalten von Schweinen folgt artspezifischen, aber auch individuellen Verhaltensmustern. In Gruppenhaltung bildet sich eine Rangordnung aus, die den Stress in der Gruppe vor allem bei der täglichen Auseinandersetzung um knappe Ressourcen wie Fressplätze oder Futter reduzieren soll. Ranghöhere Eber haben gegenüber rangniederen Tieren eine höhere Androstenon- und Testosteronkonzentration (GIERSING et al. 2000). Das geschlechtsspezifische Verhalten der Schweine variiert vor allem in der Intensität und Qualität (sexuelle Aggression) des Aggressions-, aber auch des Futteraufnahmeverhaltens. Dabei wird dieses Verhalten ganz unterschiedlich bewertet. Gegenüber weiblichen Tieren ruhen die Masteber 1,5 Stunden täglich länger, kämpfen doppelt so lange und reiten 14-mal täglich auf (MÜLLER & BESCH 2012). ADAM et al. (2013) beschreiben das aggressive Verhalten der Masteber in Großgruppenhaltung eher als gesteigertes Aktivitätsverhalten und als ‚sachorientiert‘ im Streit um Wegerechte in der Bucht oder im Zugang um knappe Ressourcen. Jungeber sind vor allem zum Ende der Mast aggressiver als Börge, gleichzeitig gibt es nur lose Beziehungen zwischen Schlachtgewicht, dem Schlachtalter und  $5\alpha$ -Androstenon (CRONIN et al. 2003; RYDHMER et al. 2006, 2010).

Masteber werden in der Regel getrenntgeschlechtlich gehalten, um sie bedarfsgerecht füttern zu können. Mögliche Effekte einer gemischtgeschlechtlichen Haltung auf die Leistungen und das Tierverhalten in der Gruppe werden unterschiedlich dargestellt. Bei Untersuchungen auf Haus Düsse konnte kein gerichteter Effekt einer gemischtgegenüber einer getrenntgeschlechtlichen Aufstallungsform auf die Leistungen der Tiere ermittelt werden. Vereinzelt nachgewiesene Frühträchtigkeiten von weiblichen Mastschweinen sprechen aber gegen eine gemischtgeschlechtliche Aufstallung (ADAM et al. 2013). In Untersuchungen im holländischen Lehr- und Versuchsgut Sterksel war der Anteil an Ebern mit ausgeprägtem Aufspringverhalten und dadurch verursachte Hautläsionen in gemischtgeschlechtlicher Haltung nicht geringer als in getrenntgeschlechtlicher Haltung. Während auch die Androstenonkonzentration im Eberspeck unbeeinflusst war, führte die gemischtgeschlechtliche Haltung zu geringeren Skatolwerten und somit zu geringer Frequenz stark riechender Tiere (ANONYM 2012). Dagegen werten WEILER & WESOLY (2012) die gemeinsame Haltung von männlichen und weiblichen Mastschweinen genauso wie die Anwesenheit eines paarungsbereiten Partners als Androstenon steigernden Faktor, zumindest bei relativ schweren Mastebnern (> 110 kg). Soziale Isolierung sowie sozial stabile Gruppen (keine Neugruppierungen) und die Aufzucht mit gemeinsamen Wurfgeschwistern wirken nach Literatúrauswertung Androstenon senkend. Auch in der LVA Futterkamp wurden keine gerichteten Auswirkungen von Gruppengröße (Groß- oder Kleingruppen) oder Aufstallungs-

form (gemischt- oder getrenntgeschlechtlich) auf die Folgen des Aggressionsverhaltens festgestellt (POLLMANN & LÜPPING 2011). Die männlichen Tiere zeigten aber mit 15 % eine höhere Frequenz an Schwanzverletzungen gegenüber den weiblichen Zeit- bzw. Buchtengefährtinnen (5 %). 12 % der Eber wurden als olfaktorisch geruchsauffällig eingestuft.

Dagegen stellen ADAM et al. (2013) eine Überlegenheit von Mastebnern im Merkmal MTZ (g) gegenüber weiblichen Mastschweinen fest, die in Großgruppenhaltung etwa 100 g geringer (20 g vs. 120 g) ausfällt als in Kleingruppenhaltung. Somit liegt nahe, dass für geringere Leistungen in Großgruppen in erster Linie das Futteraufnahmeverhalten der Tiere ursächlich ist. Die gegenüber Kastraten eher geringere Futteraufnahme von nicht geschlechtsreifen Mastebnern kommt auf den relativ langen Wegen durch die Sortierschleuse verstärkt zum Tragen. Ein höheres Platzangebot für die Masteber von 0,9 m<sup>2</sup> gegenüber 0,75 m<sup>2</sup> verbesserte in der Kleingruppenhaltung bis 25 Tiere den Futteraufwand um 0,08 bis 0,16. Das führte zu einem ökonomischen Vorteil beim Überschuss über die Futterkosten je Masteber in Höhe von 1,17 bis 4,75 €, bezeichnenderweise aber auch zu einem wesentlich größeren Nachteil in Bezug auf die Stallfläche. Während die gebildete Rangordnung das Tierverhalten eher beruhigt, führt die Rangordnungsneubildung geschlechtsreifer Tiere zu intensiven Auseinandersetzungen. Unter den Bedingungen der LPA Boxberg (Kleingruppen zwölf Tiere) ist die Frequenz von agonistischem Verhalten (Stoßen, Beißen, Aufreiten, nicht aber Verdrängen) in Ebergruppen signifikant höher als in Gruppen mit Kastraten oder weiblichen Mastschweinen. Dieses Verhalten wird aber nach dem Ausstallen der sechs schwersten Schweine der Gruppe nicht intensiver als vor dem Ausstallen (BÜNGER et al. 2011). Nach Ansicht der Autoren ist die Angst der Praktiker vor den Konsequenzen der Vorausstellungen nicht begründet. Vorausstellungen sind unvermeidlich, weil die Schlachthöfe Eber mit relativ hohen (ca. 95 kg) und einheitlichen Schlachtgewichten fordern. Damit ist aber auch noch nicht geklärt, welche Konsequenzen die nachfolgende Rangordnungsneubildung auf den Hormonspiegel und die Ebergeruchsbildung haben kann.

## 2.2 Geschlechtsspezifische biologische Leistungen

Während das Aggressionsverhalten vor allem erst nach der Pubertät zum Tragen kommt, beeinflusst die Hodenfunktion offensichtlich schon sehr früh das Futteraufnahmeverhalten der Tiere. So werden wahrnehmbare Androstenonwerte von über 500 ng/g Fett ab einem Alter von 150 Tagen erreicht (WEILER & WESOLY 2012). Das mit der Kastration der Tiere wegfallende Testosteron führt schon in der Ferkelaufzucht zu höherer Futteraufnahme der Kastraten gegenüber Eberferkeln (HECHT et al. 2011; MEYER 2012; MATTHES et al. 2012). Untersuchungen zum geschlechtsspezifischen Futteraufnahmeverhalten zeigen, dass kastrierte Mastschweine eine ca. 500 g höhere tägliche Futteraufnahme realisieren als intakte männliche oder weibliche Zeitgefährten (BÜNGER et al. 2011). Diese kommt vor allem durch eine fast 30 % höhere Futteraufnahme je Mahlzeit, verbunden mit entsprechend verlängerter Verweilzeit am Trog, zustande. Die Futteraufnahmemenge sowie das Futteraufnahmeverhalten unterscheiden sich zwischen männlichen und weiblichen Schweinen in wesentlich geringerem Maße als zwischen männlichen und männlich kastrierten Tieren. Somit kann die Ebermast auch als Maßnahme gesehen werden, den vor allem über die Futteraufnahme künstlich erzeugten Geschlechtsdimorphismus wieder zu reduzieren.

Mittlerweile sind in Deutschland eine ausreichend große Anzahl an Ebermastversuchen veröffentlicht worden, die mit wenigen Ausnahmen einen gleich gerichteten Trend bei den biologischen Leistungen widerspiegeln. In der Regel erreichen die Masteber in den jüngeren Untersuchungen bei vergleichsweise hohem Schlachtgewicht etwas geringere Masttagszunahmen (- 1 % bis - 3 %) als ihre kastrierten Zeitgefährten. Bei genauerer Untersuchung der Wachstumskurve zeigt sich, dass der für die Ferkelaufzucht beschriebene Trend in Anfangs- und Mittelmast fortgesetzt wird (HECHT et al. 2011; MEYER 2012; MATTHES et al. 2012). Vermutlich drehen sich die Verhältnisse mit der je nach verwendetem Genotyp und Futtergrundlage unterschiedlich einsetzenden Pubertät um und die intakten



Eber überholen die Zunahmegeschwindigkeit der Kastraten. Deren Zuwachs besteht zu diesem Zeitpunkt (60. bis 80. Masttag bei ca. 55 kg bis 70 kg Lebendmasse) schon zu einem großen Teil aus Fett, was den progressiv steigenden Futteraufwand erklärt. Der günstige Futteraufwand der Masteber kommt auch durch eine geringere Futtermenge zustande, die unter dem Testosteroneinfluss aber deutlich besser verwertet wird.

Die zum Teil widersprüchlichen Versuchsergebnisse im Leistungsvergleich von kastrierten und intakten Mastebern sind auch abhängig vom Schlachtgewicht zu sehen. Daneben spielt nach Einschätzung von LINDERMAYER et al. (2012) die eingesetzte Genetik ebenfalls eine Rolle. Männliche Vertreter von Herkünften mit hohem Fleischansatz und geringem Futteraufnahmevermögen erreichen geringere Zunahmen, eher weniger typbetonte Herkünfte nehmen besser zu als ihre kastrierten Zeitgenossen. Damit verbunden kann vermutlich auch der Pubertätseintritt unterschiedlich sein.

**Tabelle 1: Biologische Leistungen von männlichen und männlich kastrierten Schweine im Literaturvergleich**

Literaturquelle	MTZ [g]				Futteraufwand 1:		
	♂	♂ kastr.	SG [kg]	♂-♂ kastr.	♂	♂ kastr.	♂-♂ kastr.
WALSTRA et al. (1981)	782	868		- 10 %	3,16	3,37	- 6 %
CASTELL et al. (1985)	658	674	69	- 2 %	2,80	3,11	- 10 %
	848	860	77	> - 1 %	2,46	2,81	- 12 %
DOBROWOLSKI et al. (1995)	860	866	93	< - 1 %	2,59	2,99	- 13 %
	1.022	1.012	94	+ 1 %	2,20	2,70	- 18,5 %
MÜLLER et al. (2010)	1.043	1.053	79	- 1 %	1,98	2,21	- 10 %
	1.065	1.032	93	+ 3 %	2,06	2,36	- 12 %
JANSSEN (2009)							
ADAM et al. (2009)	879	905	92	- 3 %	2,63	2,56	+ 3 %
HECHT et al. (2011)	893	920	94	- 3 %	2,33	2,55	- 9 %
MATTHES et al. (2012)	898	919	95	- 2 %	2,30	2,61	- 12 %
MEYER (2012)	797	798	95	± 0	2,50	2,95	- 13 %

Die Schlachtleistungen sind erst Ende 2012 mit der Anpassung der Auszahlungssysteme überhaupt vergleichbar geworden. Auch wenn bei Redaktionsschluss die entsprechenden wissenschaftlich gesicherten Formeln für die Schlachtkörperbewertung immer noch ausstehen, so kann doch sicher gesagt werden, dass die Schlachtkörper von intakten Mastebern, vom möglichen Nachteil des unerwünschten Geruchs abgesehen, von der Fleischfülle her gesehen hochwertiger als die von Kastraten sind. Der höhere Muskelfleischanteil kommt weniger durch eine leicht veränderte Ausprägung von handelswertbestimmenden Teilstücken, sondern vor allem durch weniger Fettansatz zustande. Mit Hilfe des FOM-Klassifizierungsverfahrens werden in älteren Versuchen den Mastebern im Vergleich zu heute viel stärker verfetteten Kastraten je nach Schlachtgewicht über 5 % mehr Muskelfleischanteil bescheinigt (DOBROWOLSKI et al. 1995), was heute noch höhere Erlösvorteile zur Folge hätte. Dabei geht man davon aus, dass die alten Schlachtformeln vom FOM den Fleischanteil von Ebern um 3 % unterschätzen. Je nach verwendeter Maske können heute Erlösvorteile je Masteber gegenüber Kastraten von 3 bis 5 €, die in der Größenordnung der weiblichen Tiere gegenüber den Kastraten liegen (MATTHES et al. 2012), zustande kommen. Dieses Ergebnis wird allerdings nur bei der mittlerweile praktizierten Klassifizierung mittels FOM oder Auto-FOM und unter Verwendung der zurzeit noch gültigen Formeln erreicht. Vorab wurden die Masteber mit einem Pauschalabzug von 3 bis 4 Cent je kg Schlachtgewicht bestraft. Ohne die Klassifizierung der Schlachtkörper entstand in der Regel ein etwa gleich großer Nachteil (3 bis 5 €) in der Bezahlung zumindest gegenüber fleischreichen Kastraten.

In den Betriebsreportagen der Fachpresse werden vor allem die Vorteile der Ebermast und weniger die möglichen Probleme thematisiert. Bei den Berichten wird aber eine geschlechtsspezifische Auswertung häufig gar nicht vorgenommen oder ein Vergleich zu kastrierten Zeitgefährten fehlt. So fällt in der Praxis die in Köllitsch beobachtete etwas höhere Tierverlustrate (1 %; MEYER 2012) bei den Mastebnern einfach weniger auf. Auch bei der Mast an Sortierschleusen, die systembedingt mit Großgruppen mit mehr als 200 Tieren betrieben werden, wird bei gutem Gesundheitsstatus für beide Geschlechter eine geringe Verlustrate von 1 % ausgewiesen (GNAUCK 2012). Dagegen werden aber mehr Beanstandungen oder Verwerfungen am Schlachtband thematisiert (WILKENS 2013). Dabei sind die in den Praxisbetrieben gefundenen Unterschiede im Futteraufwand beim Vergleich nacheinander durchgeführter Mastdurchgänge in der Regel niedriger als die in den Lehr- und Versuchsanstalten gefundenen Unterschiede beim Vergleich von Zeitgefährten. Allgemein wird aber eingeschätzt, dass die Masteber auch mit besser ausgestattetem Futter mehr Gewinn bringen, wenn der Futteraufwand mindestens 0,2 Einheiten besser als der von Kastrierten ist (ADAM et al. 2013a). Diese Kalkulation setzt voraus, dass die Tierverlustrate gegenüber den Kastrierten nur um 0,2 % und die Futterkosten um 1,50 € je eingesetzte dt steigen.

## 2.3 Entstehung und Variabilität von Ebergeruch

Das Hauptproblem besteht im Geruch (nicht im Geschmack) des Fleisches geschlechtsreifer männlicher Schweine. Der Ebergeruch entsteht je nach Herkunft, Alter, Haltung und Fütterung der Schweine aus einer Vielzahl chemischer Verbindungen und wird im Wesentlichen auf die beiden Stoffe Skatol (Fäkalgeruch) und Androstenon (Urin, Schweißgeruch) reduziert. Darüber hinaus werden weitere unangenehme Geruchsnoten identifiziert, die auch an Mottenkugeln, Silage, Schmutz oder Verderb erinnern (ANNOR-FREMPONG et al. 1997). Der Beitrag, den die Einzelkomponenten zum Gesamteindruck leisten, wird bestimmt von der Konzentration, der Geruchsschwelle und der Geruchsqualität. Um den Geruch zu bestimmen, werden immunologische, biochemische und nach damit eher ernüchternden Ergebnissen verstärkt auch wieder sensorische Methoden vorangetrieben. Viele der verwendeten Methoden sind aber mit einem Messfehler von 5 % bis 20 % behaftet (HADORN 2009). Vor allem aber die Unterschiede in der Wahrnehmung sowie die Tatsache, dass der Ebergeruch nicht nur aus Androstenon und Skatol entsteht, erschweren eine apparative Erfassung und auch die Definition von Grenzwerten. Die Korrelationen zwischen der subjektiven Wahrnehmung des Ebergeruchs und den beiden Substanzen Androstenon und Skatol wird unterschiedlich, abgeleitet aus niederländischen Studien mit 0,63 bis 0,67 jedoch schon relativ hoch angegeben (HENNE & VOß 2012).

Obwohl Skatol in vergleichsweise geringen Konzentrationen vorkommt, wird es aufgrund des niedrigen Geruchsschwellenwertes und des ausgeprägten fäkalartigen Geruchs als sehr negativ bewertet (LÖSEL 2006). Die in der Natur vorkommenden Geruchsstoffe sind überwiegend flüchtig sowie meistens auch lipophil und werden im Fettgewebe angereichert. Deshalb beziehen sich die meisten in der Literatur verwendeten Angaben zu Androstenon und Skatol auf die Gehalte im Speck (ausgeschmolzenes Fett) und werden in  $\mu\text{g/g}$  Fett angegeben. Die hohen Skatolkonzentrationen, vorrangig im Fett der Eber, führten zu der Annahme, dass Skatol Bestandteil des Ebergeruchs ist. Es ist aber streng genommen nicht geschlechtsgebunden, sondern wird in Gegenwart von Androstenon in der Leber nur schlechter abgebaut. In einer Literaturschau (LÖSEL 2006, 12 Studien) liegt er im Median untersuchter Speckproben bei  $0,093 \mu\text{g/g}$  Fett und damit durchschnittlich etwa doppelt so hoch (Kastrierten + 10 %) wie der von Sauen und Kastrierten. Der am besten untersuchte Stoff Androstenon ist chemisch dem Testosteron nahe verwandt. Es ist aber kein Hormon, sondern ein Pheromon (HÜHN 2012), also ein Sexuallockstoff und dient der Fortpflanzung der Tiere. Dieses Steroid wird wie Testosteron in den Leydigischen Zwischenzellen der Hoden gebildet, mit dem Blut zur Ohrspeicheldrüse transportiert und über den Speichel ausgeschieden. Die Hodenfunktion unterliegt beim Wildschwein photoperiodischen Schwankungen, wobei abnehmende Tageslichtlänge die Hodensteroidbildung steigert und Langtagbedingungen sie eher hemmt (WEILER & WESOLY 2012). Die Skatolbildung

ist davon entkoppelt, trotzdem verstärken sich Androstenon und Skatol zusammen in ihrer Wirkung auf den wahrnehmbaren Ebergeruch des Fleisches (MÖRLEIN 2010). Das Fleisch von nicht kastrierten Ebern enthält bis zu 6,4 µg/g Androstenon, während gegen Ebergeruch geimpfte Tiere 0,1 bis 0,2 µg/g und kastrierte Tiere überhaupt kein Androstenon aufweisen (ANONYM 2012). Die Wahrnehmungsgrenze von Skatol liegt im Mittel bei 0,026 µg/g, für Androstenon liegt sie mit 0,43 µg/g vielfach höher (MÖRLEIN 2010).

Diese mittlere Wahrnehmungsgrenze allein sagt jedoch nichts über die mögliche Verbraucherakzeptanz aus. Hier spielt die starke Streuung der Wahrnehmung eine große Rolle. In Studien variiert sie von 0,2 bis 1,0 µg/g für Androstenon und von 0,008 bis 0,06 µg/g für Skatol (ANNOR-FREMPONG et al. 1997). Wahrnehmungsschwellenwerte und Ablehnungsschwellen können durchaus voneinander abweichen, in der Regel werden Ablehnungsschwellen geprüft und angegeben (MÖRLEIN 2013). Gleichzeitig ist die Konzentration von beiden Stoffen nicht unabhängig voneinander zu sehen. So steigt die Akzeptanzgrenze der Konsumenten für Androstenon bei sehr niedriger Skatolkonzentration (< 0,05 µg/g Fett) in einen viel höheren Bereich (2,0 bis 3,0 µg/g Fett) als bei hohen Skatolgehalten (> 0,2 µg/g Fett). Somit sind bei sehr niedrigen Skatolkonzentrationen die Grenzwerte für Androstenon weniger scharf zu ziehen (FRIEDEN et al. 2012). Die große Streuung in der Akzeptanz ergibt sich unter anderem daraus, dass Menschen den Geruch auch abhängig vom Kulturkreis und Geschlecht (Frauen eher) ganz unterschiedlich wahrnehmen. Dabei ist die Sensitivität des Menschen gegenüber Androstenon genetisch veranlagt (ANONYM 2012). 70 % der Menschen besitzen zwei Kopien eines dafür verantwortlichen Allels und reagieren in Akzeptanzversuchen empfindlicher als Menschen mit nur einem oder keinem Gen. Die Wahrnehmungsfähigkeit hängt von der Aminosäuresequenz des Riechrezeptors ab (SCHNEIDER et al. 2013). Trotz dieser genetisch bedingten Anosmie des Menschen werden mit Skatol belastete Eberfleischprodukte intensiver wahrgenommen und je nach Einstellung oder Erfahrung des Verbrauchers eher abgelehnt (MÖRLEIN 2012). Dabei sind für alle Ansätze der Problembewältigung realistische Schwellenwerte zu definieren. Auf Grund aktueller Konsumentenstudien wird vermutet, dass die bisher verwendeten Grenzwerte für Androstenon (0,1 µg/g Fett) zu niedrig und für Skatol (0,25 µg/g Fett) zu hoch festgelegt wurden (FRIEDEN et al. 2012). Im Allgemeinen wird davon ausgegangen, dass Skatol die Haupteinflusskomponente für die sensorische Bewertung von Fettproben darstellt, während Indol aufgrund der höheren Wahrnehmungsgrenze nicht wesentlich zu negativen Aromaeindrücken beiträgt (LÖSEL 2006).

## 2.4 Züchterische Ansätze zur Verringerung von Ebergeruch

Physiologisch gesehen müssten die Pheromon- und die Hormonsynthese durch Züchtung entkoppelt werden, um die Vorteile der Ebermast zu nutzen und die Nachteile zu umgehen (WEILER & WESOLY 2012). Dazu müssen Schweine gezüchtet werden, die wenig Androstenon und Skatol bilden und/oder im Fett einlagern oder es über die Leber verstärkt wieder abbauen. Dabei ist die physiologische Bedeutung der Ebergeruchsstoffe zu beachten, denn die Bildung ist eng verknüpft mit den Synthesewegen der für die Fortpflanzung essentiellen Steroidhormone (Testosteron, Östradiol). In der Reduktion des Skatolgehaltes, vor allem durch die Zucht und Haltung der Tiere ist die wichtigste Aufgabe zu sehen, dabei sind die züchterischen Voraussetzungen gegenüber Androstenon eher schlechter. Für unterschiedliche (Genotypen) Rassen und Kreuzungen werden Skatolkonzentrationen gefunden, die sich um mehr als 100 % unterscheiden und vermutlich mehr mit den Haltungs- und Fütterungsbedingungen der Tiere in Verbindung zu bringen sind (LÖSEL 2006). Masttiere mit hohem anabolem Potenzial neigen im Allgemeinen auch zu höheren Skatolkonzentrationen. So fällt bei der Zusammenfassung auf Genotypen bezogenen Literaturangaben (sieben Autoren) auf, dass innerhalb der in Europa verwendeten Vater- und Mutterlinien erhebliche Unterschiede in den gefundenen mittleren Androstenonkonzentrationen bestehen.

**Tabelle 2: Literaturangaben für gefundene Androstenon- und Skatolgehalte zwischen unterschiedlichen Herkünften**

Rasse	Androstenon [ $\mu\text{g/g}$ Fett]	Skatol [ $\mu\text{g/g}$ Fett]
Duroc	2,44	0,074
Pietrain	0,52	0,068
Yorkshire/LW	1,92	0,093
Landrassen	1,27	0,16

Während kaum Unterschiede zwischen den Skatolgehalten der Rassen bestehen, unterscheiden sich der mittlere Androstenongehalt der wichtigsten Endstufeneber Duroc und Pietrain um den Faktor 5 (HENNE & VOß 2012). WEILER & WESOLY (2012) vergleichen in einer Literaturlauswertung, die innerhalb der Länder (UK, DK, F, S, NL, ES) gefundenen Anteile an Eberschlachtkörpern mit hohen oder niedrigen Androstenon- bzw. Skatolgehalten. Genetische Einflüsse können über die Früh- oder Spätreife der verwendeten Genetik oder über den Fettumsatz wirken. Magere Rassen haben einen höheren Fett turn over und damit mehr Aussicht auf Abbau der unerwünschten Stoffe. Frühreife Rassen haben mehr Zeit, um Geruchsstoffe einzulagern. In der Zusammenfassung werden Masteber aus Schweden und Spanien mit über 40 % etwa doppelt so häufig in die Kategorie hohe Androstenonwerte ( $> 1,0 \mu\text{g/g}$  Fett) eingeordnet wie in Frankreich oder in den Niederlanden. Dagegen werden über 20 % der Masteber in Spanien und den Niederlanden in eine Kategorie mit hohen Skatolwerten ( $> 250 \mu\text{g/g}$  Fett) eingeordnet. Das ist mehr als doppelt so viel wie in Schweden, viermal so viel wie in Frankreich und 14-mal so viel wie in Dänemark.

Voraussetzung für eine züchterische Bearbeitung des Problems ist eine genetische Veranlagung ( $h^2$ ), die über eine entsprechende Merkmalsdefinition und Datenerfassung direkt oder indirekt genutzt werden kann. Nach Angaben von DUIJVESTEIJN et al. (2012) ist keine genetische Korrelation zwischen der Rückenspeckdicke und der Androstenonkonzentration des Rückenspecks vorhanden, während die Masttagszunahmen mit dem Androstenongehalt durchaus positiv (0,33) korreliert sind. Mit der Zucht auf hohe Zunahmen und geringe Rückenspeckdicke wird das Problem also eher verstärkt und die Zuchtziele müssen entsprechend angepasst werden.

Mittlerweile hat sich aber die Erkenntnis durchgesetzt, dass vor allem in den Vaterrassen eine erfolversprechende Erblichkeit im mittleren bis hohem Bereich veranlagt ist, die für Androstenon mit 0,49 und für Skatol sogar mit 0,51 quantifiziert werden (HENNE & VOß 2012). Damit könnte der Anteil geruchsauffälliger Eber in etwa fünf Generationen um 80 % reduziert werden. Aufgrund der Zuchtstruktur ist der mögliche Zuchtfortschritt in den Vaterlinien höher als in den Mutterlinien und befördert vergleichsweise spätreife Genotypen. Bei einseitiger Selektion sind erhebliche Verschlechterungen in der Spermaqualität (insbesondere Mobilität und Lebensdauer der Spermien) zu erwarten. Insbesondere in den Mutterlinien dürfen demnach die Wechselwirkungen zu den Fruchtbarkeitsmerkmalen nicht außer Acht gelassen werden. Stabile Fruchtbarkeitsleistungen sind nur möglich, wenn entsprechende Konditionsreserven bzw. Speckauflagen vorhanden sind. Trotzdem wäre die züchterische Suche nach "Korrelationsbrechern" nicht gänzlich aussichtslos und ein wichtiger, aus heutiger Sicht vermutlich der wichtigste Baustein zur Lösung des Problems. Dabei könnten auch neue Züchtungsmethoden wie die genomische Selektion hilfreich sein, die vor allem bei schwer zu erfassenden Merkmalen ihre Berechtigung hat.

Um entsprechende Genorte zu identifizieren, ist aber eine ausreichend große Datengrundlage erforderlich, die von den Zuchtunternehmen erhebliche Anstrengungen verlangt. So wurde zunächst mithilfe von klassischen Methoden angefangen, Biopsieproben aus dem Nackenbereich KB-tauglicher Jungeber zu entnehmen. Bereits heute haben einzelne Zuchtunternehmen (*Topigs SNW, BHZP, German Genetics*) mit oder ohne die Einbeziehung von Ver-

wandteninformationen, Besamungseber im Angebot, die den Anteil geruchsauffälliger Nachkommen reduzieren sollen (NIGGEMEYER 2012). Dafür wird den Erzeugern unter gegebenen Voraussetzungen von großen Schlachtunternehmen ein Bonus je geschlachtetem Masteber in Aussicht gestellt. Sofern das Schlachtaufkommen der Masteber wie prognostiziert weiter wächst, ist für die Zukunft aber viel mehr ein Malussystem zu erwarten. Ein erster Schritt in diese Richtung ist der von der VION Anfang 2013 angekündigte Beitrag zu den anfallenden Analysekosten. Das Risiko für Ebergeruch wird damit in einem ersten Schritt auf den Erzeuger übertragen.

## 2.5 Bedarfsgerechte Masteberfütterung und Fütterungsmaßnahmen zur Minderung von Ebergeruch

Aufgrund des höheren Proteinansatzvermögens bzw. geringeren Fettansatzes der Masteber steht die optimale Protein- bzw. Lysinversorgung der Masteber in der Diskussion. Der Bundesebermastversuch von 1995 (DOBROWOLSKI et al. 1995) bestätigte den Mastebern etwa 5 % mehr Muskelmasse, 8 % weniger Fett und 1 % mehr Knochen. Gleichzeitig beobachtet man gegenüber Kastraten (wie oben beschrieben) eine geringere Fut-  
teraufnahme und höhere Bewegungsaktivität. Aufgrund der unterschiedlichen grobgeweblichen Zusammensetzung der Schlachtkörper wird gegenüber Kastraten ein 10 bis 15 % höherer Lysinbedarf vermutet, der jedoch unter dem Gesichtspunkt der hohen Kosten für Proteinträger dringend zu überprüfen ist (MEYER 2012). Konkrete Bedarfsangaben zur Energie- und Aminosäureversorgung für Jungmasteber sind noch nicht erarbeitet worden, sondern es werden dafür die Angaben für Mastschweine mit hohem Proteinansatz empfohlen (GfE 2006; DLG 2010). Diese Empfehlungen werden in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Festzustehen scheint, dass sich die Ansprüche an die Energie- und Nährstoffversorgung der Eber von denen der Kastraten und Sauen unterscheiden, sodass eine spezielle Rationsgestaltung sinnvoll ist (SUSENBETH 2012). Weil die Unterschiede in den Ansprüchen an die Aminosäuregehalte mit zunehmendem Alter zwischen Ebern, Kastraten und Sauen größer werden, ist eine mehrphasige Fütterung der Masteber zu empfehlen.

**Tabelle 3: Empfohlene Energie-, Eiweiß- und Mineralstoffgehalte in Phasenfuttermischungen für Mast-  
schweine mit sehr hohem Proteinansatz und geringem Fettansatz, geeignet für die Jungebermast (GfE  
2006; STALLJOHANN et al. 2010; STALLJOHANN 2011)**

Lebendmasseabschnitt [kg]	30		40		50		60		70		80		90 - 115	
Energiestufe [MJ/kg]	13,4	13,0	13,4	13,0	13,4	13,0	13,4	13,0	13,4	13,0	13,4	13,0	13,4	13,0
850 g Tageszunahmen:														
pcv Lysin [g/kg]	11,4	11,2	10,1	9,8	9,8	9,6	8,9	8,7	8,6	8,4	8,3	8,1	7,9	7,7
Brutto-Lysin [g/kg]	12,6	12,4	11,3	11,1	11,0	10,8	10,1	9,9	10,0	9,8	9,7	9,5	9,3	9,1
Rohprotein [g/kg]	185	180	175	170	170	165	165	160	160	155	155	150	150	145
Calcium [g/kg]	7,5		6,5		6,3		6,3		6,3		6,0		5,5	
verdauliches P (vP) [g/kg]	3,0		2,9		2,5		2,4		2,3		2,2		2,0	
Brutto-P mit Phytase [g/kg]	5,0		4,7		4,5		4,5		4,5		4,5		4,0	
Natrium [g/kg]	1,5 - 2,5													
Bruttobasis: Lys.:M/C:Thr:Try	1:0,56:0,63:0,18							1:0,56:0,65:0,18						

Mittlerweile liegen einige belastbare Versuchsergebnisse zur Thematik vor, die in der Tabelle 4 zusammengefasst werden. Um die Ergebnisse von extrem typbetonten (LINDERMAYER et al. 2012) über ostdeutsche Herkünfte (MÜLLER 2012) und Zuchtprodukten des Nordwestverbandes (SCHULZE LANGENHORST et al. 2012; ADAM et al. 2013) bis hin zu sehr wachstumsorientierten Herkünften (VOGT et al. 2012) vergleichbar zu machen, wurde die realisierte

Leistung der Kontrollration auf 100 gesetzt. Die bei Einsatz der Versuchsrationen realisierten Leistungen werden dazu in Relation (%) gesetzt. Auf eine nach Geschlechtern differenzierte Literaturoberwertung wurde verzichtet, weil bedarfsgerechte Vergleiche schwierig sind. Übermäßig hohe Protein- bzw. Lysinausstattungen können erfahrungsgemäß für Kastraten negativ sein. Als Bezugsration wurde die im jeweiligen Versuch einfachste Ration (einphasig) oder die mit der geringsten Protein- bzw. Lysinausstattung gewählt. Das kann im Einzelfall von der Nomenklatur bzw. Deklaration der Versuchsansteller abweichen. Die zusammengefassten Versuche bauen in der Regel auf der Bedarfsempfehlung der DLG (2010) für Mastschweine mit hohem Proteinansatz und Masttagszunahmen von 850 g auf. Diese sehen in der Anfangsmast 11 g Brutto-Lysin, in der Mittelmast 9 g Brutto-Lysin und in der Endmast 7 g Brutto-Lysin je kg Futter vor (LINDERMAYER et al. 2012). Die Energiegehalte der gewählten Versuchsfutter werden nicht oder nur in relativ geringem Maße variiert. Diese Variation ergibt sich zum Teil nur aus der Substitution von Sojaschrot durch Weizen oder Gerste. Der Vergleich zeigt, dass die biologischen Leistungen der Mastbeber, anders als vorab vermutet, durch die Lysin- bzw. Proteinzulage im Vergleich zur Kontrollration nur in geringem Maße verbessert werden. Das gilt auch bei relativ hoher Zulage bis zu 30 % (MÜLLER 2012).

Auf die jeweils gewählte Lysinzulage reagieren die Masttagszunahmen und dementsprechend der Futteraufwand in der Vor- und Mittelmast stärker positiv als in der Endmast (LINDERMAYER et al. 2012). Bei einphasiger Fütterung nach DLG-Standard wird ein relativ geringer Nachteil, der in der Vor- oder Mittelmast entstehen kann, zum Teil auch wieder kompensiert. Dabei kommt es offensichtlich auch auf die Definition der Mastabschnitte an. SCHÖN et al. (2012) füttern in einer relativ langen Vormast (bis 70 Tage) gegenüber einer einphasig gefütterten Kontrollgruppe mehr Lysin, senken es aber dann relativ stark ab, dadurch sinken die Zunahmen tendenziell gegenüber der Kontrollgruppe. Eine Proteinzulage hat physiologisch gesehen vermutlich nur vor der zeitlich unterschiedlich beginnenden Pubertät der Tiere ihre Berechtigung. Deshalb spielt die Definition der Fütterungsphasen für eine bedarfsgerechte Fütterung eine große Rolle. Wirtschaftlich ist eine Proteinzulage auch auf ein bereits hohes Niveau dann, wenn sie sich wie auf Haus Düsse relativ deutlich (4 %) im Futteraufwand darstellt (ADAM, NORDA & BÜTFERING 2013). Der Proteinverwertungseffekt übersteigt dann den Ausstattungsnachteil um 1,50 €. Dagegen sind die Veränderungen im Erlös nur marginal (0,2 €/Tier). Der mögliche Effekt auf den Muskelfleischanteil (Tabelle 4) des Schlachtkörpers nach FOM\* oder des Bauches, geschätzt mit Auto FOM\*\*, ist so gering, dass er keinen wirtschaftlich vertretbaren Grund für die entstehenden Futterkosten darstellt. Der höhere Muskelfleischanteil der Mastbeber hat vor allem hormonell bedingte Ursachen. Wenn aber der Proteinansatz durch Rangkämpfe oder ‚Raufereien‘ der Mastbeber gestört wird (LINDERMAYER et al. 2012) oder aufgrund der verwendeten Genetik begrenzt ist (VOGT et al. 2013), kann die Lysinzulage gleichgültig oder tendenziell negativ sein.

Ungerechtfertigt gesteigerte Proteinmengen müssen energieaufwändig entsorgt werden, was nach Angaben von LINDERMAYER et al. (2012) den höheren Muskelfleischanteil der Mastbeber mit Lysinzulage erklärt. Während in diesen Versuchen die Fleischmaße unbeeinflusst sind, sinkt der Fettanteil des Schlachtkörpers, was aber als Maß für die Überforderung der Proteinansatzkapazität gewertet wird. Es kommt also vermutlich darauf an, die Wachstumskurve der Mastbeber zu kennen und dementsprechend das Futter auszustatten. Eine durchgehende Fütterung auf dem von der DLG gewählten Niveau ist zumindest sicherer als eine nicht optimale Phasenfütterung mit übertrieben gewählter Futterausstattung in Vor- und Mittelmast und zu früh oder zu hoch gewählter Absenkung in der Endmast. Auch der mögliche Effekt der Fütterung oder Fütterungstechnik auf den Ebergeruch wird unterschiedlich diskutiert. Anders als bei weiblichen Schweinen beeinflusst das Gewicht über die energieabhängige IGF-1-Freisetzung noch mehr als das Alter den Pubertätseintritt und wirkt sich so auf die Androstenoneinlagerungen in das Fettgewebe aus (WEILER & WESOLY 2012). Das bedeutet, eine intensive Fütterung führt zu einem schnellen Erreichen des Schlachtgewichtes, aber auch zu einem frühen Pubertätseintritt. Das konnte mit Bezug auf die Androstenonwerte jedoch nur tendenziell, deutlicher jedoch bei den gewerteten Skatolkonzentrationen, nachvollzogen werden. Während die flüssige gegenüber der trockenen Fütterung eines ansonsten identischen Futters den Skatolgehalt von Schlachtkörpern reduzieren soll (KJELDEN 1993), werten KAMPHUES & BETSCHER (2010) vorliegende Literaturer-

gebnisse zum möglichen Einfluss der Futterenergie als widersprüchlich. Geringe Energiekonzentrationen (11,7 MJ ME) führten gegenüber höherer Ausstattung (13,8 MJ ME) in Versuchen zu höherer, aber auch zu niedrigerer Skatolkonzentration. Ein hoher Proteingehalt des Futters und eine restriktiv gefütterte Futtermenge wirkten Skatol reduzierend. Dagegen führte auch eine sehr hohe Lysinausstattung von Mastebnern in drei Prüfanstalten zu keiner absicherbaren Reduktion von Skatol oder Indol (MÜLLER 2012).

Nach Ansicht von KAMPHUES & BETSCHER (2010) kommt es auf den Einstrom der Kohlenhydrate im Dickdarm an, die folglich die Zusammensetzung der Darmflora und die mikrobiologische Fermentation beeinflussen. Skatol und die ebenfalls als Geruchsstoffe identifizierten Indole stammen aus dem Tryptophanabbau im Dickdarm. Schlecht verdauliche Kohlenhydratquellen erhöhen das Substratangebot für propion- oder buttersäurebildende Darmkeime. Die Tryptophankonzentration im Futter ist aber mehr oder weniger unerheblich, weil die Dünndarmverdaulichkeit dieser essentiellen Aminosäure entsprechend hoch ist. Hilfreich können vor allem Inulin und rohe Kartoffelstärke, nicht aber Rohfaser liefernde Komponenten sein (ZAMARATSKAIA & SQUIRES 2009). Das bestätigen auch die Untersuchungen von LINDERMAYER et al. (2012). Um aber weniger als 25 % der typbetonten bayerischen Masteber unter eine Grenze von 50 ng Skatol/g Fett zu bringen, reichen 3 % Inulin nicht aus. Bei 10 % Inulinausstattung wird Skatol sicher unter die angegebene Grenze gebracht. Neben technischen Problemen mit dem Einmischen des stark hygroskopischen Inulins entstehen zusätzliche Kosten von 2,60 € beim Einsatz von 3 % Inulin und von 4,40 € bei Einsatz von 10 %. Gleichzeitig hatte dieser Futterzusatz keine Wirkung auf Androstenon, als positive Faktoren wurden hohe Zunahmen und ein frühes Schlachtalter identifiziert. Dagegen beobachteten MÜLLER et al. (2012) hohe Androstenonwerte bei Mastebnern mit steigenden Zunahmen von der Vor- zur Mittelmast, während bei Mastebnern mit gleichmäßig hohen Zunahmen geringere Androstenonwerte im Speck gefunden wurden. Bei Mastebnern, die auf Vollspaltenboden gehalten wurden, waren gegenüber Teilspaltenhaltung geringere Skatolkonzentrationen nachweisbar.

**Tabelle 4: Literaturübersicht zur Protein- bzw. Lysinversorgung von Mastebnern**

Literatur	Ausstattungs-niveau		MTZ [g]		Futterm-aufwand 1:		Schlachtleistung	
	Energie [MJ ME]	Lysin [g/kg] brutto	absolut	Leistung in Relation [%]	absolut	Leistung in Relation [%]	absolut MFA [%] FOM* bzw. Auto FOM**	Leistung in Relation [%]
SCHULZE, LANGENHORST, BÜTFERING & ADAM (2011)	13,3 einphasig	11,30 einphasig	906	-	2,41	-	58,7*	-
	13,3	11,30 MM 9,3 EM ab 90 kg LM	901	- 1	2,46	+ 2	58,0*	- 1
	13,3	11,30 MM 9,9 EM ab 70 kg LM	893	-1	2,49	+ 3	58,1*	- 1
MÜLLER et al. (2012)	13,4 VM 13,0 EM	11,15 VM 9,0 EM	923 (gesamt)	-	2,36 (gesamt)	-	60,0*	-
	13,4 VM 13,0 EM	13,2 VM 10,4 EM	942 (gesamt)	+ 2	2,32 (gesamt)	- 2	60,0*	± 0
	13,4 VM 13,0 EM	14,9 VM 11,7 EM	935 (gesamt)	+ 1	2,33 (gesamt)	- 1	60,3*	+ 1

Literatur	Ausstattungs-niveau		MTZ [g]		Futtermittelaufwand 1:		Schlachtleistung	
VOGT et al. (2012)	13,6	11,30	871	-	1,76	-	54,9**	-
	einphasig	einphasig	1091	-	2,15	-		
			1046	-	2,68	-		
	13,4 VM	12,1 VM	872	± 0	1,79	+ 2	55,7**	+ 2
	13,2 MM	10,9 MM	1.076	- 1	2,25	+ 5		
13,3 EM	9,6 EM	1.050	± 0	2,66	- 1			
LINDERMA- YER et al. (2012)	13,5 VM	11,30 VM	680	-	2,20	-	61,6*	-
	13,6 MM	9,20 MM	813	-	2,40	-	61,2**	-
	13,7 EM	7,90 EM	684	-	3,30	-		
	13,7 VM	12,5 VM	695	+ 2	2,10	- 5	64,3*	+ 4
	13,8 MM	9,6 MM	758	- 7	2,70	+ 13	63,7**	+ 4
	13,7 EM	8,2 EM	672	- 2	3,30	± 0		
	Versuchsfutter + 3 % Inulin (4 - 6 Wochen vor der Schlachtung)		701	+ 3	2,10	- 5	61,6*	± 0
			855	+ 5	2,40	± 0	61,3**	± 0
			747	+ 9	3,20	- 3		
	Versuchsfutter + 6 % Inulin (4 - 6 Wochen vor der Schlachtung)		743	+ 9	2,10	- 5	62,6***	+ 2
			809	- 1	2,60	+ 8	62,7**	+ 3
			679	- 1	3,50	+ 6		
ADAM, NORDA & BÜTFERING (2013)	13,3 einphasig	12,64 einphasig	966	-	2,41	-	60,9**	-
	13,3	13,03 MM 12,54 EM	977	+ 1	2,31	- 4	61,2**	± 0

## 2.6 Einflussnahme durch Schlachtung und Verarbeitung

Bei vielen Fleischqualitätsparametern (pH, Dripverlust) spielt vor allem das unmittelbare Zeitfenster vor der Schlachtung die größte Rolle. Durch die Behandlung der Tiere vor der Schlachtung und durch die Verarbeitung nach der Schlachtung, kann auch das Geruchsproblem entschärft oder verstärkt werden. Durch Ausstallung und Transport, aber auch durch Rangkämpfe unbekannter Tiere entsteht Stress, der die Fleischqualität verschlechtert. MÖRLEIN et al. (2012) finden systematische Unterschiede im Skatolgehalt der Schlachtkörper zwischen Schlachtstätten und führen diese auf die Länge des Transportweges (zwei oder sechs Stunden Transport) der Tiere zum Schlachthof zurück. Dagegen führt die Behandlung der Schlachtkörper durch unterschiedliche Brühtechnik zu keinen Konzentrationsunterschieden von Androstenon, Skatol und Indol.

In wissenschaftlichen Studien wird die Verbraucherakzeptanz in der Regel mithilfe von Nackenfettproben geprüft. Die Ergebnisse belegen, dass fettarme Teilstücke wie Koteletts akzeptiert werden, auch wenn der Androstenongehalte im Rückenspeck der Eberschlachtkörper deutlich über dem Grenzwert von 0,5 µg/g Fett liegt (MÖRLEIN 2012). Folglich sind die diskutierten Grenzwerte produktspezifisch zu sehen. Auch bei Verarbeitungsprodukten spielt somit der eingestellte Fettgehalt und nicht nur dessen Skatol- oder Androstenonkonzentration eine Rolle. Ferner können durch die Fleischverarbeitung Ebergeruchsstoffe maskiert werden. Analog zu den Ergebnissen der Akzeptanzstudien mit Eberfett werden aber auch die Verarbeitungsprodukte (Wurst), in denen Gewürze oder Rauch verwendet werden, uneinheitlich und nicht immer positiv bewertet (HEID & HAMM 2010). Das Erhitzen bzw. Garen der Verarbeitungsprodukte erhöht grundsätzlich die Wahrnehmung, sofern diese auch warm verzehrt werden. Die dem



zugrunde liegende Flüchtigkeit der Geruchsstoffe führt auch dazu, dass insbesondere der Skatolgehalt gesenkt werden kann, so dass vorab erhitzte Produkte bei kaltem Verzehr eher akzeptiert werden. Verarbeitete Fleischwaren, die kalt verzehrt werden, sind also ein möglicher Weg um Eberfleisch zu verwerten (HEID & HAMM 2010). Das eigentliche Problem in Deutschland ist der für das Marketing im Einzelhandel so wichtige Frischfleischbereich.

## 2.7 Apparative Geruchserfassung (elektronische Nase)

Ebergeruch muss entweder vermieden oder sicher erkannt werden, denn ungetestetes Eberfleisch darf nicht in den Verkehr gebracht werden. Die Orientierungswerte werden relativ willkürlich gesetzt und gehen von 30 ng/g Fett bis 200 ng/g Fett beim Skatol und von < 100 ng/g Fett bis 1.000 ng/g Fett beim Androstenon (LINDERMAYER et al. 2012) aus. Dementsprechend werden intakte Eber zu 1 bis 80 % als geruchsauffällig eingestuft. Bislang kam es auch darauf an, wie viel Ebergeruch man für akzeptabel hält, deshalb wären einheitliche Grenzwerte hilfreich. Die mit viel Hoffnung auf der Basis von Halbleitertechnologie aus der Automobilindustrie dafür weiter zu entwickelnde Gassensorik (elektronische Nase) wird es aber zumindest in absehbarer Zeit nicht geben. Diese sollte geruchsauffällige Tiere preiswert, sicher und möglichst schnell nachweisen. Genauso weit wie von der Schlachtbandgeschwindigkeit ist die Sicherheit der Messungen von der zu fordernden Qualität entfernt. Problematisch ist die chemische und auch physikalische Natur von Ebergeruch. Diese Stoffe sind nur in Spuren vorhanden, und relativ wenig beweglich, trotzdem müssen sie gasförmig gemessen werden. Relativ neu ist die Erkenntnis, dass die Verteilung der Geruchsstoffe im Schweinespeck nicht gleichmäßig ist. Für eine sichere Aussage müssten die Proben in mehreren Wiederholungen getestet werden, was einen derzeit unverhältnismäßigen Aufwand bedeutet oder zehn Jahre weitere Forschungsarbeit. Auch ist fraglich, ob man den Ebergeruch wirklich auf die beiden Substanzen Androstenon und Skatol reduzieren kann. Chemisch gesehen ist er, wie auch die vielen Vergleiche zwischen sensorischer und apparativer Messung zeigen, viel komplexer. Sicherer erkennt den Geruch nach wie vor die menschliche Nase, worin letztendlich auch die Furcht vor Akzeptanzproblemen der Verbraucher ihren berechtigten Ursprung hat. Diese sollten aber gerade wegen ihrer menschlichen Schwächen von einem objektiven Messsystem abgelöst werden. Ein Ausweg könnte eine entsprechende Schulung und Auswahl der Testpersonen sein. Neben den Fragen nach den Kosten und der Zulässigkeit bleibt die Hoffnung, dass ein solches Urteil am Schlachtband auf Großschlachthöfen schnell und sicher genug sein kann.

## 3 Material und Methoden

In den hier vorgestellten Versuchen wurden ausschließlich Schweine aus dem Lehr- und Versuchsgut Köllitsch untersucht und ausgewertet.

### 3.1 Tiere und Haltungsverhältnisse

Im Versuch kamen in über 33 Versuchsmonaten 2.753, ausschließlich in der Lehrwerkstatt Schwein (LWS) geborene Ferkel zum Einsatz, die von den 140 dort gehaltenen F1-Sauen (Large White \* Deutsche Landrasse [LW/DL]) abstammten. Diese wurden überwiegend mit Pietrain-Ebern (Pi) (2.450 Ferkel in 15 Versuchsdurchgängen) angepaart. In drei einzelnen Durchgängen (303 Ferkel) wurden neben Pietrain-Ebern auch Eber der Rasse Duroc (Du) verwendet. In neun Durchgängen wurde eine zufällig ausgewählte Hälfte (49 %) der geborenen Eberferkel (653) eines Wurfes unter Verwendung eines Schmerzmittels (Metacam) während der ersten Lebenswoche kastriert. Die

andere Hälfte der Eberferkel wurde nicht kastriert. Alle Ferkel wurden nach der Geburt und mindestens zum Einstellen in die Ferkelaufzucht (oftmals später erneut) mit einer Ohrmarke tierindividuell gekennzeichnet. Alle Ferkel wurden nach einer vorgesehenen Säugezeit von 28 Tagen in eines von drei Abteilen zur Ferkelaufzucht verbracht und verblieben dort bis zum 49. Lebenstag. Beim Einstellen in die Ferkelaufzucht wurden die Wurfgeschwister unter Berücksichtigung des Wurfgewichtes, soweit das die Versuchsfragestellung zuließ, nicht voneinander getrennt, weil sich gezeigt hat, dass so stabilere Leistungen möglich sind. Die Aufstallung in der Ferkelaufzucht erfolgte somit durchweg gemischt geschlechtlich.

In einem der drei verwendeten Ferkelaufzuchtteile wurden die Ferkel jeweils zur Hälfte mithilfe einer dezentralen Flüssigfütterung (Duplexx-Fütterung, Firma ACO Funki) versorgt. Die andere Hälfte der Ferkel wurde an Rohrbreiautomaten des gleichen Herstellers aufgezogen. Je nach Wurfgröße betrug das Platzangebot in den acht jeweils 8 m<sup>2</sup> großen Aufzuchtbuchten eines Aufzuchtteils, bei einer mittleren Gruppengröße von 19,6 Ferkeln, durchschnittlich 0,4 m<sup>2</sup> je Ferkel. Die maximale Belegdichte betrug bis zu 25 Tiere je Bucht. Nach der Ferkelaufzucht erfolgte eine Neugruppierung der Ferkel beim Einstellen in jeweils eines von drei vorhandenen Schweinemastabteilen unter der Maßgabe, möglichst gleiche Ausgangsbedingungen (Geschlecht, Leistungsveranlagung, Anzahl Tier je Fragestellung) für die einzelnen Versuchsfragestellungen zu schaffen. Dabei wurden die Mastläufer gemischt oder getrennt geschlechtlich eingestallt und so wurden in den gemischten Gruppen Eber mit Sauen, Sauen und Kastraten, aber auch Sauen, Eber und Kastrate miteinander kombiniert. Als Fütterungstechnik in den Haltingsversuchen kamen Rohrbreiautomaten der Firmen ACO Funki, (3 in 1), Schauer (Ecomat), AP (Swing) sowie Big Dutchman (PICNIC) zum Einsatz. Damit sollten entsprechend unterschiedliche Ansprüche an die Konstruktionskriterien von Rohrbreiautomaten dargestellt werden. Gleichzeitig wurden einzelne Mastautomaten gleicher Bauart (ACO Funki, BD) in den Buchten unterschiedlich an- bzw. zugeordnet, sodass sich verschiedene Tier-Fressplatz-Verhältnisse und eine unterschiedliche Automatenzugänglichkeit ergaben. Die Fragen zur Futterausstattung wurden ausschließlich an ACEMO-Futterautomaten mit Einzeltiererkennung und geschlossenem Fressstand bearbeitet.

In über zehn Versuchsdurchgängen wurden in zwei Mastabteilen mit jeweils acht bzw. fünf gleich großen Gruppenbuchten durchschnittlich 20,04 Tiere je Bucht, bei einem mittleren Platzangebot von 1,05 m<sup>2</sup> je Mastschwein, gehalten. In einem dritten Mastabteil mit zwölf Gruppenbuchten wurden durchschnittlich jeweils 16,32 Tiere je Bucht, bei einem mittleren Platzangebot von 0,95 m<sup>2</sup>, gehalten. Die Untersuchungen zur Fütterung der Masteber wurden in drei einzelnen Mastbuchten eines Abteils an Abrufstationen (ACEMO) mit Einzeltiererkennung und geschlossenem Fressstand zur Erfassung der tierindividuellen Futteraufnahme durchgeführt. Die durchschnittliche Gruppengröße betrug 14,97 Tiere bei einem Platzangebot von 1,28 m<sup>2</sup>. Um die Funktionsfähigkeit dieses Systems zu sichern, dürfen maximal 15 Tiere je Bucht eingestallt werden, diese müssen erfahrungsgemäß eine hohe und innerhalb der Haltungsgruppe ausgeglichene Konkurrenzkraft haben.

**Tabelle 5: Versuchsdurchgänge mit Tieranzahl und Verlustgeschehen in der Mast**

Durchgänge	n bei Einstellung Mast				n bei Ausstallung Mast			
	Geschlecht				Geschlecht			
	♀	♂	♂K	Σ	♀	♂	♂K	Σ
1	112	40	37	<b>189</b>	104	38	36	<b>178</b>
2	42	55	29	<b>126</b>	40	54	29	<b>123</b>
3	69	51	33	<b>153</b>	67	51	32	<b>150</b>
4	85	100		<b>185</b>	80	97		<b>177</b>
5	73	73		<b>146</b>	64	69		<b>133</b>

Durchgänge	n bei Einstallung Mast				n bei Ausstallung Mast			
6	89	51	25	<b>165</b>	86	50	25	<b>161</b>
7	81	73		<b>154</b>	73	66		<b>139</b>
8	91	89		<b>180</b>	88	82		<b>170</b>
9	91	52	26	<b>169</b>	85	50	25	<b>160</b>
10	84	83		<b>167</b>	68	71		<b>139</b>
11	94	68		<b>162</b>	81	67		<b>149</b>
12	92	42	18	<b>152</b>	89	40	16	<b>145</b>
13	89	59	5	<b>153</b>	89	59	5	<b>153</b>
14	86	80		<b>166</b>	79	76		<b>155</b>
15	80	70	36	<b>186</b>	76	68	36	<b>180</b>
16	70	50		<b>120</b>	66	47		<b>113</b>
17	86	82		<b>168</b>	84	81		<b>165</b>
18	94	46	26	<b>166</b>	92	45	26	<b>163</b>
<b>Summe</b>	<b>1.508</b>	<b>1.164</b>	<b>235</b>	<b>2.907</b>	<b>1.411</b>	<b>1.111</b>	<b>230</b>	<b>2.753</b>

Tabelle 5 stellt das Geschlechterverhältnis (männliche, weibliche, männlich kastrierte Tiere) der für den Bericht ausgewerteten Versuchsdurchgänge unter Berücksichtigung des Verlustgeschehens und der Selektionen während der Schweinemast dar. Die Differenz zwischen ein- und ausgestallten Schweinen entspricht nicht dem Verlustgeschehen (Tabelle 16 im Teil Ergebnisse/Diskussion). Damit Störungen im Versuchsablauf vor allem durch gesundheitliche Probleme (Lahmheiten, Krankheiten), aber auch durch Folgen von Verhaltensstörungen die zu untersuchenden Parameter nicht überlagern, wurden betroffene Tiere zeitig aus den Gruppen genommen und so von der Auswertung der Leistungsdaten ausgeschlossen. Insgesamt erreichten 6,4 % der eingestellten Schweine das ‚Klassenziel‘ nicht, davon waren durchschnittlich 2,4 % echte Verluste wie Verendungen oder Nottötungen.

Erfasst wurden folgende biologische Leistungs- bzw. ethologische Parameter, die unter Berücksichtigung der oben genannten Faktoren ausgewertet wurden:

- Masttagszunahmen [g]
- Futtermittelverbrauch und Futtermittelaufwand [1:]
- Tierverluste [%]
- Schlachtgewicht [kg]
- Klassifizierung und Schlachtkörperqualität MFA [%] bzw. IP
- Ebergeruch apparativ anhand von Indol, Skatol sowie Androstenon [ $\mu\text{g/g}$ ] und subjektive Einschätzung mithilfe eines Panels [drei Personen, Skala 1 bis 4]
- Tierverhalten, subjektive Bewertung der Unversehrtheit des Integuments [Skala 1 bis 4]

Die Ferkel wurden nach der Geburt und vor dem Absetzen sowie in der Mitte von Aufzucht und Schweinemast einzeln gewogen. Ethologische und biologische Daten wurden überwiegend zum Zeitpunkt der Tierwägungen beim Einstellen, ca. am 50. Masttag und jeweils vor den Ausstallungen (100., 107. und 114. Masttag) erfasst. Die Ausstalltermine richteten sich nach der körperlichen Entwicklung der Eber unter der Maßgabe, das vom Schlachthof angestrebte Schlachtgewicht von 94 bis 96 kg zu erreichen. Das setzt Lebendgewichte von 118 kg bis 120 kg vor-

aus. Bei der Umstellung auf ein zunächst zeitlich verkürztes Bewirtschaftungssystem der Mast gab es in Verbindung mit Problemen zur Proteinbereitstellung erhebliche Schwierigkeiten, die vorgesehenen Schlachtgewichte zu erreichen. So wurden für die Schlachtung der Schweine eines Mastdurchgangs zwei bis vier Schlachttermine vorgesehen.

## 3.2 Bonituren

Die Unversehrtheit des Integumentes und die Einschätzung verschiedener Kriterien zur Tiergesundheit wurden auf das Einzeltier bezogen (!) von der Einstallung in das Ferkelaufzuchtteil bis zum Ende der Mast regelmäßig, mindestens jedoch zum Zeitpunkt der Wägungen der Tiere subjektiv von einer einzelnen Person bonitiert. Dazu wurde in Anlehnung an wissenschaftlich publizierte Boniturschemata unter der Maßgabe eigener Erfahrungen die in der in der Tabelle 6 dargestellte Kategorisierung der Beobachtungen vorgenommen.

**Tabelle 6: Boniturschema der körperlichen Unversehrtheit bzw. der Gesundheit**

Noten	Integument	Fundament	Darm	Atemwege
1,0	ohne jegliche Schramme	keine Beanstandung, ohne Befund	normale Kotkonsistenz	keine Beanstandung, ohne Befund
1,5	einzelne oberflächliche Schrammen	kleine Läsuren, etwas dickere Gelenke, ohne Bewegungseinschränkung	etwas dünnerer Kot	nicht benotet
2,0	oberflächliche Schrammen am ganzen Körper	etwas dickere Gelenke mit leichter Bewegungseinschränkung	dünnere Kot	Husten
2,5	deutliche tiefe Schrammen an der Vorderhand	dickere Gelenke, Paneritium u. ä., deutliche Bewegungseinschränkung	sehr dünner Kot mit farblichen Veränderungen	nicht benotet
3,0	deutliche tiefe Schrammen am ganzen Körper	dickere Gelenke, Paneritium u. ä. erhebliche Bewegungseinschränkung, festliegen	wässriger Kot	sehr starker Husten, Lungenentzündung

Neben der dargestellten Bewertung des Integumentes wurde gegebenenfalls Kannibalismus der Schweine, der sich in Ohr- oder Schwanzbeißen äußerte, beobachtet. Diese Beobachtungen wurden ebenfalls auf einer Skala mit vier Stufen dokumentiert. Sie sind aber nicht Gegenstand der hier vorgestellten Untersuchung. Notwendige medikamentöse Behandlungen wurden ebenfalls auf das Einzeltier bezogen erfasst und entsprechend dokumentiert.

## 3.3 Fütterung

Die Fütterung der Masteber in den Haltungsversuchen erfolgte ad libitum an Rohrbreiautomaten zweiphasig in Form einer Vormast bis zum 65. Haltungstag und der anschließenden Endmast ab dem 66. Haltungstag. Dabei wird die Zusammensetzung des Futters, insbesondere der Gehalt an Lysin und Rohprotein, in zwei Fütterungsabschnitten variiert und beim Futterübergang miteinander verschnitten. Den Nährstoffgehalt der Produktionsfutter stellt die Tabelle 7 zusammen.

Abgestimmt mit einem bundesländerübergreifenden BLE-Projekt zur Ebermast, aber davon unabhängig, sollten im Rahmen des hier vorgestellten Projektes Fütterungsempfehlungen für die Jungmasteber bei möglichst geringen Futterkosten erarbeitet werden. Als besonderes Problem wurde dabei das zu definierende Energie-Lysin-Verhältnis von Jungmastebern identifiziert, das vermutlich bis zum Mastende enger sein muss als bei den bisher üblichen Mastrationen. An der Rationsgestaltung für Jungmasteber muss deshalb noch gearbeitet werden, auch wenn bereits spezifische Empfehlungen von Mischfutterherstellern existieren.

Es wurden sechs Ebermastversuche an Abrufstationen durchgeführt, die zeitlich und räumlich innerhalb der 18 Versuchsdurchgänge bzw. Mastabteile stattfanden. Je Versuch standen 45 Jungmasteber der Dreirassenkreuzung [Pi \* (LW \* DL)] zur Verfügung (s. o). Die Tiere wurden jeweils auf drei gleich große Versuchsgruppen aufgeteilt. Die Einzelfütterung erfolgte in jeder Gruppe über einen ACEMO-Futterabrufautomaten. Im Unterschied zu ähnlichen Untersuchungen an der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft, die ausschließlich auf Gerste, Weizen und Sojaextraktionsschrot basierten (LINDERMAYER et al. 2012), enthielten die Köllitscher Versuchsfutter auch Rapsextraktionsschrot zu unterschiedlichen Anteilen. Der Nährstoffgehalt der beiden eingesetzten Rapsextraktionsschrote ist in Tabelle 8 vergleichend zu Durchschnittswerten von Rapsextraktions- und Sojaextraktionsschrot dargestellt. Rapsextraktionsschrot hat gegenüber anderen üblichen Eiweißfuttermitteln mehr Rohfaser, die geringer verdaulich ist. Dadurch liegt die Energiekonzentration deutlich unter den Werten von Sojaextraktionsschrot. Mit durchschnittlichen Gehalten von 6 g Kalzium und 12 g Phosphor je kg Rapsschrot liegen diese Mengenelemente fast doppelt so hoch wie bei den Sojaschroten. Allerdings hat Rapsextraktionsschrot den geringsten Kupfergehalt aller Eiweißfuttermittel (3 mg/kg).

**Tabelle 7: Nährstoffgehalte der Produktionsfutter\***

Versuch	Futterart	Ra [%]	RFa[%]	RFe[%]	RP[%]	Stärke[%]	ME MJ	Ca[%]	P[%]	Lysin[%]
1	VMF	5,56	4,65	2,49	19,50	41,43	13,10	0,89	0,51	1,36
	EMF	4,77	4,82	2,14	18,56	41,90	12,99	0,68	0,49	1,16
2	VMF	4,70	4,16	2,78	19,84	43,41	13,65	0,92	0,52	1,25
3	VMF	5,84	4,79	3,43	19,26	39,11	13,14	0,89	0,48	1,10
	EMF	6,01	4,70	3,14	18,23	40,77	13,03	0,74	0,45	1,02
4	VMF	5,44	4,88	3,36	19,25	39,48	12,96	0,95	0,50	1,10
	EMF	5,56	3,54	2,64	18,19	46,11	13,27	1,26	0,50	1,05
5	VMF	5,16	4,00	2,87	19,38	42,58	13,21	1,12	0,53	1,10
	EMF	4,66	4,09	2,79	14,14	49,40	13,06	1,20	0,48	0,80
6	VMF	4,60	4,14	2,72	13,28	49,42	12,99	1,14	0,50	0,71
	EMF	6,97	4,06	2,71	17,33	41,37	12,75	1,46	0,58	1,19
7	VMF	4,50	4,35	2,67	12,53	49,44	12,82	1,23	0,52	0,71
	EMF	5,02	4,47	2,83	16,38	43,51	12,89	0,85	0,47	0,99
8	VMF	5,23	4,03	2,87	17,02	43,54	13,13	0,90	0,47	1,04
9	VMF	5,31	4,29	2,41	18,10	42,89	12,97	0,48	0,49	1,01
10	EMF	4,41	3,91	2,36	16,92	46,58	13,22	0,58	0,49	0,95
11	VMF	3,83	3,23	1,82	12,20	53,07	13,27	0,82	0,45	0,79
	EMF	3,77	3,91	2,19	17,48	43,17	13,28	0,55	0,46	0,94
12	VMF	4,70	3,64	2,29	19,08	45,46	13,34	0,63	0,50	1,07

Versuch	Futterart	Ra [%]	RFa[%]	RFe[%]	RP[%]	Stärke[%]	ME MJ	Ca[%]	P[%]	Lysin[%]
13	EMF	4,37	4,11	2,31	17,21	46,35	13,20	0,66	0,48	0,94
	VMF	4,74	3,87	2,23	18,05	45,81	13,24	0,62	0,47	1,03
14	EMF	4,71	3,81	2,27	18,37	45,87	13,26	0,75	0,48	1,03
	VMF	4,95	3,36	2,20	19,07	45,52	13,47	0,73	0,48	1,05
15	EMF	4,73	3,43	2,31	17,76	46,83	13,37	0,75	0,50	1,00
	VMF	4,77	3,95	2,29	17,83	46,00	13,16	0,56	0,48	1,00
16	EMF	5,21	4,23	2,35	17,97	43,90	13,02	0,94	0,47	1,06
	VMF	4,94	3,71	2,21	17,77	45,75	13,21	0,69	0,46	1,00
17	EMF	4,51	4,71	2,48	16,24	44,83	12,84	0,46	0,42	0,89
	VMF	4,18	3,99	2,22	18,05	45,81	13,24	0,65	0,45	1,05
18	EMF	4,55	4,06	3,21	18,28	41,75	13,30	0,66	0,48	1,04
	VMF	4,84	4,59	2,75	18,41	43,32	12,99	0,54	0,43	0,97
	EMF	3,62	4,74	2,89	14,44	47,78	12,99	0,48	0,40	0,78

\* bei 88 % TS

**Tabelle 8: Nährstoffgehalt von Rapsextraktionsschrot (RES) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES)**

Nährstoffgehalte je kg Futter						
Futtermittel	TS [g]	RP [g]	Rohfett [g]	Rohfaser [g]	Schwein [ME MJ]	Glucosinolate [ $\mu\text{mol/g}$ ] <sup>*</sup>
RES, MW	890	335	20	125	9,70	
RES Köllitsch 2010	886	339	24	108		10,8
RES Köllitsch 2011	887	330	27	122		8,06
SES-44, MW	880	435	12	70	13,0	
SES-HP, MW	880	480	10	35	14,3	

Quelle: PRÖLL & WIEDNER (1993) ergänzt

\* Hessisches Landeslabor Kassel, Monitoring Rapsextraktionsschrot

In Tabelle 9 sind die durchschnittlichen Aminosäuregehalte von Rapsextraktionsschrot und Sojaextraktionsschrot aufgezeigt. Mit über 33 % Rohprotein zählt Rapsextraktionsschrot zu den proteinreichen Eiweißalternativen. Auffallend ist, dass die Gehalte an Methionin und Cystin über den entsprechenden Werten von Sojaextraktionsschrot liegen, woraus sich eine vorzügliche Kombinationsmöglichkeit mit Körnerleguminosen ergibt, die arm an Methionin und Cystin sind, dafür aber hohe Lysingehalte besitzen. Der Lysingehalt von Rapsextraktionsschrot liegt mit 5,7 g je 100 g RP deutlich unter, der Threoningehalt je 100 g RP dagegen deutlich über dem Sojawert. Um die entsprechenden Konzentrationen an essentiellen Aminosäuren im Versuchsfutter zu erreichen, wurden im Mischfutterwerk industriell hergestellte freie Aminosäuren zugesetzt.

Die Basismischung setzte sich folgendermaßen zusammen:

Weizen 39 %	Pflanzenfett 1,2 %
Gerste 38 %	Calciumcarbonat 1,2 %
Sojaextraktionsschrot 12 %	Monocalciumphosphat 0,8 %
Rapsextraktionsschrot 5 % (7, 10, 15 %)	Natriumchlorid 0,3 %
Hafer 1,4 %	

**Tabelle 9: Aminosäuregehalte von Rapsextraktionsschrot (RES) im Vergleich zu Sojaextraktionsschrot (SES)**

Futtermittel	Mittlere Gehaltswerte je kg Futter (je 100 g Rohprotein)			
	Lysin [g]	Methionin + Cystin [g]	Threonin [g]	Tryptophan [g]
RES mit 335 g RP	19,0 (5,7)	14,0 (4,2)	15,0 (4,5)	4,4 (1,3)
SES-44 mit 435 g RP	28,0 (6,4)	13,0 (3,0)	17,4 (4,0)	5,6 (1,3)
SES-HP mit 480 g RP	30,0 (6,3)	14,4 (3,0)	18,0 (3,8)	6,2 (1,3)

Quelle: PRÖLL & WIEDNER (1993)  
(88 % TS)

Tabelle 10 und 11 enthalten ausgewählte Inhaltsstoffe der in den Ebermastversuchen eingesetzten Futtermischungen. Als Alternative zur genauen Bestimmung des Proteinansatzvermögens über Stufenschlachtungen bzw. Stickstoffbilanzversuche wurden zunächst zwei einphasige Ebermastversuche durchgeführt, d. h. in der Endmast lag die Aminosäureausstattung über dem vermuteten Bedarf zur Deckung des Proteinansatzvermögens. Damit sollte das Proteinansatzpotenzial der Eber ausgeschöpft werden.

Auch in den Untersuchungen von SCHULZE et al. (2012) erwies sich die einphasige Fütterung als leistungsstärkste Variante. In den Versuchen wurde das Futter überwiegend mit einer hohen Energiekonzentration von 13,4 MJ ME/kg (88 % TS) ausgestattet. Auch bei den Rohproteingehalten der Rationen wurde von den in der Praxis bewährten Gehalten ausgegangen (AM 17 bis 18 % RP, EM 16 bis 17 % RP). Variiert wurde der Lysin- und teilweise auch der Threoningehalt in den Ebermischungen.

**Tabelle 10: Energiegehalt und Nährstoffanalysenwerte der Ebermischungen in den Versuchen 1 bis 4 (lt. Deklaration Muskator-Werke Riesa)**

Parameter	Versuch 1 (5 % RES) einphasig			Versuch 1 (5 % RES) einphasig			Versuch 3 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7 % RES)			Versuch 3 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7 % RES)			
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	
Energie [MJ ME/kg]		13,4			13,4		AM	13,4			13,4		
							EM	13,0			13,0		
Rohprotein %		16,0			18,0		AM	17,5			17,8		
							EM	16,0			17,0		
Rohfaser %		3,7			4,3		AM	4,0			4,4		
							EM	4,5			4,5		
Rohfett %		3,5			4,1		AM	5,2			3,9		

							EM	3,6		3,6			
Rohasche %	5,0			5,1			AM	5,0		4,7			
							EM	4,6		4,6			
Ca %	0,75			0,70			AM	0,70		0,90			
							EM	0,70		0,80			
P %	0,55			0,60			AM	0,50		0,50			
							EM	0,43		0,43			
Na %	0,15			0,18			AM	0,18		0,25			
							EM	0,20		0,15			
Lysin %	1,0	1,15	1,3	1,0	1,15	1,3	AM	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
							EM	0,95	1,0	0,90	0,95	1,0	0,90
Thr : Lys.	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	AM	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,64
							EM	0,64	0,64	0,64	0,62	0,62	0,64

**Tabelle 11: Energiegehalt und Nährstoffanalysenwerte der Ebermastrationen in den Versuchen 5 bis 6 (lt. Deklaration Muskator-Werke Riesa)**

Parameter	Versuch 5 (AM 10 % RES) zweiphasig (EM 15 % RES)			Versuch 6 (AM 10 % RES) zweiphasig (EM 15 % RES)			
		Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3
Energie [MJ ME/kg]	AM		13,6			13,4	
	EM		13,4			13,2	
Rohprotein %	AM		17,0			17,5	
	EM		17,5			17,0	
Rohfaser %	AM		4,0			4,0	
	EM		4,5			4,5	
Rohfett %	AM		3,7			3,6	
	EM		3,2			3,6	
Rohasche %	AM		4,8			4,8	
	EM		4,5			4,5	
Ca %	AM		0,75			0,75	
	EM		0,65			0,65	
P %	AM		0,50			0,50	
	EM		0,43			0,43	
Na %	AM		0,18			0,18	
	EM		0,15			0,15	
Lysin %	AM		1,1			1,2	
	EM		1,1			1,1	
Thr : Lys.	AM	0,63	0,63	0,63	0,62	0,62	0,64
	EM	0,80	0,70	0,65	0,62	0,62	0,64

Aus Tabelle 12 geht hervor, dass, abgesehen von zwei Ausnahmen (zu niedriger Energiegehalt in Gr. 3, Versuch 2, und überhöhter Threoninegehalt in Gr. 3, Versuch 3, EM), die geplanten Rationskennzahlen erreicht wurden. Tabelle 11 zeigt, dass das für die Endmast der Versuche 5 und 6 geplante engere Verhältnis (Threonin : Lysin = 0,65) deutlich überzogen wurde, bedingt durch den hohen Threoninegehalt im Rapsextraktionsschrot je 100 g Rohprotein.



**Tabelle 12: Energiegehalte und Nährstoffanalysenwerte der Ebermastrationen in den Versuchen 1 bis 4 (lt. Analyse bei 88 % TS)**

Parameter	Versuch 1 (5 % RES) einphasig			Versuch 2 (5 % RES) einphasig			Versuch 3 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7 % RES)			Versuch 4 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7 % RES)			
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	
Energie [MJ ME/kg]	13,4	13,4	13,4	13,4	13,4	13,0	AM EM	13,4 13,0	13,4 13,0	13,4 13,0	13,4 13,0	13,4 13,0	13,4
Rohprotein %	16,0	16,0	16,0	18,3	18,8	19,3	AM EM	17,8 16,5	17,8 16,6	17,8 16,9	17,7 17,1	17,7 17,5	17,7 17,4
Rohfaser %	3,7	3,7	3,7	4,9	4,1	5,9	AM EM	4,1 5,2	4,1 4,9	4,1 5,3	4,5 5,1	4,5 4,9	4,5 4,3
Rohfett %	3,5	3,5	3,5	4,2	4,0	4,2	AM EM	4,0 3,8	4,0 3,8	4,0 3,5	3,8 3,6	3,8 3,8	3,8 3,9
Rohasche %	5,0	5,0	5,0	4,0	4,6	4,8	AM EM	4,7 4,5	4,7 4,6	4,7 4,8	4,6 4,7	4,6 4,6	4,6 4,5
Ca %	0,75	0,75	0,75	0,69	0,74	0,79	AM EM	0,70 0,80	0,70 0,85	0,70 0,90	0,96 0,93	0,96 0,92	0,96 0,93
P %	0,55	0,55	0,55	0,62	0,68	0,62	AM EM	0,65 0,65	0,65 0,64	0,65 0,61	0,50 0,52	0,50 0,51	0,50 0,52
Na %	0,15	0,15	0,15	0,18	0,17	0,22	AM EM	0,20 0,20	0,20 0,20	0,20 0,20	0,25 0,20	0,25 0,20	0,25 0,20
Lysin %	1,00	1,15	1,30	0,99	1,13	1,33	AM EM	1,18 1,07	1,18 0,96	0,86 0,86	1,06 0,94	1,08 0,98	1,06 0,91
Methionin %	0,30	0,35	0,41	0,30	0,35	0,41	AM EM	0,36 0,30	0,36 0,30	0,36 0,45	0,33 0,42	0,33 0,34	0,33 0,33
Cystein %	0,99	0,38	0,36	0,99	0,38	0,36	AM EM	0,35 0,35	0,35 0,34	0,35 0,35	0,37 0,38	0,37 0,40	0,37 0,36
Threonin %	0,57	0,64	0,74	0,57	0,64	0,74	AM EM	0,73 0,65	0,73 0,61	0,73 0,83	0,67 0,66	0,67 0,67	0,67 0,68
Thr : Lys.	0,60	0,60	0,60	0,58	0,57	0,56	AM EM	0,62 0,61	0,62 0,64	0,62 0,97	0,63 0,62	0,63 0,62	0,63 0,64

### 3.4 Schlachtung und Probengewinnung

Die zur Schlachtung bestimmten Versuchsschweine wurden ausnahmslos an Donnerstagen ausgestallt. Vorab wurden die Schweine mit der Betriebsnummer und einer laufenden Nummer tätowiert, um eine Wiedererkennung und Zuordnung der Tiere am Schlachtband zu gewährleisten. Am Schlachttag wurden die Schweine ab 04:45 Uhr auf den betriebseigenen LKW nach Geschlechtern getrennt verladen und innerhalb von weniger als zwei Stunden Fahrzeit zum Schlachthof Weißenfels der Firma Tönnies transportiert. Auf dem ostdeutschen Großschlachthof werden ca. 1.000 Tiere pro Stunde verarbeitet. An sechs Tagen in der Woche werden hier ca. 15.000 Tiere je Tag geschlachtet.

Nach dem Abladen vom LKW ruhen die Schweine in Wartebuchten, getrennt nach Herkunftsbetrieben oder Lieferanten. Eine Trennung nach Haltungsgruppen war nicht möglich. Der Schlachtbetrieb strebt eine Ruhephase von 1½ Stunden in der Wartebucht an, durch betriebliche Bedingungen kann es jedoch auch zu Wartezeiten von bis zu

3½ Stunden kommen. Anschließend werden die Tiere aus den Wartebuchten durch das Schlachthofpersonal in den Treibgang getrieben. Je nach Position der Wartebucht innerhalb des Viehhofes entsteht ein unterschiedlich langer Weg zur CO<sub>2</sub>-Betäubungsanlage. Nach der Betäubung gelangen die Tiere auf ein Fließband, werden am Hinterbein aufgehängt, getötet und entblutet. Die gebrühten und entborsteten Schweine werden anschließend per Auto-FOM erfasst und hinsichtlich ihres Handelswertes klassifiziert. Auf dem Weg dahin beginnt die manuelle Zuordnung der Schlachtbetriebsnummer zur geschlagenen Betriebsnummer durch den Probenehmer. Nur so lassen sich später Mast- und Schlachtdaten zusammenführen. Anschließend werden die Schweine ausgeweidet und die Schlachtkörper halbiert. Nach der tierärztlichen Schlachtkörperbeschau gelangen die Schlachtkörper in Richtung Schockkühltunnel (1,5 h bei -15 °C), danach in ein Kühlhaus bei ca. 3 °C. Noch vor der Schockkühlung wurden die Speckproben bei Schlachtbandgeschwindigkeit mithilfe von zwei bis drei Probenehmern entnommen. Bei den Probenahmen wurde ein 15 x 10 cm großes Stück Rückenspeck im Nackenbereich der Schweine entnommen und in einen mit der laufenden Betriebsnummer beschrifteten Probenahmebeutel verpackt. In einzelnen Durchgängen wurden aufgrund spezieller Fragestellungen auch Fleischproben (Kotelett) entnommen. Nach der Entnahme des Rückenspecks wurden die Ergebnisse der FOM-Klassifizierung erfasst.

Die entnommenen Proben wurden anschließend innerhalb von einer Stunde zur Analyse in die Staatliche Betriebsgesellschaft für Umwelt und Landwirtschaft (BfUL) Leipzig-Möckern verbracht. Dort wurden sie nach entsprechender Vorbereitung und Erfassung in der Regel zunächst tiefgefroren.

## 3.5 Untersuchungen auf Ebergeruch

Diese Untersuchungen wurden durch drei verschiedene Prüfer der BfUL sowohl apparativ als auch sensorisch vorgenommen. Zur kompakten Darstellung der angewendeten Methoden erfolgt diese stichpunktartig.

### 3.5.1 Bestimmung von Androstenon und Skatol/Indol im Speck

Dr. Thomas Knobloch, Referent für Organische Analytik (BfUL)

#### Probenaufarbeitung Fette

- Speck unmittelbar vor Beginn der Probenvorbereitung bei Raumtemperatur auftauen lassen, aus Folienbeutel nehmen, mit Küchenpapier trocken tupfen
- sichtbare Anteile aufliegender Muskulatur und blutige Anteile im Speck weitgehend entfernen
- Speck in dünnen Streifen von der Schwarte schneiden, Probemenge optimal: 100 g
  - bei 50 bis 100 g Probemenge: grobe Würfel schneiden und mit einer Küchenmaschine (Moulinette) fein zerkleinern
  - bei < 50 g Probemenge: von Hand mit Messer möglichst fein würfeln
- homogenisiertes Material weiter verarbeiten bzw. den homogenisierten Rest der Proben in einen mit Labor-Nr. beschrifteten Vakuumbbeutel füllen, verschweißen und bei -24 °C als Rückstellprobe aufbewahren
- mindestens 10, aber nicht mehr als 12 g homogenes Probenmaterial im 300 ml-Erlenmeyerkolben auf 0,1 g genau einwiegen
- maximal vier Proben zeitgleich aufschmelzen:
  - Erlenmeyerkolben mit Uhrglas versehen
  - zwei Kolben in Mikrowelle stellen und bei 300 W für 60 s (Stoppuhr) erhitzen

- mit Glasstab Probe umrühren und möglichst gleichmäßig auf dem Kolbenboden verteilen
- weitere 30 bis 60 s (je nach Fettbeschaffenheit, es muss ein deutlicher Fettaustritt zu sehen sein) bei gleicher Leistung aufschmelzen
- flüssiges Fett sofort in mit Labor-Nr. versehenes 10 ml-PP-Zentrifugenröhrchen gießen, bei wenig Fett Griebenanteile mit einfüllen
- 8 min bei 4.000 U/min zentrifugieren und Fett noch flüssig weiter verarbeiten

### Androstenonbestimmung

- 1,0 g Fett in einen 10 ml-Messkolben auf 1 mg genau einwiegen
- Zugabe IS: 100 µl Androstenon (10 ppm in CH/Etac)
- mit CH/Etac auf 10 ml auffüllen, vortexen
- GPC (23/9/13)
- Eluat am Roti auf < 10 ml bringen
- in TV-Röhrchen umgießen und auf 1 ml bringen
- in GC vial umfüllen, Vorlage für GCMS
- Messung mit GC-MSD (EI)

### Skatol- und Indolbestimmung

- 0,5 g Fett in ein 10 ml-Zentrifugenglas (PP) auf 1 mg genau einwiegen
- Zugabe von 5 ml Hexan
- Fett hierin auflösen (Röhrchen verschließen und ca. 30 s vortexen)
- Zugabe IS: 100 µl 2-Methyl-Indol (500 ppb in Methanol)
- Zugabe 5 ml ACN/Wasser 4 : 1
- Röhrchen verschließen, kräftig anschütteln und ca. 30 s vortexen
- Zentrifugieren (5 min bei 3.000 g)
- ca. 1 ml der ACN-Phase vorsichtig mit Pipette absaugen und in LC-vial überführen
- Vorlage zur HPLC-FLD
- Messung mit HPLC-FLD

### 3.5.2 Sensorische Beurteilung von Ebergeruch (Geruchsprüfung)

Dr. Karsten Westphal, Fachbereichsleiter (BfUL)

#### Probenmaterial

Homogenisierte Eberspeckprobe nach der organischen Analytik (Androstenon u. a.) oder frische homogenisierte Probe direkt nach Probeneingang

#### Geräte und Arbeitsmittel

- Einweg-Plaste-Petrischalen
- Mikrowelle mit einstellbarer Leistungsstufe von 270 bis 300 W

■ Heizplatte mit Temperaturregelung

■ Sandbad, Spatel, Zellstoff

### Durchführung

Speckprobe unmittelbar vor Beginn der Geruchsprüfung bei Raumtemperatur auftauen lassen. Aus dem Folienbeutel etwa 10 g entnehmen und in eine mit der Labor-Nr. versehene Petrischale geben. Mittels Spatel die Probe auf der Oberfläche der Schale gleichmäßig verteilen, Deckel schließen. Fünf Proben auf dem Teller der Mikrowelle gleichmäßig verteilen und 2 min bis 2 min 30 s bei einer Leistung von etwa 30 % vorsichtig aufschmelzen. Anschließend die geschlossene Probe sofort auf ein Sandbad o. ä. (90 bis 100 °C) stellen, welches von einer Heizplatte erhitzt wird, um die Proben heiß zu halten. Die sensorische Prüfung muss nun unmittelbar erfolgen. An der Prüfung sollten mindestens drei Prüfer beteiligt sein. Die Probe eines weiblichen Tieres kann als Negativkontrolle zu jeweils fünf Proben mit geprüft werden. Die Prüfung erfolgt durch leichtes Schwenken der Petrischale und kurzes Öffnen des Deckels zur Wahrnehmung des Geruchs. Anschließend Probe wieder verschließen. Jeder Prüfer notiert sein Ergebnis nach dem Schema:

-	= negativ	(0)
(+)	= ganz leichte Abweichung	(0,5)
+	= leichte Abweichung	(1)
+ (+)	= merkliche Abweichung	(1,5)
++	= deutliche Abweichung	(2)
++(+)	= relativ starke Abweichung	(2,5)
+++	= starke Abweichung	(3)

Eventuell vom Prüfer festgestellte Fremdgerüche in einer Probe werden mit „FG“ ohne nähere Charakterisierung der Abweichung gekennzeichnet. Nach Abschluss der Analytik wurden die Proben nach Aufträgen sortiert, in Vakuumbeutel eingeschweißt und bei -24 °C zurückgestellt.

## 3.6 Statistische Auswertungen

Die Auswertung der Daten erfolgte mit dem Programmpaket SPSS Statistics in der Programmversion 17.0. Bei der Erfassung der Daten in der Ferkelaufzucht und in der Schweinemast wurde auf einen korrekten Versuchsaufbau (Einstallgewicht, Abstammung der Ferkel) geachtet, um später möglichst wenig korrigieren zu müssen. Zum Einteilen in die Versuche wurden die Ferkel vor dem Absetzen sowie am Ende der Aufzucht einzeln gewogen und anschließend randomisiert auf die Behandlungsgruppen unter Berücksichtigung des Wurfes sowie des Einzeltiergewichtes verteilt. Soweit wie möglich erfolgte eine Auswertung der einzelnen Parameter jeweils nur auf der Datenbasis von Zeitgefährten. Möglicherweise vorhandene Durchgangseffekte wurden nach folgendem Modell korrigiert.

$y_{ijk}$	=	$\mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}$
$y_{ijk}$	=	Messwert des untersuchten Merkmals (z. B. MTZ) für das ij-te Tier
$\mu$	=	Mittelwert für das untersuchte Merkmal
$\alpha_i$	=	Effekt der Haltungstechnik
$\beta_j$	=	Durchgangseffekt
$\varepsilon_{ijk}$	=	Restfehler

# 4 Ergebnisse und Diskussion

## 4.1 Untersuchungen zur körperlichen Unversehrtheit und dem Verlustgeschehen von Mastebnern

Im Rahmen der vorgestellten Versuche wurden insgesamt 10.968 auf das Einzeltier bezogene Bonituren in durchschnittlich 3,8 Wiederholungen je Mastdurchgang nach dem Schema der Tabelle 6 durchgeführt. Gleichzeitig wurden Außenklimadaten über eine Wetterstation am Standort in 2 m Höhe erfasst und als Durchschnitt des Boniturmonats eingegeben und verrechnet. Die mittlere Außentemperatur in 1.303 Versuchstagen (05/09 bis 01/13) betrug 10,01 °C mit einem Minimum von -20,6 °C und einem Maximum von 37,8 °C. Die für die Verluste maßgebliche Tiergesundheit wird beeinflusst durch das auch vom Außenklima abhängige Innenklima des Stalles und durch das Tierverhalten. Die genaue, auf das Einzeltier bezogene Bewertung der Körperoberfläche sollte Hinweise auf das Sozialverhalten der Tiere geben. Anhand der vorliegenden Boniturdaten lässt sich auf das Jahr bezogen kein mit der Jahreszeit begründbarer Unterschied im Tierverhalten feststellen (Abb. 1). Lediglich die Kategorie ‚*oberflächliche Schrammen am ganzen Körper*‘ nimmt im Verlauf des Jahres tendenziell ab. Das festgestellte Bestimmtheitsmaß lässt aber keine Aussage über einen gerichteten Effekt zu.

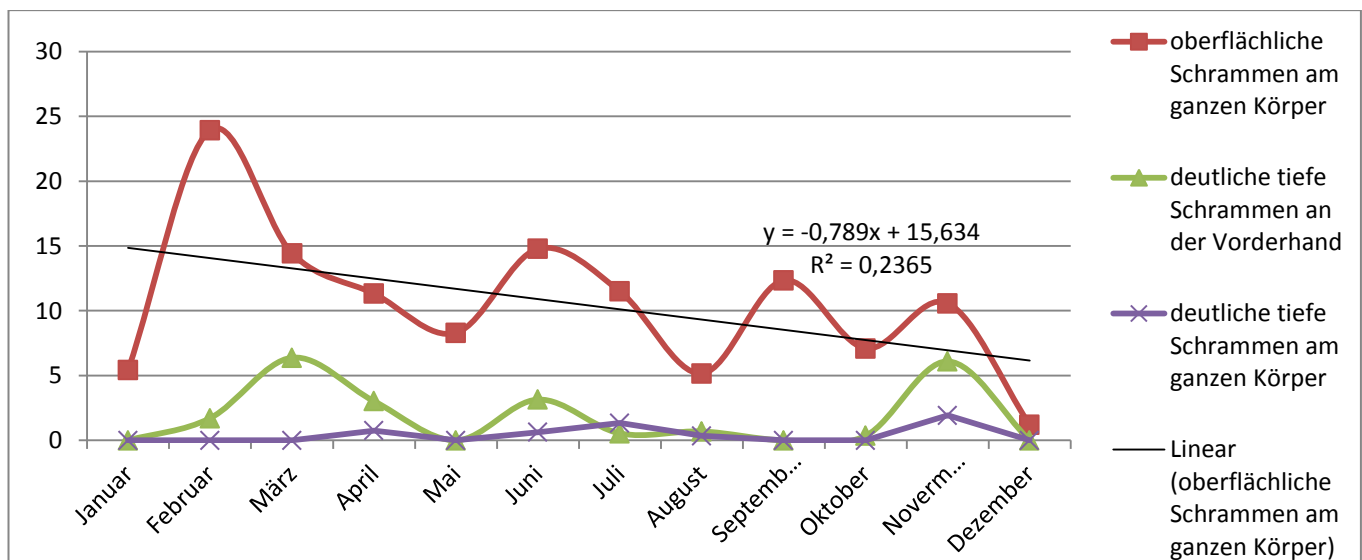


Abbildung 1: Jahreszeitlicher Verlauf der schwereren Befundkategorien (2 bis 3), nur Mastebner

Die einzelnen Befundkategorien bei der Bewertung der Unversehrtheit der Körperoberfläche z. T. auch des Bewegungsapparates sind Ausdruck für ein unterschiedlich motiviertes Sozialverhalten. Dabei beschreiben die Kategorien 1 und 1,5 sozial verträgliches Verhalten, während die Kategorien 2, 2,5 und 3 eher für unverträgliches bis stark aggressives Sozialverhalten stehen. Einzelne oberflächliche Schrammen (Kategorie 1,5) sind zunächst als Beschäftigung mit dem Sozialpartner und damit als Bestandteil des arteigenen normalen Verhaltensmusters zu sehen. Diese können jedoch in Aggressionsverhalten oder in Verhaltensstörungen umschlagen.

Die körperlichen Folgen des Tierverhaltens werden vom Geschlecht der Tiere beeinflusst (Tabelle 13). Dabei unterscheidet sich die bonitierte Unversehrtheit der Körperoberfläche statistisch gesehen hoch signifikant (Kruskal-Wallis-Test) zwischen männlich kastrierten und männlich intakten sowie weiblichen, aber auch zwischen männlich intakten und weiblichen Mastschweinen.

**Tabelle 13: Bewertung des Integuments bei Schweinen unterschiedlichen Geschlechts im Verlauf der Schweinemast**

	männlich kastriert	weiblich	männlich
n Beobachtungen	882	5.868	4.217
ohne jegliche Schramme	22,3	12,2	7,5
einzelne oberflächliche Schrammen	70,7	81,4	80,5
oberflächliche Schrammen am ganzen Körper	6,5	5,7	9,9
deutliche tiefe Schrammen an der Vorderhand	0,5	0,5	1,8
deutliche tiefe Schrammen am ganzen Körper	0,0	0,1	0,4

Die einzelnen oberflächlichen Verletzungen machen dabei den Großteil der Beobachtungen aus, diese beobachten auch andere Versuchsansteller (POLLMANN & LÜPPING 2011; MÜLLER et al. 2012). Sie sind als Resultat des nicht aggressiven Sozialverhaltens zu sehen. Als Folge der körperlichen Beschäftigung miteinander weisen männliche und weibliche Schweine gegenüber den Kastraten etwa 10 % mehr ‚*einzelne oberflächliche Schrammen*‘ auf. So wie bei den später noch zu diskutierenden biologischen Leistungen sind die Masteber den weiblichen Mastschweinen damit ähnlicher als den Kastraten. Bei den darüber hinaus gehenden Kategorien, die mehr als Folgen von Aggressivität zu sehen sind, ist es genau umgekehrt. Kastraten und Sauen werden gleich bewertet. Dagegen werden bei den Mastebnern fast doppelt so viele ‚*oberflächliche Schrammen am ganzen Körper*‘ und mehr als dreimal so viele ‚*tiefe Schrammen an der Vorderhand*‘ festgestellt. Das deckt sich mit den Ergebnissen in Sterksel (ANONYM 2012).

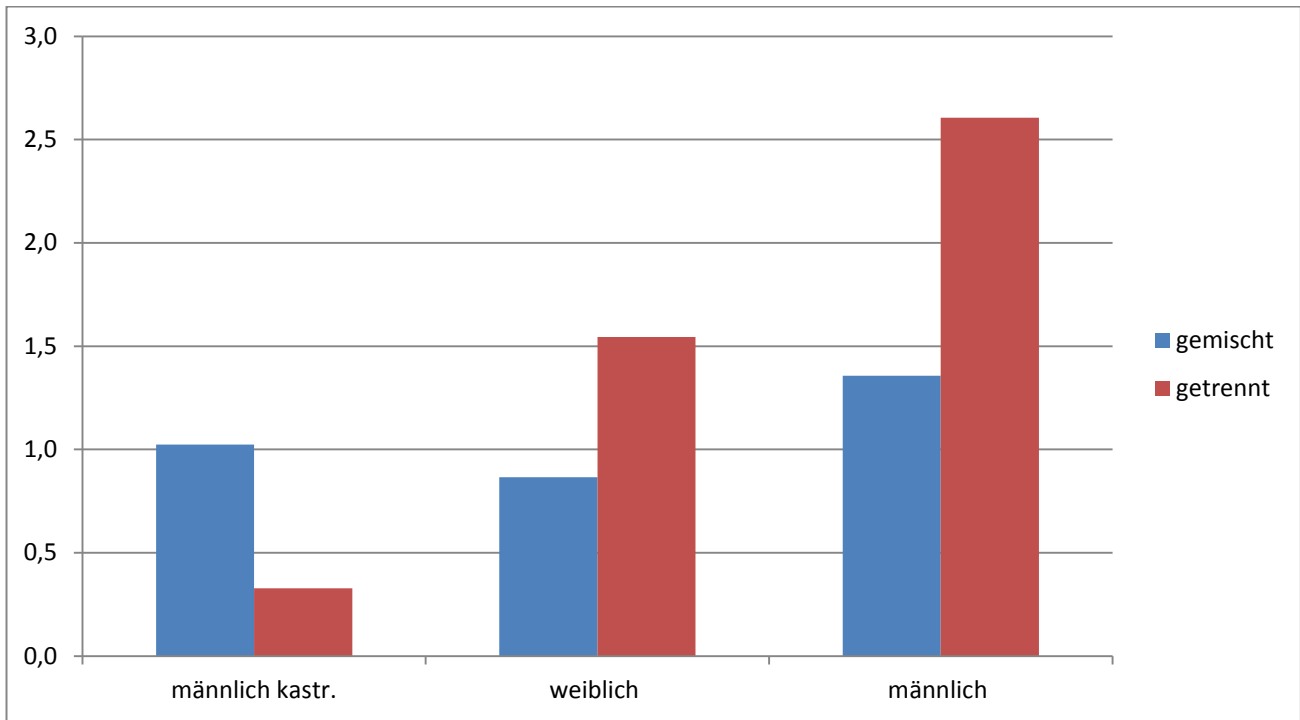
Die deutlichen tiefen Schrammen sowohl an der Vorderhand als auch am ganzen Körper sind als Folge von Angriffen (Aggression) und/oder Aufreiten (sexuelle Aggression) zu werten. Nach Beobachtungen von MÜLLER et al. (2012) kommt dieses in Kleingruppen bis zu 14-mal täglich vor. Das kann mit der von ADAM et al. (2013) beschriebenen ‚Sachorientierung‘ des Eberverhaltens im Streit um Wegerechte in der Bucht oder dem von anderen Autoren beschriebenen gesteigerten Aktivitätsverhalten nicht mehr erklärt werden. Absolut gesehen sind die schweren Hautverletzungen (Befundkategorie 2,5 und 3) jedoch immer noch vertretbar, wenn wie hier etwas mehr als 2 % der Masteber gegenüber 0,5 % bei den anderen beiden Geschlechtern so bewertet werden. Sie liegen damit viel niedriger als die von MÜLLER et al. (2012) beobachteten Werte (33 % *starke*, 5 % *sehr starke Kratz- und Bissspuren*) in einer kleineren Stichprobe. Das lässt eine hohe Variabilität des Aggressionsverhaltens vermuten, die mittlere Integumentbewertung aller untersuchten Schweine beträgt in Köllitsch 17 %, wobei die Variabilität der Masteberebewertung diesem Wert entspricht. Das Verhalten der weiblichen Mastschweine ist etwas geringer variabel (16 %), das Verhalten der Kastraten schwankt etwas stärker (19 %). Gleichzeitig ist jedoch zu beachten, dass fast 50 % der beobachteten Tiere gemischt geschlechtlich gehalten wurden. Die folgende Berücksichtigung der Aufstallungsform bei der Auswertung der festgestellten Blessuren zeigt, dass diese auch jeweils vom anderen Geschlecht verursacht werden. Nur einzelne Zustandsstufen innerhalb der verrechneten Geschlechter unterscheiden sich nicht oder es ergaben sich aufgrund der Datenstruktur Probleme bei der statistischen Prüfung, deshalb wurde darauf verzichtet.

**Tabelle 14: Bewertung des Integuments bei gemischt oder getrennt geschlechtlicher Haltung (Angaben in % der Beobachtungen)**

Geschlecht	Befundkategorie	gemischt	getrennt	Sign. Chi <sup>2</sup>
männlich kastriert	ohne jegliche Schramme	19,8	24,0	ab
	einzelne oberflächliche Schrammen	75,0	68,0	ab
	oberflächliche Schrammen am ganzen Körper	5,2	7,2	ab
	deutliche tiefe Schrammen an der Vorderhand	0,0	0,7	n. geprüft
	deutliche tiefe Schrammen am ganzen Körper	0,0	0,0	n. geprüft
weiblich	ohne jegliche Schramme	10,2	14,7	ab
	einzelne oberflächliche Schrammen	86,2	75,6	ab
	oberflächliche Schrammen am ganzen Körper	3,6	8,2	ab
	deutliche tiefe Schrammen an der Vorderhand	0,0	1,1	n. geprüft
	deutliche tiefe Schrammen am ganzen Körper	0,0	0,3	n. geprüft
männlich	ohne jegliche Schramme	9,7	5,4	ab
	einzelne oberflächliche Schrammen	84,4	76,7	n. s.
	oberflächliche Schrammen am ganzen Körper	5,6	14,0	ab
	deutliche tiefe Schrammen an der Vorderhand	0,1	3,3	n. s.
	deutliche tiefe Schrammen am ganzen Körper	0,1	0,7	ab

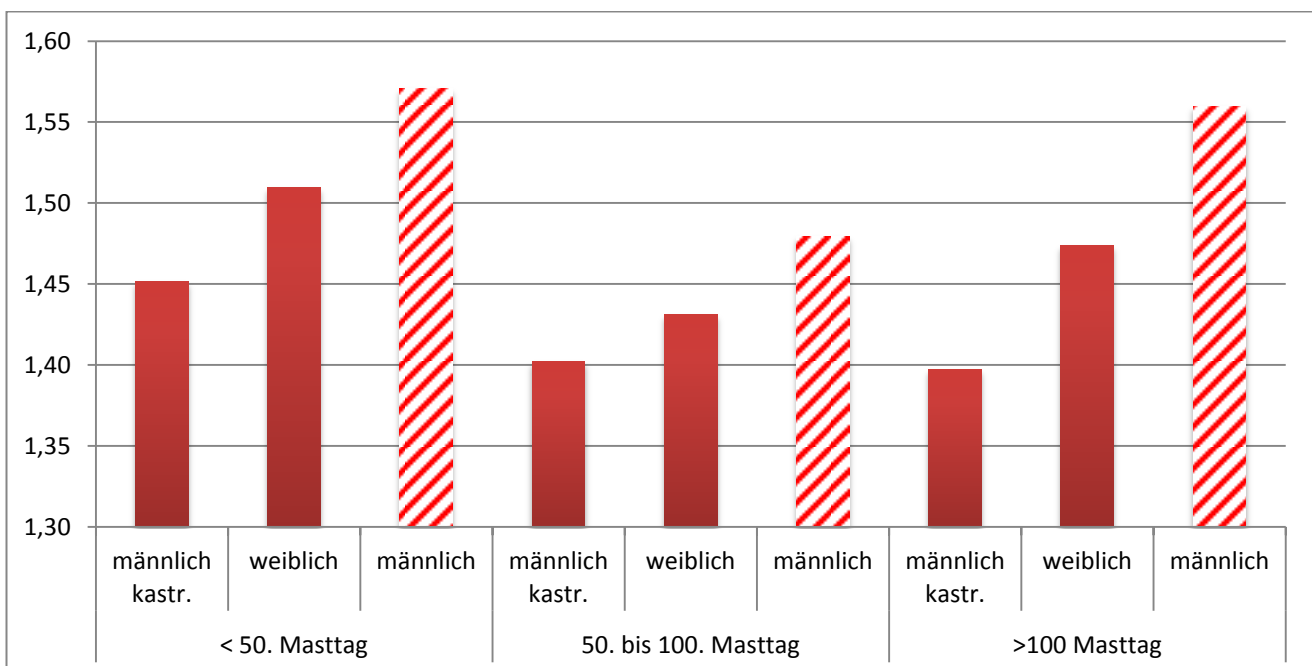
Bei der gemeinsamen Haltung von Sauen und Mastebnern oder Kastraten nehmen die leichten und oberflächlichen Verletzungen zu, dafür nehmen aber die ernsten Verletzungen eher ab. Der formulierte Zusammenhang gilt für alle Geschlechter. Gemessen an der Anzahl hinsichtlich der Körperoberfläche völlig unversehrter Schweine überwiegt bei weiblichen und kastriert männlichen Mastschweinen aber der Vorteil der getrennt geschlechtlichen Aufstallung, bei den Mastebnern überwiegt der Nachteil. Es kommt in gemischt geschlechtlicher Haltung vermutlich zu mehr spielerischen oder sozial verträglichen Interaktionen innerhalb der Haltungsgruppen, dagegen führt die getrennt geschlechtliche Haltung vor allem bei den intakten Ebern, zum Teil auch bei den Sauen, zu mehr kämpferischen Auseinandersetzungen.

Das spiegelt sich eingeschränkt auch in der Bewertung des Bewegungsapparates wider. 99,7 % der getrennt gehaltenen Kastraten werden hinsichtlich des Bewegungsapparates als unauffällig eingestuft, das sind 0,7 % mehr als in gemischt geschlechtlicher Haltung. Die ruhigen Kastraten sind also besser unter sich. Bei den Mastebnern werden mit 97,5 % in getrennter Haltung 1,2 % weniger Tiere mit völlig intaktem Bewegungsapparat als in gemischter Haltung festgestellt. Während diese schlechtere Einschätzung in getrennter Haltung bei den Ebern mehr auf die ernsten Zustandsstufen (*dickere Gelenke, deutliche* oder sogar *erhebliche Bewegungseinschränkung*) zurückzuführen ist, sind es bei den weiblichen Mastschweinen eher die leichten Veränderungen (*kleine Läsuren, leichte Bewegungseinschränkungen*), die in getrennter Haltung schlechter eingestuft werden. In der Summe werden in getrennter Haltung bei weiblichen und männlichen Mastschweinen etwas mehr Störungen des Bewegungsapparates festgestellt. Auf das Haltungsverfahren bezogen (gemischt oder getrennt) kann auch die Bewertung des Fundaments statistisch gesichert werden (.01 asymptotische Signifikanz). Im folgenden Kapitel wird dargestellt, dass zumindest das hier diskutierte geschlechtsspezifische Tierverhalten nicht nur ein ‚optisches Problem‘ ist, sondern sich bis auf die Verlustebene auswirken kann.



**Abbildung 2: Schweine mit leichten bis schweren Beeinträchtigungen des Bewegungsapparates (Zustandsstufen 1,5, bis 3) bei unterschiedlicher Aufstallung**

Um die Frage zu prüfen, ob der während der Mast unterschiedlich entwickelte Hormonhaushalt der Tiere für diese Beobachtungen verantwortlich sein kann, wurden die Boniturergebnisse auf einzelne Mastabschnitte bezogen. Dabei kann davon ausgegangen werden, dass der gewählte Mastabschnitt 1 (< 50. Masttag) vor allem die präpubertäre Situation darstellt, die durch die Neugruppierung der Mastgruppen kurz nach dem Einstellen geprägt wird. Der Mastabschnitt 2 (50. bis 100. Masttag) beschreibt die Situation während und nach der Pubertät. Diese wird vornehmlich beeinflusst von zunehmend engeren Platzverhältnissen in den Gruppenbuchten. Der Mastabschnitt 3 wird geprägt durch die Situation der Rangordnungsneubildung nach den Vorausstallungen.



**Abbildung 3: Mittlere Integumentbonitur der Geschlechter bei unterschiedlichen Mastabschnitten**



Die kastriert männlichen Tiere werden, wie oben dargestellt, schon zum Einstellen im Mittel der möglichen Bewertungsstufen mit weniger Blessuren eingestuft, diese Bewertung geht im Verlauf der Mast weiter zurück. Dagegen bearbeiten sich schon nach dem Einstellen die männlichen intensiver als die weiblichen Mastschweine. Im Verlauf der Mast beruhigt sich die Situation, um dann zum Mastende wieder anzusteigen. Unter dem Einfluss der Hormone verlaufen die Interaktionen zwischen den Tieren vor allem bei der Gruppenbildung zum Einstellen und zum Ausstallen also etwas heftiger. Statistisch gesehen unterscheiden sich in allen drei Mastperioden die Boniturergebnisse der Masteber von denen der Kastraten und weiblichen Mastschweine. Die Werte der zuletzt genannten unterscheiden sich nicht. Danach ist anzunehmen, dass die Rangordnungsneubildung in der Ebermast nach der Vorausstallung der schnellwüchsigen Tiere entsprechende Konsequenzen hat, was BÜNGER et al. (2011) zumindest für Kleingruppen bezweifeln.

Am Ende ist die Frage zu beantworten, welche Aufstallungsform für die Ebermast mit Blick auf das Tierverhalten in der Summe mehr Vorteile bietet. Dabei sind weniger die zum Teil gegensätzlichen geschlechtsspezifischen Aspekte relevant, als vielmehr die Frage, welche Aspekte überwiegen. Auf der Grundlage der in diesem Kapitel diskutierten Parameter kann gefolgert werden, dass die gemeinsame Aufstallung von männlichen und weiblichen Mastschweinen im Hinblick auf relevante Beeinträchtigungen der körperlichen Unversehrtheit (Körperoberfläche, Bewegungsapparat) mehr Vor- als Nachteile hat. Das widerspricht der Einschätzung anderer Autoren, die keine gerichteten Auswirkungen der Aufstallungsform auf die Folgen des Aggressionsverhaltens feststellen. Vermutlich sind die Datenumfänge und verwendeten Methoden der Versuche nicht ganz vergleichbar. In Futterkamp (POLLMANN & LÜPPING 2011) werden nur zwei gegensätzlich verlaufende Versuchsdurchgänge ausgewertet, bei den Untersuchungen aus Sterksel sind die gemischt geschlechtlich gehaltenen Schweine Wurfgeschwister (ANONYM 2012).

Abschließend sind aber noch weitere Fragen zu beantworten, die die Aspekte der bedarfsgerechten Fütterung und Leistung berücksichtigen. Sofern für die Fütterung keine Spezialtechnologie mit Einzeltiererkennung vorgesehen wird, setzt eine geschlechtsspezifische Fütterung auch eine getrennte Haltung voraus. Dagegen zeigen die Untersuchungen zur Eberfütterung, dass männliche und weibliche Schweine mit einem Futter versorgt werden können. Trotzdem sind ethische Fragen zu beantworten, denn bei gemischter Aufstallung werden am Schlachtband vereinzelt auch Frühträchtigkeiten festgestellt (ADAM et al. 2013). Dazu kann an dieser Stelle keine Aussage gemacht werden, weil diese nicht untersucht wurden.

**Tabelle 15: Einfluss der Aufstallungsform auf die körperliche Unversehrtheit (Integument, Fundament), nur Eber und Sauen**

Befundkategorien	gemischt	getrennt
ohne jegliche Schramme	10,0	10,5
einzelne oberflächliche Schrammen	85,5	76,1
oberflächliche Schrammen am ganzen Körper	4,4	10,8
deutliche tiefe Schrammen an der Vorderhand	0,1	2,1
deutliche tiefe Schrammen am ganzen Körper	0,1	0,5
keine Beanstandung	98,9	98,0
kleine Läsionen	0,2	0,6
dickere Gelenke, leichte Bewegungseinschränkung	0,5	1,0
dickere Gelenke deutliche Bewegungseinschränkung	0,2	0,3
dickere Gelenke erhebliche Bewegungseinschränkung	0,1	0,2

## 4.2 Biologische Leistungen in der Ebermast

Die im Kapitel 4.1 diskutierten Zusammenhänge spiegeln sich auch in der Verlustsituation wider (Tabelle 16). In der Summe aus Verendungen und Nottötungen entstehen bei männlichen und weiblichen Mastschweinen gegenüber den Kastraten etwa 1 % höhere Verluste. Das wird bei vielleicht höherem Gesundheits- und folglich geringem Verlustniveau (1 %) in den Praxisuntersuchungen jedoch nicht festgestellt (GNAUCK 2012). Es ist allerdings zu vermuten, dass die Betriebe Verluste nicht geschlechtsbezogen auswerten. Im Versuch entstehen Verluste bei den weiblichen Schweinen durchschnittlich knapp eine Woche später als bei den anderen beiden Geschlechtern. Die Variation des mittleren Abgangstages ist mit 26 bzw. 27 Tagen nach Mastbeginn zwischen männlichen und weiblichen Tieren gleich. Als Ursache dafür muss das im vorangegangenen Kapitel diskutierte Tierverhalten hormonell intakter Schweine gesehen werden, das im Vergleich zu den offensichtlich viel ruhigeren Kastraten mehr Stress in der Gruppe fördert. Dieser kann immunsuppressiv wirken und vorhandene Schwächen befördern. Es kann auch die höhere Rate an Organbefunden erklären, die andere Autoren feststellen (WILKENS 2013).

**Tabelle 16: Verlustsituation der Versuchsschweine in Abhängigkeit vom Geschlecht**

	männlich kastriert	männlich	weiblich
n	230	1.097	1.431
Geburtsgewicht [kg]	1,40	1,39	1,45
Einstallgewicht [kg]	25,6	26,7	27,2
Verlusttag	53	54	60
Verendungen [%]	0,43	1,54	1,68
Nottötung [%]	1,30	1,09	1,12
Tierverluste [%]	1,73	2,63	2,8

Aus wirtschaftlicher Sicht müssen mögliche Verluste, die bei der Kastration der Eberferkel erfahrungsgemäß entstehen können, gegengerechnet werden. Beim Vergleich biologischer Leistungen werden sinnvollerweise nur die Daten von Zeitgefährten miteinander verrechnet. In neun Durchgängen wurde etwa ein Drittel der Eberferkel eines Wurfes zufällig ausgesucht und unter Einsatz eines Schmerzmittels kastriert, die anderen zwei Drittel wurden intakt aufgezogen. Mithilfe dieser Vorgehensweise wurden zwischen den Würfen möglicherweise angelegte genetische Effekte ausgeglichen. Die in Tabelle 17 zusammengestellten Ergebnisse decken sich im Wesentlichen mit den Ergebnissen der Literatur.

**Tabelle 17: Biologische Leistungen im Vergleich der Geschlechter**

nur Zeitgefährten	männlich kastriert		männlich		weiblich		Signif. (5 %)
n = 1.359	214		439		706		
	Messwert*	Streuung [%]	Messwert*	Streuung [%]	Messwert*	Streuung [%]	
Geburtsgewicht [kg]	1,54	21	1,53	22	1,46	22	aab
Säugezunahme [g]**	240	23	236	22	239	21	n. s.
Absetzgewicht [kg]	7,7	21	7,6	19	7,6	19	n. s.
TZ (Anfang - Mitte Aufzucht) [g]	277	31	277	28	279	28	n. s.
TZ (Mitte - Ende Aufzucht) [g]	593	26	555	28	555	29	abb
TZ (Aufzucht) [g]	416	23	399	24	401	25	abb
Gewicht (Ende Aufzucht) [kg]	27,3	19	26,4	19	26,5	19	abb
Futteraufwand Aufzucht [1:]			2,05				
TZ bis 50. Masttag [g]	785	16	730	21	726	19	abb
Gewicht (50. Masttag) [kg]	65,9	16	62,5	17	62,4	17	abb
Ausstallgewicht [kg]	116,0	8	113,1	11	112,0	9	abc
TZ 50. - 100. Masttag [g]	814	22	830	25	802	22	ab, b, a
MTZ [g]	830	13	810	15	760	14	aab
Futteraufwand [1:]	2,81		2,53		2,62		

Die Kastration erhöht künstlich den Geschlechtsdimorphismus biologischer Leistungen zwischen männlichen und weiblichen Schweinen. Dieser ist bei den verwendeten intakten Versuchsschweinen mit Pietrainabstammung ansonsten relativ gering. Wie in den Erstausswertungen bereits festgestellt (MEYER 2012) laufen die Masteber von der Säugezeit über die Ferkelaufzucht bis zum 50. Masttag in den Zunahmen ihren kastrierten männlichen Zeitgefährten tendenziell oder auch signifikant hinterher. Nach eigenen Beobachtungen setzt bereits mit etwa 50 kg Lebendmasse (z. T. früher!) bei den ersten Mastebern die Pubertät ein und die Verhältnisse drehen sich um. Das deckt sich mit den Beobachtungen zur geschlechtsabhängigen Wachstumskurve (HECHT et al. 2011; MATTHES et al. 2012). Im vorliegenden Versuch sind die Masttagszunahmen der Masteber etwa 2,5 % schlechter, dafür ist der Futteraufwand etwa 10 % besser als der ihrer kastrierten Zeitgefährten. Auch das deckt sich mit den Angaben der Literatur. Unter einfacher Verrechnung aller in der Tabelle 18 dargestellten Angaben sind die Zunahmeleistungen intakter Eber durchschnittlich 0,6 % schlechter, dafür ist der Futteraufwand um 11 % verbessert (CASTELL et al. 1985; DOBROWOLSKI et al. 1995; MÜLLER et al. 2010; JANSSEN 2009; ADAM et al. 2009; HECHT et al. 2011; MATTHES et al. 2012; MEYER 2012).

Die geringen Abweichungen zur Literatur sind abhängig von den verwendeten Genotypen und Schlachtzeitpunkten zu sehen. Je schwerer die Masteber geschlachtet werden, desto länger ist der Zeitraum, in denen die Tiere nach der Pubertät ihr aufgrund der verhaltenen Futteraufnahme (BÜNGER et al. 2012) angelegtes Defizit kompensieren können. Männliche Vertreter von Herkünften mit hohem Fleischansatz- und geringem Futteraufnahmevermögen erreichen geringere Zunahmen, eher weniger typbetonte Herkünfte nehmen besser zu als ihre kastrierten Zeitgefährten (LINDERMAYER et al. 2012). Letztere neigen aufgrund des im Verhältnis zum Futteraufnahmevermögen beschränkten Proteinbildungsvermögens zu erhöhtem Fettansatz, was zu einem relativ hohen Energieaufwand für den Zuwachs im Endmastbereich führt. Diese sind deshalb auf sehr hohe Zunahmen im Anfangsbereich der Mast gezüchtet. Die Pietrain-Nachkommen mit relativ hohem Proteinansatz zeichnen sich durch eine eher geringe Futteraufnahme und eine dadurch gute Futtermittelverwertung, aber eher verhaltene Jugendentwicklung aus. Das Zunah-

mevermögen wird durch die Futteraufnahme begrenzt. Durch das relativ hohe Zunahmenniveau erreichen die Duroc Nachkommen früh die Pubertät und profitieren bis zur Schlachtung relativ lange vom Testosteroneinfluss, bei Pietrain ist es umgekehrt. Dadurch können vermutlich auch die in der Literatur (HENNE & VOß 2012) beschriebenen und in der vorliegenden Untersuchung bestätigten Unterschiede im Ebergeruch von männlichen Duroc- oder Pietrain-Nachkommen erklärt werden. Wie auch Tabelle 17 belegt, spielt für die realisierbaren Leistungen in der Ebermast der Pubertätseintritt eine große Rolle.

**Tabelle 18: Vergleich der Zuwachsleistungen männlicher und männlich kastrierter Zeitgefährten bei unterschiedlichen Endstufenebern**

Geschlecht	angepaarte Rasse	Masttagszunahme [g]	SE	Muskelfleischanteil [%]	SE
männlich kastriert	Pietrain	836	14	55,7	0,34
	Duroc	916	35	53,1	0,80
männlich	Pietrain	808	6	58,0	0,11
	Duroc	1000	15	55,3	0,38

Der geringere Fettansatz verbessert bei den verrechneten Zeitgefährten gegenüber den Kastraten gleichzeitig signifikant den Muskelfleischanteil der Schlachtkörper um durchschnittlich 2,8 %. Das ist gegenüber dem schon etwas älteren Bundesebermastversuch deutlich weniger. Hier werden den Mastebnern im Vergleich zu heute viel stärker verfetteten Kastraten je nach Schlachtgewicht über 5 % mehr Muskelfleischanteil bescheinigt (DOBROWOLSKI et al. 1995). Dafür ist vor allem das geringere Speckmaß verantwortlich, während das Fleischmaß sich nicht unterscheidet.

**Tabelle 19: Vergleich der Schlachtleistung von männlichen, weiblichen und männlich kastrierten Wurfgeschwistern**

nur Zeitgefährten	männlich kastriert		männlich		weiblich		Signif. [5 %]**
n = 1.359	214		439		706		
	Messwert*	Streuung [%]	Messwert*	Streuung [%]	Messwert*	Streuung [%]	abb
Schlachtgewicht [kg]	93,2	8	90,7	11	91,4	9	aba
Ausschlachtung [%]*	80,3	2	78,8	3	80,8	3	abb
Speckmaß [mm]***	17,6	18	14,2	22	14,4	18	aab
Fleischmaß [mm]***	61,2	11	61,2	11	64,5	9	abb
MFA FOM [%]	55,5	6	58,3	5	58,8	4	abb
Schinkengewicht [kg]***	16,9	9	17,7	15	17,9	9	abc
Schultergewicht [kg]***	7,9	8	8,3	11	8,2	9	abc
Lachsgewicht [kg]***	6,5	11	6,8	14	6,9	9	abc
Bauchgewicht [kg]***	14,4	9	13,7	12	13,9	10	abc
MFA Bauch AUTO FOM [kg]	51,4	11	56,2	8	56,0	8	abb

\* nur drei Durchgänge \*\* post hoc-Test nach Tukey \*\*\* auf ein Schlachtgewicht von 91,4 kg korrigiert

Mit dem Klassifizierungssystem FOM bewertet, ist nur der Speckansatz reduziert, während das Fleischbildungsvermögen, gemessen am Fleischmaß, unbeeinflusst ist. Der Muskelfleischanteil der Mastebner unterscheidet sich dagegen nicht von dem der weiblichen Zeitgefährten. Dagegen bescheinigt das Ergebnis der Klassifizierung nach

Handelswert bestimmenden Teilstücken (Auto-FOM) sehr wohl einen höheren Proteinansatz der Masteber gegenüber den Kastraten. Das Schinken-, Schulter- und Lachsgewicht der Masteber ist gegenüber den Kastraten erhöht, das Bauchgewicht ist gleichzeitig reduziert. Nach Angaben von MATTHES et al. (2012) können je nach verwendeter Maske Erlösvorteile je Masteber auf dem Niveau von weiblichen Schweinen gegenüber den Kastraten in Höhe von 3 bis 5 € entstehen. Dazu kommen die Vorteile des verringerten Futteraufwandes von 0,3 bis 0,4. Dagegen gerechnet werden muss allerdings die durch Entfernung der Geschlechtsorgane verschlechterte Ausschachtung. Diese beträgt in den vorliegenden Versuchen jedoch nur 1,5 %. In betriebswirtschaftlichen Betrachtungen wird allerdings von geringeren Differenzen z. B. nur von 0,2 % (ADAM et al. 2013a) ausgegangen. Um die im vorliegenden Versuch gefundene Differenz zu kompensieren, ist gegenüber den Kastraten etwa 1,4 kg zusätzlicher Zuwachs erforderlich. Das kann nach Angaben von TÖLLE (2013) auch auf Masttagszunahmen umgerechnet werden. Hierzu müssten die Masteber knapp 30 g höhere Zunahmen je Masttag gegenüber den Kastraten realisieren.

### 4.3 Biologische Leistungen bei getrennt oder gemischt geschlechtlicher Aufstallungsform

Im dargestellten Untersuchungszeitraum wurden in sechsfacher Wiederholung männliche und weibliche Zeitgefährten gemischt oder getrennt voneinander gehalten. Die Masteber nehmen bei gemeinsamer Aufstallung mit den weiblichen Mastschweinen tendenziell besser zu als bei getrennter Aufstallung. Das gilt vor allem für den zweiten Mastabschnitt nach dem 50. Masttag. Dagegen nehmen die weiblichen Tiere bei Aufstallung zusammen mit den Mastebern tendenziell schlechter zu. Das beschreibt auch der dargestellte Variationskoeffizient der Zunahmen, er beträgt bei den Mastebern durchschnittlich 19 % bei gemischt geschlechtlicher Haltung und 24 % bei getrennter Haltung. Bei den weiblichen Tieren ist es umgekehrt: In getrennter Haltung beträgt der VK 19 %, in gemischter Haltung 21 %. Die Masteber wachsen bei gemeinsamer Aufstallung mit dem anderen Geschlecht also mehr auf Kosten der weiblichen Schweine.

**Tabelle 20: Aufstallungsform und Leistungen von männlichen und weiblichen Schweinen**

	männlich				weiblich			
	getrennt		gemischt		getrennt		gemischt	
(7 Durchgänge) [n]	223		112		352		199	
	MW	VK [%]	MW	VK [%]	MW	VK [%]	MW	VK [%]
Einstallgewicht [kg]	27,6	19	28,7	24	28,3	21	26,9	24
TZ bis 50. Masttag [g]*	653	24	698	18	703	19	687	18
Gewicht 50. Masttag [kg]*	59,7	17	60,9	17	61,8	16	60,9	17
TZ 50. - 100. Masttag [g]*	797	29	873	27	7,48	25	765	30
MTZ [g]*	730	18	765	13	711	14	701	14
Ausstallgewicht [kg*]	113,7	14	117,4	10	110,4	11	110,1	11
Futteraufwand [1:]	2,62		2,55		2,71		2,61	
	113,1		118,1		110,5		109,0	

\* auf Einstallgewicht korrigiert = 28,2 kg

Gemessen an den Zunahmen nach dem 50. Masttag profitieren vor allem die geschlechtsreifen Masteber von der gemischt geschlechtlichen Aufstallung. In der Summe überwiegt mit 731 g Masttagszunahme/Schwein/Tag der Vorteil der gemischt geschlechtlichen Aufstallung. In geschlechtsgetrennter Aufstallung nehmen die Schweine mit

721 g allerdings nur tendenziell schlechter zu. Diese Tendenz kommt mit 815 g (gemischt) gegenüber 773 g (getrennt) vor allem in der zweiten Mastphase, d. h. also nach der Pubertät zustande. Die Masttagszunahmen in der zweiten Hälfte der Mast und das Ausstallgewicht unterscheiden sich signifikant (5 %) voneinander. Auch der Futterraufwand ist mit 2,6 in gemischter Aufstallung gegenüber 2,7 in getrennter Aufstallung etwas besser.

Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zu denen in der Literatur, beispielsweise aus Haus Düsse. In den wenigen vorliegenden Untersuchungen werden aber in der Regel nur ein bis zwei Mastdurchgänge ausgewertet und die Leistungen männlicher und weiblicher Schweine bei gemischter Aufstallung nicht getrennt voneinander betrachtet. Vereinzelt nachgewiesene Frühträchtigkeiten von weiblichen Mastschweinen sprechen nach Ansicht der Autoren aber eindeutig gegen eine gemischt geschlechtliche Aufstallung (ADAM et al. 2013). In Untersuchungen im holländischen Lehr- und Versuchsgut Sterksel war der Anteil von Ebern mit ausgeprägtem Aufspringverhalten und dadurch verursachte Hautläsionen in gemischt geschlechtlicher Haltung nicht geringer als in getrennt geschlechtlicher Haltung.

## 4.4 Untersuchungen zu Konstruktionskriterien von Mastautomaten für die Ebermast

Die Fütterung erfolgte ad libitum mit mehlartigem Futter an jeweils unterschiedlich konstruierten Rohrbreiautomaten der Hersteller AP Products (AP swing), ACO Funki (3 in1 Feeder), Schauer (Ecomat), und Big Dutchman (Pig-Nic). Diese unterscheiden sich im theoretischen Angebot an Fressplätzen, in der möglichen Futterkonsistenz und im Arbeitsaufwand der Tiere für den Futterauswurf (Material und Methoden). Die beiden extremsten Bauformen stellen der AP Swing und der Ecomat von Schauer dar. Letzterer zeichnet sich durch eine große Fressschale und eine damit deutlich höhere Anzahl an Fressplätzen aus. Durch die Verlagerung der Tränkezapfen aus dem Trog heraus kommt das in die Schale über Schüttelrohr und Drehkranz herausgearbeitete mehlartige Futter im Vergleich zu den anderen Automaten am wenigsten mit Wasser in Kontakt. Diese Bauform steht stellvertretend für die Entwicklung einer ganzen Reihe von Futterautomaten, die heute mehr Eigenschaften von Trockenfutter- als von Breiautomaten haben. Dagegen führt der relativ kleine Trog des AP-Automaten mit integriertem Tränkezapfen, ohne baulich getrennte Wasserschale und Kombination des Futterauswurfes über eine Futterglocke, zu dem geringsten Futtermengenangebot im Trog. Dieser Automat provoziert nach praktischen Beobachtungen eine stärkere Konkurrenz der Tiere um das Futter und kann so ebenfalls gute Leistungen möglich machen. Er setzt nach Erfahrungen einzelner Betriebe in Nordwestdeutschland aber gesunde und stressstabile Schweine voraus.

Mit dem Ziel einer besseren Futterhygiene wird das Futter- und Wasserangebot bei den beiden anderen Automaten unterschiedlich konstruktiv getrennt. Dadurch wird die entstehende Futterkonsistenz beeinflusst. Während die aus Edelstahl gefertigte Trogschale des BD-Automaten sehr flach ausgearbeitet ist und damit die Trennung zwischen Futter- und Wasserschale eher wieder aufgegeben wird, ist diese Trennung beim Automaten von ACO Funki aus Polymerbeton deutlicher. Hier wird die tiefer liegende Futterschale mit integriertem Tränkezapfen von der Wasserschale stärker getrennt. Der Futterauswurf endet über einem aus dem Trogboden herausragenden Kegel, während sich am tiefer gelegenen Trogboden der Tränkezapfen befindet. So können die Schweine quasi wahlweise mehl- oder breiförmiges Futter aufnehmen. Dadurch, dass der BD-Automat so wie die meisten am Markt befindlichen Produkte viel flacher ausgearbeitet ist, überwiegt der breiförmige Anteil des Futters im Trog, der von den Schweinen auch in die Wasserschalen gearbeitet wird. So entsteht hier mehr eine Brei- als eine Wasserzone. Beim ACO Funki-Automaten ist es umgekehrt, trotzdem kann man nicht von Frischwasserangebot sprechen.

Für die Versuche wurden die Automaten in die Buchtentrennwände eingebaut und jeweils eine Gruppe männlicher sowie weiblicher Schweine daran gefüttert. So konnte der Futteraufwand nicht auf das Geschlecht bezogen ausgewertet werden. Die Herstellerfirmen geben 30 bis 40 Schweine, über die Zeit allerdings mit sinkender Tendenz, als maximale Auslastung für ihre Automaten an und stellen diese Angabe auf die Größe fast ausgemästeter Tiere ab. Bei einem durchschnittlichen Lebendgewicht von 94 kg je Mastschwein am 91. Masttag ermöglicht ein Automat die Versorgung von unterschiedlich vielen Schweinen. Es zeigte sich anhand des notwendigen Futterdurchlasses bald, dass alle verwendeten Automaten für die im Versuch eingestellten Gruppengrößen (von < 30 bis > 40, 37,8 im Mittel) in Kombination mit Mehlfutter eher knapp ausgelegt waren.

Die Auswertung von vier Versuchsdurchgängen mit 582 Mastschweinen und die Signifikanzprüfung erfolgten nach Geschlechtern getrennt. Ein fünfter Durchgang (10), der von zu lange unerkannten produktionstechnischen Problemen völlig überlagert war, wurde von der Auswertung ausgeschlossen.

**Tabelle 21: Leistungen in Abhängigkeit vom Automatentyp und Geschlecht**

		männlich				Sign.	weiblich				Sign.
(4 Durchgänge)	n	66	69	68	65		78	78	73	79	
		ACO Funki	Schauer	BD	AP		ACO Funki	Schauer	BD	AP	
Einstallgewicht	kg	35,6	34,9	35,1	34,9	n. s.	35,5	35,2	34,7	35,6	n. s.
TZ bis 50. Masttag	g*	859	829	839	843	n. s.	803	791	761	800	a,ab,b,a
Gewicht (50. Masttag)	kg*	69,1	68,1	68,4	68,7	n. s.	67,8	67,2	65,9	67,7	a,ab,b,a
TZ 50. - 100. Masttag	g*	969	864	969	915	a,c,ab,d	792	798	830	811	n. s.
MTZ	g*	880	815	861	842	a,bc,ac,c	778	771	763	789	n. s.
Ausstallgewicht	kg*	116,7	113,1	116,6	115,3	a,b,ac,ab	114,3	113,9	113,6	112,7	n. s.
Futteraufwand	1:	2,54	2,55	2,50	2,42		2,55	2,55	2,50	2,42	
* auf Einstallgewicht korrigiert = 34,97 kg											
MFA	%	56,9	57,1	57,4	57,9	a,ab,ab,b	58,5	59,2	59,0	59,6	a,ab,ab,b
MFA (Bauch)	%	53,1	55,1	54,1	55,9	a,ab,ab,b	56,7	56,3	56,9	56,2	n. s.

Masteber realisieren eine ca. 500 g geringere tägliche Futteraufnahme gegenüber männlich kastrierten Zeitgefährten (BÜNGER et al. 2012). Diese kommt durch eine fast 30 % geringere Futteraufnahme je Mahlzeit, verbunden mit entsprechend geringerer Verweilzeit am Trog zustande. Gleichzeitig unterscheidet sich das Futteraufnahmeverhalten zwischen männlichen und weiblichen Schweinen in wesentlich geringerem Maße als zwischen männlichen und männlich kastrierten Tieren. Die hier verglichenen Automaten zeigen aber, dass es sehr wohl Konstruktionskriterien gibt, die förderlich oder nachteilig für das geschlechtsabhängige Futteraufnahmeverhalten sein können. Während diese in der ersten Hälfte der Schweinemast nur für die weiblichen Tiere z. T. signifikante Auswirkungen haben, werden diese für die Masteber erst unter Testosteroneinfluss in der zweiten Hälfte der Mast deutlicher.

Breifutter wird ca. 40 % schneller und häufiger aufgenommen als Trockenfutter, die Fresszeit wird weniger zum limitierenden Faktor, sodass ein weites Tier-Fressplatz-Verhältnis (> 1 : 4) überhaupt erst möglich wird. Das erklärt auch den Siegeszug der Breiautomaten gegenüber den Trockenfutterautomaten. Die relativ große Trogschale des Schauer-Automaten kann den Nachteil der eher trockenen Futterkonsistenz nicht ausgleichen. Die Masttagszunahmen der Eber sind hier vor dem 50. Masttag tendenziell und danach signifikant schlechter als die der Masteber an ACO Funki- oder BD-Automaten. Lediglich zu dem Futterkonkurrenz fördernden AP-Automaten besteht kein

signifikanter Unterschied in der Zunahmeleistung. Für die weiblichen Tiere spielt die optimale Futterkonsistenz nicht so eine große Rolle wie für die männlichen. Deshalb fallen die Leistungen der weiblichen Schweine an den Schauer-Automaten nicht so weit zurück wie die der Masteber. Diese neigen geschlechtsbedingt dazu, je Mahlzeit zu wenig zu fressen, was durch die eher trockene Futterkonsistenz noch weiter gefördert wird. Mit dem Ziel, einen optimalen Kompromiss zwischen Futterhygiene und möglicher Futterkonsistenz zu finden, werden bei den meisten am Markt befindlichen Breiautomaten Futter- und Wasserschale getrennt. Der BD-Automat gibt gegenüber dem ACO Funki-Automaten die genannte Trennung durch seine flache Bauform, so wie die meisten heute am Markt befindlichen Produkte, stärker wieder auf (<http://www.landwirtschaft.sachsen.de/landwirtschaft/7415.htm>). Dadurch werden die Wasserschalen nach eigenen Beobachtungen quasi zu tiefer gelegten Futterschalen. Darunter kann die Futterhygiene leiden, was bei Jungschweinen, die erfahrungsgemäß noch zum spielerischen Umgang mit dem Futter neigen, nachteilig sein kann.

Offensichtlich sind für die in der Praxis diskutierten möglichen Leistungsdepressionen bei mangelnder Troghygiene die weiblichen Schweine verantwortlich, während für die männlichen eher ein Vorteil von gut zugänglichem Breifutter überwiegt. Um die geschlechtsbedingte Schwäche im Futteraufnahmeverhalten der Masteber auszugleichen, ist weder die Vergrößerung der Trogschalen noch die Stimulation der Futteraufnahme durch mehr Konkurrenz am Trog ein Weg. In noch nicht abgeschlossenen Versuchen wird zurzeit geprüft, ob mehr Fressplätze im Gegensatz zu größeren Fressplätzen eine Verbesserung bringen. Auffällig ist aber der gute Futteraufwand von männlichen und weiblichen Mastschweinen an den AP-Automaten. Dieser ist offensichtlich auf geringere Futterverluste zurückzuführen. Das Futtermengenangebot ist im Vergleich zu allen anderen Automaten geringer, durch die diskutierte Steigerung der Konkurrenz sind die Leistungen aber nicht wesentlich schlechter. Im Rahmen aller Versuche zum Thema wurden wöchentlich Feuchtigkeit und Futterverluste im Bereich vor dem Trog (Skala 1 bis 5; 1 = trocken, kein Futterverlust, 5 = nass, sehr hoher Futterverlust) bonitiert. Dabei erreicht der Swing-Automat die beste (1,9), der Ecomat die schlechteste Bewertung (2,4). Bei der Bewertung der Eberspeckproben auf Ebergeruchsstoffe lassen sich keine signifikanten Unterschiede auf die Automaten bezogen ausweisen. Dafür ist die Anzahl verrechneter Probanden zu gering. Trotzdem lassen sich tendenziell die genannten und bei den biologischen Leistungen z. T. abgesicherten Unterschiede nachvollziehen.

**Tabelle 22: Automatentypen und Ebergeruch**

	ACO Funki	Schauer	BD	AP	
n	66	69	68	65	
Androstenon [ $\mu\text{g/g}$ ]	0,996	1,186	1,081	0,929	n. s.
Skatol [ $\mu\text{g/g}$ ]	0,185	0,237	0,183	0,151	n. s.
Indol [ $\mu\text{g/g}$ ]	0,038	0,050	0,040	0,036	n. s.

Große Futterschalen und eine langsame Futteraufnahme führen tendenziell eher zu mehr als zu weniger Androstenon im Eberspeck. Gleichzeitig führen verschmutzte Buchten tendenziell zu mehr unerwünschtem Skatol. Minimale Futterverluste verbessern nicht nur den Futteraufwand, sie tragen auch zur Futter- und Buchtenhygiene bei und beeinflussen tendenziell, statistisch allerdings nicht gesichert, den Ebergeruch.



## 4.5 Haltungsbedingte Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch

Von den 2.751 im Rahmen der Haltungs- und Fütterungsversuche aufgezogenen Schweinen waren 1.094 männlich (39,7 %), 230 männlich kastriert (8,4 %) und 1.419 (51,9 %) weibliche Tiere. Aufgrund labortechnischer Probleme konnten zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes nur 774 Proben chemisch und sensorisch analysiert werden. Analysiert wurden primär die Nackenspeckproben der männlichen Tiere (92 %), zur Kontrolle aber auch Proben von männlich kastrierten und weiblichen Schweinen.

Auffällig ist zunächst, dass sowohl bei Kastraten als auch bei weiblichen Mastschweinen nicht nur Skatol und Indol, sondern auch Androstenon in geringen Konzentrationen nachgewiesen werden. Als Grund dafür können hormonelle Fehlfunktionen, aber auch Analysefehler nicht ausgeschlossen werden. Während die geringen Androstenonkonzentrationen weit unterhalb der von MÖRLEIN (2010) diskutierten Wahrnehmungsgrenze von 0,43 µg/g Fett liegen, sind auch die Skatolwerte der Sauen und noch mehr der Kastraten im Mittel über der Wahrnehmungsgrenze von 0,026 µg/g. Die Androstenon- und Skatolkonzentrationen der Masteber liegen im Mittel oberhalb dieser Grenzwerte. Die festgestellten Maximalwerte von Androstenon von 6,4 µg/g Fett bei Mastebern entsprechen den Angaben der Literatur. Hier wird ebenfalls festgestellt, dass Fleisch von nicht kastrierten Ebern bis zu 6,4 µg/g Androstenon enthalten kann, während gegen Ebergeruch geimpfte Tiere 0,1 bis 0,2 µg/g und kastrierte Tiere überhaupt kein Androstenon aufweisen (ANONYM 2012). Die für die Akzeptanz oder Ablehnung sehr wichtige Skatolkonzentration der Masteber aus Köllitsch liegt etwa doppelt so hoch wie die in einer Literaturlauswertung von LÖSEL (2006; zwölf Studien, 0,093 µg/g Fett). Trotzdem entspricht das Verhältnis der gefundenen Skatolkonzentrationen von männlichen zu weiblichen bzw. männlich kastrierten Schweinen in etwa den Angaben der Literatur. Hier sind die Skatolwerte der Eber durchschnittlich etwa doppelt so hoch wie die von Sauen und Kastraten (Kastraten vs. Sauen = + 10 %).

Bei der Bewertung der Wahrnehmungsgrenze spielt auch die starke Streuung der Wahrnehmung eine große Rolle. In Studien variiert sie von 0,2 bis 1,0 µg/g für Androstenon und von 0,008 bis 0,06 µg/g für Skatol (ANNOR-FREMPONG et al. 1997). Wahrnehmungsschwellenwerte und Ablehnungsschwellen können durchaus voneinander abweichen, in der Regel werden Ablehnungsschwellen geprüft und angegeben (MÖRLEIN 2013). In vielen anderen Studien werden die ‚Grenzwerte‘ zur Ausbildung von Ebergeruch relativ willkürlich gesetzt. Sie schwanken von 0,1 bis 1,0 µg/g Fett für Androstenon und von 0,03 bis 0,2 µg/g Fett für Skatol (LINDERMAYER et al. 2012). Bezieht man die von LINDERMAYER ausgewählten Grenzen in die Betrachtung mit ein, so ergibt sich für das vorliegende Datenmaterial folgendes Bild:

**Tabelle 23: Vorkommen von Androstenon, Skatol und Indol in Abhängigkeit vom Geschlecht**

Eber	n	Minimum [µg/g Fett]	Maximum [µg/g Fett]	Mittelwert [µg/g Fett]	Standardabweichung
Androstenon	707	0,0000	6,400	0,650	0,935
Skatol	709	0,0129	8,982	0,182	0,404
Indol	709	0,0063	0,660	0,053	0,070
<b>Kastraten</b>					
Androstenon]	12	0,000	0,024	0,002	0,007
Skatol	12	0,031	0,138	0,067	0,031
Indol	12	0,012	0,029	0,018	0,005

Eber	n	Minimum [µg/g Fett]	Maximum [µg/g Fett]	Mittelwert [µg/g Fett]	Standardabweichung
<b>Sauen</b>					
Androstenon	51	0,000	0,299	0,014	0,058
Skatol	51	0,000	0,184	0,048	0,035
Indol	52	0,006	0,086	0,020	0,013

**Tabelle 24: Vorkommen von Androstenon und Skatol oberhalb diskutierter Grenzwerte**

Androstenon [µg/g Fett]	% Proben >	Skatol [µg/g Fett]	% Proben >	Androstenon/Skatol [µg/g Fett]	% Proben >
> 0,1	83	> 0,05	84	> 0,1 und > 0,05	68
> 0,5	36	> 0,1	48	> 0,5 und > 0,1	25
> 1,0	18	> 0,25	16	> 1,0 und > 0,25	8

Je nach Grenzwertziehung liegt ein großer bis sehr großer Anteil untersuchter Nackenspeckproben der Masteber oberhalb der diskutierten Werte. Von der Größenordnung her decken sich diese Ergebnisse mit den Ergebnissen von LINDERMAYER et al. (2012). Bei Standardfütterung (DLG 2010) von pietrainblütigen, bayerischen Mastebbern liegen 70 %, 35 % und 5 % oberhalb der hier gezogenen Grenzen für Androstenon. Für Skatol werden den Köllit-scher Ergebnissen nicht ganz entsprechende 80 %, 35 %, 5 % und für beide Größen 60 %, 10 % und 0 % festge-stellt. Die Skatolwerte ließen sich durch Fütterung entsprechend reduzieren.

Die in der vorliegenden Untersuchung festgestellten Korrelationen zwischen Androstenon und Skatol sowie zwis-chen Androstenon und Indol (tendenziell sogar noch etwas höher) sind signifikant, mit 0,3 trotzdem doch relativ gering. Bei hohen Androstenonkonzentrationen im Eberspeck werden also tendenziell auch höhere Skatol- und Indolkonzentrationen gemessen. Ein offensichtlich nicht unbeträchtlicher Anteil der Proben mit hohen Androstenonwerten enthält aber gleichzeitig wenig Skatol und Indol und umgekehrt.

Parallel zur HPLC- bzw. GC-Analytik der drei Ebergeruchsstoffe wurden sensorische Untersuchungen von drei Testpersonen des BfUL (zwei Frauen, ein Mann) durchgeführt. Die Korrelationen der kategorischen Bewertungser-gebnisse der Prüfer untereinander sind signifikant, mit 0,5 jedoch eher gering. Gleichgerichtet und ebenfalls gering sind die Korrelationen der einzelnen sensorischen Bewertungsergebnisse zu den apparativ gemessenen Eberge-ruchsstoffen. Prüfer 3 (männlich) erreicht mit 0,4 die höchste Korrelation zum Androstenon und Prüfer 2 (weiblich) mit 0,3 bzw. 0,4 die höchste Korrelation zu Skatol und Indol.

Diese signifikanten, aber absolut doch eher geringen Beziehungen stehen im Widerspruch zu Angaben aus der Literatur. Abgeleitet aus niederländischen Studien wird die Korrelation zwischen der subjektiven Wahrnehmung des Ebergeruchs und den beiden Substanzen Androstenon und Skatol mit 0,63 bis 0,67 angegeben (HENNE & VOß 2012). Die Höhe und Schwankungsbreite der vorliegenden Korrelationen zeigt zunächst, dass der Ebergeruch nicht nur auf die Stoffe Androstenon und Skatol sowie Indol zurückgeführt werden kann. Dazu kommen weitere unangenehme Geruchsnoten, die auch an Mottenkugeln, Silage, Schmutz oder Verderb erinnern (ANNOR-FREMPONG et al. 1997). Es ist deshalb fraglich, ob Testpersonen, die Androstenon und Skatol sicher erkennen, alle möglichen Varianten des unerwünschten Geschlechtsgeruchs sicher identifizieren. Gleichzeitig besteht vermutlich auch die Gefahr, die natürliche Variation des Fleischaromas falsch positiv als Ebergeruch auszuweisen. Sofern man aber davon ausgeht, dass die genannten Stoffe den Hauptbeitrag dazu leisten, trägt dessen sichere Identifi-zierung zu einem hohen Maß an Sicherheit bei der Detektion nicht tauglicher Schlachtkörper bei. Voraussetzung

dafür ist die Ausbildung und Schulung der Prüfer, wobei es aufgrund der Schwächen subjektiver Identifizierung eine 100%ige Sicherheit vermutlich nicht geben kann. Diese Lücke sollte ja mithilfe der ‚elektronischen Nase‘ geschlossen werden, die bislang an den technischen Problemen gescheitert ist.

Absolut gesehen spiegelt das Ergebnis der sensorischen Untersuchung aber die Ergebnisse der apparativen Analytik wider.

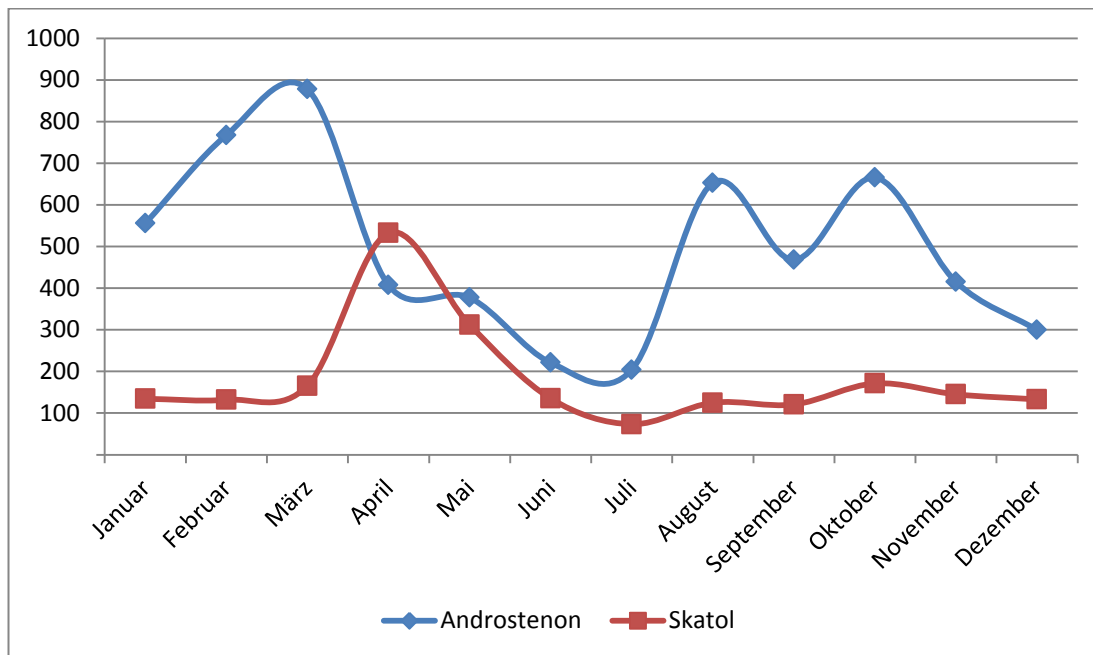
**Tabelle 25: Ergebnisse der sensorischen Untersuchungen in % untersuchter Proben**

Prüferteil	Prüf. 1 [%]	Prüf. 2 [%]	Prüf. 3 [%]	mittleres Prüferteil [%]
negativ	1,2	2,0	1,7	1,6
ganz leichte Abweichung	5,7	9,4	4,8	6,6
leichte Abweichung	12,2	17,4	14	14,5
merkliche Abweichung	13,6	10,9	12,1	12,2
deutliche Abweichung	16,5	15,2	19,4	17,0
relativ starke Abweichung	11,6	2,8	5,9	6,8
starke Abweichung	4,4	7,4	7,3	6,4

Nur etwa 8 % der untersuchten Proben werden in die beiden Kategorien ohne oder mit unerheblichem Ebergeruch eingeteilt. Etwa 30 % der Proben werden in die drei höchsten Bewertungskategorien eingeordnet und sind so im Verkauf als Frischfleisch vermutlich nicht zu akzeptieren. Wird die Kategorie ‚merkliche Abweichungen‘ noch dazu gezählt, so kommt man in einen Bereich auffälliger Proben, der in etwa der mittleren Grenze für auffällige Proben bei apparativer Messung (Androstenon > 0,5 µg/g Fett und Skatol > 0,1 µg/g Fett; 36 % bzw. 48 %) entspricht.

#### 4.5.1 Jahreszeitliche Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch

Im Berichtszeitraum wurden durchschnittlich 59 Mastbeber je Monat geschlachtet, für die zum Zeitpunkt der Berichterstattung eine vollständige Ebergeruchsuntersuchung vorliegt. Diese wurden unter Berücksichtigung einer unterschiedlichen Anzahl an Wiederholungen (Durchgängen) sowie unter Ausschluss von Nachkommen der Vaterrasse Duroc auf die Ausstellungsmonate des Jahres bezogen. Dabei werden vom Jahresanfang in Richtung Frühjahr stark steigende Werte gemessen. Die Spitzenwerte von Androstenon werden im März, bei Skatol zeitlich etwas versetzt im April gemessen. Diese sind gegenüber allen anderen Monaten (Ausnahme bei Androstenon, Monate Januar, Februar und Oktober) signifikant verschieden. Aufgrund der fehlenden Normalverteilung der Messwerte ist eine einfache Signifikanzprüfung unkorrigierter Messwerte eigentlich nicht zulässig, aufwändige durchgeführte Korrekturen erhöhten aber trotzdem nicht die Sicherheit der Aussage. Es wird deshalb darauf verzichtet. Während Skatol bis zum Sommer rückläufig ist und auf diesem Niveau bis zum nächsten Frühjahr verbleibt, steigen die Androstenonwerte zum Herbst an, um dann zum Jahresende wieder abzufallen. Dabei verlaufen die beschriebenen Kurven nicht parallel, sodass das gemessene Niveau von Skatol das von Androstenon sogar punktuell überschreiten kann.



**Abbildung 4: Jahreszeitlicher Verlauf der gemessenen Konzentrationen von Androstenon und Skatol im Eberspeck**

Tendenziell verlaufen die gemessenen Ebergeruchsstoffe zumindest ähnlich wie der gemessene Verlauf oberflächlicher Schrammen (Abbildung 1) mit einer starken Spitze zum Frühjahr hin und eher abnehmenden Werten im Jahresverlauf. Dafür mitverantwortlich können die jahreszeitlichen Schwankungen des Außenklimas sein, die sich in der Regel auf das Stallklima (vor allem Stalltemperatur) auswirken. Einerseits werden im Frühjahr zusammen mit den höchsten Lichtintensitäten im Rahmen des Klimawandels höhere Außentemperaturen als in den zunehmend nassen Sommern gemessen. Andererseits ist aus der Literatur auch bekannt, dass die Hodenfunktion beim Wildschwein fotoperiodischen Schwankungen unterliegt und abnehmende Tageslichtlänge die Hodensteroidbildung steigert, Langtagbedingungen sie eher hemmen (WEILER & WESOLY 2012). Unterstellt man, dass auch der Hormonhaushalt von Hausschweinen einer rudimentären Saisonalität unterliegt, könnte das den Anstieg im Frühjahr und die niedrigen Werte im Juli erklären. Die Skatolbildung ist vom Hormonhaushalt zwar entkoppelt, trotzdem verstärken sich Androstenon und Skatol zusammen in ihrer Wirkung auf den wahrnehmbaren Ebergeruch des Fleisches (MÖRLEIN 2010). Damit wird eine bestimmte Parallelität, aber nicht der zeitliche Verlauf der gemessenen Skatolkonzentrationen erklärt. Sie verlaufen zeitlich etwas versetzt und mit geringeren Ausschlägen den Androstenonwerten hinterher. Für die Spitze beim Skatol im April könnten aber auch hohe Außentemperaturen mitverantwortlich gewesen sein. Hohe Außentemperaturen führen auch zu hohen Stallinnentemperaturen. In der Folge bewegen sich die Schweine weniger und liegen mehr, somit verschmutzen die Buchten stärker. Auf der Suche nach Abkühlung verschmutzen auch die Tiere, sodass Skatol über die Haut aufgenommen werden kann. Dieser mögliche Mechanismus wird in der Literatur allerdings kontrovers diskutiert.

#### 4.5.2 Einfluss von Zunahmegeschwindigkeit, Lebensalter und Futterausstattung der Eber auf den Ebergeruch

987 Masteber waren zum Zeitpunkt der Schlachtung 191 Tage alt und erreichten ein durchschnittliches Schlachtgewicht von knapp 90 kg. Von der Auswertung zum Thema Ebergeruch wurden die beiden Durchgänge mit Duroc-Ebern als Vätertiere ausgeschlossen. Bei den Nachkommen der Duroc-Väter wurde der vierfache Androstenonwert (1,9 µg vs. 0,5 µg) und etwa der 1,5-fache Skatolwert (0,25 µg vs 0,16 µg) gegenüber den Pietrain-Nachkommen festgestellt, was die Aussagen von HENNE & VOß (2012) bestätigt. Aufgrund der gegenüber Pietrain viel geringeren

Probandenzahl waren die offensichtlich genetischen Einflüsse nicht zu korrigieren. Eine einfache Verrechnung führte zu einem verschobenen Bild, deshalb wurde darauf verzichtet.

**Tabelle 26: Einfluss der Zunahmegeschwindigkeit, des Alters und der Futterausstattung auf den Ebergeruch**

	Androstenon [ $\mu\text{g/g}$ ]	Skatol [ $\mu\text{g/g}$ ]	Indol [ $\mu\text{g/g}$ ]
1. Ausstallung	0,569	0,166	0,07
2. Ausstallung	0,572	0,138	0,043
3. Ausstallung	0,451	0,214	0,042
<hr/>			
Alter < 190 Tage	0,597	0,153	0,056
Alter > 190 Tage	0,457	0,197	0,05
	a,b	n. s.	n. s.
<hr/>			
Schlachtung < 90 kg	0,447	0,186	0,054
Schlachtung > 90 kg	0,662	0,137	0,05
<hr/>			
TZ bis 50. MT < 683 g	0,385	0,142	0,048
TZ bis 50. MT > 683 g	0,674	0,203	0,058
<hr/>			
TZ 50. bis 100. MT < 817 g	0,448	0,194	0,051
TZ 50. bis 100. MT > 817 g	0,643	0,147	0,056
<hr/>			
Lysin VM < 1 %	0,463	0,115	0,041
Lysin VM > 1 %	0,56	0,196	0,056
<hr/>			
Lysin EM < 1 %	0,46	0,179	0,058
Lysin EM > 1 %	0,66	0,164	0,046

Die verrechneten Tiere wurden mit Erreichen des erforderlichen Schlachtgewichtes ausgestallt, die im Datenmaterial vorhandene Streuung im Lebensalter ergibt sich aus der Variation der Zunahmen. Aufgrund produktionstechnischer Störungen variierte die Lysinausstattung der Produktionsfutter und beeinflusste die Variation in der Ebergeruchsbildung. Um mögliche Effekte darzustellen, wurden die Versuchseber hinsichtlich ihrer Leistungen jeweils in zwei Kategorien eingeteilt. Die eine Hälfte repräsentiert die unteren 50 % der realisierten Zunahmeleistungen im jeweiligen untersuchten Mastabschnitt, die anderen 50 % repräsentieren die obere Hälfte. Auf diese Kategorien wurden die festgestellten Ebergeruchsstoffe und auch die Ergebnisse der Sensorik bezogen. Bei dieser Vorgehensweise ist die vorgenommene statistische Signifikanzprüfung streng genommen nicht zulässig. Die Zunahmegeschwindigkeit der Mastseber wirkt sich zunächst auf die gemessenen Konzentrationen von Androstenon und weniger auf die Skatolkonzentration im Eberspeck aus.

Versuchseber mit hohen Zunahmen vor allem in der ersten, aber auch in der zweiten Hälfte der Mast haben zumindest tendenziell höhere Androstenonwerte als Eber mit niedrigeren Zunahmen ( $r = 0,3$ ). Dies entspricht der

Einschätzung in der Literatur, dass die Masttagszunahmen ( $r = 0,33$ ), nicht aber die Speckdicke positiv mit dem Androstenongehalt korreliert ist (DUIJVESTEIJN et al. 2012). Die Eber mit niedrigen Zunahmen werden zuletzt ausgestellt, repräsentieren tendenziell die niedrigeren Schlachtgewichte und haben folglich auch geringere Zunahmen. Am deutlichsten ist dieser mögliche Einfluss in der ersten Hälfte der Mast. Masteber, die hier die bessere Leistungskategorie realisieren, lagern signifikant mehr Androstenon und tendenziell auch mehr Skatol ein. In der sensorischen Bewertung werden 10 % der Proben mehr in die höheren Ablehnungskategorien (deutliche bis starke Abweichung) eingeordnet. Bei allen anderen Wachstumsabschnitten waren die Tendenzen gleichgerichtet, aber noch etwas geringer. Anders als bei weiblichen Schweinen beeinflusst vor allem das Gewicht über die energieabhängige IGF-1-Freisetzung den Pubertätseintritt und wirkt sich so auf die Androstenoneinlagerungen in das Fettgewebe aus (WEILER & WESOLY 2012). Eine intensive Fütterung führt so zu einem schnellen Erreichen des Schlachtgewichtes, aber auch zu einem frühen Pubertätseintritt. Somit wird die Zeitdauer, die für die Einlagerung von unerwünschten Geruchsstoffen zur Verfügung steht, beeinflusst.

Hinzu kommt, dass die Eber mit hohen Zunahmen bis zum 50. Masttag und bis zur Erstausstallung eine etwa 1 mm höhere Speckauflage entwickeln (14,4 vs. 13,5 mm). In dieser dickeren Speckauflage lassen sich eventuell auch mehr Geruchsstoffe einlagern, wogegen o. g. Untersuchungen sprechen, die hier keine Korrelation sehen (DUIJVESTEIJN et al. 2012). Deshalb wird der mögliche Einfluss der Zeit, d. h. des früheren Pubertätseintritts, überwiegen. Diese Ergebnisse stehen im Gegensatz zur Einschätzung von LINDERMAYER et al. (2012), die bei allerdings nur 40 Mastebern je Schlachtermin (zwei Schlachtermine) und gegenüber den Köllitscher Ebern viel niedrigerem Niveau an gemessenem Androstenon (0,1 bis 0,3  $\mu\text{g/g}$  Fett) doppelt so hohe Androstenonkonzentrationen bei den älteren Tieren der 2. Ausstallung feststellen. Indol und Skatol waren unbeeinflusst. Diese Beobachtung muss jedoch kein wirklicher Widerspruch in Bezug auf die diskutierten Zusammenhänge sein. Es kommt vermutlich darauf an, wie lang der Wachstumsabschnitt von der Pubertät bis zur Schlachtung ausfällt. Somit spielen der von der Zunahme abhängige Pubertätseintritt und der Schlachtermin die entscheidende Rolle. Schweine mit hohen Zunahmen und trotzdem spätem Pubertätseintritt wären somit im Vorteil.

Bei Untersuchungen von MÜLLER et al. (2012) führten steigende Zunahmen von der Vor- zur Mittelmast auch zu höheren Androstenonwerten, während bei Mastebern mit gleichmäßig hohen Zunahmen geringere Androstenonwerte im Speck gefunden wurden. In der vorliegenden Untersuchung haben auch die Masteber mit den höheren Zunahmen in der zweiten Hälfte der Mast die höheren Androstenonwerte, die Differenz in den Kategorien ist aber geringer. Es liegt damit nahe, dass das Zunahmeniveau an sich die entscheidende Rolle spielt und nicht der Wechsel zwischen niedrigen Zunahmen vor der Pubertät und hohen danach. In der vorliegenden Untersuchung hatten auch Eber mit hohen Zunahmen in der zweiten Hälfte der Mast die höchsten Androstenonwerte.

Gleichzeitig wurden von MÜLLER et al. (2012) bei den auf Vollspaltenboden gehaltenen Mastebern gegenüber Teilspaltenhaltung geringere Skatolkonzentrationen nachgewiesen. Buchten mit Teilspalten verschmutzen stärker als Buchten mit Vollspalten. Genauso sind Buchten mit optimaler Belegung (hier 1  $\text{m}^2$  je Masteber) erfahrungsgemäß sauberer als Buchten mit geringem Tierbesatz. Das ist zwangsläufig nach den Vorausstellungen der Fall und erklärt die höheren Skatolwerte der Tiere aus der 3. Ausstallung oder dem höheren Lebensalter. Auch unter Berücksichtigung einer umfangreichen EU-Studie (sechs Länder) verweisen die Autoren auf eine positive Korrelation zwischen den gefundenen Skatolwerten und dem Schlachtgewicht, was vermutlich mehr eine Frage des Alters und nicht des Gewichtes der Tiere ist.

Nach KAMPHUES & BETSCHER (2010) wirkten ein hoher Proteingehalt des Futters und eine restriktiv gefütterte Futtermenge Skatol reduzierend. In der vorliegenden Untersuchung gilt dies tendenziell nur für den zweiten Mastabschnitt, ein bedarfsgerecht hoher Lysingehalt in der Vormast wirkt eher erhöhend auf die gemessenen Skatol- und Indolwerte. Dagegen führte auch eine sehr hohe Lysinausstattung von Mastebern in drei Prüfanstalten zu keiner

absicherbaren Reduktion von Skatol oder Indol (MÜLLER 2012). Nach Ansicht von KAMPHUES & BETSCHER (2010) kommt es auf den Einstrom der Kohlenhydrate im Dickdarm an, die folglich die Zusammensetzung der Darmflora und die mikrobiologische Fermentation beeinflussen.

#### 4.5.3 Einfluss der Aufstallungsform auf die Entwicklung von Ebergeruch

Masteber werden in der Regel getrennt geschlechtlich gehalten, um sie bedarfsgerecht füttern zu können. Die gemeinsame Aufstallung mit den weiblichen Zeitgefährten verspricht dagegen wie in Kapitel 4.1 beschrieben ethologische Vorteile (Unversehrtheit von Körperoberfläche und Bewegungsapparat), birgt aber auch die Gefahr von Frühträchtigkeiten (ADAM et al. 2013). In den hier dargestellten Versuchen wurden 1.128 Mastschweine gemischt geschlechtlich (männlich und weiblich) aufgestellt, insgesamt wurden 629 Masteber in den jeweiligen Durchgängen zum großen Teil zeitgleich (sieben Durchgänge) mit den weiblichen Zeitgefährten (623) gehalten. Wie in Kapitel 4.3 diskutiert, nehmen die Masteber bei gemeinsamer Aufstallung mit den weiblichen Mastschweinen zumindest tendenziell besser zu als bei getrennter Aufstallung. Das gilt vor allem für den zweiten Mastabschnitt nach dem 50. Masttag. Die Masteber wachsen bei gemeinsamer Aufstallung mit dem anderen Geschlecht dann aber mehr auf Kosten der weiblichen Schweine. Gemessen an den Zunahmen nach dem 50. Masttag profitieren vor allem die geschlechtsreifen Masteber von der gemischt geschlechtlichen Aufstallung. Mit Blick auf die Entwicklung von Ebergeruch ergibt sich eine dritte relevante Facette der Aufstallungsform. Von Pietrain-Vätern abstammende Masteber, die mit weiblichen Mastschweinen zusammen gehalten werden, entwickeln signifikant mehr Androstenon und Skatol und werden sensorisch schlechter bewertet als ihre getrennt geschlechtlich aufgestellten Zeitgefährten. Folglich werden auch deren Speckproben zu etwa 3 % mehr in die unauffälligen Bewertungskategorien und über 12 % weniger in die stark auffälligen Bewertungskategorien eingeordnet. Auch diese Signifikanzen sind allerdings nicht sehr stabil, sie verschwinden bei Aufnahme von Kovariablen (z. B. tägliche Zunahmen bis zum 50. Masttag) in das statistische Modell.

**Tabelle 27: Einfluss der Aufstallungsform der Masteber auf die Entwicklung von Ebergeruch**

	n	Androstenon [µg/g]	Skatol [µg/g]	Indol [µg/g]	Sens.Kat 1 - 2 [%]	Sens.Kat 5 - 7 [%]
getrennt	351	0,466	0,128	0,050	14,3	39,5
gemischt	231	0,610	0,242	0,049	11,6	51,8
		(a,b)	(a,b)	(n. s.)	a,b	a,b

Die Ergebnisse bestätigen die Einschätzung von WEILER & WESOLY (2012), die eine gemeinsame Haltung von männlichen und weiblichen Mastschweinen, genauso wie die Anwesenheit eines paarungsbereiten Partners als Androstenon steigernden Faktor, zumindest bei relativ schweren Mastebern (> 110 kg) sehen. Soziale Isolierung und sozial stabile Gruppen (keine Neugruppierungen) sowie gemeinsame Aufzucht mit den Wurfgeschwistern wirken nach Literatursauswertung Androstenon senkend. Dagegen werden in den Untersuchungen im holländischen Lehr- und Versuchsgut Sterksel getrennt gehaltene Masteber mit der Haltung von Wurfgeschwistern verglichen.

Während die Androstenonkonzentration im Eberspeck (0,7µg Wurfgeschwister vs 0,8 getrennt) eher unbeeinflusst war, führte die gemischt geschlechtliche Haltung in Sterksel zu geringerer Frequenz stark riechender Tiere (ANONYM B 2012). Bei Berücksichtigung der Versuchsanstellung wird aber deutlich, dass in dieser Untersuchung eher der Effekt einer gemeinsamen Haltung von Wurfgeschwistern, die dann z. T. auch weiblich sind, mit der von nicht Wurfgeschwistern verglichen wird. In der vorliegenden Untersuchung dagegen wurden die gemischt und die getrennt geschlechtlich gehaltenen Masteber unter der Maßgabe gleicher Anfangsgewichte neu gruppiert. Bei der gemischten Aufstallung wurde zusätzlich auf ein möglichst ausgeglichenes Geschlechterverhältnis geachtet. Die Ergebnisse widersprechen sich also nicht. Während die Haltung von Wurfgeschwistern die Ausbildung von Ebergeruch tendenziell reduziert, wird er bei neu gruppierten Mastgruppen signifikant gesteigert.

## 4.6 Untersuchungen zur Fütterung von Mastebnern

Die folgenden Tabellen enthalten ausgewählte Mast- und Schlachtleistungskennndaten der sechs durchgeführten Jungebermastversuche.

Um die Versuchsgruppen innerhalb eines Versuches vergleichen zu können, wurde eine gleiche Mastdauer eingehalten. Für die einphasigen Fütterungsversuche (Versuch 1 und 2) wurden als Mastendmasse ca. 105 kg geplant. Diese wurden nach 97 Tagen (Versuch 1) bzw. 100 Tagen (Versuch 2) erreicht. Weil in den Versuchen 3 und 4 Mastendmassen von 115 bis 120 kg Lebendmasse angestrebt wurden, war eine Zwei-Phasen-Fütterung vorgesehen (AM 30 bis 70 kg LM, EM 70 bis 120 kg LM). In allen Fütterungsgruppen wurden die in der Ebermast geforderten sehr hohen Tageszunahmen von etwa 900 g annähernd erreicht. Dabei muss aber deutlich herausgestellt werden, dass zur Absicherung der Funktionsfähigkeit der Abrufstationen (ACEMO) in der Regel die Masteber mit der besten Leistungsveranlagung eingeteilt wurden. Die nicht benötigten Zeitgefährten wurden für die Haltungsver-suche im gleichen Abteil verwendet. Die hohen Zunahmen der Masteber in Einzelfütterung wurden offensichtlich erst durch die hohe Energieausstattung von 13,4 MJ ME/kg im Anfangsmastfutter möglich, bei einem Rohproteingehalt von 17,4 % und einem Brutto-Lysingehalt von 1,1 % in der Anfangsmast unter Beachtung des empfohlenen enge-ren Lysin-Threonin-Verhältnisses in der Endmast (siehe Tabelle 21).

**Tabelle 28: Ausgewählte Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung der Jungebermastversuche (Versuch 1 bis 4)**

Parameter	Versuch 1 (5 % RES) einphasig			Versuch 2 (5 % RES) einphasig			Versuch 3 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7% RES)			Versuch 4 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7% RES)			
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	
Tierzahl	15	15	15	14	17	17	15	15	14	14	15	13	
Masttage	91	91	91	92	92	92	105	105	105	93	93	93	
LM-Versuchsbeginn	kg	33,1	33,2	33,5	29,2	29,0	28,2	24,6	25,3	25,2	35,2	33,3	33,3
LM-Ende AM	kg	63,37	64,90	67,42	66,5	68,3	67,3	55,7	56,4	58,1	60,5	59,2	63,4
LM-Versuchsende	kg	104,3	105,5	112,1	105,2	105,4	105,3	111,2	110,8	117,5	111,5	119,1	121,1
LM-Zunahme ges.	g/T/T	782	794	863	816	828	833	825	813	876	819	922	941
LM-Zunahme AM	g/T/T	644	674	721	751	762	767	759	758	794	723	738	854
LM-Zunahme EM	g/T/T	930	923	1020	921	884	904	868	849	928	880	1032	993
Futtermaufnahme ges.	kg/T	182,9	184,1	196,1	170,2	168,1	175,5	223,5	180,6	206,8	168,2	174,0	184,5
Futtermaufnahme AM	kg/T	94	95	101	92	91	95	87	70	80	63	66	69
Futtermaufnahme EM	kg/T	88	89	95	78	77	80	136	110	126	105	109	115
Futtermaufnahme ges.	kg/T/T	2,01	2,02	2,16	1,85	1,83	1,91	2,13	1,72	1,97	1,81	1,87	1,98
Futtermaufwand ges.	kg/kg	2,59	2,55	2,50	2,24	2,21	2,28	2,58	2,11	2,24	2,20	2,03	2,10
Energieaufwand	MJ ME/kg	34,3	34,1	33,5	30,4	29,6	30,6	33,8	27,8	29,8	29,1	26,8	28,2



Parameter		Versuch 1 (5 % RES) einphasig		Versuch 2 (5 % RES) einphasig		Versuch 3 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7% RES)		Versuch 4 (AM 5 % RES) zweiphasig (EM 7% RES)					
Futterkosten/kg Zuwachs	€	0,77	0,77	0,76	0,66	0,67	0,72	0,87	0,71	0,76	0,65	0,60	0,61
Schlachtmasse	kg	83,6	85,7	89,7	86,1	86,1	85,4	88,0	88,1	93,5	89,2	93,5	95,6
Muskelfleischanteil	%	58,3	58,6	57,1	58,8	58,7	58,6	57,9	57,9	55,8	58,6	58,6	60,3
Fleischmaß	mm	58,0	58,8	62,5	60,1	59,3	58,8	59,6	60,1	61,3	61,1	61,3	66,1
Speckmaß	mm	13,2	13,1	15,7	13,2	13,0	13,1	14,1	14,2	17,0	14,0	14,3	13,5

Ausgehend von den DLG-Vorgaben (2010) für Mastschweine mit hohem Proteinansatz wird die Futtermittelzusammensetzung in der Literatur um weniger als 10 % bis über 30 % angehoben. Diese sehen in der Anfangsmast 11 g Bruttolysin, in der Mittelmast 9 g Bruttolysin und in der Endmast 7 g Bruttolysin je kg Futter vor (LINDERMAYER et al. 2012). Die Energiegehalte der gewählten Versuchsfutter werden nicht oder nur in relativ geringem Maße variiert. Diese Variation ergibt sich zum Teil nur aus der Substitution von Sojaschrot durch Weizen oder Gerste. Auffällig ist zunächst, dass die Kontrollen mit der geringsten Anfangsausstattung mit Lysin aber nur einer Fütterungsphase gegenüber den Versuchen zu vergleichbaren, teilweise tendenziell besseren Leistungen führen. Auf die jeweils gewählte Lysinanzugabe reagieren die Masttagzunahmen und dementsprechend der Futteraufwand in der Vor- und Mittelmast stärker positiv als in der Endmast. Bei einphasiger Fütterung nach DLG-Standard wird ein relativ geringer Nachteil, der in der Vor- oder Mittelmast entstehen kann, zum Teil auch wieder kompensiert. Dabei kommt es offensichtlich entscheidend auf die korrekte Definition der Mastabschnitte an. Eine Proteinzulage hat somit physiologisch gesehen nur vor der zeitlich unterschiedlich beginnenden Pubertät der Tiere ihre Berechtigung. Deshalb spielt die Definition der Fütterungsphasen für eine bedarfsgerechte Fütterung eine große Rolle.

Für die Jungebermast sind bezüglich des Einsatzes von Rapsextraktionsschrot bei Glucosinolatgehalten < 10 µmol/g keine besonderen Restriktionen zu beachten (AM 10 %, EM 15 % Rapsextraktionsschrot). Um mit der verwendeten Genetik [Pi\*(LW\*DL)] für die gesamte Mastdauer (14 bis 17 Wochen) über 800 g LMZ/Tier und Tag zu erreichen, sollte rapsextraktionsschrothaltiges Futter (88 % TS) folgende Parameter aufweisen:

Anfangsmast: 13,4 MJ ME/kg, min. 17,0 % RP, min. 1,1 Brutto-Lysin  
Endmast: 13,0 MJ ME/kg, min. 16,5 % RP, min. 0,85 Brutto-Lysin

Dabei ist mit folgenden Ergebnissen zu rechnen:

- Lebendmassezunahmen: 760 – 850 g/T/T
- Futteraufwand: 2,1 – 2,7 kg/kg
- Energieaufwand: 26,8 – 34,6 MJ ME/kg
- Muskelfleischanteile: 57 – 60 %
- Futterkosten/kg Zuwachs: 0,60 – 0,65 €

**Tabelle 29: Ausgewählte Ergebnisse der Mast- und Schlachtleistung der Jungebermastversuche (Versuch 5 und 6)**

Parameter	Versuch 5 (AM 10 % RES) Zweiphasig (EM 15 % RES)			Versuch 6 (AM 10 % RES) Zweiphasig (EM 15 % RES)			
	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	Gr. 1	Gr. 2	Gr. 3	
Tierzahl	14	15	15	15	15	15	
Masttage	84	84	84	91	91	91	
LM- Versuchsbeginn	kg	34,0	34,3	34,0	27,5	27,5	27,6
LM-Ende AM	kg	70,8	70,2	72,4	61,4	61,4	64,6
LM-Versuchsende	kg	109,3	100,6	108,0	101,6	101,9	106,4
LM-Zunahme ges.	g/T/T	895	790	881	814	818	866
LM-Zunahme AM	g/T/T	855	675	791	706	707	771
LM-Zunahme EM	g/T/T	920	898	960	934	941	972
Futteraufnahme ges.	kg/T	183,3	178,8	183,3	187,8	184,0	187,5
Futteraufnahme AM	kg/T	88	86	88	96	96	101
Futteraufnahme EM	kg/T	96	92	96	92	86	90
Futteraufnahme ges.	kg/T/T	2,18	2,13	2,18	2,06	2,02	2,06
Futteraufwand ges.	kg/kg	2,43	2,68	2,48	2,53	2,47	2,38
Energieaufwand	MJ ME/kg	32,5	34,6	31,9	29,9	32,5	32,3
Futterkosten/kg Zuwachs	€	0,65	0,68	0,64	0,71	0,69	0,66
Schlachtmasse	kg	92,3	82,9	89,6	81,2	79,5	85,6
Muskelfleischanteil	%	57,3	57,6	58,1	59,4	58,2	58,9
Fleischmaß	mm	60,8	55,8	57,2	59,4	57,0	57,7
Speckmaß	mm	15,9	14,7	14,3	13,2	14,1	13,5

# 5 Betriebswirtschaftliche Bewertung

Die wirtschaftlichen Aspekte der Schweinemast insgesamt werden durch die Ergebnisse der biologischen Leistungen und durch die Schlachtkörperbewertung (Tabelle 30) bestimmt. Die Versuchstiere wurden nach dem aktuellen Auto FOM-Abrechnungssystem des Schlachtunternehmens Tönnies in Weißenfels vermarktet. Folgende biologische Leistungen wurden bei der betriebswirtschaftlichen Bewertung berücksichtigt.

**Tabelle 30: Mastleistungen der Versuchstiere für die betriebswirtschaftlichen Berechnungen**

Merkmale	Maßeinheit	Versuchsgruppe		
		Eber	Kastrate	Sauen
Einstallgewicht	kg	26,4	27,3	26,5
Ausstallgewicht	kg	113,1	116,0	112,0
Zuwachs	kg	86,7	88,7	85,5
Masttagszunahme	g/Tag	810	830	760
Mastdauer	Tage	107	107	113
Futteraufwand	kg/kg Zuwachs	2,53	2,81	2,62
Futteraufnahme	kg/Tag	2,05	2,33	1,98
Futterverbrauch	kg/Tier	219,35	249,25	224,01
Verluste	%	2,63	1,73	2,80
Schlachtgewicht	kg	90,7	93,2	91,4
Ausschlachtung	%	78,8	80,3	80,8
Speckmaß	mm	14,2	17,6	14,4
Fleischmaß	mm	61,2	61,2	64,5
Muskelfleischanteil (Auto FOM)	%	56,2	51,4	56,0

Quelle: LfULG

Eber haben gegenüber den Kastraten bei der aktuellen Auto FOM-Klassifizierung eine(n) um

- ~ 2,0 % schlechtere Ausschlachtung,
- ~ 3 bis 3,5 mm geringere Rückenspeckauflage,
- ~ 5,0 % höheren Muskelfleischanteil im Bauch.

Bei der Auto FOM-Klassifizierung bestimmen die so genannten „wertbestimmenden“ Teilstücke Schinken, Lachs und Bauch den Auszahlungspreis. Der Gewichtsanteil dieser Teilstücke beträgt rund 50 % am Schlachtkörper. Der restliche Schlachtkörper verteilt sich auf die übrigen Teilstücke (z. B. Pfötchen, Innereien). Diese haben in den letzten Jahren durch den Export auf asiatische Märkte an Bedeutung gewonnen. Nach Schätzung der Interessengemeinschaft der Schweinehalter Deutschlands (ISN) ergibt sich ein zusätzlicher Verkaufswert von über 8 €/Schwein, der aber im Auszahlungspreis an den Erzeuger keine Berücksichtigung findet.

**Tabelle 31: Teilstücke und Indexpunkte**

	Eber		Kastrate		Sauen	
	[kg]	Punkte	[kg]	Punkte	[kg]	Punkte
Schinken	17,7	47,79	16,9	45,63	17,9	48,33
Lachs	6,8	24,48	6,5	23,40	6,9	24,84
Schulter	8,3		7,9		8,2	
Bauch	13,7	21,92	14,4	21,60	13,9	22,24
Index - ges. Punkte		94,19		90,63		95,41
Index - Punkte/kg SG		1,04		0,97		1,04

Quelle: LfULG, eigene Berechnungen (Index nach Tönnies-Maske Oktober 2012)

Das „optimale“ Schwein sollte nachfolgende Kriterien erfüllen:

- Schinkengewichte zwischen 17 und 20 kg, Lachsgewichte zwischen 6 bis 8 kg
- magere Bäuche (> 56 % Magerfleischanteil)
- Schlachtgewichte zwischen 88 und 102 kg
- min. 0,70 und max. 1,05 Indexpunkte je kg Schlachtgewicht

Alle Versuchsgruppentiere erreichen den von der Maske vorgegebenen optimalen Bereich. Nach der aktuellen Tönnies-Maske erzielen die Eber im Vergleich zu den Kastraten einen höheren Schlachterlös. Hauptgrund hierfür sind insbesondere die mageren Bäuche bei den Ebern. Der wegen der Lysinulage leicht höhere Futterpreis wirkt sich nicht merklich aus. Durch die bessere Futterverwertung (Eber: 1:2,53 und Kastrat 1:2,81) wird das wirtschaftliche Ergebnis zugunsten der Eber positiv beeinflusst.

**Tabelle 32: Wirtschaftlichkeit**

Merkmal	ME	Eber	Kastraten	Sauen
Erlös	€/Tier	148,10	143,82	149,75
Preis <sup>1</sup>	€/kg SG	1,61	1,61	1,61
Futterkosten	€/dt	26,36	26,34	26,34
Kosten Ferkel	€/Tier	54,37	54,37	54,37
Futter	€/Tier	57,82	65,65	59,01
Erlös – Kosten (Bruttomarge)	€/Tier	35,91	23,79	36,38

<sup>1</sup> VEZG-Preis (Ø 2011 – 2012)

Quelle: LfULG, eigene Berechnungen

Unter Beachtung eines angesetzten durchschnittlichen Ferkelpreises von 54,37 €/28-kg-Ferkel (Quelle: AMI) und den kalkulierten Futterkosten ergibt sich eine Bruttomarge von 36,38 bis 23,97 €/Tier. Die berechnete Bruttomarge steht zur Verfügung, um alle weiteren Kosten (Energie, Tierarzt, Investitionen, Lohn, ...) zu finanzieren. Um stabil wirtschaften zu können, ist im mehrjährigen Durchschnitt in der Schweinemast eine Bruttomarge von 25 €/Tier erforderlich (Quelle: AMI). Lediglich die Versuchsgruppe der Kastraten erreichte den Richtwert nicht. Durch höhere Erlöse, geringeren Futterverbrauch und damit geringere Produktionskosten erreichen die Masteber gegenüber den kastrierten Zeitgefährten einen betriebswirtschaftlichen Vorteil von über 12 €. Hierbei nicht berücksichtigt sind die unterschiedliche Verlustsituation und eine höhere Futtermittelversorgung für die Masteber.

# 6 Zusammenfassung

## 6.1 Haltungsveruche

### 6.1.1 Untersuchungen zur körperlichen Unversehrtheit der Schweine

Im Rahmen der Versuche wurden insgesamt 10.968 auf das Einzeltier bezogene Bonituren in durchschnittlich 3,8 Wiederholungen je Mastdurchgang nach dem Schema der Tabelle 6 durchgeführt. Dabei stehen die leichten Befundkategorien (1 und 1,5) für eher sozial verträgliches Verhalten, während die schweren Befundkategorien (2; 2,5; 3) als aggressives Verhalten gewertet wurden. Auf den Untersuchungsmonat bezogen lässt sich kein jahreszeitlicher Effekt absichern, wobei nur die als sozialverträglich gewerteten Interaktionen der Tiere untereinander im Frühjahr stark ansteigen und dann im Verlauf des Jahres eher rückläufig sind. Dagegen sind die körperlichen Folgen der Integumentbewertung über fast alle Befundkategorien hoch signifikant mit dem Geschlecht der Tiere bzw. dem Geschlecht der Haltungspartner in einer Bucht in Verbindung zu bringen. Bei den Mastebnern werden fast doppelt so viele ‚*oberflächliche Schrammen am ganzen Körper*‘ sowie ‚*tiefe Schrammen an der Vorderhand*‘ festgestellt. Bei der gemeinsamen Haltung von weiblichen und männlichen Mastschweinen nehmen die leichten, auf sozial verträgliches Verhalten zurückzuführenden Verletzungen zu. Dafür nehmen die schweren Verletzungen gegenüber einer nach Geschlechtern getrennten Haltung eher ab. Das spiegelt sich auch bei der Bewertung der Störungen des Bewegungsapparates und den Bewegungseinschränkungen wider. Lediglich die ruhigen kastriert männlichen Tiere sind weniger verletzungsgefährdet, wenn sie allein unter sich aufgestellt werden. Ohne das Risiko von Frühträchtigkeiten zu berücksichtigen, wird auf der Grundlage der unter diesem Gesichtspunkt verrechneten Daten geschlussfolgert, dass eine gemischte gegenüber einer nach Geschlechtern getrennten Aufstallung mehr Vor- als Nachteile hat.

### 6.1.2 Biologische Leistungen in der Ebermast

Die unter Kapitel 6.1.1 zusammengefassten Ergebnisse spiegeln sich auch in der Verlustsituation bei der Ebermast wider. Männliche und weibliche Mastschweine realisieren eine etwa 1 % höhere Verlustsituation gegenüber den kastriert männlichen Zeitgefährten. Hier noch nicht ausgewertete, vermutlich höhere Verlustraten aufgrund des Eingriffs der Kastration müssen gegengerechnet werden. Hinsichtlich der realisierten biologischen Leistungen sind die Masteber den weiblichen ähnlicher als den männlich kastrierten Schweinen. Ebermast ist also auch als Maßnahme zu sehen, den durch Kastration künstlich angelegten Geschlechtsdimorphismus wieder zu reduzieren. In der Zunahmeleistung laufen die Masteber bis zur Mittelmast den Kastraten hinterher. Nach der Pubertät drehen sich in der zweiten Hälfte der Mast die Verhältnisse um und die intakt männlichen Tiere erreichen tendenziell höhere Masttagszunahmen als ihre kastrierten Zeitgefährten. Auf die gesamte Mast bezogen kommt es auf das vorge-sehene Schlachtgewicht und den eingesetzten Endstufeneber an, welcher Mastabschnitt in seiner Bedeutung überwiegt.

Bei Anpaarung von eher wachstumsveranlagten Endstufenebern (Duroc) sind die Zunahmen insgesamt besser, bei Anpaarung von mehr auf die Fleischleistung ausgelegten Endstufenebern (Pietrain) sind die Zunahmen der Eber schlechter als die der Kastraten. Bei den in Köllitsch eher leicht gewählten Endgewichten (< 114 kg LM) erreichten die Kastraten auf die gesamte Mast bezogen tendenziell bessere Zunahmeleistungen. Aufgrund des geringeren Fettansatzes realisieren die Masteber aber einen signifikant höheren Muskelfleischanteil (FOM), einen geringeren Futteraufwand (- 0,3) sowie bessere und größtenteils signifikant höhere Gewichte bei den handelswertbestimmenden Teilstücken. Die in der vorliegenden Untersuchung festgestellten biologischen Leistungen ordnen sich in die Ergebnisse bundesweit durchgeführter Versuche ein.

### 6.1.3 Biologische Leistungen bei getrennt oder gemischt geschlechtlicher Aufstallung

Im dargestellten Untersuchungszeitraum wurden in sechsfacher Wiederholung männliche und weibliche Zeitgefährten gemischt oder getrennt voneinander gehalten.

Im Gegensatz zur Einschätzung in der Literatur wirken sich diese Haltungsformen bei eingeschränktem Tier-Fressplatz-Verhältnis zumindest tendenziell auf die biologischen Leistungen aus. Männliche Tiere wachsen bei gemeinsamer Aufstallung mit ihren weiblichen Zeitgefährten besser (+ 35 g) und gleichmäßiger (VK TZ - 5 %), weibliche Mastschweine wachsen tendenziell etwas schlechter (- 10 g) und ungleichmäßiger (VK TZ + 2 %). Die Masteber wachsen bei gemischt geschlechtlicher Aufstallung tendenziell auf Kosten der weiblichen Zeitgefährten. Dabei wurden mögliche Frühträchtigkeiten nicht untersucht. In der Summe überwiegt ein kleiner Vorteil der gemischt geschlechtlichen Aufstallung.

### 6.1.4 Mastautomaten für die Ebermast

Die Fütterung erfolgte ad libitum mit mehlartigem Futter an jeweils unterschiedlich konstruierten Rohrbreiautomaten der Hersteller AP Products (AP swing), ACO Funki (3 in 1 Feeder), Schauer (Ecomat) und Big Dutchman (Pig-Nic). Diese unterscheiden sich im theoretischen Angebot an Fressplätzen, in der möglichen Futterkonsistenz und im Arbeitsaufwand der Tiere für den Futterauswurf. Die hier verglichenen Konstruktionskriterien dieser Automaten zeigen, dass diese förderlich oder nachteilig für das geschlechtsabhängige Futteraufnahmeverhalten sein können. Während diese in der ersten Hälfte der Schweinemast nur für die weiblichen Tiere z. T. signifikante Auswirkungen haben, werden sie für die Masteber erst unter Testosteroneinfluss in der zweiten Hälfte der Mast deutlicher. Sehr flach ausgeformte Futterschalen verbessern das Breifutterangebot, verschlechtern aber auch die hygienischen Voraussetzungen der Fütterung.

Für die weiblichen Tiere spielt die optimale Futterkonsistenz eine nicht so große Rolle wie für die männlichen. Konstruktionskriterien (Glocke, Futterauswurf), die die Konkurrenz am Trog fördern, bringen nicht optimale, aber vertretbare Leistungen in der Ebermast. Sie verbessern aber den Futteraufwand durch nachweislich weniger Futterverluste. Dazu kommen auf Grund der zu geringen Probandenzahl statistisch nicht absicherbare, aber aus dem Gesamtbild heraus nachzuvollziehende Effekte auf den Ebergeruch. Große Futterschalen und eine langsame Futteraufnahme führen tendenziell eher zu mehr als zu weniger Androstenon im Eberspeck. Gleichzeitig führen verschmutzte Buchten tendenziell zu mehr unerwünschtem Skatol. Futterverluste beeinflussen nicht nur den Futteraufwand, sie tragen auch zur Futter- und Buchtenhygiene und damit zum Problem des Ebergeruchs bei.

### 6.1.5 Haltungsbedingte Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch

Im Rahmen der Versuche wurden am Schlachtband allen männlichen, stichprobenartig auch den weiblichen und den männlich kastrierten Schweinen Speckproben entnommen, die objektiv (GC, HPLC) und subjektiv (Sensorik) auf Ebergeruchsstoffe untersucht wurden. Von der Auswertung ausgeschlossen wurde eine relativ geringe Anzahl an Probanden, die von Duroc-Endstufen abstammte. Die gemessenen Androstenonwerte lagen mit 1,9 µg/g Fett etwa viermal so hoch, die Skatolwerte mit 0,25 µg/g Fett etwa 1,5-mal so hoch wie die Werte der von Pietrain-Ebern abstammenden Probanden.

Während die festgestellte Schwankungsbreite des Vorkommens von Androstenon und Skatol den Angaben der Literatur entspricht, liegen die festgestellten Mittelwerte überwiegend oberhalb unterschiedlich diskutierter Grenzwerte in der Literatur. So müssen je nach diskutiertem Grenzwert und Ebergeruchsstoff bzw. auch deren Kombinationen (Androstenon + Skatol) zwischen 8 % und über 80 % der Speckproben oberhalb dieser Grenzwerte eingeordnet werden. Die ermittelten Korrelationen zwischen der apparativen und sensorischen Untersuchung sind, abhängig vom jeweiligen Prüfer, insgesamt geringer als in der Literatur diskutiert. Sensorisch werden nur etwa 8 % der untersuchten Proben in die beiden Kategorien ohne oder unerheblicher Ebergeruch eingestuft, etwa 30 % der

Proben (Skala 1 bis 7) werden in die drei höchsten Bewertungskategorien (deutliche bis starke Abweichungen) eingeordnet und sind so im Verkauf als Frischfleisch vermutlich nicht zu akzeptieren.

#### **6.1.6 Jahreszeitliche Einflüsse auf die Ausbildung von Ebergeruch**

Auf den Ausstellungsmonat bezogen sind die mittleren Androstenon- und Skatolwerte nicht gleich, sondern schwanken im Jahresverlauf. Dabei werden mit zunehmender Tageslichtlänge vom Jahresanfang in Richtung Frühjahr stark steigende Werte beobachtet und für Androstenon im März bzw. für Skatol im April Spitzenwerte gemessen. Diese nehmen beim Androstenon zum Sommer hin (Langtagbedingungen) wieder ab, um dann zum Herbst tendenziell wieder anzusteigen. Skatol bleibt nach dem Abfall zum Sommer hin auf gleich bleibendem Niveau. Dafür verantwortlich könnte die vom Hormonhaushalt der Hausschweine bekannte rudimentäre Saisonalität (Androstenon) oder ein Effekt des Außenklimas auf das Innenklima des Stallabteils (Skatol) sein. Die starke Streuung der untersuchten Merkmale zeigt, dass viele Effekte diese möglichen Tendenzen überlagern. Eine statistische Absicherung ist deshalb nicht möglich.

#### **6.1.7 Einfluss von Zunahme, Lebensalter und Futterausstattung der Eber auf den Ebergeruch**

Die Entwicklungsgeschwindigkeit der Masteber beeinflusst zum großen Teil signifikant die im Eberspeck gemessene Androstenon-, jedoch weniger die Skatolkonzentration. So erreichen Versuchseber mit hohen Zunahmen vor allem in der ersten, aber auch in der zweiten Hälfte der Mast und bei jungem Schlachtalter höhere Androstenonwerte gegenüber Ebern mit niedrigeren Zunahmen oder höherem Schlachtalter. Gleichgerichtet erreichen Eber mit hohen Schlachtgewichten (> 90 kg), die ebenfalls ein hohes Zunahmenniveau repräsentieren, höhere Androstenonwerte gegenüber Ebern mit geringerem Schlachtgewicht (< 90 kg). Auch wirkt ein bedarfsgerecht hoher Lysingehalt in der Vormast eher erhöhend auf die gemessenen Skatol- und Indolwerte. Diese Tendenzen konnten teilweise mithilfe der sensorischen Untersuchungen bestätigt werden. Aus der Literatur ist bekannt, dass das Gewicht noch mehr als das Alter der Tiere den Pubertätseintritt beeinflusst und sich so auf die Androstenoneinlagerungen in das Fettgewebe auswirkt. Es wird geschlossen, dass eine intensive Fütterung nicht nur zu einem schnellen Erreichen des Schlachtgewichtes, sondern auch zu einem frühen Pubertätseintritt führt. Somit wird die Zeitdauer, die für die Einlagerung von unerwünschten Geruchsstoffen zur Verfügung steht, beeinflusst. Es kommt vermutlich darauf an, wie lang der Wachstumsabschnitt von der Pubertät bis zur Schlachtung ausfällt. Somit spielen der von der Zunahme abhängige Pubertätseintritt und der Schlachttermin die entscheidende Rolle. Schweine mit hohen Zunahmen und trotzdem spätem Pubertätseintritt wären somit im Vorteil.

#### **6.1.8 Einfluss der Aufstallungsform auf die Entwicklung von Ebergeruch**

Mit Blick auf die Entwicklung von Ebergeruch ergibt sich eine dritte relevante Facette der Aufstallungsform. Von Pietrainvätern abstammende Masteber, die mit weiblichen Mastschweinen zusammengehalten werden, entwickeln signifikant mehr Androstenon und Skatol und werden sensorisch schlechter bewertet als ihre getrennt geschlechtlich aufgestellten Zeitgefährten. Folglich werden auch deren Speckproben zu etwa 3 % mehr in die unauffälligen Bewertungskategorien und über 12 % weniger in die stark auffälligen Bewertungskategorien eingeordnet. Die Ergebnisse bestätigen die Einschätzung der Literatur, dass die gemeinsame Haltung von männlichen und weiblichen Mastschweinen ebenso wie die Anwesenheit eines paarungsbereiten Partners als androstenonsteigernder Faktor, zumindest bei relativ schweren Mastebern (> 110 kg), zu sehen ist.

## 6.2 Fütterungsversuche und betriebswirtschaftliche Bewertung

Der exakte Vergleich von kastrierten und nicht kastrierten Wurfgeschwistern zeigt, dass die Kastration den Geschlechtsdimorphismus bereits in der Ferkelaufzucht und in der Schweinemast künstlich erhöht. Aufzucht und Mast intakter Eber ist somit als Maßnahme zu sehen, diesen wieder zu reduzieren. Deshalb stellt sich die Frage, ob die in Deutschland so intensiv geführte Diskussion um die Protein- und Lysin-Ausstattung des Futters berechtigt ist.

Im LVG Köllitsch wurden an drei ACEMO-Futterabrufautomaten sechs Ebermastversuche mit jeweils drei Gruppen von je 15 Ebern durchgeführt [ $P_i * (LW * DL)$ ]. Die Rationen wurden entsprechend den GfE-Empfehlungen (2006) bzw. DLG (2010) für Mastschweine mit hohem Proteinansatz bilanziert und enthielten 5 bis 10 % (AM) bzw. 5 bis 15 % (EM) Rapsextraktionsschrot. Die geplanten Aminosäuregehalte der Rationen wurden durch Zugabe freier Aminosäuren, insbesondere Lysin, eingestellt. Auf der Grundlage der vorliegenden Versuche kann sicher gesagt werden, dass die bislang geführte Diskussion um den Protein- bzw. Lysinbedarf von Mastebnern übertrieben war. Die Masteber sind hinsichtlich der Körperzusammensetzung und Leistungsveranlagung den weiblichen Tieren ähnlicher als die Kastraten, der Geschlechtsdimorphismus wird verringert und nicht durch Kastration künstlich erhöht. Hinsichtlich der Zuwachsleistung laufen die Eber den Kastraten bis zur Pubertät hinterher, dann drehen sich die Verhältnisse um und die Ebermast wird erst richtig produktiv, wenn auch vom Tierverhalten her schwieriger. Aus dieser Sicht sollten Masteber eher schwerer als die Kastraten geschlachtet werden. Der höhere Proteinansatz und die bessere Futterverwertung werden vor allem durch das Testosteron verursacht. Eiweißzulagen stabilisieren die Zunahmen vor der Pubertät. Eine Phasenfütterung muss für Eber anders aussehen als für Kastraten und sollte den Nährstoffbedarf vor und nach der Pubertät berücksichtigen. Diese setzt umso früher ein, je intensiver die Masteber gefüttert werden (< 50 kg LM!). Zählt man alle diese Faktoren zusammen, besteht kein Anlass, das Masteberrfutter über die Bedarfsempfehlungen der DLG (2010) in der Vor- und Mittelmast auszustatten. Nach Erfahrungen aus den eigenen Versuchen sollte man die Ausstattung in der Endmast allerdings nicht unter 0,85 % (besser 0,9 %) Bruttolysin absenken.

Wirtschaftlich ist eine Proteinzulage auch auf ein bereits hohes Niveau dann, wenn sie sich relativ deutlich (mind. 4 %) im Futteraufwand darstellt (ADAM, NORDA & BÜTFERING 2013). Der Proteinverwertungseffekt übersteigt so den Ausstattungsnachteil um 1,50 €. Der höhere Muskelfleischanteil der Masteber hat vor allem hormonell bedingte Ursachen. Wenn aber der Proteinansatz durch Rangkämpfe oder ‚Raufereien‘ der Masteber gestört wird (LINDERMAYER et al. 2012) oder aufgrund der verwendeten Genetik begrenzt ist (VOGT et al. 2013), kann die Lysinzulage gleichgültig oder tendenziell sogar negativ sein. Ungerechtfertigt gesteigerte Proteinmengen müssen energieaufwändig entsorgt werden, was auch den höheren Muskelfleischanteil der Masteber mit Lysinzulage erklären kann. Über alle Versuche gerechnet ist der mögliche Effekt auf den Muskelfleischanteil des Schlachtkörpers nach FOM oder des Bauches, geschätzt mit Auto FOM, so gering, dass er keinen wirtschaftlich vertretbaren Grund für die entstehenden Futterkosten darstellt.

Die erzielten Lebendmassezunahmen lagen zwischen 760 – 850 g je Tier und Tag, bei einem Futteraufwand von 2,1 – 2,7 kg/kg und einem Energieaufwand von 26,8 – 34,6 MJ ME/kg. Die Muskelfleischanteile betragen 57 – 60 %. Die Futterkosten bewegten sich aufgrund der zeitlich schwankenden Futtermittelpreise zwischen 0,61 – 0,87 € pro kg Zuwachs.

Ebermastrationen sollten folgende Parameter aufweisen:

- AM: 13,4 MJ ME/kg, min. 17,0 % RP, min. 1,1 % Brutto-Lysin
- EM: 13,0 MJ ME/kg, min. 16,5 % RP, min. 0,85 % Brutto-Lysin



# Literaturverzeichnis

- ADAM, F.; NORDA, C.; BÜTFERING, L. (2013): Haus Düsse teilt mit: Management in der Ebermast; Versuchsbericht LWK NRW über [www.susonline.de](http://www.susonline.de) 1/2013.
- ADAM, F.; LAUER, S.; HARTMANN, F.-J. (2013 a): Wann lohnt sich die Ebermast? SUS 3/2012, 28 - 31
- ANONYM (2012): Wie empfindlich reagieren wir auf Ebergeruch?; DLG-Mitteilungen 7/2012, 9.
- BÜNGER, B.; ZACHARIAS, B.; GRÜN, P.; THOLEN, E.; SCHRADER, H. (2011): Agonistisches Verhalten von nicht kastrierten männlichen, weiblichen und kastrierten männlichen Mastschweinen unter LPA-Standard. In: Aktuelle Arbeiten zur artgemäßen Tierhaltung 2011, KTBL-Schrift 489, 117 - 127.
- BRÄUNIG, U. (2011): Eber mästen mit Gewinn; DLZ Primus Schwein, 05/2011, 8 - 12.
- ANNOR-FREMPONG, I. E., NUTE, G. R.; WHITTINGTON, F. W.; WOOG, J. D. (1997): The problem of taint in pork: 1. Detection thresholds and odour profiles of androstenone and skatole in a model system, Meat Science, Vol. 46, No. 1. 45 - 55, 1997.
- ANNOR-FREMPONG, I. E.; NUTE, G. R.; WHITTINGTON, F. W.; WOOG, J. D. (1997): The problem of taint in pork: 2. The influence of skatol, androstenone and indole, presented individually and in combination in a model lipid base, Meat science 47 (1 - 2), 49 - 61.
- CASTELL, A. G.; STRAIN, J. H.: Influence of diet and sex-type on live and carcass measurements of self-fed pigs from two breed lines differing in growth rates, Can. J. Anim. Sci., Ottawa 65 (1985) 3, 185 - 195.
- DUIJVESTIJN, D.; KNOL, E. F.; BIJMA, P.: Direct and associative effects for androstenon and genetic correlations with backfat and growth in entire male pigs, J. anim Sci. 2012, 90: 2465 - 2475.
- DLG (2010): Erfolgreiche Mastschweinefütterung, DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt am Main.
- GfE (2006): Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Schweinen; DLG-Verlags-GmbH, Frankfurt/Main, 61 - 68.
- FRIEDEN, L.; NEUHOFF, C.; GROßE-BRINKHAUS C.; CINAR, M. U.; SCHELLANDER, K.; LOOFT C., THOLEN, E. (2012): Züchterische Möglichkeiten zur Verminderung der Ebergeruchsproblematik bei Schlachtschweinen; Züchtungskunde, 84, (5) 394 - 411, 2012, ISSN 0044-5401 © Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- GIERSING, M.; LUNDSTÖM, K.; ANDERSSON, A. (2000): zitiert nach WEILER, U.; WESOLY, R. (2012).
- GNAUCK, S. (2012): Betriebsreportage: Mast in Großgruppen; Bauernzeitung 5, 2012, 42 - 43.
- HECHT, B.; PAULKE, T.; HAGEMANN, L. (2011): Der Turbo zündet später; BZ Nr. 10, 50 - 51.
- HENNE, H.; VOß, B. (2012): ‚Noch in den Kinderschuhen‘ DLG Mitteilungen 5/2012, 83 - 85.
- HÜHN, U. (2012): Keine Hormone; Bauernzeitung Nr. 1, 2012, S. 41.
- HEID, A.; HAMM, U. (2010): Verbraucherakzeptanz von Eberfleisch; Internationale Bioland Schweinetagung 27. - 29.01.2010 in Kassel
- HADORN, R. (2009): 55th International Congress of Meat Science and Technology, Agroscope Nr. 24 vom 25.11.2009, 10 - 11.
- KAMPHUES, J.; BETSCHER, S. (2010): Geruchsabweichungen: Was kann die Fütterung leisten?; Experten-Workshop am 11.11.2010 in Berlin, [http://www.q-s.de/workshop\\_ferkelkastration.html](http://www.q-s.de/workshop_ferkelkastration.html).
- KJELDSSEN, N. (1993): Practical experience with production and slaughter of entire male pigs. In: M. Bonneau (Hrsg.): Measurement and prevention of boar taint in entire male pigs. INRA Edition; Paris, 137 - 144.
- LINDERMAYER, H.; PREIßINGER, W.; PROBSTMEIER, G.; SCHEDLE, K. (2012): Ebermast – Fütterungsversuch mit Lysin-anhebung und Inulingaben zur Reduzierung des Ebergeruchs (Skatol); Versuchsbericht VPS 28. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft.
- LÖSEL, D. (2006): Versuche zur Verbesserung der sensorischen Fleischqualität beim Schwein durch nutritive Hemmung der Skatolbildung; Dissertation Uni Hohenheim, Institut für Tierhaltung und Tierzucht.
- MATTHES, W.; UETRECHT, D.; WEBER, F.: Aktuelle Forschungsergebnisse zur Ebermast; 2. Prießnitzer Workshop, Leißling 4. September 2012.

- MEYER, E.: Was bringt die Ebermast?; Der fortschrittliche Landwirt, Nr.1, vom 01.01. 2013, D6 - D7.
- MÖRLEIN, D.; GRAVE, A.; SHARIFI, A. R.; BÜCKING, M.; WICKE, M. (2012): Different scalding techniques do not affect boar taint; Meat Science, Volume 91, Issue 4, 08/ 2012, 435 - 440.
- MÖRLEIN, D. (2012): Ebergeruch – (k)ein Problem? Chancen und Risiken der Ebermast aus sensorischer Sicht; Züchtungskunde, 84, (5) 427 - 438, 2012, ISSN 0044-5401.
- MÖRLEIN, D. (2013): persönliche Mitteilungen.
- MÜLLER, S.; OTTO, M.; REIMANN, G.; WEILER, U. (2010): Erfahrungen zur Ebermast, Untersuchungen in Thüringen; Vortrag im Rahmen der Beratung IG Informations- und Managementsysteme in der Fleischwirtschaft 11./12.11.2010.
- MÜLLER, S. (2012): Wie viel Lysin brauchen die Eber? SUS 4/2012, 40 - 43.
- MÜLLER, S.; LESCH, B.; SCHAD, W.; SCHELIGA, M. (2012): Sind Eber während der Mast aggressiver? Ergebnisse aus Verhaltensbeobachtungen unter Praxisbedingungen, Schweinezucht aktuell, 40-2012, 13 - 15.
- NIGGEMEYER, H. (2012): Eber ohne Eigengeruch; SUS 3/2012, 56 - 59.
- POLLMANN, C.; LÜPPING, W. (2011): Gemeinsame Haltung von Ebern und Sauen in der Mast; Versuchsbericht: [www.susonline.de](http://www.susonline.de) 5/2011.
- SCHNEIDER, Y.; KLEINHAUER, S. ; GÄNG, T. (2013): Die Wahrnehmung des Ebergeruchs; DGS-Magazin 1 /2013, 52 - 55.
- SCHULZE LANGENHORST, C.; BÜTFERING, L.; ADAM, F. (2011): Haus Düsse teilt mit: In einem Fütterungsversuch im LWZ Haus Düsse ist die Frage der bedarfsgerechten Aminosäurenversorgung geprüft worden; Versuchsbericht LWK NRW über: [www.susonline.de](http://www.susonline.de) 3/2011.
- VOGT, W.; SCHÖN, A.; JANSSEN, H.; MEYER, A.; BRADE, W. (2012): Proteinversorgung anpassen; DGS-Magazin, 40 - 42.
- WALSTRA, P.; MOERMAN, P. C. (1981): Ist es gerechtfertigt, Eber zu mästen und was sind die Perspektiven?; Tierzüchter, Hannover 33 (1981) 11, 465 - 467.
- WEILER, U.; WESOLY, R. (2012): Physiologische Aspekte der Androstenon- und Skatolbildung beim Eber; Züchtungskunde, 84, (5) 365 – 393, 2012, ISSN 0044-5401, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- WILKENS, J. (2013): Eber mästen; Land und Forst Nr. 3 vom 17.01.2013.
- ZAMARATSKAIA, G., SQUIRES, E. J. (2009): Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. Animal 3(11):1508 - 1521.

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: +49 351 2612-0  
Telefax: +49 351 2612-1099  
E-Mail: [lfulg@smul.sachsen.de](mailto:lfulg@smul.sachsen.de)  
[www.smul.sachsen.de/lfulg](http://www.smul.sachsen.de/lfulg)

**Autoren:**

Dr. Eckhard Meyer, Dr. Hans-Joachim Alert  
LfULG, Abteilung Tierische Erzeugung/Referat Tierhaltung, Fütterung  
Anke Böhm  
LfULG, Abteilung Grundsatzangelegenheiten Umwelt, Landwirtschaft, Ländliche  
Entwicklung/Referat Betriebs-, Umweltökonomie, Markt

**Redaktion:**

Sabine Henke; Katja Menzer  
LfULG, Abteilung Tierische Erzeugung/Referat Tierhaltung, Fütterung  
Am Park 3, 04886 Köllitsch  
Telefon: +49 34222 46-2206; -2224  
Telefax: +49 34222 46-2099  
E-Mail: [sabine.henke@smul.sachsen.de](mailto:sabine.henke@smul.sachsen.de); [katja.menzer@smul.sachsen.de](mailto:katja.menzer@smul.sachsen.de)

**Redaktionsschluss:**

02.10.2013

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.