

Vergleich der Injektions- und Inhalationsnarkose zur Kastration von ökologisch aufgezogenen Ferkeln hinsichtlich Verhalten und Wachstum

Lisa Baldinger*, Imke Traulsen**, Friedrich Weißmann*, Joachim Krieter***, Ralf Bussemas*

Zusammenfassung

Ziel der Studie war der Vergleich der Injektions(INJEKT)- und Inhalationsnarkose (INHAL) zur Ferkelkastration unter Öko-Bedingungen, wozu das Verhalten von männlichen Ferkeln während (N = 67) und nach der Kastration (N = 101) beobachtet wurde, ebenso wie der weitere Wachstumsverlauf bis zum Absetzen. INJEKT bestand aus 25 mg Ketamin und 2 mg Azaperon kg⁻¹ Lebendmasse, INHAL aus 90 s langer Zuführung von 5%-igen (Vol%) Isofluran. Zusätzlich erhielten alle Ferkel 2 mg Tier⁻¹ Meloxicam zur Schmerzausschaltung. Das Wachstum der kastrierten Ferkel wurde nicht von der Narkosemethode beeinflusst und unterschied sich nicht von den weiblichen Wurfgeschwistern. Auch die Häufigkeit medikamentöser Behandlungen und von Tierverlusten unterschied sich nicht und lag auf sehr niedrigem Niveau. Allerdings zeigten sich Unterschiede im Verhalten der Ferkel: Während der Durchtrennung des Samenstrangs kam es in den INHAL-Gruppen zu hochsignifikant weniger Schmerzäußerungen als in den INJEKT-Gruppen. Nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose waren Ferkel der INHAL-Gruppen signifikant weniger aktiv und zeigten signifikant weniger motorische Auffälligkeiten, was in Kombination mit einem signifikant selteneren Aufenthalt im Liegebereich der Sau zu signifikant weniger Situationen mit Erdrückungsgefahr führte. Basierend auf diesen Vorteilen der Inhalationsnarkose mit Isofluran plus Meloxicam ist diese der Injektionsnarkose mit Ketamin/Azaperon plus Meloxicam aus Gründen des Tierwohls vorzuziehen, und eine baldige Zulassung von Isofluran zur Anwendung an Schweinen in Deutschland ist zu befürworten.

Schlüsselwörter: *Narkose, Isofluran, ökologischer Landbau*

Abstract

Comparison of injection and inhalation anesthesia for castration of organic piglets, with regard to behavior and growth

The aim of the study was to compare anesthesia via injection with inhalation when castrating piglets under the conditions of organic agriculture. Therefore, the behavior of male piglets during (N = 67) and after castration (N = 101) was documented, as well as their subsequent growth until weaning. Injection anesthesia consisted of 25 mg ketamine und 2 mg azaperone kg⁻¹ body weight, inhalation anesthesia of 90 s exposure to 5vol% isoflurane. All piglets received an additional 2 mg animal⁻¹ of the analgesic meloxicam. Body weight development until weaning was not affected by the method of anesthesia and did not differ from the female litter mates. Also, the frequency of treatments and animal losses did not differ and was very low. However, behavior of the castrated piglets was affected as follows: While cutting through the spermatic cord under inhalation anesthesia, piglets voiced significantly less pain than under injection anesthesia. During the first hours after waking up from the anesthesia, piglets anesthetized with inhalation showed a significantly lower level of activity and significantly less motoric anomalies, which in combination with significantly infrequent use of the resting area of the sow led to significantly less situations with danger of being crushed. Based on these results, inhalation anesthesia with isoflurane plus meloxicam seems better suited for the anesthesia of organically reared piglets, and we support the early approval of isoflurane for use in pigs in Germany.

Keywords: *anesthesia, isoflurane, organic agriculture*

* Thünen-Institut für Ökologischen Landbau, Trenthorst 32, 23847 Westerau

** Georg-August-Universität, Abteilung Systeme der Nutztierhaltung, Department für Nutztierwissenschaften, Albrecht Thaer Weg 3, 37075 Göttingen

*** Christian-Albrechts-Universität, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, 24098 Kiel

1 Einleitung

Die überwiegende Mehrheit der männlichen Ferkel in Europa wird innerhalb der ersten sieben Lebenstage kastriert, vor allem um der Entwicklung von Ebergeruch im späteren Verlauf der Mast vorzubeugen. Zur Verminderung der Belastung der Tiere ist nach EU-Öko-VO 889/2008 (Europäische Kommission, 2008) der Einsatz von Betäubungs- und/oder Schmerzmitteln vorgeschrieben. Da postoperative Schmerzen nur durch die Kombination aus beiden wesentlich gelindert werden (Schulz, 2007), schreiben die Produktionsrichtlinien der deutschen Verbände Bioland und Demeter den Einsatz in Kombination vor (Bioland, 2014; Demeter, 2015). Für den gesamten deutschen Schweinesektor (ökologisch und konventionell) wird die betäubungslose Kastration ab dem 1. Januar 2019 verboten (Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung, 2013). Dieser Entscheidung ging eine langjährige Diskussion voraus, im Zuge der sich bereits 2008 in der sogenannten „Düsseldorfer Erklärung“ (2008) der Deutsche Bauernverband, der Verband der deutschen Fleischindustrie und der Hauptverband des deutschen Einzelhandels für einen Verzicht auf die betäubungslose Kastration ausgesprochen hatten. Da die Ebermast und die Impfung gegen Ebergeruch bisher (noch) keine umfassend genutzten Alternativen für die Mehrheit der Betriebe darstellen, ist die Kastration unter Betäubung zumindest vorerst nach wie vor die Methode der Wahl, sowohl für ökologische als auch konventionelle Betriebe. Zur Allgemeinanästhesie zugelassen sind hierzulande einzig die als kombinierte Injektion verabreichten Wirkstoffe Ketamin und Azaperon (Europäische Kommission, 2010), welche von Lahrman et al. (2008) als praxistauglich und tierschutzkonform eingestuft wurden. Allerdings stellen die lange Nachschlafphase (bis zu vier Stunden, Kmiec, 2005) und die Trennung von der Sau Risiken für die Ferkel dar, besonders in den in der Öko-Schweinehaltung weit verbreiteten Kaltställen. Eine Alternative zur Injektionsnarkose ist die Inhalationsnarkose mit Isofluran, welche deutlich schneller zur Bewusstlosigkeit führt (Löscher, 2010) und eine sehr kurze Aufwachphase aufweist (Kupper und Spring, 2008: 216 sec). Da sich die Schmerzausschaltung unter Isofluran auf die Zeit der Anästhesie beschränkt, wird die zusätzliche Verabreichung eines Schmerzmittels empfohlen (Heid et al., 2011; SWISSMEDIC, 2008). In der Schweiz ist der Isofluran-Einsatz zur Ferkelkastration weitverbreitet, während er in Deutschland nicht für Schweine zugelassen ist und nur betriebsindividuell nach einer Umwidmung verwendet werden kann (Regierungspräsidium Tübingen, 2010).

Das Ziel unserer Studie war die Bewertung der Injektions- (INJEKT) und Inhalationsnarkose (INHAL) zur Kastration von männlichen Ferkeln unter den Haltungsbedingungen des ökologischen Landbaus. Zu diesem Zweck wurde das Verhalten der Ferkel während der ersten acht Stunden nach dem Aufwachen aus der Narkose und der weitere Wachstumsverlauf bis zum Absetzen beobachtet.

2 Tiere, Material und Methoden

Die Studie wurde zwischen 2011 und 2013 am Versuchsbetrieb des Thünen-Instituts für Ökologischen Landbau durchgeführt. Die Muttersauen (Deutsche Landrasse x Deutsches Edelschwein) und ihre Ferkel wurden in Kaltställen gehalten, wobei sie die ersten 2 Wochen nach dem Abferkeln bzw. der Geburt in Einzelbuchten verbrachten und danach in Gruppen von 3 bis 6 Sauen plus Ferkel gruppiert und in den Gruppensäugestall übersiedelt wurden. Der Vergleich der Narkosemethoden erfolgte in drei Durchgängen: In Durchgang 1 (Februar 2011) wurden 26 Ferkel aus vier Würfen mittels Injektionsnarkose betäubt, in Durchgang 2 (März 2012) wurden 30 Ferkel aus sechs Würfen mittels Inhalationsnarkose betäubt, und in Durchgang 3 (Dezember 2012) wurden 21 Ferkel aus fünf Würfen mit Injektions- und 24 Ferkel aus fünf Würfen mit Inhalationsnarkose betäubt. Die zufällige Zuteilung zu einer Narkosemethode (Münzwurf) erfolgte jeweils für den ganzen Wurf. Die Kastration wurde am 7. Lebenstag ($6,5 \pm 1,5$) durchgeführt, abgesetzt wurden die Ferkel mit 48 Tagen ($48,3 \pm 1,5$). Unabhängig von der Narkosemethode erhielten alle zu kastrierenden Ferkel 2 mg Tier⁻¹ Meloxicam (Metacam®, 5 mg ml⁻¹, Boehringer Ingelheim Vetmedica, Ingelheim/Rhein) zur Schmerzausschaltung.

Die Injektionsnarkose (INJEKT) erfolgte mittels Ketamin (Ursotamin®, 100 mg ml⁻¹, Serumwerk Bernburg AG, Bernburg) und Azaperon (Stresnil®, 40 mg ml⁻¹, Lilly Deutschland GmbH, Bad Homburg), welche gemäß Kmiec (2005) in einer Dosierung von 25 mg Ketamin und 2 mg Azaperon kg⁻¹ Lebendmasse (LM) von einem Schweinefachtierarzt in die seitliche Halsmuskulatur injiziert wurden. Die Dosierung erfolgte tierindividuell auf Basis der vor der Betäubung erhobenen Lebendmasse jedes Ferkels. Bis zur vollständigen Wirkung der Narkose und während der etwa 2,5 h dauernden Nachschlafphase waren die Ferkel in mit Stroh eingestreuten Kästen in einem separaten, beheizten Raum untergebracht. Zur Inhalationsnarkose (INHAL) wurde das Narkosegerät „Porc Anest 1000“ (Promatec Automation AG, Derendingen, Schweiz) benutzt. Den Angaben der Herstellerfirma folgend, wurde jedem Ferkel 90 s lang 5vol%iges Isofluran (Isothesia®, 1000 mg g⁻¹, Henry Schein Vet, Hamburg) über eine Narkosemaske zugeführt. Die Ferkel erwachten etwa 90 s nach der Kastration wieder und wurden unmittelbar zurück in die Abferkelbucht gesetzt.

Die Datenerhebung umfasste die Verhaltensbeobachtung der kastrierten Ferkel während der acht Stunden nach dem Aufwachen aus der Narkose, die wiederholte Wiegung der Tiere bis zum Absetzen und die kontinuierliche Dokumentation von Behandlungen und Tierverlusten. Während sich die Verhaltensbeobachtung und die Behandlungsdokumentation auf die 101 männlichen, kastrierten Ferkel beschränkte, wurde die Lebendmasseentwicklung auch für die 94 weiblichen Wurfgeschwister dokumentiert, wobei die Wiegunen nach der Geburt, vor der Kastration, am Tag nach der Kastration, fünf Tage nach der Kastration (in sieben Würfen: sieben Tage) und danach wöchentlich bis zum Absetzen stattfanden. Die Verhaltensbeobachtung der dafür einzeln

markierten Ferkel umfasste die (i) viertelstündliche Dokumentation (scan sampling) (ia) der allgemeinen Verhaltensweisen Saugen, sonstige Aktivität (z. B. laufen, spielen, erkunden), Ruhen und (ib) der Aufenthaltsorte Ferkelnest, Liegereich der Sau, Kotgang, Auslauf sowie (ii) die kontinuierliche Beobachtung (continuous sampling) der nachfolgend beschriebenen Verhaltensweisen, die Rückschlüsse auf eine Beeinträchtigung durch die Kastration und die Narkose zulassen:

- (iia) motorische Auffälligkeiten: Torkeln, robben, gehen auf den Karpalgelenken statt auf den Klauen
- (iib) Situationen mit Erdrückungsgefahr: Beim Abliegen, bei Positionswechseln oder Fortbewegung der Sau
- (iic) ausgelassene Saugakte: Sau in Seitenlage, Gesäuge frei, Wurfgeschwister saugen
- (iid) Schmerzäußerungen: Scheuern des Hinterteils oder darauf herumschlagen, zucken und schlagen mit den Hinterbeinen

Die Verhaltensbeobachtung wurde von mehreren BeobachterInnen durchgeführt, welche während der Beobachtung alle zwei Stunden gewechselt wurden. Es wurde kein BeobachterInnenabgleich im eigentlichen Sinn durchgeführt, allerdings wurden die BeobachterInnen zur Verbesserung der Übereinstimmung vorab ausführlich in den Versuchsablauf und die Definition des zu beobachtenden Verhaltens eingewiesen.

Zusätzlich zu den beschriebenen Datenerhebungen wurde nur im 2. und 3. Durchgang eine Schmerzbonitur während der Durchtrennung des Samenstrangs durchgeführt. Die Schmerzäußerungen der Ferkel wurden in Anlehnung an die Bonitur des Abwehrverhaltens von Ferkeln in Wenger et al. (2002) mit einer Note von 0 bis 3 bewertet, wobei

- 0 = keine Reaktion,
- 1 = leichte Abwehrreaktion,
- 2 = heftige Abwehrreaktion ohne Lautäußerung, und
- 3 = heftige Abwehrreaktion mit Lautäußerung bedeutete.

Die Häufigkeit der allgemeinen Verhaltensweisen und Aufenthaltsorte (für die 1. und 2. bis 8. Stunde), der speziellen Verhaltensweisen (nur über die 1. bis 8. Stunde), der Schmerzäußerungen während der Kastration sowie der Behandlungen und Verluste wurde mithilfe des Statistikprogramms SAS 9.4 proc glimmix (SAS, 2013; Chi²-Test) unter Zugrundelegung einer multinomialen Verteilung verglichen, wobei das Modell den fixen Effekt der Narkose und den zufälligen Effekt des Wurf enthielt:

$$Y = \mu + \text{Narkose}_k + \text{Wurf}_n + \varepsilon$$

Für die Auswertung der Lebendmasse und der Tageszunahmen wurde SAS 9.4 proc mixed verwendet, unter Einbeziehung der fixen Effekte Narkose ($k = \text{Injektionsnarkose, Inhalationsnarkose}$), Lebenstag ($l = 1, 2, \dots, 51, 52$) und Durchgang ($m = 1, 2, 3$), der Kovariablen Geburtslebendmasse ($b1 = \text{Regressionskoeffizient der Geburtslebendmasse}$) und

Alter bei der Kastration ($b2 = \text{Regressionskoeffizient des Kastrationsalter}$) sowie der zufälligen Effekte Wurf ($n = \text{Identifikationsnummer des einzelnen Wurfs}$) und Einzelferkel ($o = \text{Identifikationsnummer des Einzelferkels}$; nur für Lebendmasse):

$$Y = \mu + \text{Narkose}_k + \text{Lebenstag}_l + \text{Durchgang}_m + b1 \times \text{Geburtslebendmasse} + b2 \times \text{Kastrationsalter} + \text{Wurf}_n + \text{Ferkel}_o + \varepsilon$$

Zusätzlich wurden für die Parameter „motorische Auffälligkeiten“ und „Schmerzäußerungen während der Durchtrennung des Samenstrangs“ mithilfe von SAS proc glimmix odds ratios berechnet, wobei sich diese auf den Vergleich Auffälligkeiten bzw. Schmerzäußerungen JA oder NEIN beziehen. Ein p-Wert < 0,05 wurde als signifikanter Unterschied interpretiert und zusätzlich zur Erwähnung im Text in Form eines Asterisk in den Tabellen dargestellt (*p < 0,05).

Diese Studie wurde mit Schreiben vom 19.9.2012 dem Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein angezeigt und mit Antwortschreiben vom 12.10.2012 (V 312 72241.123-7) bestätigt.

Tabelle 1

Anteil [%] der unterschiedlich häufigen Beobachtungen (alle 15 min., scan sampling) allgemeiner Verhaltensweisen männlicher Ferkel während der ersten, und während der 2. bis 8. Stunde nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose mittels Injektion (INJEKT) oder Inhalation (INHAL)

Häufigkeit ^a	INJEKT	INHAL	INJEKT	INHAL
Saugen	1. Stunde		2. bis 8. Stunde*	
0	12,8	5,6	0,0	13,0
1	76,6	46,3	0,0	1,8
2 bis 4	10,6	48,2	46,8	70,4
>= 5	.	.	53,2	14,8
Sonstige Aktivität	1. Stunde*		2. bis 8. Stunde*	
0	53,2	88,9	0,0	0,0
1	23,4	11,1	0,0	3,7
2 bis 4	23,4	0,0	27,7	31,5
>= 5	.	.	72,3	64,8
Ruhen	1. Stunde*		2. bis 8. Stunde*	
0 bis 1	27,7	1,9	0,0	0,0
2 bis 4	72,3	98,1	0,0	0,0
5 bis 8	.	.	0,0	0,0
9 bis 12	.	.	6,4	0,0
13 bis 18	.	.	59,6	37,0
>= 19	.	.	34,0	63,0

^a Anzahl der Beobachtungen innerhalb der angegebenen Zeiteinheit (1. Stunde bzw. 2. bis 8. Stunde)

*p-Wert des Vergleichs INJEKT versus INHAL < 0,05

Tabelle 2

Anteil [%] der unterschiedlich häufigen Beobachtungen (alle 15 min., scan sampling) des Aufenthalts männlicher Ferkel in den Bereichen der Abferkelbucht während der ersten, und während der 2. bis 8. Stunde nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose mittels Injektion (INJEKT) oder Inhalation (INHAL)

Häufigkeit*	INJEKT	INHAL	INJEKT	INHAL
Ferkelnest	1. Stunde*		2. bis 8. Stunde*	
0 bis 1	61,7	22,2	0,0	0,0
2 bis 4	38,3	77,8	0,0	0,0
5 bis 8	.	.	4,3	0,0
9 bis 12	.	.	34,0	7,4
13 bis 18	.	.	53,2	42,6
>=19	.	.	8,5	50,0
Liegebereich der Sau	1. Stunde		2. bis 8. Stunde*	
0 bis 1	29,8	33,3	0,0	0,0
2 bis 4	70,2	66,7	0,0	13,0
5 bis 8	.	.	8,5	57,4
9 bis 12	.	.	34,0	22,2
13 bis 18	.	.	53,2	7,4
>= 19	.	.	4,3	0,0
Kotgang	1. Stunde		2. bis 8. Stunde*	
0	97,9	100,0	70,2	53,7
1	2,1	0,0	19,2	35,2
2 bis 4	0,0	0,0	10,6	11,1
>= 5	.	.	0,0	0,0
Auslauf	1. Stunde		2. bis 8. Stunde*	
0	100,0	100,0	87,2	55,5
1	0,0	0,0	4,3	13,0
2 bis 4	0,0	0,0	8,5	22,2
>= 5	.	.	0,0	9,3

* Anzahl der Beobachtungen innerhalb der angegebenen Zeiteinheit (1. Stunde bzw. 2 bis 8. Stunde)
*p-Wert des Vergleichs INJEKT versus INHAL < 0,05

3 Ergebnisse

Tabelle 1 stellt die Häufigkeit der Beobachtung von Saugen, sonstiger Aktivität und Ruhen bei männlichen Ferkeln nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose dar.

Während der ersten Stunde nach dem Aufwachen hatte die Narkosemethode zwar keinen Einfluss auf den Anteil saugender Ferkel ($p = 0,076$), der Anteil anderweitig aktiver Ferkel ($p = 0,017$) und ruhender Ferkel ($p = 0,046$) unterschied sich hingegen signifikant. So konnte beispielsweise für 88,9 % der Ferkel der INHAL-Gruppen keine Aktivität während der ersten Stunde beobachtet werden, während dieser Anteil in den INJEKT-Gruppen nur 53,2 % betrug. Zwei bis viermaliges Ruheverhalten wurde mit 92,6 % der

Beobachtungen häufiger bei INHAL-Ferkeln als bei INJEKT-Ferkeln (68,0 %) beobachtet, wobei vier aufgrund der viertelstündlichen Erhebung der Verhaltensweisen die maximal mögliche Anzahl an Beobachtungen innerhalb der ersten Stunde darstellte. In den restlichen sieben Stunden des achtstündigen Beobachtungszeitraums zeigte sich zwar kein Unterschied in der sonstigen Aktivität der Ferkel ($p = 0,412$), aber der Anteil saugender und ruhender Ferkel unterschied sich signifikant (Saugen: $p = 0,018$; Ruhen: $p = 0,041$). Häufiges Saugen (≥ 5 mal) wurde für 53,2 % der INJEKT-Ferkel, aber nur für 14,8 % der INHAL-Ferkel dokumentiert. Häufiges Ruheverhalten (≥ 19 mal) hingegen zeigten nur 34,0 % der INJEKT-Ferkel, aber 63,0 % der INHAL-Ferkel.

Die Aufenthaltsorte der Ferkel nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Unabhängig von der Narkosemethode hielten sich die Tiere häufiger im Ferkelnest und im Liegebereich der Sau als im Kotgang und im Auslauf auf. Auf die Aufenthaltshäufigkeit im Kotgang (1. Stunde: $p = 0,281$; 2. bis 8. Stunde: $p = 0,665$) und im Auslauf (2. bis 8. Stunde: $p = 0,081$) hatte die Narkosemethode dabei keinen Einfluss. Der einzige signifikante Unterschied während der ersten Stunde nach dem Aufwachen betraf den Aufenthaltsort Ferkelnest ($p = 0,030$), die Nutzung des Liegebereichs der Sau unterschied sich nicht ($p = 0,848$). Eine häufige Benutzung des Ferkelnests (2 bis 4 mal) wurde während der ersten Stunde nur für 38,3 % der INJEKT-Ferkel, aber 77,8 % der INHAL-Ferkel beobachtet. In den restlichen sieben Stunden des Beobachtungszeitraums hatte die Narkosemethode signifikanten Einfluss auf den Aufenthalt im Ferkelnest ($p = 0,006$) und im Liegebereich der Sau ($p < 0,001$). Während nur 61,7 % der INJEKT-Ferkel das Ferkelnest häufig bis sehr häufig (≥ 13 mal) nutzten, betrug dieser Anteil bei den INHAL-Ferkeln 92,6 %. Im Gegenzug nutzten 57,5 % der INJEKT-Ferkel den Liegebereich der Sau häufig bis sehr häufig, aber nur 7,4 % der INHAL-Ferkel.

Tabelle 3 zeigt die Häufigkeiten von Verhaltensweisen, deren gehäuftes Auftreten auf eine Beeinträchtigung durch die Kastration rückschließen lässt. Es zeigten sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der motorischen Auffälligkeiten ($p = 0,002$) und der Situationen mit Erdrückungsgefahr ($p = 0,032$). Während 44,7 % der Ferkel aus den INJEKT-Gruppen innerhalb der ersten acht Stunden nach dem Aufwachen aus der Narkose mindestens einmal motorisch auffällig waren, wurde dies in den INHAL-Gruppen nur einmal an einem Tier beobachtet. Dabei war die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von mindestens einer motorischen Auffälligkeit nach der Injektionsnarkose 42-fach höher als nach der Inhalationsnarkose [95 % KI = 3,7 bis 478]. Ein ähnliches Bild zeigte sich für die Situationen mit Erdrückungsgefahr, von denen nach der Inhalationsnarkose keine einzige beobachtet werden konnte, während 23,4 % der INJEKT-Ferkel mindestens einer gefährlichen Situation ausgesetzt waren. Die Häufigkeit der ausgelassenen Saugakte ($p = 0,082$) und der Schmerzáußerungen nach dem Aufwachen aus der Narkose ($p = 0,733$) wurde hingegen nicht von der Narkosemethode beeinflusst.

Tabelle 3

Anteil [%] der männlichen Ferkel (N = 101), die ausgewählte Verhaltensweisen bzw. Auffälligkeiten (continuous sampling) während der ersten acht Stunden nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose mittels Injektion (INJEKT) oder Inhalation (INHAL) zeigten

Häufigkeit ^a	INJEKT	INHAL
motorische Auffälligkeiten*		
0	55,3	98,1
1	25,5	1,9
2	12,8	0,0
>= 3	6,4	0,0
Situationen mit Erdrückungsgefahr*		
0	76,6	100,0
1	17,0	0,0
2	4,3	0,0
>= 3	2,1	0,0
ausgelassene Saugakte		
0	63,8	85,2
1	21,3	13,0
2	6,4	0,0
>= 3	8,5	1,8
Schmerzäußerungen		
0	68,1	70,4
1	19,2	27,8
2	10,6	0,0
>= 3	2,1	1,8
^a Anzahl der Beobachtungen innerhalb der acht Stunden		
[*] p-Wert des Vergleichs INJEKT versus INHAL < 0,05		

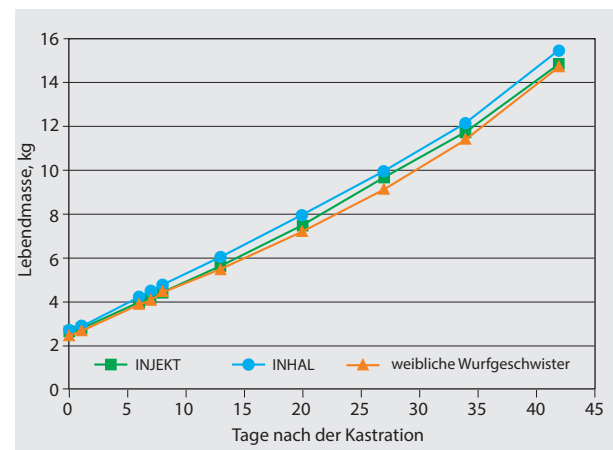
Tabelle 4

Anteil [%] der männlichen Ferkel die während der Durchtrennung des Samenstrangs bei der Kastration unter Injektions- (INJEKT) oder Inhalationsnarkose (INHAL) unterschiedlich ausgeprägte Schmerzäußerungen (0 = keine, 1 = leichte, 2 = heftige Abwehrreaktion ohne, 3 = heftige Abwehrreaktion mit Lautäußerung) zeigten (nur im 2. und 3. Durchgang durchgeführt, N = 67)

Note	Schmerzäußerungen*	
	INJEKT	INHAL
0	4,8	73,9
1	9,5	23,9
2	19,0	2,2
3	66,7	0,0
[*] p-Wert des Vergleichs INJEKT versus INHAL < 0,05		

Tabelle 4 zeigt den signifikanten Effekt der Narkosemethode auf die Häufigkeit von Schmerzäußerungen während der Durchtrennung des Samenstrangs im zweiten und dritten Durchgang der Studie ($p < 0,001$; N = 67). Während nur 4,8 %

aller INJEKT-Ferkel keinen Schmerz äußerten, war dieser Anteil bei den INHAL-Ferkeln mit 79,2 % massiv höher. Dementsprechend war die Wahrscheinlichkeit von mindestens einer Schmerzäußerungen unter Injektionsnarkose 62 mal höher als unter Inhalationsnarkose [95 % KI = 5,8 bis 671]. Sämtliche in den INHAL-Gruppen dokumentierten Schmerzäußerungen entfielen dabei auf Note 1 (leichte Abwehrreaktion), während in der INJEKT-Gruppe überwiegend (66,7 %) Note 3 (heftige Abwehrreaktion mit Lautäußerung) vergeben wurde.

**Abbildung 1**

LS-Means der Lebendmasse von unter Injektions(INJEKT)- oder Inhalationsnarkose (INHAL) kastrierten männlichen Ferkeln und ihrer weiblichen Wurfgeschwister, kg

Das Wachstum der kastrierten Ferkel und ihrer weiblichen Wurfgeschwister vom Tag der Kastration bis zum Absetzen ist in Abbildung 1 anhand der LS-Means der Lebendmasse zu den Wiegeterminen dargestellt. Weder die Lebendmasse ($p = 0,472$) noch die Tageszunahmen ($p = 0,527$) wurden von der Kastration und der Narkosemethode beeinflusst: Im Durchschnitt (LS-Means) über die Säugezeit wuchsen die INJEKT-Ferkel 288 g, die INHAL-Ferkel 284 g, und ihre weiblichen Wurfgeschwister 281 g Tag⁻¹.

In den INJEKT-Gruppen wurden insgesamt sechs behandelte und zwei tote Ferkel verzeichnet, in den INHAL-Gruppen drei behandelte und sieben tote (Ergebnisse nicht dargestellt). Abgesehen von einem Tierverlust während der Kastrationsnarkose (INJEKT) ereigneten sich sämtliche Verluste im späteren Verlauf der Säugezeit. Die Narkosemethode hatte dabei weder Einfluss auf die Behandlungen ($p = 0,220$) noch auf die Verluste ($p = 0,178$).

4 Diskussion

Die vorliegende Studie wurde durchgeführt, um die Auswirkungen einer Injektions- (INJEKT) oder Inhalationsnarkose (INHAL) zur Kastration auf das Verhalten und das Wachstum von männlichen Ferkeln unter den Rahmenbedingungen des ökologischen Landbaus zu vergleichen.

Das Ausbleiben der Nahrungsaufnahme kann besonders beim wachsenden Tier als Zeichen von Unwohlsein gedeutet werden, weswegen der Beobachtung der Nahrungsaufnahme besondere Bedeutung zukommt (Plonait, 2004). In der vorliegenden Studie hatte die Narkosemethode keinen Einfluss auf die Häufigkeit des Saugens während der ersten Stunde nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose (Tabelle 1). Diese Beobachtung deckt sich mit Berichten von Schatzmann (2004), der ebenfalls ein normales Saugverhalten nach der Isoflurannarkose dokumentierte. Auch die Anzahl der ausgelassenen Saugakte unterschied sich nicht zwischen den Gruppen, wobei hier allerdings zu berücksichtigen ist, dass die Ferkel der INJEKT-Gruppen schon aufgrund ihrer deutlich längeren Nachschlafphase mehr Milchmahlzeiten versäumten als die Ferkel der INHAL-Gruppen. Die Anzahl der versäumten Milchmahlzeiten nach der Kastration unter Injektionsnarkose kann laut Lahrman (2006) bis zu fünf betragen. Die Beobachtung, dass die Ferkel der INJEKT-Gruppen während der 2. bis 8. Stunde nach dem Aufwachen häufiger beim Saugen beobachtet wurden als die Ferkel der INHAL-Gruppen, könnte daher als Kompensation der während der Narkose versäumten Milchmahlzeiten gedeutet werden.

Die mittels Inhalationsnarkose kastrierten Ferkel hielten sich sowohl während der ersten Stunde als auch während der 2. bis 8. Stunde nach dem Aufwachen signifikant häufiger im Ferkelnest auf als die unter Injektionsnarkose kastrierten Ferkel (Tabelle 2), was sich in einem ebenfalls signifikant häufiger beobachteten Ruheverhalten niederschlug (Tabelle 1). Im Gegensatz dazu zeigten die Ferkel der INJEKT-Gruppen während der ersten Stunde nach dem Aufwachen signifikant mehr aktives Verhalten (Tabelle 1), und hielten sich während der 2. bis 8. Stunde des Beobachtungszeitraums signifikant häufiger im Liegebereich auf (Tabelle 2). Ihre erhöhte Aktivität ging einher mit signifikant mehr motorischen Auffälligkeiten, und mündete in Kombination mit dem verstärkten Aufenthalt im Liegebereich der Sau in einer signifikant höheren Anzahl von Situationen mit Erdrückungsgefahr (Tabelle 3). Während in den INHAL-Gruppen keine einzige gefährliche Situation beobachtet werden konnte, gerieten 23,4 % der INJEKT-Ferkel mindestens einmal in Gefahr. Zu einem tatsächlichen Erdrückungsverlust kam es allerdings in keiner der beobachteten Situationen, was sich mit Beobachtungen von Leeb et al. (2008) zur Injektionsnarkose unter Schmerzausschaltung mit Meloxicam deckt. Die signifikant niedrigere Häufigkeit von motorischen Auffälligkeiten und gefährlichen Situation in den INHAL-Gruppen spricht für eine geringere Beeinträchtigung der Ferkel nach der Inhalationsnarkose. Es steht zu vermuten dass diese im Zusammenhang mit der sehr unterschiedlich langen Nachschlafphase nach der Kastration in Zusammenhang steht. Da es nach einer Injektionsnarkose bis zu vier Stunden dauern kann bis die volle Mobilität der Ferkel wiederhergestellt ist (Kmiec, 2005), stellt die nach Inhalationsnarkose deutlich kürzere Nachschlafphase den wesentlichsten Vorteil dieser Narkosemethode dar. In der vorliegenden Studie waren die Ferkel der INJEKT-Gruppen nach durchschnittlich 2,5 h mobil und wurden zurück in die Bucht gesetzt, während die

INHAL-Ferkel unmittelbar nach der Kastration wieder zurückgesetzt werden konnten. Die stark verkürzte Nachschlafphase ist besonders in den in der Öko-Schweinehaltung weitverbreiteten Kaltställen von großer Bedeutung, da dadurch das Risiko von Unterkühlung und Energieverlust durch eine längere Trennung von der Muttersau mit dem damit verbundenen Milchentzug verringert wird. Nicht unerwähnt bleiben soll auch der arbeitswirtschaftliche Vorteil, der durch den Wegfall des späteren Zurücksetzens der Ferkel in die Bucht bzw. der Versorgung während der Nachschlafphase nach einer Injektionsnarkose entsteht.

Von allen Bereichen der Abferkelbucht wurde der Auslauf am wenigsten genutzt, und in der ersten Stunde nach dem Aufwachen aus der Kastrationsnarkose überhaupt nicht (Tabelle 2). Diese Beobachtung erklärt sich aus den Kalendermonaten zu denen die Studie durchgeführt wurde: Durchgang 1 fand im Februar, Durchgang 2 im März und Durchgang 3 im Dezember statt. Folglich liegt der Schluss nahe, dass der Auslauf für die jungen Ferkel aufgrund der winterlich kalten Temperaturen einen unattraktiven Aufenthaltsbereich darstellte.

Die unter Injektionsnarkose kastrierten Ferkel des 2. und 3. Durchgangs äußerten signifikant mehr Schmerz während der Durchtrennung des Samenstrangs als dies unter Inhalationsnarkose dokumentiert wurde (Tabelle 4). Zur Dosierung der intramuskulär verabreichten Narkosemittel Ketamin ($25 \text{ mg kg}^{-1} \text{ LM}$) und Azaperon ($2 \text{ mg kg}^{-1} \text{ LM}$) ist zu bemerken, dass diese nach den Empfehlungen von Kmiec (2005), ermittelt in konventionellen Haltungssystemen, erfolgte. Bei ebendieser Dosierung beobachteten Lahrman et al. (2006) nur bei 1 % der kastrierten Ferkel heftige Abwehrreaktionen mit Vokalisation, während diese in der vorliegenden Studie für 66,7 % der kastrierten Ferkel dokumentiert wurden. Zwar könnte dieser große Unterschied in der Häufigkeit von Schmerzäußerungen zum Teil darauf zurückzuführen sein, dass in unserem Boniturschlüssel eine Vokalisation immer zur Boniturnote 3 führte, während bei Lahrman et al. (2006) eine Differenzierung der Vokalisation erfolgte. Allerdings kommt als weitere mögliche Erklärung auch der Unterschied in den Haltungssystemen infrage: Die Arbeiten von Kmiec (2005) und Lahrman et al. (2006) wurden unter konventionellen Bedingungen im Warmstall durchgeführt. Die vorliegende Studie hingegen fand unter ökologischen Haltungsbedingungen im Kaltstall statt, und es wäre denkbar, dass die Wirksamkeit der Narkosemittel von der Umgebungstemperatur beeinflusst wird. Ein Vergleich von unterschiedlichen Dosierungen der Narkosemittel unter Öko-Bedingungen ist uns nicht bekannt, scheint aber angezeigt zu sein. Einen Hinweis auf mögliche Unterschiede gibt auch unsere Beobachtung, dass zur Sicherstellung einer tiefen Narkose, wie sie z. B. zur Kastration von Binnenebern notwendig ist, auf unserem Versuchsbetrieb eine deutlich höhere Dosierung zur Anwendung kommt. Eine Studie von Leeb et al. (2008) mit 18 Tage alten Ferkeln im Kaltstall zeigte, ähnlich wie die eigenen Ergebnisse, eine unzureichende Narkosewirkung der Injektionsnarkose, allerdings bei deutlich älteren Tieren. Von den Ferkeln der INHAL-Gruppen zeigten nur 20,8 % leichte Abwehrreaktionen, was mit Berichten von Schatzmann

(2004) und Walker et al. (2004) zur Isofluran-Narkose übereinstimmt. Im Widerspruch dazu fanden Schwennen et al. (2016) beim Einsatz der Isoflurannarkose auf konventionellen Betrieben nur bei 77 % der Ferkel (1 bis 8 Tage alt) eine zufriedenstellend tiefe Narkose, wobei die Narkosetiefe mit zunehmendem Alter und zunehmender Lebendmasse der Ferkel abnahm. Die entsprechend den Herstellerangaben Lebendmasse-unabhängige Dosierung von Isofluran erschwert somit den Vergleich von Arbeiten mit unterschiedlich alten und schweren Ferkeln.

Grundsätzlich ist zur Injektionsnarkose noch zu bemerken, dass diese in der Praxis zwar intramuskulär erfolgt, eine intravenöse Injektion allerdings vorteilhafter wäre, da sich die Einschlaf- und Nachschlafdauer dadurch deutlich verkürzen (Minihuber und Hagemüller, 2013; Lahrmann, 2006). Die im Vergleich zur Inhalationsnarkose beobachteten Nachteile der Injektionsnarkose wären bei intravenöser Injektion also deutlich geringer, allerdings ist diese bei so jungen Ferkeln wie im vorliegenden Versuch aufwändig und daher für die Anwendung beim älteren Ferkel besser geeignet.

Der unter Injektionsnarkose offenbar stärker empfundene Kastrationsschmerz wirkte in der vorliegenden Studie nicht nach, da sich die Häufigkeit von Schmerzäußerungen während der acht Stunden nach dem Aufwachen aus der Narkose auf niedrigem Niveau bewegte und nicht von der Narkosemethode beeinflusst wurde (Tabelle 3). Das allgemein geringe Niveau war vielmehr die Folge der präoperativen Meloxicam-Gabe in beiden Versuchsgruppen, welche postoperative Schmerzen nach der Kastration wirksam reduzierte, wie bereits von Keita et al. (2010) berichtet. Das Ausbleiben eines Effekts der Narkosemethode wiederum stimmt überein mit Berichten von Schulz (2007), die keine Reduktion der postoperativen Schmerzen durch eine Isofluran-Narkose beobachten konnte.

Unabhängig von der Narkosemethode verlief die weitere Lebendmasseentwicklung der kastrierten Ferkel ebenso gut wie die ihrer weiblichen Wurfgeschwister (Abbildung 1). Die fehlende Auswirkung sowohl der Kastration als auch der Narkosemethode auf das Wachstum der Ferkel deckt sich mit Berichten von Keita et al. (2010) und Schmidt et al. (2012), welche ebenfalls keinen Effekt einer Narkose und/oder Schmerzmittelgabe auf die Lebendmasseentwicklung fanden. Auch die Anzahl der Behandlungen und Tierverluste unterschied sich nicht zwischen den Narkosemethoden und lag insgesamt auf sehr niedrigem Niveau.

5 Schlussfolgerungen

Die Narkosemethode zur Ferkelkastration führte in der vorliegenden Studie zu keiner langfristigen Beeinträchtigung des Wachstums von männlichen Ferkeln. Allerdings zeigten sich nachteilige Effekte auf das Verhalten der Ferkel während und in den ersten acht Stunden nach der Kastration, unter anderem eine höhere Anzahl von Situationen mit Erdrückungsgefahr. Daher ist die Inhalationsnarkose mit Isofluran plus Schmerzmittel Meloxicam der Injektionsnarkose mit Ketamin/Azaperon plus Meloxicam aus Gründen des

Tierwohls vorzuziehen und eine baldige Zulassung von Isofluran zur Anwendung an Schweinen ist zu befürworten.

Literatur

- Bioland (2014) Bioland-Richtlinien. Mainz : Bioland, 54 p
- Demeter e. V. D (2015) Erzeugung und Verarbeitung : Richtlinien für die Zertifizierung „Demeter“ und „Bioynamisch“ – Stand: Oktober 2015 [online]. Zu finden in <https://issuu.com/demeter.de/docs/erz_verarbeitung_2015_gesamt> [zitiert am 31.05.2017]
- Düsseldorfer Erklärung (2008) Gemeinsame Erklärung zur Ferkelkastration des Deutschen Bauernverbandes (DBV), des Verbands der Fleischwirtschaft (VDF) und des Hauptverbandes des deutschen Einzelhandels (HDE) [online]. Zu finden in <<http://animal-health-online.de/kastrat/doc/duesseldorf.pdf>> [zitiert am 29.05.2017]
- Europäische Kommission (2008) Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen [online]. Zu finden in <<http://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2008/889/oj>> [zitiert am 29.05.2017]
- Europäische Kommission (2010) Verordnung (EU) Nr. 37/2010 der Kommission vom 22. Dezember 2009 über pharmakologisch wirksame Stoffe und ihre Einstufung hinsichtlich der Rückstandshöchstmengen in Lebensmitteln tierischen Ursprungs [online]. Zu finden in <http://ec.europa.eu/health/sites/health/files/eudralex/vol-5/reg_2010_37/reg_2010_37_de.pdf> [zitiert am 29.05.2017]
- Heid A, Brenninkmeyer C, Knierim U, Hamm U (2011) Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration im ökologischen Landbau : Analyse der Auswirkungen alternativer Verfahren auf die Akzeptanz bei Verbrauchern und Produzenten ; Abschlussbericht ; Berichtszeitraum: 15. Dezember 2008 bis 31. März 2001. Witzenhausen, 136 p
- Keita A, Pagot E, Prunier A, Guidarini C (2010) Pre-emptive meloxicam for postoperative analgesia in piglets undergoing surgical castration. *Vet Anaesth Analg* 37(4):367-374
- Kmiec M (2005) Die Kastration von Saugferkeln ohne und mit Allgemein-anästhesie (Azaperon-Ketamin) : Praktikabilität, Wohlbefinden und Wirtschaftlichkeit. Berlin : Freie Univ, 121 p
- Kupper T, Spring P (2008) Alternative Methoden zur konventionellen Ferkelkastration ohne Schmerzausschaltung : Projekt ProSchwein ; Synthesebericht [online]. Zu finden in <https://www.hafl.bfh.ch/fileadmin/docs/Forschung_Dienstleistungen/Agrarwissenschaften/Nutztiere/ProSchwein/Synthesebericht_ProSchwein.pdf> [zitiert am 29.05.2017]
- Lahrmann K (2006) Klinisch-experimentelle Untersuchungen zur Ketamin/Azaperon-Allgemeinanästhesie bei Schweinen. *Prakt Tierarzt* 87:713-725
- Lahrmann K, Kmiec M, Stecher S (2006) Die Saugferkelkastration mit der Ketamin/Azaperon-Allgemeinanästhesie : tierschutzkonform, praktikabel, aber wirtschaftlich? *Prakt Tierarzt* 8(10):802-809
- Lahrmann K, Fink H, Luy J (2008) Die Ketamin- Azaperon- Allgemein-anästhesie : eine tierschutzkonforme und praxistaugliche Betäubung für die Saugferkelkastration. *Dtsch Tierärzteblatt* 8:1028-1031
- Leeb C, Gößler C, Czech B, Baumgartner (2008) Experiences with intravenous general anesthesia for surgical castration of piglets. In: *Book of Abstracts of the 59th Annual Meeting of the European Association for Animal Production* : Vilnius, Lithuania, 24-27 August 2008, Wageningen : Wageningen Acad Publ, pp 24-27
- Löscher W (2010) Pharmaka mit Wirkung auf das Zentralsystem. In: Löscher W, Ungemach FR, Kroker R (eds) *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren*. Stuttgart : Enke, pp 64-134
- Minihuber U, Hagemüller W (2013) Erfahrungen mit der intravenösen Allgemein-anästhesie mittels Ketamin/Azaperon bei der chirurgischen Ferkelkastration. In: Neuhoff D, Stumm C, Ziegler S, Rahmann G, Hamm U, Köpke U (eds) *Beiträge zur 12. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau : Ideal und Wirklichkeit: Perspektiven ökologischer Landwirtschaft*. Berlin : Köster, pp 594-597
- Plonait H (2004) Einfluss der Haltungsbedingungen auf das Krankheitsgeschehen. In: Waldmann K-H, Wendt M (eds) *Lehrbuch der Schweinekrankheiten*. Stuttgart : Parey, pp 11-37

- Regierungspräsidium Tübingen (2010) Merkblatt zur Schmerzbehandlung bei der Ferkelkastration [online]. Zu finden in <<https://rp.baden-wuerttemberg.de/Themen/Verbraucher/SES/rpt-ses-merkbl-ferkelkastration.pdf>> [zitiert am 29.05.2017]
- SAS Institute (2013) Software Release 9.4. Cary, NC : SAS Institute
- Schatzmann U (2004) Ferkel müssten nicht leiden [online]. Zu finden in <<https://www.yumpu.com/de/document/view/51564318/ferkel-mussten-nicht-leiden-von-urs-schatzmann-pdf-uniaktuell/3>> [zitiert am 29.05.2017]
- Schmidt T, König A, Von Borell E (2012) Impact of general injection anaesthesia and analgesia on post-castration behaviour and teat order of piglets. *Animal* 6(12):1998-2002
- Schulz C (2007) Auswirkung einer Isofluran-Inhalationsnarkose auf den Kastrationsstress und die postoperativen Kastrationsschmerzen von Ferkeln. München : Verl Dr. Hut, 128 p
- Schwennen C, Kolbaum N, Waldmann K-H, Hoeltig D (2016) Evaluation of the anaesthetic depth during piglet castration under an automated isoflurane-anaesthesia at farm level. *Berl Muench Tieraerztl Wochenschr* 129(1-2):40-47
- SWISSMEDIC (2008) Risiken und Konsequenzen eines grossflächigen Isofluran-Einsatzes bei der Ferkel-Kastration [online]. Zu finden in <<https://www.swissmedic.ch/aktuell/00673/00688/01755/index.html?lang=de>> [zitiert am 30.05.2017]
- Tierschutz-Nutztierhaltungsverordnung (2013) Drittes Gesetz zur Änderung des Tierschutzgesetzes vom 4. Juli 2013. *Bundesgesetzbl* 1 2013(36):2182-2196
- Walker B, Jägglin N, Doherr M, Schatzmann U (2004) Inhalation anaesthesia for castration of newborn piglets : experiences with isoflurane and isoflurane/N₂O. *J Vet Med A* 51(3):150-154
- Wenger S, Jägglin N, Doherr M, Schatzmann U (2002) Die Halothananästhesie zur Kastration des Saugferkels : Machbarkeitsstudie und Kosten-Nutzen-Analyse. *Tierärztl Prax* 30:164-170