

# Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk<sup>1</sup>, A. Henzen<sup>2</sup>, P. Torgerson<sup>3</sup>, R. Bettschart-Wolfensberger<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departement für klinische Diagnostik und Services, Abteilung Anästhesiologie, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich; <sup>2</sup>Kontrolldienst Schweizer Tierschutz STS, Aarau; <sup>3</sup>Abteilung für Epidemiologie, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich

## Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wurden bei zehn Betrieben während der Ferkelkastration unter Inhalationsanästhesie mit Isofluran Daten von insgesamt 202 männlichen Ferkeln im Alter von drei bis elf Tagen und einem Körpergewicht von 1–4,7 kg erhoben. Das Ziel dieser Studie war, die schweizweit eingesetzten Narkosegeräte PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> und Pigsleeper<sup>®</sup> zu vergleichen und die Isofluran-, Kohlendioxid- und Sauerstoffwerte, sowie deren Bedeutung für die Anästhesiequalität zu analysieren. Dazu erfolgte ein Scoring des präoperativen Stresslevels und der Abwehrbewegungen während dem Hautschnitt und der Durchtrennung der Samenstränge. Ein Monitor zeichnete, mittels eines Probenschlauchs neben der Nasenöffnung der Ferkel, Isofluran-, CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Werte in den Ein- und Ausatemgasen zu den Zeitpunkten 30, 60, 75 und 90 Sekunden nach Anästhesiebeginn auf.

32 % der Ferkel zeigten beim Hautschnitt und 37 % beim Durchtrennen der Samenstränge Abwehrreaktionen. Je tiefer die gemessenen in- und expiratorischen Isofluranwerte (FI<sub>Iso</sub> und ET<sub>Iso</sub>), desto höher waren die Scores der Abwehrbewegungen. Bei Narkosegeräten, die Raumluft als Trägergas für Isofluran verwendeten, wurden im Vergleich zu mit medizinischem Sauerstoff betriebenen Geräten (FI<sub>O<sub>2</sub></sub> zwischen 21 und 95 Vol %) deutlich tiefere inspiratorische Sauerstoffwerte (FI<sub>O<sub>2</sub></sub> zwischen 12 und 21 Vol %) gemessen und es konnten signifikant stärkere Abwehrbewegungen bei den Ferkeln festgestellt werden.

Die Ergebnisse zeigen, dass Verbesserungspotential in Bezug auf die Narkosetiefe der Ferkel bei der Kastration unter Inhalationsanästhesie mit Isofluran besteht und die gemessenen Isofluran-, Kohlendioxid- und Sauerstoffwerte bei den Narkosegeräten PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> und Pigsleeper<sup>®</sup> stark variieren. Diese Schwankungen könnten mittels jährlicher fachmännischer Wartung und/ oder des Einbaus eines Isofluranmessgeräts er-

## Evaluation of isoflurane inhalation anesthesia machines available in Switzerland for on farm piglet castrations

The present study analyzed piglet castration under isoflurane anesthesia in ten farms. The data of 202 male piglets in the age between three to eleven days and with a body weight of 1–4,7 kg were collected. The aim of this study was to compare the PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> and Pigsleeper<sup>®</sup> anesthesia machines used in Switzerland. Isoflurane, carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and oxygen (O<sub>2</sub>) values were measured in relation to their significance for anesthesia quality. Therefore, preoperative stress level and movements were assessed during skin incision and the dissection of the spermatic cords. Isoflurane, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> values were recorded in the inhaled and exhaled gases next to the nostrils at 30, 60, 75 and 90 seconds after the start of anesthesia. Movements to the skin incisions and dissection of the spermatic cord were observed in 32 % and 37 % respectively. Movements increased with the decrease of measured inspiratory and expiratory isoflurane values (FI<sub>Iso</sub> and ET<sub>Iso</sub>). Significantly lower inspiratory O<sub>2</sub> values (FI<sub>O<sub>2</sub></sub>: 12–21 volume % vs 21–95 volume %) and stronger movements were measured in anesthesia machines using room air compared to machines operated with medical oxygen.

Results indicate a potential for improvement in anesthesia depth piglet castration under isoflurane inhalation anesthesia and the measured isoflurane, CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> values differ significantly between PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> and Pigsleeper<sup>®</sup> anesthesia machines.

These fluctuations could be recognized and reduced by annual professional maintenance and / or the addition of an anesthetic gas analyzer. In addition, a change to medical oxygen is indicated for all anesthetic machines. Anesthesia machines have to be optimized in consul-

<https://doi.org/10.17236/sat00344>

Eingereicht: 05.02.2021  
Angenommen: 04.11.2021

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

kannt und so reduziert werden. Ausserdem erscheint ein Wechsel auf medizinischen Sauerstoff für alle Gerätetypen indiziert. Die Narkosegeräte müssen in Absprache mit den Herstellern baldmöglichst optimiert und die Tierhalter erneut geschult und sensibilisiert werden, um das Ziel einer schmerzfreien Kastration zu erreichen.

**Schlüsselwörter:** Inhalationsanästhesie, Ferkelkastration, Schmerzausschaltung

tation with the manufacturers as soon as possible and the farmers have to be trained and sensitized to ensure pain-free castration.

**Keywords:** inhalation anesthesia, castration of piglets, analgesia

## Einleitung

Männliche Ferkel werden weltweit kastriert, um die Ausbildung des Ebergeruchs im Fleisch zu unterdrücken. Bei der chirurgischen Kastration handelt es sich um einen zootechnischen Routineeingriff, welcher in der Regel in den ersten Lebensstagen der Ferkel auf den Ferkelerzeugerbetrieben durchgeführt wird.<sup>3</sup> Die betäubungslose Kastration stellt einen nachweislich schmerzhaften Eingriff dar und ist in der Schweiz seit dem 1.1.2009 verboten.

Der Tierhalter hat für die gesetzlich vorgeschriebene Betäubung die Wahl zwischen einer Inhalationsanästhesie, einer Injektionsanästhesie oder der Lokalanästhesie. Laut Enz *et al.* (2013) erfolgt die Kastration bei 75 % der Ferkel in der Schweiz unter Inhalationsanästhesie mit Isofluran.<sup>3</sup> Die Inhalationsanästhesie ist eine sichere und einfache Methode. Sie führt bei korrekter Anwendung zu einer schnellen Bewusstlosigkeit<sup>6,7,9</sup> und zu einer deutlich kürzeren Nachschlafphase als die Injektionsanästhesie.<sup>8</sup>

In der Schweiz darf ein Tierhalter die Durchführung der Narkose mit Isofluran und den chirurgischen Eingriff bei unter 14 Tage alten Ferkeln, nach Erlangen eines Sachkundeausweises, selbst vornehmen (TschV, Art. 32, Abs. 2).<sup>16</sup> Für die Inhalationsanästhesie mit Isofluran stehen schweizweit momentan drei Narkosegeräte zur Verfügung: PorcAnest<sup>®</sup> (Fa. Promatec), Pignap<sup>®</sup> (Fa. Agrocomp) und Pigsleeper<sup>®</sup> (Fa. Proagri). In verschiedenen Teilprojekten von ProSchwein Schweiz wurden bereits im Jahre 2009 Versuche mit den Narkosegeräten gemacht. Es fehlt jedoch bislang eine umfassende Studie, die die Geräte direkt im Feldversuch einander gegenüberstellt und die von den Geräten hervorgebrachten Isofluran- und O<sub>2</sub>-Werte analysiert und anhand der ausgeatmeten CO<sub>2</sub>-Werte der Ferkel prüft, ob das von den Herstellern empfohlene Prozedere für die Ferkel tauglich ist.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es deshalb, die Anästhesiequalität bei der Ferkelkastration unter den drei schweizweit eingesetzten Narkosegeräten zur Inhalationsanästhesie anhand von Abwehrscores und eingeatmeten Isofluran- und O<sub>2</sub>-Werten sowie ausgeatmeten

CO<sub>2</sub>-Werten zu beurteilen und zu vergleichen. Technische Mängel an den Geräten sollten ermittelt und Verbesserungsmöglichkeiten in der Anwendung der Geräte aufgezeigt werden, um in Zukunft eine möglichst schmerzfreie Kastration zu ermöglichen.

## Material und Methoden

### Versuchsaufbau

#### Betriebsauswahl und Tiere

Für diese Beobachtungsstudie wurden zehn Betriebe besucht und Daten von insgesamt 202 männlichen Ferkeln erhoben. Neun der zehn Betriebe nahmen schon im Jahre 2016 an einer vergleichbaren Studie des Kontrolldienstes des Schweizer Tierschutzes (STS) teil und wurden erneut telefonisch angefragt. Auf jedem dieser Betriebe wurde jeweils ein Narkosegerät evaluiert (dreimal PorcAnest<sup>®</sup>, dreimal Pignap<sup>®</sup> und dreimal Pigsleeper<sup>®</sup>). Weiter wurden am Agrovet Strickhof in Lindau alle drei Gerätetypen (PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> und Pigsleeper<sup>®</sup>) getestet, so dass jedes Gerät bei den Untersuchungen insgesamt viermal vertreten war und gesamthaft 12 Narkosegeräte bewertet wurden. Die Betriebe hatten eine unterschiedliche Anzahl an zu kastrierenden Ferkeln, weshalb pro Betrieb zwischen vier und 29 Ferkel (Median 16,5 Ferkel) in die Datenerhebung einflossen. Insgesamt wurden 58 Ferkel mit einem PorcAnest<sup>®</sup> Narkosegerät, 66 mit einem Pignap<sup>®</sup> Narkosegerät und 78 mit einem Pigsleeper<sup>®</sup> Narkosegerät anästhesiert (Tabelle 1).

#### Checkliste

Vor Beginn der Kastration wurden anhand einer Checkliste Informationen zu den Ferkeln (Alter, Rasse und Gesundheitszustand) gesammelt. Der Gesundheitszustand wurde subjektiv beurteilt und die Ferkel entweder als gesund oder als Kümmerer (unverhältnismässige Körperproportionen, prominente Dornfortsätze, lange und struppige Borsten) eingeteilt. Die Narkosegeräte wurden vor Inbetriebnahme auf folgende Punkte untersucht: Hygienezustand (sauber, leichtgradig staubig ohne Verschmutzungen, sehr staubig mit leichtgradigen Verschmutzungen, mittelgradig verschmutzt, hochgradig verschmutzt), Trägergas (Raumluft, medizinischer

Sauerstoff), Verdampfertyp (Tec 3, MSS, PorcAnest® «VaVe»), Heizung (vorhanden, nicht vorhanden), Absaugvorrichtung (aktiv oder passiv, in Aussenwelt oder mit Absorber) und Schlauchsysteme (korrekt oder fehlerhaft angeschlossen), überbetrieblicher Einsatz (ja, nein) und Datum der letzten Wartung. Um den korrekten Schmerzmitteleinsatz zu überprüfen, wurde der Handelsname, die Dosierung, die Art der Applikation, sowie der Zeitpunkt der Verabreichung des Analgetikums (mehr als 20 Min., 10 bis 20 Min. oder weniger als 10 Min. vor Anästhesiebeginn) festgehalten. Die Betriebsleiter wurden darauf instruiert, die Kastration wie GEWOHNT durchzuführen.

### Kastration

Die Datenerhebung während der Kastration erfolgte durch zwei Personen (Person A und B).

Im Vorfeld wurde mittels eines Randomisierungsprogramms (<https://www.randomizer.org>) die Reihenfolge bestimmt, bei welcher der drei Stationen des jeweiligen Narkosegerätes die Messungen pro Durchgang vorgenommen wurden. Die übrigen Stationen wurden zwar ebenso mit zu kastrierenden Ferkeln aufgefüllt, bei ihnen erfolgten aber keine Messungen. Die Reihenfolge und Platzierung der Tiere in den Halterungen wurden zufällig durch den Betriebsleiter ausgewählt. Bevor das zu evaluierende Ferkel in DIE Halterung platziert wurde, befestigte Person B seitlich an der Nase des Ferkels einen Schlauch mit Klebeband, der direkt mit einem Monitor (Carescape™ B450, Fa. GE Healthcare, Anandic Medical, Feuerthalen) verbunden war.

Person A war verantwortlich für das Scoring des präoperativen Stresslevels (Zeit von Hochheben aus Ferkelwagen bis Platzierung in der Halterung des Narkosegerätes; Grad 1 = ruhig, keine Vokalisation, Grad 2 = leicht erregt, vereinzelt Vokalisation, Grad 3 = stark erregt, starke und häufige Vokalisation). Ausserdem führte sie das Scoring von Halterung und Ferkelmaske bezüglich ihrer Passgenauigkeit durch (Grad 1 = passend, Grad 2 = Halterung und/ oder Maske zu klein, Grad 3 = Halterung und/oder Maske zu gross). Sobald das Ferkel eingespannt war und die Narkose startete, begann die Zeitmessung durch beide Personen.

Person B fotografierte zu den Zeitpunkten 30, 60, 75 und 90 Sekunden nach Anästhesiebeginn den Monitor. Der Monitor lieferte Informationen zu in- und expiratorischen Isofluranwerten ( $FI_{Iso}$  und  $ET_{Iso}$  in Vol%), in- und expiratorischen Sauerstoffwerten ( $FI_{O_2}$  und  $ET_{O_2}$  in Vol%) und in- und expiratorischen Kohlendioxidwerten ( $FI_{CO_2}$  und  $ET_{CO_2}$  in mmHg). Ausserdem zeichnete er kontinuierlich die Umgebungstemperatur auf. Nach Ablauf der Einleitungszeit erfolgte durch Person A das Scoring der Abwehrreaktionen einerseits wäh-

rend dem Hautschnitt und andererseits während der Durchtrennung der Samenstränge (Grad 0 = Keine Bewegungen, Grad 1 = 1–2 Bewegungen, Grad 3 = Mehrere Bewegungen, Grad 4 = Mehrere heftige Bewegungen). Nach erfolgter Kastration wurde das Gewicht des Ferkels von Person A gemessen und das Ferkel zurück in den Ferkelwagen zu den anderen Ferkeln gebracht.

Nach Abschluss sämtlicher Kastrationen wurde die Kastrationstechnik (bedeckt oder unbedeckt und verwendete Werkzeuge) und der Kastrationsort (Stall, Vorraum, im Freien), sowie die Durchführung weiterer zootecnischer Massnahmen (wie z.B. das Setzen einer Ohrmarke) auf der Checkliste ergänzt.

### Statistische Analyse

Alle Daten wurden in Microsoft Excel (Version 16.16.8, [www.microsoft.com](http://www.microsoft.com), Seattle USA) erfasst. Die statistische Auswertung erfolgte mit der R Software für Statistik Version 3.3.1 (The R Foundation for Statistical Computing, <https://www.r-project.org/>). Kontinuierliche Variablen wurden auf Normalverteilung getestet und die Mittelwerte sowie die Mediane berechnet. Kategorische Variablen wurden als Prozentwerte dargestellt. Zum Feststellen der Zusammenhänge zwischen in- und expiratorischen Isofluran-,  $O_2$ -,  $CO_2$ -Werten und der Höhe der Abwehrscores bei der Kastration wurde ein kumulatives, gemischtes Regressionsmodell verwendet. Ein P-Wert  $<0,05$  wurde als statistisch signifikant festgelegt. Vor der Auswahl des multivariaten Modells wurden in Frage kommende Variablen (univariat  $p < 0,05$ ) auf eine Korrelation untereinander überprüft, wobei dies bei einem Pearson Korrelationskoeffizienten  $>0,5$  bestätigt wurde.

**Tabelle 1:** Anzahl Ferkel pro Betrieb (n=202) zur Kastration und Aufteilung nach Geräte- und Verdampfertyp.

Betrieb	Anzahl Ferkel	Gerätetyp	Verdampfertyp
Betrieb 1	28	Pigsleeper®	MSS
Betrieb 2	18	Porcanest®	PorcAnest® «VaVe»
Betrieb 3	4	Porcanest®	Tec 3
Betrieb 4	29	Porcanest®	Tec 3
Betrieb 5	21	Pigsleeper®	Tec 3
Betrieb 6	26	Pignap®	Tec 3
Betrieb 7	12	Pignap®	Tec 3
Betrieb 8	14	Pigsleeper®	MSS
Betrieb 9	22	Pignap®	MSS
Betrieb 10	7	Porcanest®	PorcAnest® «VaVe»
Betrieb 10	6	Pignap®	MSS
Betrieb 10	15	Pigsleeper®	Tec 3

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

## Resultate

### Tiere

Die 202 untersuchten Ferkel waren alle der Rasse Edelschwein oder Edelschwein x Landrasse angehörig und wiesen ein Körpergewicht zwischen 1–4,7 kg (Median 2,6 kg) auf. Das Alter der Tiere lag zwischen drei und elf Tagen (Median 6 Tage) und zum Zeitpunkt der Kastration wiesen alle Ferkel einen guten Gesundheitszustand auf, wobei neun der 202 Ferkel als Kümmerer gewertet wurden. Alle in dieser Studie eingeschlossenen Ferkel überlebten die Kastration.

### Narkosegeräte

Der Hygienezustand aller untersuchten Narkosegeräte war gut und die Geräte nur vereinzelt leichtgradig staubig. PorcAnest® Narkosegeräte verwendeten komprimierte Raumluft als Trägergas, die restlichen Narkosegeräte verfügten über eine angeschlossene Sauerstoffflasche mit medizinischem Sauerstoff. Die Narkosegeräte waren mit unterschiedlichen Verdampfern ausgestattet: Sechs der zwölf Geräte hatten einen Tec 3, vier einen MSS und zwei einen PorcAnest® «VaVe» Verdampfer, wobei die beiden letzteren über eine integrierte Heizung verfügten. Vier weitere Betriebsleiter gaben an, im Winter eine externe Heizung vor dem Verdampfer anzubringen, um die optimale Arbeitstemperatur des Verdampfers zu gewährleisten. Eine passive Absaugvorrichtung in Form eines Abluftschlauches, der ins Freie führte, war überall vorhanden und die Schlauchsysteme bei allen Geräten korrekt angeschlossen. Kein Betriebsleiter gab an, sein Narkosegerät überbetrieblich einzusetzen. Durch Einsicht in

das Wartungsprotokoll wurde bestätigt, dass die letzte Wartung bei allen Narkosegeräten weniger als drei Jahre zurücklag.

### Schmerzmittel

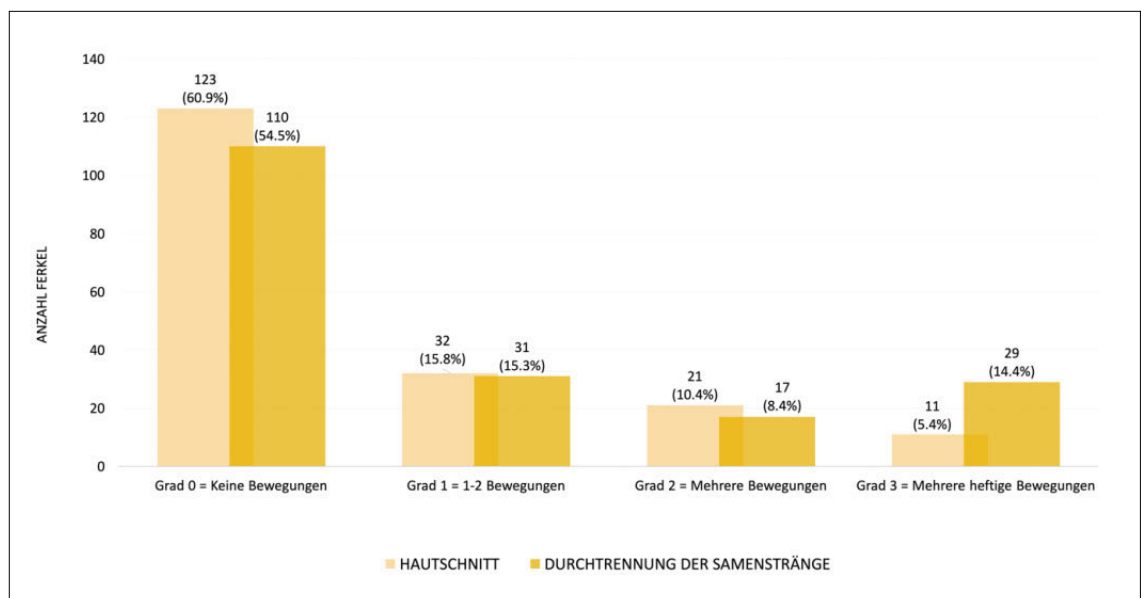
Alle Betriebe, die an dieser Studie teilnahmen, verabreichten den Ferkeln vor der Operation ein Analgetikum intramuskulär. Die eingesetzten Präparate, namentlich achtmal Metacam® (20 mg/ml, ad us. vet., Injektionslösung, Boehringer Ingelheim GmbH, Basel, Schweiz), dreimal Inflacam® (20 mg/ml, ad us. vet., Injektionslösung, Virbac AG, Glattbrugg, Schweiz) und einmal Metacox® (20 mg/ml, ad us. vet., Injektionslösung, Dr. E. Graeb AG, Bern, Schweiz) enthielten alle den Wirkstoff Meloxicam, wobei die empfohlene Dosierung von 0,4 mg/kg ([www.clinipharm.ch/Meloxicam](http://www.clinipharm.ch/Meloxicam)) auf allen Betrieben eingehalten wurde. Sechs Tierhalter verabreichten das Schmerzmittel zwischen zehn und zwanzig Minuten vor Beginn der Kastration, auf vier Betrieben vergingen sogar zwischen zwanzig und dreissig Minuten zwischen Applikation des Analgetikums und Kastration.

### Kastration

#### Allgemeines

Bei den Betriebsbesuchen wurden jeweils zwischen 20 und 85 Tiere kastriert. Auf acht der zehn Betriebe erfolgte die Kastration in einem Vorraum, ein Betriebsleiter kastrierte direkt im Stallgang und ein weiterer im Freien vor dem Stall.

Die Kastrationstechniken waren auf allen Betrieben sehr unterschiedlich: Vier der zehn Tierhalter kastrierten nur unter der Verwendung eines Skalpells, fünf weitere ver-



**Abbildung 1:** Abwehrscores beim Hautschnitt und bei der Durchtrennung der Samenstränge bei der Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie (n=202). Bei 15 Ferkeln (7,4%) erfolgte kein Scoring der Abwehrbewegungen (nA).

wendeten ein Skalpell in Kombination mit einem Emasculator und ein Tierhalter hatte eine spezielle Zange, die er sowohl für die Hautschnitte als auch für das Durchtrennen der Samenstränge benützte. Der Hautschnitt erfolgte durchschnittlich 95 Sekunden (Median) nach Beginn der Isofluranzufuhr. Die Anflutungszeiten für das Isofluran lagen bei PorcAnest®, Pigsleeper® und zwei Pignap® Narkosegeräten bei 90 Sekunden, bei weiteren zwei Pignap® Narkosegeräten bei 75 Sekunden. Auf sechs Betrieben erfolgten vor, während oder nach der Kastration ergänzende zootecnische Massnahmen (Ohrmarken einziehen und/ oder intramuskuläre Eisenverabreichung). Die Umgebungstemperatur lag bei den Betriebsbesuchen zwischen 14,4 und 31,9°C Grad (Median 22,3°C Grad).

### Präoperatives Stresslevel

Von allen 202 analysierten Ferkeln wurden bei 55,4% (n=112) erhöhte präoperative Stresslevelscores beobachtet (Grad 2 oder 3). 37,1% (n=75) der Tiere wurden mit Grad 1 (ruhig, keine Vokalisation) bewertet und bei 7,4% (n=15) konnte kein Scoring erfolgen (nA).

### Score Halterungen und Ferkelmasken

Von den 202 Ferkeln passten 28,7% (n=58) nicht in die vorgesehenen Halterungen und 22,8% (n=46) nicht in die Ferkelmasken der Narkosegeräte (Grad 2 oder 3). Bei 68 Ferkeln (33,7%) passten die Halterungen und bei 143 Ferkeln (70,8%) die Masken gut (Grad 1). Auf einem Betrieb hatte der Tierhalter die Klemmbügel der Halte-

rungen dauerhaft abmontiert, ein anderer hielt die Ferkel während der Einleitungsphase auf dem Arm. Deshalb erfolgte bei 37,6% (n=76) kein Scoring der Halterung und bei 6,4% (n=13) kein Scoring der Ferkelmasken.

### Auswertung verschiedener Parameter bezüglich ihres Einflusses auf die Abwehrscores

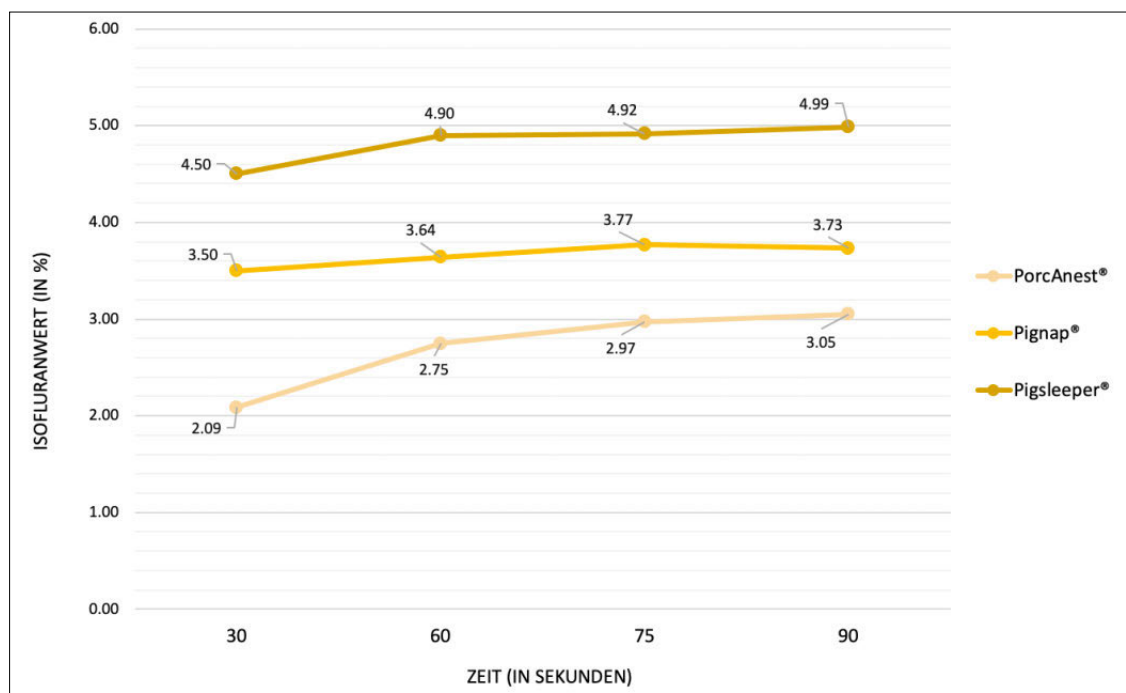
Rund 32% (n=64) aller Ferkel zeigten beim Hautschnitt und 38% (n=77) bei der Durchtrennung der Samenstränge Abwehrbewegungen (Grad  $\geq 1$ ; Abbildung 1).

Ein erhöhter präoperativer Stresslevelscore schien den Grad der Abwehrbewegungen beim Hautschnitt nicht zu beeinflussen. Beim Durchtrennen der Samenstränge aber zeigten Tiere mit erhöhtem präoperativem Stresslevelscore signifikant niedrigere Abwehrscores. Ausserdem führten unpassende Masken und Halterungen zu signifikant höheren Abwehrscores, sowohl beim Hautschnitt wie auch bei der Durchtrennung der Samenstränge. Leichte Ferkel zeigten signifikant höhere Abwehrscores beim Hautschnitt, jedoch signifikant tiefere Abwehrscores bei der Durchtrennung der Samenstränge. Weiter konnten bei älteren Ferkeln signifikant höhere Abwehrscores beim Hautschnitt und bei der Durchtrennung der Samenstränge beobachtet werden.

Wie in Abbildung 2 ersichtlich, konnten beim Narkosegerät Pigsleeper® die höchsten durchschnittlichen inspiratorischen Isofluranwerte (Mittelwerte  $FI_{iso}$ ) über

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger



**Abbildung 2:** Verlauf der durchschnittlichen inspiratorischen Isofluranwerte (Mittelwerte  $FI_{150}$ ) der drei Narkosegeräte PorcAnest®, Pignap® und Pigsleeper® während der Ferkelkastration (n=202).



Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegerätee zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

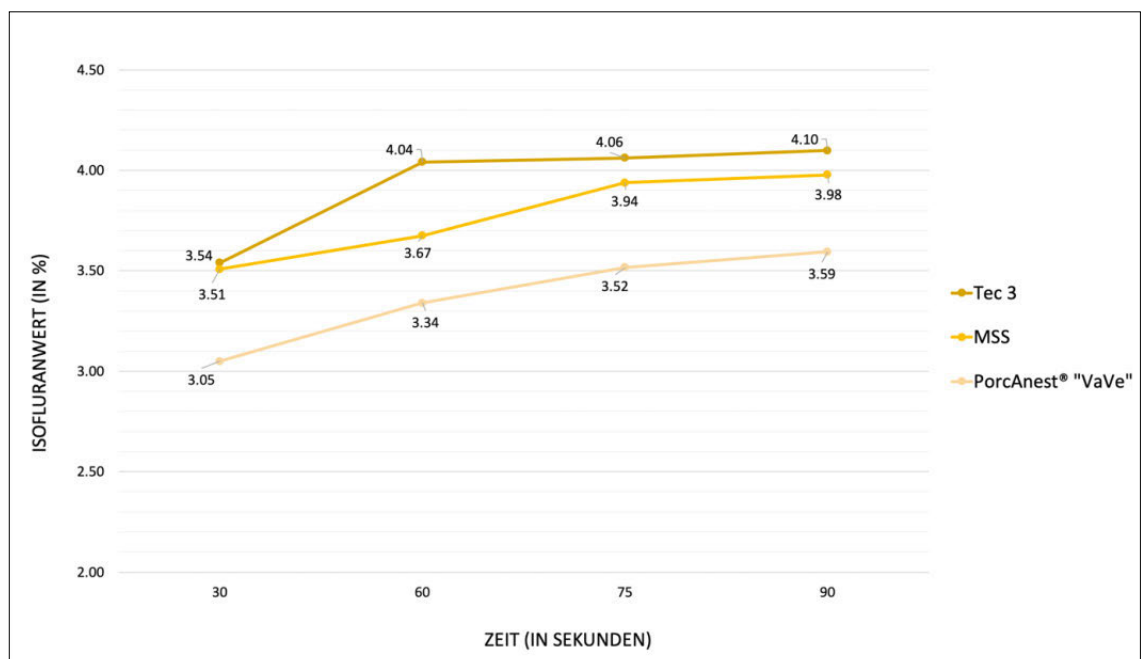
die Narkosedauer beobachtet werden. Höhere Isofluranwerte ( $FI_{Iso}$  und  $ET_{Iso}$ ) führten zu signifikant tieferen Abwehrscores beim Hautschnitt und bei der Durchtrennung der Samenstränge. Die gemessenen inspiratorischen Isofluranwerte ( $FI_{Iso}$ ) lagen bei PorcAnest® Geräten im Durchschnitt bei 2,71 Vol% (Mittelwert), bei Pignap® Geräten bei 3,66 Vol% (Mittelwert) und bei Pigsleeper® Geräten bei 4,82 Vol% (Mittelwert), wobei die Drehscheibe am Verdampfer bei allen Geräten auf 5 Vol% eingestellt war. Die durchschnittlich gemessenen endtidalen Isofluranwerte ( $ET_{Iso}$ ) lagen bei PorcAnest® Geräten bei 2,93 Vol% (Mittelwert), bei Pignap® Geräten bei 3,20 Vol% (Mittelwert) und bei Pigsleeper® Geräten bei 4,73 Vol% (Mittelwert).

Bei der Verwendung von PorcAnest® «VaVe» Verdampfern, wie es bei zwei der vier getesteten PorcAnest® Narkosegeräten der Fall war, wurden tiefere inspiratorische Isofluranwerte ( $FI_{Iso}$ ) verzeichnet als bei Tec 3 und MSS Verdampfern, wie in Abbildung 3 ersichtlich ist. Dabei kam es bei Tec 3 und PorcAnest® «VaVe» Verdampfern zu signifikant höheren Abwehrscores beim Hautschnitt als bei MSS Verdampfern. Ebenso wurden unter PorcAnest® «VaVe» Verdampfern signifikant höhere Abwehrscores bei der Durchtrennung der Samenstränge beobachtet als unter den anderen Verdampfertypen. Eine integrierte Heizung im Verdampfer, wie es bei den zwei mit einem PorcAnest® «VaVe» Verdampfer ausgestatteten Geräten beobachtet wurde, hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Abwehrscores. Die Untersuchungen fanden allerdings bei Temperaturen zwischen

14 und 32° Grad Celsius statt, weshalb der Einfluss einer Heizung vor dem Verdampfer nur bedingt geprüft werden konnte.

Es konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Art des Trägergases und den Abwehrscores festgestellt werden: Unter Verwendung von Raumluft als Trägergas für das Anästhetikum ergaben sich signifikant höhere Abwehrscores, sowohl beim Hautschnitt wie auch bei der Durchtrennung der Samenstränge (Abbildung 4). Die gemessenen inspiratorischen Sauerstoffwerte ( $FI_{O_2}$ ) lagen bei den mit Raumluft betriebenen Geräten (PorcAnest®) zwischen 12 und 21 Vol% (Mittelwert 16,80 Vol%), bei den mit medizinischem Sauerstoff betriebenen Geräten Pignap® und Pigsleeper® zwischen 21 und 95 Vol% (Mittelwert Pignap® 71,71 Vol%, Mittelwert Pigsleeper® 88,23 Vol%).

Während variierende  $FI_{CO_2}$  und  $ET_{CO_2}$ -Werte keinen Einfluss auf die Abwehrscores beim Hautschnitt zu haben schienen, waren bei tiefen  $FI_{CO_2}$ -Werten die Abwehrscores bei der Durchtrennung der Samenstränge signifikant höher. Ebenso kam es bei niedrigen  $ET_{CO_2}$ -Werten zu höheren Abwehrscores bei der Durchtrennung der Samenstränge. Die gemessenen  $FI_{CO_2}$ -Werte lagen bei PorcAnest® Geräten zwischen 1 und 44 mmHg (Mittelwert 17,74 mmHg), bei Pignap® Geräten zwischen 1 und 33 mmHg (Mittelwert 7,33 mmHg) und bei Pigsleeper® Geräten zwischen 0 und 29 mmHg (Mittelwert 10,27 mmHg). Die  $ET_{CO_2}$ -Werte nahmen bei PorcAnest® Geräten Werte zwischen 3 und 44 mmHg



**Abbildung 3:** Verlauf der durchschnittlichen inspiratorischen Isofluranwerte (Mittelwerte  $FI_{Iso}$ ) der drei Verdampfer Tec 3, MSS und PorcAnest® «VaVe» während der Ferkelkastration (n=202).

(Mittelwert 23,63 mmHg), bei Pignap® Geräten Werte zwischen 1 und 56 mmHg (Mittelwert 24,11 mmHg) und bei Pigsleeper® Geräten Werte zwischen 1 und 59 mmHg (Mittelwert 13,48 mmHg) ein.

## Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Studie war es, im Feldversuch die in der Schweiz zur Anästhesie von Ferkeln bei der Kastration verwendeten Geräte einander gegenüberzustellen und die hervorgebrachten Isofluran-, CO<sub>2</sub>- und O<sub>2</sub>-Werte und deren Bedeutung für die Anästhesiequalität zu analysieren und zu diskutieren.

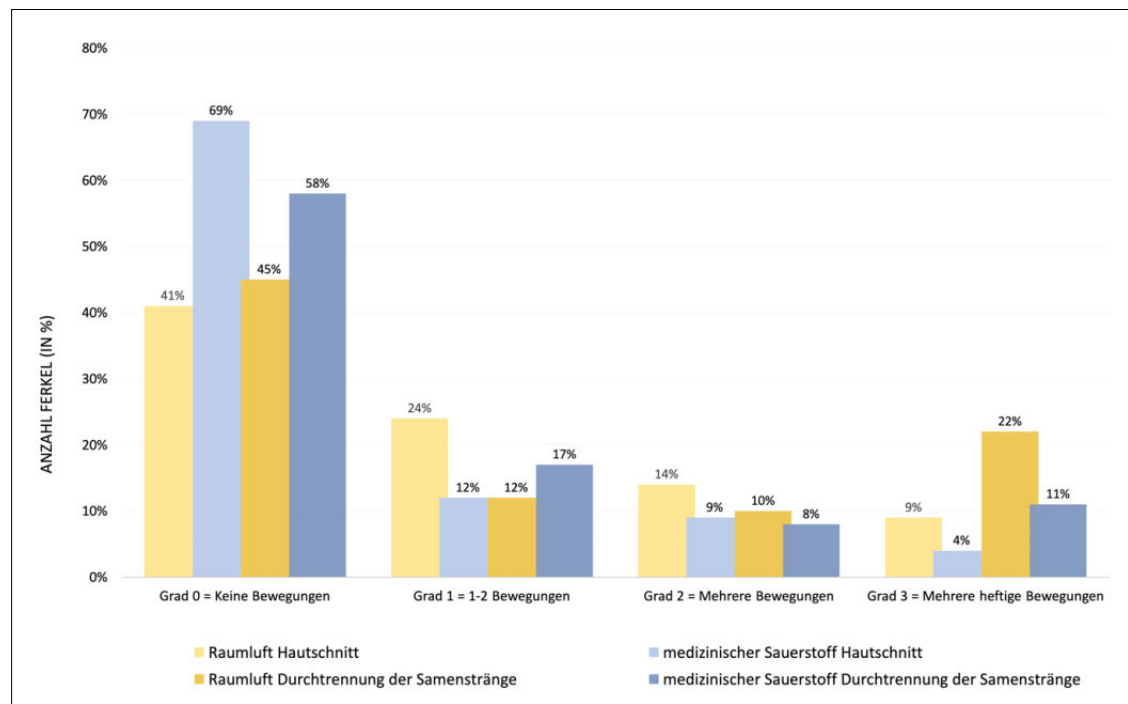
Es konnten bei einem Drittel der Ferkel Abwehrbewegungen beim Hautschnitt beobachtet werden. Noch grösser war der Anteil an Ferkeln, die Abwehrbewegungen bei der Durchtrennung der Samenstränge zeigten. Bei einer ähnlichen Studie wurde bei weniger Tieren (23%) eine nicht ausreichende Narkosetiefe beobachtet.<sup>17,18</sup> Mit unserer Studie fast identische Zahlen fand Steigmann, die in ihren Studien mittels EEG-Aufzeichnungen, eine äusserst sensitive und objektive Methode zur Beurteilung der Narkosetiefe, bei 34% der Ferkel eine ungenügende Narkosetiefe feststellte.<sup>19</sup> Nebst dem EEG werden in der Literatur oft objektiv auswertbare Parameter wie Herz- und Atemfrequenzen, Blutdruckwerte sowie Katecholamin- und Cortisolkonzentrationen zur Beurteilung einer intra- bzw. postoperativen Stress- und Schmerzreaktion bei der Ferkelkastration hinzugezogen.<sup>13,14,15,20,21</sup> Da die Kastrationen in der Praxis jedoch in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden, waren diese teils invasiven Messungen im Rahmen der vorliegenden Feldstudie nicht durchführbar.

Bei verwendetem Scoring der Abwehrbewegungen handelt es sich um eine praktikable aber nur schwer objektivierbare Messgrösse. Um die Objektivität zu verbessern, wurden alle Ferkel von der gleichen Person gescort. Eine Verblindung dieser Person gegenüber dem verwendeten Gerät war nicht möglich. Da keine Hypothese zur Funktionalität der Geräte gestellt wurde, ist trotzdem anzunehmen, dass die Kastrationen unvoreingenommen bewertet wurden.

Das Monitoring der Inhalations- und Atemgase erfolgte via einem kleinen, zum Monitor gehörenden Plastikschlauch, der direkt neben dem einen Nasenloch des Ferkels befestigt wurde. Um 100% akkurate Ergebnisse zu erhalten, müsste diese Messung durch einen abgedichteten Endotrachealtubus beim künstlich beatmeten Patienten erfolgen.<sup>10</sup> Da bei allen Ferkeln die Messungen genau gleich erfolgten und der Schlauch direkt neben dem Nasenausgang angebracht wurde, ist damit zu rechnen, dass die vergleichende Interpretation der gelieferten Werte durchaus sinnvoll ist.

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger



**Abbildung 4:** Abwehrscores beim Hautschnitt und bei der Durchtrennung der Samenstränge unter Verwendung von Raumluft und medizinischem Sauerstoff während der Ferkelkastration im Vergleich. Total wurden 202 Ferkel anästhesiert, davon 58 Ferkel mit Raumluft und 144 mit medizinischem Sauerstoff als Trägergas. Bei sechs (10%) der mit Raumluft anästhesierten und neun (6%) der mit medizinischem Sauerstoff anästhesierten Ferkel konnte keine Messung erfolgen (nA).

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

Zur Analyse des Isofluranverlaufs in Bezug auf die Anästhetietiefe wurden nur die ausgeatmeten, endtidalen Isofluranwerte ausgewertet, da der endtidale Wert die effektive Konzentration am Wirkort, dem Gehirn, am besten widerspiegelt.<sup>11</sup> Es konnte bestätigt werden, dass die Abwehrbewegungen während der Kastration mit steigenden Isofluranwerten abnahmen. Mit einer höheren Isoflurankonzentration im Gehirn wird ein ausreichender Bewusstseinsverlust und eine gute Muskelrelaxation erreicht.<sup>9</sup> Allerdings wirkt Isofluran nur schwach analgetisch, weshalb die zusätzliche präoperative Applikation eines Schmerzmittels in jedem Falle notwendig ist,<sup>4</sup> was in der vorliegenden Studie bei allen Tieren auch der Fall war.

Zur Analyse der Geräte- und Verdampferleistung wurden insbesondere die inspiratorischen Isofluranwerte ( $FI_{Iso}$ ) verglichen: Sie unterschieden sich bei den drei untersuchten Gerätetypen zum Teil erheblich. Es wurden jedoch verschiedene Kombinationen von Verdampfertypen und Gerätetypen angetroffen, weshalb ein Verdampfer typ nicht immer einem spezifischen Gerätetyp zugeordnet werden kann. Auffällig ist, dass Narkosegeräte mit einem PorcAnest® «VaVe» Verdampfer insgesamt signifikant tiefere Isofluranwerte ( $FI_{Iso}$ ) im Vergleich zu den anderen Verdampfertypen über die Gesamtzeit der Anästhesie hervorbrachten und dass bei mit diesen Verdampfern narkotisierten Ferkeln signifikant höhere Abwehrscores bei der Durchtrennung der Samenstränge beobachtet wurden. Beim Hautschnitt wurden ebenfalls bei PorcAnest® «VaVe» Verdampfern (welche mit Raumluft betrieben werden) und überraschenderweise auch bei Tec 3 Verdampfern (welche mit reinem Sauerstoff betrieben werden) signifikant höhere Abwehrscores als bei MSS Verdampfern festgestellt, trotz der durchschnittlich höheren Isofluranwerte ( $FI_{Iso}$ ) der Tec 3 Verdampfer. Dies zeigt, dass die gemessenen inspiratorischen Isofluranwerte nicht immer zu 100% mit den Abwehrbewegungen korrelieren. Grund dafür sind andere Faktoren, wie z.B. die Kastrationstechniken, welche sehr wahrscheinlich ebenfalls einen Einfluss auf die Abwehrbewegungen hatten, im Rahmen dieser Studie aber nicht weiter überprüft wurden, da die Techniken sehr unterschiedlich waren und nicht vereinheitlicht werden konnten. Warum die Verwendung von MSS Verdampfern in unserer Studie gesamthaft zu niedrigeren Abwehrscores führte, konnte mit dem angewandten Studiendesign nicht komplett eruiert werden, insbesondere da die Raumtemperaturen unterschiedlich waren und meist während den Kastrationen um einige Grad anstiegen. Möglicherweise ist aber die Temperaturkompensation des MSS Verdampfers besser, wodurch dieser weniger schnell abkühlt und die Isofluranabgabe deshalb konstanter bleibt, was zu den signifikant tieferen Abwehrscores führte. Es ist bekannt, dass Verdampfer in Abhängigkeit der Menge der Frischgaszufuhr und der

Raumtemperatur mit zunehmender Anästhesiedauer abkühlen können und dadurch weniger Anästhetikum verdampft wird.<sup>4</sup> Um dem entgegenzuwirken wurden in zwei PorcAnest® Narkosegeräten Heizungen für die PorcAnest® «VaVe» Verdampfer eingebaut. In unseren Untersuchungen hatten derartige Heizsysteme jedoch keinen signifikanten Einfluss auf die Isofluranwerte und Abwehrscores. Dabei muss allerdings berücksichtigt werden, dass die Datenerhebung dieser Studie grösstenteils im Hochsommer durchgeführt wurde, bei Temperaturen zwischen 14 und 32°C (Median 22,3°C Grad); würde die gleiche Studie im Winter erfolgen, wären die Ergebnisse möglicherweise andere und die Isofluranwerte noch tiefer und die Anzahl an Abwehrbewegungen noch höher. Weiter gilt es anzumerken, dass auch bei korrektem Ausstoss des Isofluranverdampfers, aufgrund der Verluste über undichte Gummiabschlüsse und unpassende Ferkelmasken oft die Menge an Anästhetikum, welche das Ferkel erreicht, geringer ausfallen dürfte, was die höheren Abwehrscores bei unpassenden Ferkelmasken und -halterungen erklären dürfte. Umso wichtiger erscheint es, dass zu Beginn der Ferkelkastration der Verdampfer auf das Maximum, also 5 Vol%, eingestellt wird und die Tierhalter diesbezüglich sensibilisiert werden. Auch muss davon ausgegangen werden, dass beim Vorliegen von tiefen  $ET_{Iso}$ -Werten bei gleichzeitig tiefen  $FI_{O_2}$ -Werten ( $\leq 70$  Vol%), bei den mit medizinischem Sauerstoff betriebenen Geräten, die Masken undicht waren. Dies führte dazu, dass die Ferkel zusätzlich Raumluft einatmeten, was das Gasgemisch verdünnte und die Werte derart niedrig ausfallen liess. Bei Geräten, die mit Raumluft betrieben sind, waren die Masken wahrscheinlich auch teilweise undicht, jedoch kann dies mit den gemessenen Werten nicht eindeutig gezeigt werden.

In der vorliegenden Studie wurden bei älteren Ferkeln höhere Abwehrscores, sowohl beim Hautschnitt als auch bei der Durchtrennung der Samenstränge, beobachtet. Die bei älteren Ferkeln beobachteten höheren Abwehrscores bei der Einleitungsphase könnten damit zusammenhängen, dass ältere Tiere länger brauchen, bis sie schlafen. Da die Hoden mit zunehmendem Alter auch sehr schnell grösser werden, führte dies eventuell zu einer stärkeren chirurgischen Stimulation und zu mehr Reaktionen bei diesen Tieren.

Es konnte bestätigt werden, dass die Art des Trägergases einen Einfluss auf das Abwehrverhalten der Ferkel während der Kastration hat. Ein wichtiger Grund, weshalb unter Verwendung von Raumluft als Trägergas möglicherweise höhere Abwehrscores verzeichnet wurden ist, dass es bei diesen Systemen zu einer Unterversorgung der Ferkel mit Sauerstoff kommt. Ähnliche Untersuchungen von Mette zeigten, dass die Sauerstoffversorgung durch mit Raumluft betriebene Narkosegeräte



nicht optimal gewährleistet wird und zu Hypoxämie führt.<sup>12</sup> Nach eigenen Angaben des Herstellers (Schär, Fa. Promatec, pers. comm.) weist das PorcAnest® Narkosegerät einen FGF von maximal 1,25–1,5 l/min pro Ferkelmaske auf. Dies führte in der vorliegenden Studie zu inspiratorischen Gasmischungen mit unter 21 % O<sub>2</sub>, was zu Hypoxämie und kompensatorischer sympathischer Aktivierung führt<sup>5</sup> und den höheren Anteil an Abwehrbewegungen von Ferkeln, die an mit Raumluft betriebene Geräte angeschlossen waren, erklären dürfte. Die Rückatmung führt zudem zu erhöhten CO<sub>2</sub> Spiegeln und zu einer weiteren Aktivierung des Sympathikus.<sup>2</sup> Diese Rückatmung findet statt, da keines der untersuchten Geräte über einen CO<sub>2</sub>-Absorber verfügt und der FGF niedriger ist als das Atemminutenvolumen. Dies bedeutet, dass ausgeatmetes Kohlendioxid in der Ferkelmaske akkumuliert und bei einem erneuten Atemzug eingeatmet wird. Dass dies der Fall war, lässt sich unter anderem auch mit den gemessenen FI-CO<sub>2</sub>-Werten > 0 mmHg bestätigen – ohne stattfindende Rückatmung müssten diese im Einatemgemisch bei 0 mmHg liegen.

Zwischen ET<sub>CO<sub>2</sub></sub>-Werten und der Höhe der Abwehrscores beim Hautschnitt hingegen, konnte kein Zusammenhang beobachtet werden. Im Gegensatz dazu wurden bei der Durchtrennung der Samenstränge bei tiefen ET<sub>CO<sub>2</sub></sub>-Werten signifikant höhere Abwehrscores beobachtet. Es ist anzunehmen, dass diese Ferkel insgesamt wacher waren, wodurch es während der Kastration zu einer reflektorischen Erhöhung der Atemfrequenz kam, welche zu den niedrigeren ET<sub>CO<sub>2</sub></sub>-Werten führte.

In dieser Studie wurde auch der Einfluss von Stress auf die Abwehrbewegungen untersucht. Dabei schien die Höhe der präoperativen Stresslevelscores keinen signifikanten Einfluss auf die Abwehrbewegungen beim Hautschnitt zu haben. Beim Scoring des präoperativen Stresslevels handelte es sich allerdings um eine subjektive Bewertung, die lediglich die Vokalisation der Ferkel miteinbezog. Wenn ein Ferkel innerlich zwar gestresst war, aber keine Lautäusserungen von sich gab, ging es in unser Protokoll mit einem niedrigen Stresslevelscore ein. Die in unserer Studie bei erhöhten Stresslevelscores beobachteten verminderten Abwehrbewegungen bei der Durchtrennung der Samenstränge können theoretisch durch das Auftreten einer «Stress induzierten Analgesie» (SIA) erklärt werden: Durch die intrinsische Aktivierung von endogenen Opioid-Systemen kommt es zur Ausschüttung von Neurotransmittern und -peptiden und folglich zur Analgesie,<sup>1</sup> was die verminderten Abwehrbewegungen trotz schmerzhaftem Stimulus erklären könnte.

Abschliessend muss darauf hingewiesen werden, dass die vorliegende Studie verschiedene Mängel aufweist.

Die wohl grösste Herausforderung stellten die verschiedenen Einflussfaktoren auf die Narkosetiefe bei der Kastration dar. Physiologische Faktoren (Alter, Rasse, Gesundheitszustand), sowie das unterschiedliche Handling der Tiere durch die Tierhalter, unterschiedliche Betriebsgrössen, die verschiedenen Kastrationstechniken und Kastrationsorte und die Durchführung zusätzlicher zootechnischer Massnahmen könnten einen Einfluss auf die Abwehrscores gehabt haben, konnten aber nicht vereinheitlicht werden.

Weiter ist die Exaktheit der gemessenen Isofluran-, Kohlendioxid- und Sauerstoffwerte nicht ideal, da die Werte durch einen neben der Ferkelschnauze platzierten Schlauch erhoben wurden. Um präzisere Resultate zu erhalten, hätten die Ferkel endotracheal intubiert werden müssen, was im Rahmen dieses Feldversuches aber nicht realisierbar war.

Die Schmerzmittelapplikation wurde überall gesetzmässig durchgeführt, die Narkosegeräte waren sauber, wiesen keine grösseren technischen Mängel auf und die Wartung aller Geräte lag maximal drei Jahre zurück. Es wurden allerdings nur zehn Betriebe angeschaut; inwieweit die in dieser Studie besuchten Betriebe die gesamtschweizerische Situation der Ferkelkastration widerspiegeln, lässt sich nicht beurteilen.

## Schlussfolgerungen

Unsere Resultate zeigen, dass die für die Inhalationsanästhesie schweizweit zur Ferkelkastration eingesetzten Narkosegeräte PorcAnest®, Pignap® und Pigsleeper® bei einem Drittel der Tiere nicht zu befriedigenden Ergebnissen bezüglich Narkosetiefe führen und die erzielten Isofluranwerte äusserst variabel sind. Eine regelmässige fachmännische Überprüfung der Verdampferleistung oder eine eingebaute Isofluranmessung könnte dies optimieren. Idealerweise müsste eine jährliche Wartung der Narkosegeräte gesetzlich vorgeschrieben werden, um technische Mängel schnellstmöglich aufzudecken – im Sinne der Ferkel aber auch zum Schutz aller Personen, welche Ferkel kastrieren.

Bei der Verwendung von Raumluft als Trägergas zeigten sich nachteilige Effekte auf die Anästhesiequalität; ein Wechsel auf medizinischen Sauerstoff für alle Gerätetypen erscheint sinnvoll. Die von den Geräten verwendeten Frischgasflüsse führen zu CO<sub>2</sub> Rückatmung, was als suboptimal zu bewerten ist. Für eine möglichst schonende Kastration sollten aus diesem Grund die Frischgasflüsse angepasst werden. Weiter liegt es an den Herstellern, Ferkelmasken und -halterungen in verschiedenen Grössen bereitzustellen, damit tierindividuelle Unterschiede berücksichtigt werden und ein

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

Entweichen von Anästhesiegas vermieden werden kann. Nur so kann garantiert werden, dass die Tiere die Narkosegase einatmen und gut anästhesiert sind – und nicht der Bauer diese potentiell gefährlichen Gase chronisch einatmet. Grundsätzlich sollten die Tierhalter bezüglich korrekten Umgangs mit den Geräten weiterhin sensibilisiert, geschult und informiert werden, damit eine Verbesserung der Narkosetiefe bei der Ferkelkastration und letztendlich eine schmerzfreie Kastration erreicht werden kann.

## Danksagung

Wir danken den Betriebsleitern für die Teilnahme an dieser Studie sowie den Geräteherstellern Herrn Boos (Pigsleeper<sup>®</sup>, Fa. Proagri), Herrn Reutegger (Pignap<sup>®</sup>, Fa. Agrocomp) und Herrn Schär (PorcAnest<sup>®</sup>, Fa. Promatec).

## Évaluation des appareils d'anesthésie par inhalation à l'isoflurane disponibles en Suisse pour la castration des porcelets à la ferme

La présente étude a analysé la castration de porcelets sous anesthésie à l'isoflurane dans dix exploitations. Les données de 202 porcelets mâles âgés de trois à onze jours et pesant entre 1 et 4,7 kg ont été recueillies. Le but de cette étude était de comparer les appareils d'anesthésie PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> et Pigsleeper<sup>®</sup> utilisés en Suisse. Les valeurs d'isoflurane, de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) et d'oxygène (O<sub>2</sub>) ont été mesurées en fonction de leur importance pour la qualité de l'anesthésie. Pour cela, le niveau de stress préopératoire et les mouvements ont été évalués lors de l'incision cutanée et la dissection des cordons spermatiques. Les valeurs d'isoflurane, de CO<sub>2</sub> et d'O<sub>2</sub> ont été enregistrées dans les gaz inhalés et expirés à côté des narines à 30, 60, 75 et 90 secondes après le début de l'anesthésie. Des mouvements lors des incisions cutanées et de la dissection du cordon spermatique ont été observés respectivement dans 32 % et 37 % des cas. Les mouvements ont augmenté avec la diminution des valeurs d'isoflurane inspiratoires et expiratoires mesurées (FI<sub>Iso</sub> et ET<sub>Iso</sub>). Des valeurs d'O<sub>2</sub> inspiratoire significativement plus faibles (FI<sub>O<sub>2</sub></sub> : 12 - 21 % du volume contre 21 - 95 % du volume) et des mouvements plus importants ont été constatés avec les appareils d'anesthésie utilisant l'air ambiant par rapport à ceux fonctionnant avec de l'oxygène médical.

Les résultats indiquent qu'il existe un potentiel d'amélioration de la profondeur d'anesthésie dans la castration des porcelets sous anesthésie par inhalation d'isoflurane et que les valeurs mesurées d'isoflurane, de CO<sub>2</sub> et d'O<sub>2</sub> diffèrent significativement entre les appareils d'anesthésie PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> et Pigsleeper<sup>®</sup>.

Ces fluctuations pourraient être identifiées et réduites par un entretien professionnel annuel et/ou par l'ajout d'un analyseur de gaz anesthésique. De plus, un passage à l'oxygène médical est indiqué pour tous les appareils d'anesthésie. Les appareils d'anesthésie doivent être op-

## Valutazione critica dei dispositivi utilizzati per l'anestesia per via inalatoria con isoflurano per la castrazione dei suinetti nelle stalle in Svizzera

Nel presente studio sono stati valutati i dati raccolti in dieci aziende durante la castrazione dei suinetti effettuata sotto anestesia per via inalatoria con isoflurano in 202 suinetti maschi di età tra i tre e gli undici giorni e con un peso tra 1 e 4,7 kg. Lo scopo di questo studio era di confrontare i dispositivi per anestesia PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> e Pigsleeper<sup>®</sup> usati in Svizzera e di analizzare i livelli di isoflurano, anidride carbonica e ossigeno, nonché il loro significato per la qualità dell'anestesia. Inoltre, il livello di stress preoperatorio e i movimenti difensivi sono stati valutati durante l'incisione della pelle e la dissezione dei cordoni spermatici. I livelli di isoflurano, CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> sono stati registrati nei gas inspirati ed espirati a 30, 60, 75 e 90 secondi dopo l'inizio dell'anestesia, con l'aiuto di un tubo di campionamento posto vicino alle narici. I movimenti verso le incisioni cutanee e la dissezione dei cordoni spermatici sono stati osservati rispettivamente nel 32% e nel 37% dei casi. Più bassi erano i livelli misurati di isoflurano inspiratorio ed espiratorio (FI<sub>Iso</sub> e ET<sub>Iso</sub>) più alti erano i valori dei movimenti. Nei dispositivi per anestesia che utilizzano l'aria ambiente come gas di trasporto per l'isoflurano, sono stati misurati livelli di ossigeno inspiratorio significativamente più bassi (FIO<sub>2</sub> tra 12 e 21 vol%) rispetto a quelli che utilizzano ossigeno medico (FIO<sub>2</sub> tra 21 e 95 vol%) e sono stati osservati movimenti difensivi significativamente più forti nei suinetti.

I risultati indicano che vi è un potenziale di miglioramento per quanto riguarda la profondità dell'anestesia durante la castrazione dei suinetti sotto anestesia per inalazione con isoflurano e che i valori misurati di isoflurano, anidride carbonica e ossigeno variano notevolmente con i diversi dispositivi per anestesia PorcAnest<sup>®</sup>, Pignap<sup>®</sup> e Pigsleeper<sup>®</sup>.

Queste fluttuazioni potrebbero essere identificate e limitate grazie a una manutenzione professionale annua-

timisés en concertation avec les fabricants dans les plus brefs délais et les éleveurs doivent être formés et sensibilisés pour assurer une castration sans douleur.

**Mots clés:** anesthésie par inhalation, castration des porcelets, analgésie

le e/o con l'installazione di un misuratore di isoflurano. Inoltre, il passaggio all'ossigeno medico sembra essere indicato per tutti i tipi di dispositivi. I dispositivi di anestesia devono venire ottimizzati al più presto in consultazione con i produttori, e i proprietari degli animali devono ricevere una formazione e devono venire sensibilizzati per garantire una castrazione senza dolore.

**Parole chiave:** anestesia per via inalatoria, castrazione dei suinetti, analgesia

Kritische Evaluation der in der Schweiz zur Verfügung stehenden Inhalationsanästhesiegeräte zur Ferkelkastration unter Isoflurananästhesie im Stall

A. Preiswerk, A. Henzen, P. Torgerson, R. Bett-schart-Wolfensberger

## Literaturnachweis

- 1 Butler R, Finn D: Stress-induced analgesia. *Progr. in. Neurobiol.* 2009, 88: 184–202.
- 2 Cross B, Silver I: Central Activation of the sympathetic-adrenal system by hypoxia and hypercapnia. *The Journal of Endocrinology.* 1962, 24: 91–103.
- 3 Enz A, Schüpbach-Regula G, Bett-schart R, Fuschini E, Bürgi E, Sidler X: Erfahrungen zur Schmerzausschaltung bei der Ferkelkastration in der Schweiz. Teil 1: Inhalationsanästhesie. *Schweiz. Arch. Tierheilkd.* 2013, 155: 651–659.
- 4 Erhardt W, Henke J, Haberstroh J: Pharmaka im Rahmen der Anästhesie und der perioperativen Schmerzlinderung. In: Erhardt W, Henke J, Haberstroh J (eds.), *Anästhesie und Analgesie beim Klein- und Heimtier.* Schattauer Verlag, Stuttgart, DE, 2004: 15–138.
- 5 Herold G und Mitarb.: *Kardiologie.* In: Herold G (eds.), *Innere Medizin.* Eigenverlag, Köln, DE, 2008: 186–203.
- 6 Hodgson D: An inhaler device using liquid injection of isoflurane for short term anesthesia in piglets. *Vet. Anaesth. Analg.* 2006, 4: 207–213.
- 7 Hodgson D: Comparison of isoflurane and sevoflurane for short-term anesthesia in piglets. *Vet. Anaesth. Analg.* 2007, 2: 117–124.
- 8 Kupper T, Spring P: Alternativmethoden zur konventionellen Ferkelkastration ohne Schmerzausschaltung – Schlussbericht Projekt ProSchwein. Zollikofen, CH, 2008 <https://www.aramis.admin.ch/Default.aspx?DocumentID=908&Load=true> (accessed 20.5.2020).
- 9 Löscher W: Pharmaka mit Wirkung auf das Zentralnervensystem. In: Löscher W, Ungemach FR, Kroker R (eds.), *Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren.* Parey Buchverlag, Stuttgart, DE, 2006: 7. Aufl., 63–124.
- 10 Mehta J, Williams G, Harvey B, Grewal N, George E: The relationship between minute ventilation and end tidal CO<sub>2</sub> in intubated and spontaneously breathing patients undergoing procedural sedation. *PLoS One.* 2017: 12(6). e0180187.
- 11 Meiser A, Bellgardt M, Vogelsang H, Sirtl C, Weber T: Funktionsweise des «Anaesthetic Conserving Device». *Der Anästhesist.* 2010, 59: 1029–1040.
- 12 Mette A: Untersuchungen zur Isofluran-Narkose beim Schwein. Dissertation: Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2008.
- 13 Reiner G, Schollasch F, Hillen S, Willems H, Piechotta M, Failing K: Effects of Meloxicam and Flunixin on pain, stress and discomfort in male piglets during and after surgical castration. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 2012, 125: 305–314.
- 14 Schulz C: Auswirkung einer Isofluran-Inhalationsnarkose auf den Kastrationsstress und die postoperativen Kastrationsschmerzen von Ferkeln. Dissertation: Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2007.
- 15 Schulz C, Ritzmann M, Palzer A, Heinritzi K, Zöls S: Auswirkung einer Isofluran-Inhalationsnarkose auf den postoperativen Kastrationsschmerz von Ferkeln. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 2007, 120: 177–182.
- 16 Schweizerische Eidgenossenschaft: Tierschutzverordnung (TschV; SR 455.1) <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20080796/index.html> (accessed 20.5.2020).
- 17 Schwennen C: Untersuchungen zur Anwendbarkeit der Isoflurannarkose bei der Ferkelkastration sowie deren Auswirkung auf Produktionsparameter in der Ferkelerzeugung unter konventionellen Produktionsbedingungen. Dissertation: Tierärztliche Hochschule Hannover, 2015.
- 18 Schwennen C, Kohlbaum N, Waldmann K-H, Hölting D: Evaluation of the anaesthetic depth during piglet castration under an automated isoflurane-anaesthesia at farm level. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 2016, 129: 40–47.
- 19 Steigmann M: Evaluierung der Schmerzausschaltung bei der Kastration männlicher Ferkel unter automatisierter Isoflurannarkose. Dissertation: Tierärztliche Hochschule Hannover, 2013.
- 20 Zöls S: Möglichkeiten der Schmerzreduzierung bei der Kastration männlicher Saugferkel. Dissertation: Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München, 2006.
- 21 Zöls S, Ritzmann M, Heinritzi K: Einfluss von Schmerzmitteln bei der Kastration männlicher Ferkel. *Berl. Münch. Tierärztl. Wochenschr.* 2006, 119: 193–196.

## Korrespondenzadresse

Med. vet. Andrea Preiswerk  
 Departement für klinische Diagnostik und Services,  
 Abteilung Anästhesiologie, Vetsuisse-Fakultät,  
 Universität Zürich  
 Vordere Birsstrasse 18  
 CH-4127 Birsfelden  
 Telefon: +41 79 454 95 93  
 E-Mail: a.preiswerk@hotmail.com