

Untersuchung praxistauglicher Anästhesiemethoden für die Kastration männlicher Ferkel

Comparison between intramuscular and intranasal administration of sedative drugs used for piglet castration



Impressum

Projektnehmer: Universitätsklinik für Schweine, Veterinärmedizinische Universität Wien

Department für Nutztiere und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin

Adresse: Veterinärplatz 1, 1210 Wien

Projektleiterin: Univ. Prof. Dr. Andrea Ladinig, Dipl. ECPHM

Tel. : 01/25077 - 5216

E-Mail: Andrea.Ladinig@vetmeduni.ac.at

Projektmitarbeiter: Mag. Andreas Breitenlechner, Mag. Moritz Bünger, Dr. Ursula Ruczizka

Tel.: 01/25077 - 5206

E-Mail: [Andreas.Breitenlechner@vetmeduni.ac.at](mailto:Andreas.Breitenlechner@vetmeduni.ac.at), [Moritz.Bünger@vetmeduni.ac.at](mailto:Moritz.Bünger@vetmeduni.ac.at), [Ursula.Ruczizka@vetmeduni.ac.at](mailto:Ursula.Ruczizka@vetmeduni.ac.at),

Kooperationspartner: VÖS – Verband österreichischer Schweinebauern, Dresdner Straße 89/18, 1200 Wien

Finanzierungsstellen: Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus

Projektlaufzeit: 1,5 Jahre

1. Auflage

Fotonachweis: pixabay/RoyBuri (S. 1), Vetmeduni Vienna/Dr. Michael Bernkopf (S. 3)

Platzhalter Druckhinweis

Wien, 2021. Stand: 20. Juli 2021

**Copyright und Haftung:**Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.   
Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [empfaenger@bmlrt.gv.at](mailto:empfaenger@bmlrt.gv.at).

Vorwort



Andrea Ladinig

Leitung Universitätsklink für Schweine der Vetmeduni Vienna

Die derzeit übliche betäubungslose Ferkelkastration stößt in der Bevölkerung zunehmend auf Ablehnung, auch tierschutzrechlich ist diese Praxis kritisch zu sehen. Es gibt bereits viele Studien zu möglichen Alternativen der betäubungslosen chirurgischen Ferkelkastration, wobei alle Methoden auch mit Nachteilen behaftet sind. Wenige Studien haben eine Kombination aus Sedation und Lokalanästhesie untersucht. Erfahrungen aus der Praxis, durchgeführt von TierärztInnen mit derzeit zugelassenen Medikamenten fürs Schwein, deuteten auf eine vielversprechende Wirksamkeit der Kombination aus Sedation und Lokalanästhesie hin. Eine Prüfung in experimentellem Set-up mit Messung und Protokollierung von Abwehrbewegungen, Vokalisation und Nachschalfdauer war jedoch noch ausständig. Eine gut wirksame Kombination aus Sedation und Lokalanästhesie wäre ein großer Schritt zur Vermeidung der betäubungslosen Kastration in Österreich.

Leider war es so, dass keines der getesteten Medikamente beziehungsweise keine Kombinationen in den unterschiedlichen Dosierungen zufriedenstellende Resultate in Bezug auf gute Sedierung und lokale Schmerzausschaltung am Hoden bei gleichzeitig kurzer Nachschlafphase und akzeptabler Dauer bis zum Zurücksetzen zur Sau zeigten. Daher konnte im durchgeführten Projekt keine praxistaugliche Alternative, die zu einer zuverlässigen Schmerzausschaltung während der Kastration bei gleichzeitig akzeptabler Nachschlafphase führt, für die chirurgische Ferkelkastration ohne Schmerzausschaltung ermittelt werden.

Univ. Prof. Dr. Andrea Ladinig, Dipl. ECPHM  
Leitung Universitätsklinik für Schweine

Inhalt

[Vorwort 3](#_Toc31558616)

[Einleitung 6](#_Toc31558617)

[Material und Methode 8](#_Toc31558618)

[Phase 1 10](#_Toc31558627)

[Phase 2 15](#_Toc31558628)

[Ergebnisse 17](#_Toc31558626)

[Phase 1 17](#_Toc31558627)

[Phase 2 20](#_Toc31558628)

[Interpretation 31](#_Toc31558632)

[Phase 1 31](#_Toc31558633)

[Phase 2 33](#_Toc31558634)

[Abbildungsverzeichnis 34](#_Toc31558644)

[Literaturverzeichnis 35](#_Toc31558645)

[Abkürzungen](#_Toc31558646) 39

# Einleitung

Die chirurgische Kastration männlicher Ferkel ist in den meisten schweineproduzierenden Ländern gängige Praxis und darf in Österreich nach derzeitiger Rechtslage (1. Tierhaltungsverordnung, Anlage 5, 2.10.) bis zum siebten Lebenstag bei Anwendung einer Schmerzbehandlung, die auch postoperativ wirksam ist, ohne Sedation oder Anästhesie durchgeführt werden. Durch die Kastration sollen vor allem ungewollte Geruchsabweichungen („Ebergeruch“) vermieden werden, die ab einem Alter von etwa 5 Monaten bei 10-75% der intakten Eber auftreten und vor allem durch die Hormone Androstenon und Skatol verursacht werden (EFSA 2004). Dieser Geruch wird von VerbraucherInnen als störend empfunden und verringert so die Akzeptanz von Eberfleisch, wobei sich die Sensitivität in der Wahrnehmung individuell unterscheidet. Zudem zeigen kastrierte männliche Ferkel und Mastschweine weniger Aggressionen und Sexualverhalten als intakte Eber.

Die betäubungslose Ferkelkastration stößt allerdings in der Gesellschaft zunehmend auf Ablehnung und ist zudem unter tierschutzrechtlichen Aspekten bedenklich, da die Kastration erhebliche Schmerzen verursacht (Hay et al. 2003, EFSA 2004), die allein durch die bisher vorgeschriebene, rein analgetische Behandlung mit z.B. Meloxicam nicht adäquat gemindert werden können (Hansson et al. 2011). Deshalb wird in Österreich, wie auch in anderen schweineproduzierenden Ländern, nach Verfahren gesucht, die als Ersatz für die betäubungslose Ferkelkastration geeignet sind.

Alternativen zur chirugischen Kastration sind die Jungebermast mit einer frühzeitigeren Schlachtung der männlichen Tiere, die somit vor der Entwicklung des Ebergeruches erfolgt. Hierbei ist allerdings meist eine nach Geschlecht getrennte Aufstallung notwendig; es kommt zudem bei intakten männlichen Tieren zu vermehrten Aggressionen und daraus resultierenden Haut- und Penisverletzungen (Bünger et al. 2015, Weiler et al. 2016). Auch die Immunokastration durch zweimalige Impfung gegen GnRH (Improvac®) in der Mastphase stellt eine Alternative dar. Die Impfung reduziert die Androstenonbildung und das Sexualverhalten und verhindert die Bildung des Ebergeruches (Rydhmer et al. 2010, Reiter et al. 2017, Poulsen Nautrup et al. 2018). Es gibt allerdings unter den VerbraucherInnen Bedenken bezüglich Lebensmittelsicherheit („Hormonfleisch“), sowie unter den Landwirten aufgrund der Furcht vor Selbstinjektion, wobei diese Bedenken oft in mangelnder Aufklärung begründet sind (Mancini et al. 2017). Da die Impfung erst nach der zweiten Injektion Auswirkungen auf das ebertypische Verhalten zeigt, sind auch bei dieser Methode Änderungen in der Haltung bzw. der Aufstallung notwendig, da die männlichen Tiere bis dahin wie bei der Ebermast separat gehalten werden müssen. Die zweite Impfung sollte dabei 4 - 6 Wochen vor der Schlachtung erfolgen, da eine Verringerung der Androstenon- und Skatolkonzentration nach diesem Zeitraum zu erwarten ist. Die Kosten für die Impfung sowie der geringere Wert des Schlachtkörpers werden häufig als Argument gegen die Immunokastration angeführt; diese werden allerdings durch die Vorteile bei der Futterverwertung, den Tageszunahmen und dem Magerfleischanteil ausgeglichen, die geimpfte Eber ebenso wie intakte Eber gegenüber Kastraten erzielen (Lundstörm et al. 2009, Mancini et al. 2017). Da die Immunokastration keinen 100-prozentigen Schutz vor Geruchsabweichungen darstellt, wäre eine Geruchsdetektion am Schlachthof unabdinglich (Fuchs et al. 2009). Die Immunokastration findet derzeit vor allem in Brasilien (~50 % der männlichen Schweine), Australien (~40 %) und Neuseeland (~15 %) Anwendung, während sie in Europa bislang kaum Bedeutung hat (~1 %) (Mancini et al. 2017).

Eine weitere Möglichkeit ist die chirurgische Kastration unter wirksamer Betäubung, wie sie auch bei Tieren > 7 Tagen vorgeschrieben ist. In Schweden (Lidocain), Dänemark und Norwegen (Procain) wird derzeit mit Lokalanästhesie (intratestikulär + subkutan) kastriert, allerdings bewirkt die Lokalanästhesie alleine keine wirksame Schmerzausschaltung, sondern bestenfalls eine Schmerzreduktion (White et al. 1995, Rittershaus 2009, Schiele 2010). In der Schweiz und auch in Deutschland kommt eine Inhalationsnarkose mit Isofluran mit speziell dafür entwickelten Anästhesiegeräten (Jäggin und Burren 2008) zum Einsatz, die bei korrekter Anwendung eine ausreichende Analgesie und Anästhesie bewirken kann (Enz et al. 2013a). Dies bedeutet allerdings einen deutlich erhöhten Arbeits- und Zeitaufwand im Vergleich zu anderen Methoden (Enz et al. 2013a, Steigmann 2013). In Österreich ist Isofluran derzeit nicht für das Schwein zugelassen und birgt zudem gesundheitliche Risiken für die AnwenderInnen; Landwirte in der Schweiz klagen u.a. über Kopfschmerzen und Schwindel während und unmittelbar nach der Kastration mit Isofluran (Enz et al. 2013a). Die nötigen Geräte haben weiters einen hohen Anschaffungspreis und sind daher gerade in der kleinstrukturierten österreichischen Landwirtschaft für die meisten Betriebe unerschwinglich. Weiters sind volatile Anästhetika dafür bekannt, klimaschädlich zu sein und den Treibhauseffekt zu beschleunigen, weshalb ihre Anwendung minimiert werden sollte (Sulbaek Andersen et al. 2012).

Eine wirksame Betäubung, wie im Gesetz für Tiere über 7 Lebenstage gefordert, kann außerdem in der Regel per Injektionsnarkose erreicht werden, dafür sind beim Schwein die Präparate Ketamin und Azaperon zugelassen, evtl. in Kombination mit Butorphanol (Enz et al. 2013b). Diese Methode erzielt eine gute Wirkung, hat allerdings auch Nachteile wie langen Nachschlaf, ein Absinken der Körpertemperatur um mehrere Grad Celsius, sowie weniger Säugezeit nach der Kastration (Schmidt et al. 2012, Enz et al. 2013b). In dieser Phase ist zudem ein erhöhter Arbeitsaufwand durch den Landwirt nötig, um Tierverlusten vorzubeugen. Bei geringeren Dosierungen fallen diese Nachteile weniger schwer ins Gewicht, allerdings bleibt der gewünschte Effekt aus; selbiges gilt für die intranasale (i.n.) Applikation der Sedativa/Anästhetika. Eine Studie mit Midazolam (0,2mg/kg) bestätigt die Tauglichkeit der i.n. Applikation zur Sedation von Schweinen (Lacoste et al. 1999), eine Kombination aus Climazolam (1,5mg/kg), Ketamin (15mg/kg) und Azaperon (1mg/kg) wurde bereits erfolgreich von Axiak et. al. (2007) als Anästhesiemethode für die Ferkelkastration gestestet. Dabei zeigten die Ferkel stärkere Abwehrbewegungen und Vokalisation als bei intramuskulärer (i.m.) Applikation und gleicher Dosierung, dafür waren allerdings auch die Nachschlafphase und die Auskühlung der Ferkel weniger ausgeprägt (Axiak et al. 2007). Durch i.n. Applikation wird also bei gleicher Dosierung zwar nur eine geringere Analgesie und Anästhesie als bei Injektionsnarkosen erreicht, gleichzeitig werden aber auch die negativen Auswirkungen wie der lange Nachschlaft mit Wärmeverlust und fehlender Milchaufnahme reduziert. Die i.n. Anästhesie erscheint dadurch für die Praxis als geeigneter als die Injektionsnarkose, allerdings muss der Wirkungsverlust durch ergänzende Maßnahmen ausgeglichen werden. Die Qualität von Sedation und Anästhesie durch i.n. Applikation von Medikamenten bedarf daher weiterer Erforschung und Verbesserung.

Obwohl viele Alternativen zur betäubungslosen Kastration bekannt sind, ist noch keine optimale Lösung gefunden worden (Borell et al. 2009, Fredriksen et al. 2009). Im Falle der chirurgischen Kastration unter Betäubung müssen Protokolle zur wirksamen Betäubung der Ferkel entwickelt werden, die gleichzeitig möglichst geringe negative Auswirkungen auf die Tiere haben. Sie müssen zudem praxistauglich und wirtschaftlich verträglich sein, ohne die gewünschte Wirksamkeit zu verlieren.

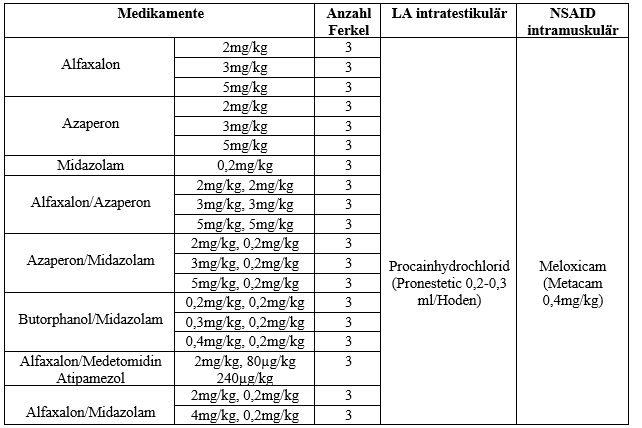
Das Ziel der vorliegenden Pilotstudie ist die Überprüfung der Kombination aus Sedation bzw. allgemeiner Anästhesie, Lokalanästhesie (LA) und postoperativer Analgesie durch nichtsteroidale Antiphlogistika auf ihre Tauglichkeit zur Schmerzausschaltung bei der Kastration männlicher Ferkel. Dabei soll neben der üblichen i.m. Anwendung zudem die i.n. Applikation der Sedativa/Anästhetika getestet werden. Weiteres Ziel ist eine akzeptable Nachschlafdauer, sodass die Ferkel etwa eine Stunde nach der Kastration wieder aktiv am Gesäuge der Muttersau zu finden sind.

# Material und Methode

Für diesen Versuch wurden männliche Ferkel (Hausschwein, Art Sus scrofa domestica) im Alter von vier bis sieben Tagen verwendet werden, da die Kastration männlicher Ferkel üblicherweise in diesem Zeitraum stattfindet. Der Versuch wurde am universitätseigenen Ferkelproduktionsbetrieb (VETFarm – Medau) durchgeführt, der im 5-Wochen-Rhythmus produziert und daher alle fünf Wochen ausreichend männliche Ferkel zur Verfügung stellen kann. Der Versuch wurde in zwei Phasen durchgeführt werden: in Phase 1 wurden unterschiedliche Kombinationen aus Sedativa und Anästhetika (Abbildung 1) i.n. an Ferkel verabreicht, um ihre generelle Eignung für diese Applikationsart zu testen. Die vielversprechendsten Kombinationen wurden dann in der Phase 2 an einer größeren Anzahl von Ferkeln im Vergleich zur i.m. Applikation untersucht.

Da noch nicht alle der verwendeten Substanzen zu diesen Zwecken an Ferkeln erprobt sind, wurden zur Optimierung der Dosierungen die Medikamente/Kombinationen in Phase 1 in Untergruppen unterteilt – pro Untergruppe wurden 3 Tiere verwendet (Abbildung 1). Die Midazolam-Gruppe musste nicht in Untergruppen geteilt werden – hier gab es bereits eine Studie zur optimalen i.n. Dosis (L. Lacoste et al. 2000); ebenso bei der Gruppe Alfaxalon/Medetomidin/Atipamezol (Jaudszims 2017). Die Gruppe Alfaxalon/Midazolam wurde nur in zwei Untergruppen unterteilt, da es auch hier bereits bestehende Literatur zur Dosierung gab (Jaudszims 2017, Vullo et al. 2019). Sämtliche Dosierungen wurden auf Basis früherer Publikationen ausgewählt (Amirtahmaseb 2015, Axiak et al. 2007, Berchtold 2015, Bigby et al. 2017, Brodbelt und Taylor 1999, Hancock et al. 2018, Heinonen et al. 2009, Jaudszims 2017, L. Lacoste et al. 2000, Santos González et al. 2013, Vullo et al. 2019). Die vielversprechendsten Kombinationen wurden dann in Phase 2 an einer größeren Tierzahl in einem Vergleich der Applikationsarten i.n. versus i.m. getestet. In Phase 2 wurden nur jene Kombinationen aufgenommen, deren Wirksamkeit als „gut“ eingestuft wurden. Pro Gruppe kam nur eine Untergruppe weiter in die zweite Phase; sollten sich mehrere Untergruppen als tauglich erweisen, wurde daraus jene mit der niedrigsten Dosierung ausgewählt. Für Phase 2 waren pro Gruppe 10 Tiere eingeplant, was in bereits publizierten Studien zu statistisch signifikanten Ergebnissen führte (Hancock et al. 2018, Heinonen et al. 2009, L. Lacoste et al. 2000, Sutherland et al. 2010).

Abbildung 1 Zu testende Wirkstoffe / Wirkstoffkombinationen



Zunächst wurde die Wirksamkeit von acht Wirkstoffen bzw. Wirkstoff-Kombinationen nach i.n. Applikation getestet (Tabelle 1), um ihre Eignung für diese Applikationsart zu untersuchen. Zur i.n. Applikation wurde ein sog. „mucosal atomization device“ (LMA MAD NasalTM, Teleflex Medical GmbH) zur Zerstäubung der Flüssigkeit direkt in das Nasenloch verwendet. Bei allen Medikamenten oder Kombinationen wurde zusätzlich eine intratestikuläre (i.t.) LA angewendet, die zur Verminderung der Schmerzen durch die Injektion erst nach Eintritt der Anästhesiewirkung durchgeführt wurde. Für postoperative Analgesie wurde ein nichtsteroidales Antiphlogistikum (NSAID) verabreicht.

## Phase 1

In der ersten Phase des Versuchs wurden die unterschiedlichen Kombinationen aus Sedativa und Anästhetika ausschließlich i.n. den Ferkeln verabreicht, um ihre Eignung für diese Applikationsart zu testen. Da einige der verwendeten Sedativa/Anästhetika derzeit für eine Verwendung beim Schwein nicht zugelassen sind und Daten zur Wirksamkeit nach einer i.n. Applikation fehlen, wurden unterschiedliche Dosierungen dieser Medikamente/Kombination auf ihre Wirksamkeit getestet (Abbildung 2). Die ursprünglichen 6 Kombinationen wurden auf 8 Kombinationen erweitert (Gruppe 7: Alfaxalon/Medetomidin/Atipamezol; Gruppe 8: Alfaxalon/Midazolam) da diese Kombinationen bewährte Sedativa bei anderen Tierarten sind. Zum Testen der unterschiedlichen Dosierungen wurde jeweils mit der höchsten Dosierung begonnen, zeigte diese eine Wirksamkeit, wurde die nächst niedrigere Dosierung getestet.

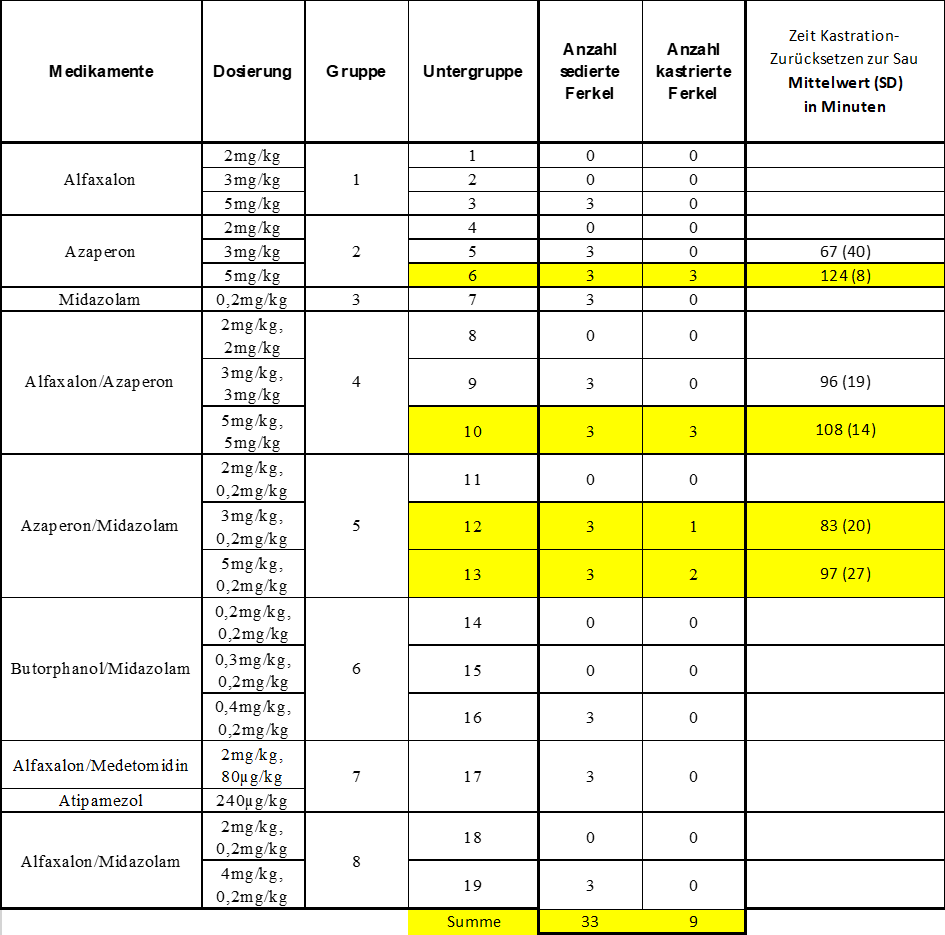
Die männlichen Ferkel des jeweiligen Wurfes wurden zu Beginn gewogen und individuell mit einer fortlaufenden ID Nummer gekennzeichnet und der jeweiligen Medikamentengruppe/Dosierung zugeordnet. Im Anschluss wurden diese Ferkel in das geschlossene Ferkelnest zurückgesetzt und nach 30 Minuten wurde die i.n. Medikation verabreicht. Diese 30-minütige Ruhezeit diente den Ferkeln dazu, sich wieder zu beruhigen, da das Wiegen und Markieren für die Tiere Stress darstellten, die Wirksamkeit der Medikamente nach einer i.n. Applikation allerdings an nicht-gestressten Tieren beurteilt werden sollte. 10 Minuten nach der i.n. Applikation wurde die Wirksamkeit der Sedierung beurteilt. Im Vorfeld wurde festgelegt, dass Ferkel mit einer nicht ausreichenden Sedierungstiefe (starke Abwehrbewegungen und Vokalisation bei Fixierung) nicht kastriert werden. War die Sedierung ausreichend (keine Abwehrbewegungen und keine Vokalisation bei Fixierung), wurde das LA i.t. appliziert und nach 2-minütiger Wartezeit wurden die Ferkel kastriert. Sowohl bei der Applikation des LA als auch bei der Kastration wurde das Ausmaß an Abwehrbewegungen und Vokalisation gescort und zusätzlich auf Video festgehalten. Jedes kastrierte Ferkel erhielt eine i.m. Gabe Meloxicam (0,4 mg/kg) vor dem Zurücksetzen ins Ferkelnest. Die Aufwachphase verbrachten die Tiere im geschlossenem Ferkelnest und nach Abklingen der Sedierung wurden die Tiere zurück zur Sau gesetzt. Die Dauer der Aufwachphase wurde dokumentiert und auf Video festgehalten.

Abbildung 2 Gruppen und Untergruppen der unterschiedlichen Medikamente und Dosierungen

Gruppen und Untergruppen der unterschiedlichen Medikamente und Dosierungen

Im **ersten Durchgang** der **Phase 1** wurden hierfür 5 Tage alte männliche Ferkel (n= 33) aus 6 Würfen mit den unterschiedlichen Medikamentenkombinationen/Dosierungen (n=3 je Kombination und Dosierung) sediert; lediglich bei 9 Tieren war die Sedierungstiefe ausreichend für die Applikation des LA und die anschließende Kastration (Abbildung 3). Eine ausreichende Sedierungstiefe konnte nur bei jenen Medikamentenkombinationen erzielt werden, welche Azaperon enthielten (Untergruppe 6, 10 und 13), deshalb wurden die Untergruppen 5, 9 und 12 ebenfalls getestet. Bei der nächst niedrigeren Dosierung zeigte lediglich ein Tier aus der Untergruppe 12 eine ausreichende Sedierungstiefe für die Applikation des LA. Bei allen anderen Medikamenten/Kombinationen konnte selbst mit der höchsten Dosierung keine ausreichende Sedierung der Ferkel erreicht werden.

Abbildung 3 Zu testende Medikamente/Medikamentenkombinationen bei 5 Tage alten Ferkeln; Gelb unterlegt sind jene Untergruppen, welche eine ausreichende Sedierungstiefe für die Applikation des LA lieferten. Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau (Aufwachphase) ist als Mittelwert (n=3) und Standardabweichung (SD) in Minuten angegeben.



Die Dokumentation der Aufwachphase erfolgte im ersten Durchgang aufgrund der Covid-19 Situation (nur eine begrenzte Anzahl an Mitarbeitern waren verfügbar) ausschließlich über das Videomaterial. Daher ist davon auszugehen, dass die tatsächliche Aufwachdauer kürzer gewesen wäre, wäre eine zusätzliche Person vor Ort gewesen, die die Tiere beobachtet hätte. Dies wurde im zweiten Durchgang so durchgeführt und die Aufwachzeiten der Ferkel waren deutlich kürzer, was lediglich auf die Methode der Überwachung zurückzuführen ist.

Im **zweiten Durchgang** der **Phase 1** wurden dieselben Medikamentenkombinationen und Dosierungen an 19 Tage alten Ferkel nochmals getestet. Bis auf das Alter der Tiere war der Versuchsaufbau identisch zum ersten Durchgang. Insgesamt wurden 33 Ferkel aus 7 Würfen mit den unterschiedlichen Medikamentenkombinationen/Dosierungen (n=3 pro Kombination/Dosierung) sediert. Nur bei 6 Tieren war die Sedierungstiefe ausreichend für die Applikation des LA und die anschließende Kastration (Abbildung 4). Gleich wie im ersten Durchgang, konnten auch bei älteren Tieren nur bei jenen Medikamentenkombinationen eine ausreichende Sedierungstiefe erreicht werden, welche Azaperon enthielten (Untergruppe 6, 10 und 13); deshalb wurden die Untergruppen 5, 9 und 12 ebenfalls getestet. Bei dieser nächst niedrigeren Dosierung zeigte sich bei einem Tier aus Untergruppe 5 eine ausreichende Sedierungstiefe für die Applikation des LA. Bei allen anderen Medikamenten/Kombinationen konnte auch bei älteren Tieren keine ausreichende Sedierung der Ferkel nach einer intranasalen Applikation erreicht werden.

Die Aufwachphase (Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau) wurde im zweiten Durchgang zusätzlich zur Videodokumentation von einer Person überwacht. Waren die Ferkel auf Stimulation geh- und stehfähig wurden sie zurück zur Sau gesetzt.

Abbildung 4 Zu testende Medikamente/Medikamentenkombinationen bei 19 Tage alten Ferkeln; Gelb unterlegt sind jene Untergruppen, welche eine ausreichende Sedierungstiefe für die Applikation des LA lieferten. Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau (Aufwachphase) ist als Mittelwert (n=3) und Standardabweichung (SD) in Minuten angegeben.

Zu testende Medikamente/Medikamentenkombinationen bei 19 Tage alten Ferkeln; Gelb unterlegt sind jene Untergruppen, welche eine ausreichende Sedierungstiefe für die Applikation des LA lieferten. Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau (Aufwachphase) ist als Mittelwert (n=3) und Standardabweichung (SD) in Minuten angegeben.

## Phase 2

In **Phase 2** wurde die Wirksamkeit der unterschiedlichen Medikamentenkombinationen bei **i.m.** und **i.n.** Applikation verglichen. Basierend auf den Daten von Phase 1, wurden nur jene Medikamentenkombinationen und Dosierungen ausgewählt, welche in Durchgang 1 und 2 von Phase 1 bei der i.n. Applikation eine gute Sedierung erzielen konnten. Dies waren die **Untergruppe 6** (Azaperon, 5mg/kg), **10** (Alfaxalon 5mg/kg / Azaperon 5mg/kg) und **13** (Azaperon 5mg/kg / Midazolam 0,2mg/kg) (Abbildung 2).

Phase 1 zeigte, dass Procain als LA nicht die gewünschte lokale Schmerzausschaltung am Hoden bzw. im Samenstrang liefert. Aus diesem Grund entschied man sich in Phase 2 dazu, Lidocain mit Epinephrin zur LA zu verwenden und die Wartezeit zwischen i.t. Applikation und Schmerzsetzung (Hautschnitt) von 2 Minuten auf 25 Minuten zu erweitern. Das applizierte Volumen von 0,3 ml LA/Hoden wurde beibehalten, zusätzlich wurde jedoch nach der i.t. Applikation, beim Herausziehen der Kanüle, ein subcutanes Depot von weiteren 0,3 ml LA/Hoden gespritzt um die Hautpartie rund um den Hautschnitt besser zu anästhesieren. Das Verabreichen einer größeren Menge an LA war aufgrund der Größer der Tiere und der Hoden nicht möglich (Gefahr der Hodenruptur).

Für Phase 2 wurden männliche Saugferkel im Alter von 4 - 7 Tagen verwendet. Die männlichen Ferkel des jeweiligen Wurfes wurden zu Beginn gewogen und individuell mit einer fortlaufenden ID Nummer gekennzeichnet und der jeweiligen Medikamentengruppe/Applikationsart zugeordnet. Im Anschluss wurden diese Ferkel in das geschlossene Ferkelnest zurückgesetzt und nach 30 Minuten wurde die i.n. oder die i.m. Medikation verabreicht. Diese 30-minütige Ruhezeit diente den Ferkeln dazu, sich wieder zu beruhigen, da das Wiegen und Markieren für die Tiere Stress darstellten, die Wirksamkeit der Medikamentenkombinationen/Applikationsarten allerdings an nicht-gestressten Tieren beurteilt werden sollte. 10 Minuten nach der i.n./i.m. Applikation wurde die Wirksamkeit der Sedierung beurteilt. Unmittelbar im Anschluss wurde das LA i.t. appliziert und nach 25-minütiger Wartezeit wurden die Ferkel kastriert. Sowohl bei der Applikation des LA als auch bei der Kastration wurde das Ausmaß an Abwehrbewegungen und Vokalisation gescort und zusätzlich auf Video festgehalten. Jedes kastrierte Ferkel erhielt eine i.m. Gabe Meloxicam (0,4 mg/kg) vor dem Zurücksetzen ins Ferkelnest. Die Aufwachphase verbrachten die Tiere im geschlossenem Ferkelnest und nach Abklingen der Sedierung wurden die Tiere zurück zur Sau gesetzt. Die Dauer der Aufwachphase wurde dokumentiert und auf Video festgehalten.

# Ergebnisse

## Phase 1

Im **ersten Durchgang** von **Phase 1,** zeigten trotz i.t. Applikation des LA und 2-minütiger Wartezeit, 3 von 9 Tieren einmalige und 6 von 9 Tieren mehrmalige Abwehrbewegungen und Vokalisation während des Hautschnittes. Beim Absetzen des Hodens zeigten 6 von 9 Tieren durchgehend Abwehrbewegungen und Vokalisation. Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls OHNE Manipulation fiel bei 9 von 9 Tieren mit „gut“ aus. Jedoch MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) wurde das Narkoseprotokoll bei 4 von 9 Tieren als „schlecht“ bewertet und bei den restlichen 5 Tieren mit „mäßig“ gescort (Abbildung 5).

Die Mittelwerte der Aufwachphase variierten je nach Gruppe zwischen 67 – 124 Minuten mit einer teils hohen Standardabweichung, was auf hohe interindividuelle Unterschiede hindeutet. Jedoch zeigte sich, dass Tiere mit hohen Dosierungen zu einer längeren Nachschlafphase tendieren (Abbildung 3). Dabei gilt jedoch zu bedenken, dass die Aufwachzeiten kürzer gewesen wären, wäre eine zusätzliche Person vor Ort gewesen.

Im **zweiten Durchgang** von **Phase 1**, zeigten nach der i.t. Applikation des LA (0,4 ml/ Hoden) und einer 2-minütigen Wartezeit 6 von 6 Tieren mehrmalige Abwehrbewegungen und Vokalisation während des Hautschnittes. Beim Absetzen der Hoden zeigten ebenfalls 6 von 6 Tieren durchgehende Abwehrbewegungen und Vokalisation. Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls OHNE Manipulation fiel bei 3 von 6 Tieren mit „gut“ aus, bei den restlichen 3 Tieren wurde der Score „mäßig“ vergeben. Jedoch MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) wurde das Narkoseprotokoll bei allen 6 Tieren als „schlecht“ bewertet (Abbildung 6). Die Mittelwerte der Aufwachphase variierten je nach Gruppe zwischen 26 und 69 Minuten. Auch im zweiten Durchgang zeigte sich, dass Tiere mit höheren Dosierungen zu einer längeren Aufwachphase tendierten (Abbildung 4).

Abbildung 5 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation von 5 Tage alten Ferkeln während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls ohne und mit Manipulation; Tieren, welche bei der Fixierung durchgehende Abwehrbewegungen und Vokalisation zeigten, wurde kein LA verabreicht bzw. wurden diese nicht kastriert.

Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation von 5 Tage alten Ferkeln während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls ohne und mit Manipulation; Tieren, welche bei der Fixierung durchgehende Abwehrbewegungen und Vokalisation zeigten, wurde kein LA verabreicht bzw. wurden diese nicht kastriert

Abbildung 6 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation bei 19 Tage alten Ferkeln während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls ohne und mit Manipulation; Tieren, welche bei der Fixierung durchgehende Abwehrbewegungen und Vo kalisation zeigten, wurde kein LA verabreicht bzw. wurden diese nicht kastriert.

6 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation bei 19 Tage alten Ferkeln während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls ohne und mit Manipulation; Tieren, welche bei der Fixierung durchgehende Abwehrbewegungen und Vo kalisation zeigten, wurde kein LA verabreicht bzw. wurden diese nicht kastriert

## Phase 2

Im **ersten Durchgang** in **Phase 2** wurden insgesamt 60 (n = 60) männliche Saugferkel (4-7 Tage alt) aus 10 Würfen für die verschiedenen Medikamentenkombinationen (Untergruppe 6, 10, 13) und Applikationen (i.m. und i.n.) verwendet (n= 10 je Untergruppe und Applikationsart).

In **Untergruppe 6** (Azaperon 5mg/kg) zeigten bei der i.n. Applikation 6/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 8/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 5/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 4/10 Tiere durchgehende Vokalisation, beim Absetzen der Hoden zeigten 4/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 5/10 Tiere durchgehende Vokalisation. Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) fiel lediglich bei 1/10 Tiere mit „gut“ aus. Bei 2/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 7/10 Tieren wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 7). Die Nachschlafphase, also die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau, war mit 14 ± 12 Minuten relativ kurz.

Bei der i.m. Applikation zeigten 1/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 2/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 7/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 5/10 Tiere keineVokalisation, jedoch zeigten 4/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 1/10 Tiere durchgehende Vokalisation beim Absetzen der Hoden (Abbildung 7). Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) konnte bei keinem Tier mit „gut“ bewertet werden. Bei 6/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 4/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Tabelle 2). Die Nachschlafphase war mit 53± 26 Minuten deutlich länger als bei der i.n. Applikation der Untergruppe 6.

In **Untergruppe 10** (Alfaxalon 5mg/kg / Azaperon 5mg/kg) zeigten bei der i.n. Applikation 6/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 7/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 1/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 2/10 Tiere durchgehende Vokalisation, beim Absetzen der Hoden zeigten 2/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 2/10 Tiere durchgehende Vokalisation. Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) konnte bei keinem Tier mit „gut“ bewertet werden. Bei 3/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 7/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 8). Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau, war mit 11 ± 14 Minuten kürzer als bei der i.m. Applikation.

Bei der i.m. Applikation zeigten 1/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 1/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 6/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 10/10 Tiere keine Vokalisation, beim Absetzen der Hoden zeigte 1/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 3/10 Tiere mehrmalige Vokalisation (Abbildung 8). Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) wurde bei 3/10 Tiere mit „gut“ bewertet werden. Bei 4/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 3/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 8). Die Nachschlafphase war mit 29± 43 Minuten deutlich länger als bei der i.n. Applikation der Untergruppe 10.

In **Untergruppe 13** (Azaperon 5mg/kg / Midazolam 0,2mg/kg) zeigten bei der i.n. Applikation 5/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 6/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 3/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 4/10 Tiere durchgehende Vokalisation, beim Absetzen der Hoden zeigten 4/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 3/10 Tiere durchgehende Vokalisation. Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) konnte bei keinem Tier mit „gut“ bewertet werden. Bei 1/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 9/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 9). Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau, war mit 12 ± 14 Minuten kürzer als bei der i.m. Applikation.

Bei der i.m. Applikation zeigten 2/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 1/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 7/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 9/10 Tiere keine Vokalisation, beim Absetzen der Hoden zeigten lediglich 2/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 7/10 Tieren keine Vokalisation (Abbildung 9). Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) wurde bei 2/10 Tiere mit „gut“ bewertet werden. Bei 5/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 3/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 9). Die Nachschlafphase war mit 58± 71 Minuten deutlich länger als bei der i.n. Applikation der Untergruppe 13.

Abbildung 7 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 6 (Azaperon 5mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 6 (Azaperon 5mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Abbildung 8 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 10 (Alfaxalon 5mg/kg + Azaperon 5mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 10 (Alfaxalon 5mg/kg + Azaperon 5mg/kg) ohne und mit Manipulation

Abbildung 9 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 13 (Azaperon 5mg/kg + Midazolam 0,2mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 13 (Azaperon 5mg/kg + Midazolam 0,2mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Zusammengefasst kann gesagt werden, dass die i.n. Applikation der unterschiedlichsten Medikamentenkombinationen in den hohen Dosierungen auch bei einer größeren Tierzahl nicht den gewünschten sedierenden Effekt für die Verabreichung des LA und die anschließende Kastration erzielen konnte. Die Wirksamkeit der unterschiedlichen i.n. Narkoseprotokolle bei Manipulation wurde überwiegend als „schlecht“ bewertet. Wie schon im Zwischenbericht ersichtlich wurde, stellt die i.n. Applikation aufgrund mehrerer Faktoren keine praxistaugliche Alternative dar: 1) die Größe der im Handel erhältlichen Zerstäuberaufsätze ermöglichen keinen ordnungsgemäßen Ansatz auf die kleinen Nasenlöcher 4-7 Tage alter Ferkel. Bei Abwehrbewegungen des Kopfes der Tiere verrutscht der Adapter schnell und ein fachgerechtes i.n. Applizieren der Medikamente ist nicht oder nur schwer möglich, 2) die teils sehr großen Volumina der zu verabreichenden Medikamente (vor allem Alfaxalon) führten dazu, dass ein Großteil des Medikaments abgeschluckt wurde oder es kam zum Ausniesen. Auch das Aufteilen der großen Volumina auf zwei Nasenlöcher brachte hier keine Verbesserung.

Die kurze Nachschlafphase bei der i.n. Applikation, also die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau, lässt sich dadurch erklären, dass die Tiere von Beginn an nicht oder nur kaum sediert waren. Die Tatsache, dass i.n. sedierte Ferkel bereits auf die bloße Fixierung und auf den Zehenkniff mit starken Abwehrbewegungen und Vokalisation reagierten, unterstützt diese Annahme. Bei der i.m. Applikation der unterschiedlichen Medikamente/Medikamentenkombination, zeigten die Tiere teils deutlich bessere Scoringwerte als bei der i.n. Applikation. Allerdings war die Nachschlafphase dann so lange, dass die Ferkel teils mehrere Stunden nicht zur Sau zurückgesetzt werden konnten. Somit stellt die i.m. Applikation der hohen Dosierungen der Medikamente Azaperon, Azaperon + Alfaxalon und Azaperon + Midazolam keine akzeptable, praxistaugliche Alternative zur herkömmlichen Ferkelkastration dar. Aufgrund der guten sedierenden Wirkung der i.m. verabreichten Untergruppen 6, 10 und 13 entschied man sich dazu, die niedrigeren Dosierungen dieser Medikamentenkombination zu testen. Es galt herauszufinden, ob niedrigere Dosierungen die Nachschlafphase verkürzen, bei gleichzeitigem Erhalt der guten sedierenden Wirkung.

Daher wurden im **zweiten Durchgang** in **Phase 2** nochmals insgesamt 60 (n = 60) männliche Saugferkel (4-7 Tage alt) aus 9 Würfen verwendet. Die verschiedenen Medikamentenkombinationen und Dosierungen (Untergruppe 4, 5, 8, 9, 11 und 12; n= 10 je Untergruppe) wurden nun ausschließlich i.m verabreicht. Das restliche Versuchssetting war unverändert und glich dem ersten Durchgang in Phase 2.

**Untergruppe 4** (Azaperon 2mg/kg) und **Untergruppe 5** (Azaperon 3mg/kg):

In Untergruppe 4 zeigten 1/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 5/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. In Untergruppe 5 zeigten 0/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 3/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 2/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 1/10 Tiere durchgehende Vokalisation in Untergruppe 4 und beim Absetzen der Hoden zeigten 4/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 0/10 Tiere durchgehende Vokalisation. In Untergruppe 5, zeigten 9/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 1/10 Tiere durchgehende Vokalisation beim Hautschnitt, und beim Absetzen der Hoden zeigten 2/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 1/10 Tiere durchgehende Vokalisation (Abbildung 10).

Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) konnte in Untergruppe 4 bei keinem Tier mit „gut“ bewertet werden. Bei 6/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 4/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 10). In Untergruppe 5, konnte die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) bei 1/10 Tiere mit „gut“ bewertet werden. Bei 8/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 1/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 10). Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau, war in Untergruppe 4 mit 21 ± 20 Minuten fast gleich lange wie in Untergruppe 5, wo die Nachschlafphase 23 ± 25 Minuten war.

**Untergruppe 8** (Alfaxalon 2mg/kg + Azaperon 2mg/kg) und **Untergruppe 9** (Alfaxalon 3mg /kg + Azaperon 3mg/kg):

In Untergruppe 8 zeigte kein Tier starke Abwehrbewegungen jedoch 3/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. In Untergruppe 9 zeigten ebenfalls kein Tier starke Abwehrbewegungen und 8/10 Tiere keine Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 7/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 5/10 Tiere keine Vokalisation in Untergruppe 8; beim Absetzen der Hoden zeigten jedoch 6/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 5/10 Tiere mehrmalige Vokalisation. In Untergruppe 9, zeigten 6/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 8/10 Tiere keine Vokalisation beim Hautschnitt; beim Absetzen der Hoden zeigten jedoch 5/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 6/10 Tiere mehrmalige Vokalisation (Abbildung 11).

Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) konnte in Untergruppe 8 bei keinem Tier mit „gut“ bewertet werden. Bei 5/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 5/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 11). In Untergruppe 9, konnte die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) bei 2/10 Tiere mit „gut“ bewertet werden. Bei 8/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 0/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 11). Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau, war in Untergruppe 8 mit 12 ± 11 Minuten etwas kürzer als in Untergruppe 9, wo die Nachschlafphase 32 ± 16 Minuten dauerte.

**Untergruppe 11** (Azaperon 2mg/kg + Midazolam 0,2mg/kg) und **Untergruppe 12** (Azaperon 3mg /kg + Midazolam 0,2mg/kg):

In Untergruppe 11 zeigten 1/10 Tiere starke Abwehrbewegungen und 1/10 Tiere durchgehende Vokalisation bei der Applikation des LA. In Untergruppe 12 zeigten 2/10 Tiere starke Abwehrbewegungen; 7/10 Tiere zeigten jedoch keine Vokalisation bei der Applikation des LA. Beim Hautschnitt zeigten 7/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 8/10 Tiere keine Vokalisation in Untergruppe 11; beim Absetzen der Hoden zeigten jedoch 4/10 Tiere starke Abwehrbewegungen; 6/10 Tiere zeigten dabei keine Vokalisation. In Untergruppe 12, zeigten 8/10 Tiere keine Abwehrbewegungen und 9/10 Tiere keine Vokalisation beim Hautschnitt; beim Absetzen der Hoden zeigten jedoch 7/10 Tiere mehrmalige Abwehrbewegungen und 4/10 Tiere einmalige Vokalisation (Abbildung 12).

Die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) konnte in Untergruppe 11 bei 3/10 Tiere mit „gut“ bewertet werden. Bei 7/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 0/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 12). In Untergruppe 12, konnte die gesamte Beurteilung des Narkoseprotokolls MIT Manipulation (Fixierung und Kastration) bei 7/10 Tiere mit „gut“ bewertet werden. Bei 3/10 Tiere wurde das Narkoseprotokoll mit „mäßig“ beurteilt und bei 0/10 Tiere wurde der Score „schlecht“ vergeben (Abbildung 12). Die Zeit zwischen Kastration und Zurücksetzen zur Sau, war in Untergruppe 11 mit 80 ± 35 Minuten etwas kürzer als in Untergruppe 12, wo die Nachschlafphase 110 ± 29 Minuten dauerte. Insgesamt war die Nachschlafphase in Untergruppe 11 und 12 deutlich länger als in den Untergruppen 4, 5, 8 und 9.

Abbildung 10 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 4 (Azaperon 2mg/kg) und 5 (Azaperon 3mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 4 (Azaperon 2mg/kg) und 5 (Azaperon 3mg/kg) ohne und mit Manipulation

Abbildung 11 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 8 (Alfaxalon 2mg/kg +Azaperon 2mg/kg) und 9 (Alfaxalon 3mg/kg + Azaperon 3mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 8 (Alfaxalon 2mg/kg +Azaperon 2mg/kg) und 9 (Alfaxalon 3mg/kg + Azaperon 3mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Abbildung 12 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 11 (Azaperon 2mg/kg +Midazolam 0,2mg/kg) und 12 (Azaperon 3mg/kg + Midazolam 0,2mg/kg) ohne und mit Manipulation.

Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 11 (Azaperon 2mg/kg +Midazolam 0,2mg/kg) und 12 (Azaperon 3mg/kg + Midazolam 0,2mg/kg) ohne und mit Manipulation

# Interpretation

## Phase 1

Die durchgehenden Abwehrbewegungen und Vokalisationen während der Kastration legen den Schluss nahe, dass die Schmerzausschaltung durch das LA nicht ausreichend gegeben war. Dabei gilt zu berücksichtigen, dass durch die i.n. verabreichten Medikamente lediglich eine Sedierung der Tiere erzielt werden sollte, während die lokale Schmerzausschaltung durch die Applikation von Procain in den Hoden erreicht werden sollte. Ein Grund warum die Schmerzausschaltung durch das LA nicht den gewünschten Effekt zeigte, könnte die kleine Menge sein (0,3ml), welche pro Hoden appliziert wurde. Das Applizieren einer größeren Menge LA war allerdings nicht möglich, da die kleinen Hoden der wenigen Tage alten Ferkel ansonsten auseinanderzuplatzen drohten. Es gilt in jedem Fall zu bedenken, dass die Applikation in den Hoden einen schmerzhaften Eingriff darstellt, daher sollte diese Applikation unter der sedativen Wirkung der i.n. verabreichten Medikamente erfolgen. Die Optimierung der lokalen Schmerzausschaltung war in jedem Fall unumgänglich und wurde in Phase 2 umgesetzt. Eine mögliche Verbesserung der Wirkung bei einer längeren Wartezeit zwischen Applikation und Hautschnitt war denkbar, ebenso das Verwenden größerer Volumina oder die Applikation in den Hoden und in den Hodensack. Zusätzlich wurde Lidocain, nicht nur Procain, getestet.

Mehrere Gründe könnten die nicht ausreichende Wirkung von Alfaxalon erklären: Alfaxalon ist zurzeit nur unter dem Handelsnamen Alfaxan ® (10mg/ml) erhältlich. Diese Konzentration bedingt ein großes Volumen welches den Ferkeln i.n. verabreicht werden muss. In Phase 1 hat sich gezeigt, dass es bei der i.n. Vernebelung von großen Volumina (> 0,5 ml) häufig zum Abschlucken oder zum Ausniesen der Flüssigkeit kommt. Außerdem ist es aufgrund von heftigen Abwehrbewegungen des Kopfes äußerst schwierig große Mengen zu applizieren und es konnte nicht garantiert werden, dass immer das gesamte Volumen verabreicht wurde. Hinzu kam, dass die verwendeten nasalen Zerstäuber (LMA MAD NasalTM, Teleflex Medical GmbH) für die doch sehr kleinen Nasenlöcher der Ferkel etwas zu groß waren und nicht immer ordnungsgemäß angesetzt werden konnten und es leichter zu einem Abrutschen kam, wenn die Ferkel den Kopf bewegten.

Eine weitere Überlegung warum es bei den Untergruppen 3, 7, 16, 17 und 19 zu keiner Sedierung kam, könnte die Tatsache sein, dass neugeborene Tiere die verwendeten Medikamente anders verstoffwechseln als ältere Tiere. Aufgrund dieser Annahme, entschied man sich dazu das gleiche Versuchssetting bei 3 Wochen alten Ferkeln noch einmal durchzuführen.

Die durchgehenden Abwehrbewegungen und Vokalisation im zweiten Durchgang von Phase 1 während der Kastration legten den Schluss nahe, dass auch bei älteren Tieren die Schmerzausschaltung durch das LA nicht ausreichend gegeben war und dass die anästhetische bzw. analgetische Wirkung einiger Medikamente (z.B. Alfaxalon, Medetomidin, Butorphanol) sich nicht einstellte.

Auch beim zweiten Durchgang von Phase 1 mit den älteren Tieren, war man mit den Problemen des ersten Durchgangs konfrontiert. Die teils sehr großen Volumina der zu verabreichenden Medikamente (vor allem Alfaxalon) führten dazu, dass ein Großteil des Medikaments abgeschluckt wurde oder es kam zum Ausniesen. Obwohl die Tiere mit 19 Tagen schon deutlich schwerer und größer waren als im ersten Durchgang, war der intranasale Zerstäuberaufsatz noch immer recht groß und konnte nicht immer ordnungsgemäß am Nasenloch angesetzt werden. Dies hatte zur Folge, dass bei Abwehrbewegungen des Kopfes der Adapter vom Nasenloch leicht abrutschte und man nicht immer sicherstellen konnte, dass die gesamte Flüssigkeit i.n. vernebelt wurde. Hinzu kam, dass die 19 Tage alten Ferkel die i.n. Applikation schlechter tolerierten als im ersten Durchgang und sich aufgrund ihrer Körpergröße wehrhafter zeigten.

Trotz Erhöhung der Menge des applizierten LA (0,4 ml pro Hoden) konnte keine Schmerzausschaltung erreicht werden. Ebenfalls konnte keine ausreichende bzw. bessere anästhetische und analgetische Wirkung einiger Medikamente (z.B. Alfaxalon, Medetomidin, Butorphanol) erreicht werden. Die unterschiedliche Verstoffwechselung dieser Medikamente zwischen der 1. und der 3. Lebenswoche scheint keine tragende Rolle zu spielen.

Insgesamt muss der Schluss gezogen werden, dass die i.n. Applikation von Anästhetika an Ferkel nicht einfach ist und die Tiere teils starke Abwehrbewegungen zeigen. Die Praxistauglichkeit einer i.n. Applikation ist damit mehr als fragwürdig. Eine Testung der Medikamente/Medikamentenkombinationen bei i.m. Anwendung war dennoch interessant, da einige der Kombinationen durchaus vielversprechende Ergebnisse in Bezug auf eine ausreichende Sedierung bei akzeptabler Nachschlafdauer gezeigt haben. Eine Optimierung der lokalen Schmerzausschaltung im Bereich der Haut des Hodensackes, der Hoden und des Samenstranges war unbedingt erforderlich, da sich in den bisherigen beiden Versuchen klar gezeigt hat, dass zwar eine ausreichende Sedierung mit einigen Medikamenten/Medikamentenkombinationen erzielt werden konnte, jedoch keine ausreichende lokale Schmerzausschaltung im Rahmen der Kastration. Als Maßnahmen zur Optimierung der LA wurde ein anderes Präparat, sowie eine Optimierung der verabreichten Mengen und des Applikationsortes und eine Erhöhung der Wartezeit zwischen Applikation und Kastration verwendet.

## Phase 2

Die Ergebnisse aus Phase 2 zeigen, dass die i.n. Applikation von Sedativa unterschiedlicher Kombinationen und Dosierungen, keine geeignete Applikationsform darstellt. Die Gründe hierfür erscheinen vielfältig: 1) die einzigen zurzeit am Markt erhältlichen nasalen Zerstäuberaufsätze (LMA MAD NasalTM, Teleflex Medical GmbH) sind für die doch sehr kleinen Nasenlöcher 4-7 Tage alter Ferkel etwas zu groß und können nicht immer ordnungsgemäß angesetzt werden. Dies führt zu leichtem Abrutschen bei Abwehrbewegungen des Kopfes. 2) die i.n. Applikation der Medikamente war den Ferkeln sichtlich unangenehm, dies führte zu teils heftigen Abwehrbewegungen des Kopfes. Aus diesem Grund war es äußerst schwierig immer das gesamte Volumen zu applizieren. 3) aufgrund der heftigen Abwehrbewegungen ist eine gute, stabile Fixierung der Tiere, insbesondere des Kopfes, notwendig. Dies verursacht zusätzlichen Stress bei den Tieren, außerdem ist eine zusätzliche, helfende Person notwendig. 4) die i.n. Applikation größerer Volumina (> 0,5ml) führte zum Abschlucken bzw. Ausniesen der Medikamente. Das Abschlucken und Ausniesen könnte ein möglicher Grund dafür sein, warum sich bei der i.n. Applikation der gewünschte sedierende Effekt nicht einstellte.

Die i.m. Applikation der Untergruppen 6, 10 und 13 erzielten eine teils gute sedierende Wirkung für die Applikation des LA, jedoch war die lange Nachschlafphase von mehreren Stunden inakzeptable und somit nicht praxistauglich. Bei der i.m. Applikation der unterschiedlichen Medikamente/Kombinationen der niedrigeren Dosierungen (Untergruppe 4, 5, 8 und 9) war die Nachschlafphase deutlich küzer, lediglich Tiere der Untergruppe 11 und 12 zeigten Nachschlafphasen > 60 Minuten. Diese beiden Untergruppen enthielten neben Azaperon zusätzlich Midazolam. Midazolam gehört zu der Wirkstoffgruppe der kurzwirksamen Benzodiazepine und wirkt schlaffördernd, beruhigend und relaxierend auf die Skelettmuskulatur. Eine analgetische Komponente enthält dieser Wirkstoff nicht, dies erklärt die gute Beurteilung des Narkoseprotokolls OHNE Manipulation und die teils schlechten Scoringwerte bei der Beurteilung MIT Manipulation dieser Medikamentenkombination. Außerdem besitzen Benzodiazepine Suchtpotential; schon nach kurzer Anwendung kann es zur psychischen Abhängigkeit kommen. Diese Tatsache sollte berücksichtig werden bei der Entscheidung, ob dieses Narkoseprotokoll eine geeignete Alternative zur Ferkelkastration darstellt und ob dieses Medikament bedenkenlos an Landwirte abgegeben werden kann.

Eine gute sedierende Wirkung der niedrigeren Dosierungen zur i.t. Applikation des LA war nicht bei allen getesteten Untergruppen gegeben. In den Untergruppen 4, 8, 9, 11 und 12 überwog die Anzahl der Ferkel MIT Abwehrbewegungen und Vokalisation deutlich. Lediglich in Untergruppe 5 zeigten mehr als die Hälfte der getesteten Tiere keine Abwehrbewegungen. Dies legt den Schluss nahe, dass die i.t. Applikation des LA einen größeren Schmerzstimulus darstellt, als die analgesierende Wirkung der Sedativa in der Lage ist zu kompensieren. Die Tatsache, dass eine i.t. Injektion per se ein sehr schmerzhafter Vorgang ist, ist bekannt und publiziert. Nach der i.t. Applikation des LA und einer Wartezeit von 25 Minuten, stellte der Hautschnitt in allen untersuchten Untergruppen keinen allzu großen Schmerzstimulus dar. Zu erwähnen ist hierbei allerdings, dass beim Herausziehen der Nadel aus dem Hoden zusätzlich 0,3 ml LA in die Unterhaut appliziert wurde. Beim Absetzen der Hoden zeigten hingegen die Tiere in allen Untergruppen überwiegend Abwehrbewegungen und Vokalisation. Es ist somit davon auszugehen, dass 0,3ml des LA trotz längerer Wartezeit keine ausreichende Schmerzausschaltung in Hoden und Samenstrang erzielen konnte. Die Applikation einer größeren Menge an LA war aus anatomischen Gründen nicht möglich, da bereits bei 0,3ml die Hoden so prall gefüllt waren, dass es bei der Applikation einer größeren Menge zum Platzen der Tunica vaginalis gekommen wäre. Diese sehr scherzhafte Komplikation sollte unbedingt vermieden werden.

Zusammengefasst, es konnten keine praxistauglichen Alternativen für die herkömmliche Ferkelkastration im Rahmen dieses Projekts ermittelt werden. Alle untersuchten Medikamente/Kombinationen in den unterschiedlichen Dosierungen zeigten keine zufriedenstellenden Resultate in Bezug auf gute Sedierung, lokale Schmerzausschaltung am Hoden und kurze Nachschlafphase und schnelles Zurücksetzen zur Sau.

Abbildungsverzeichnis

[Abbildung 1 Zu testende Wirkstoffe / Wirkstoffkombinationen 9](#_Toc31559397)

[Abbildung 2 Gruppen und Untergruppen der unterschiedlichen Medikamente und Dosierungen 1](#_Toc31559397)1

[Abbildung 3 Zu testende Medikamente/Medikamentenkombinationen bei 5 Tage alten Ferkeln 12](#_Toc31559397)

[Abbildung 4 Zu testende Medikamente/Medikamentenkombinationen bei 19 Tage alten Ferkeln 14](#_Toc31559397)

[Abbildung 5 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation von 5 Tage alten Ferkeln während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls ohne und mit Manipulation](#_Toc31559397) 18

Abbildung 6 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation bei 19 Tage alten Ferkeln während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls ohne und mit Manipulation  [19](#_Toc31559397)

[Abbildung 7 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 6 (Azaperon 5mg/kg) ohne und mit Manipulation 22](#_Toc31559397)

[Abbildung 8 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 10 (Alfaxalon 5mg/kg + Azaperon 5mg/kg) ohne und mit Manipulation 23](#_Toc31559397)

[Abbildung 9 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppe 13 (Azaperon 5mg/kg + Midazolam 0,2mg/kg) ohne und mit Manipulation 24](#_Toc31559397)

[Abbildung 10 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 4 (Azaperon 2mg/kg) und 5 (Azaperon 3mg/kg) ohne und mit Manipulation 28](#_Toc31559397)

[Abbildung 11 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 8 (Alfaxalon 2mg/kg +Azaperon 2mg/kg) und 9 (Alfaxalon 3mg/kg + Azaperon 3mg/kg) ohne und mit Manipulation 29](#_Toc31559397)

[Abbildung 12 Scoring Abwehrbewegungen und Vokalisation während unterschiedlicher Stimuli und generelle Beurteilung des Narkoseprotokolls der Untergruppen 11 (Azaperon 2mg/kg +Midazolam 0,2mg/kg) und 12 (Azaperon 3mg/kg + Midazolam 0,2mg/kg) ohne und mit Manipulation 30](#_Toc31559397)

Literaturverzeichnis

**Amirtahmaseb, C:** Untersuchung über den Einsatz von Butorphanol zur Reduktion kastrationsbedingter Schmerzen beim Saugferkel [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität München 2015.

**Axiak, S.M./Jäggin, N./Wenger S./Doherr, M.G./Schatzmann, U:** Anaesthesia for castration of piglets: Comparison between intranasal and intramuscular application of ketamine, climazolam and azaperone. Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 2007, Bd. 149, Heft 9, S. 395–402.

**Berchtold, S:** Optimierung der Injektionsanästhesie für die Ferkelkastration [Dissertation]. Zürich: Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich 2015.

**Bigby, S.E./Carter, J.E./Bauquier, S./Beths, T.:** The use of alfaxalone for premedication, induction and maintenance of anaesthesia in pigs: a pilot study. Veterinary anaesthesia and analgesia 2017, Bd. 44, Heft 4, S. 905–909.

**von Borell, E./Baumgartner, J./Giersing, M./Jäggin, N./Prunier, A./Tuyttens, F.A.M./Edwards, S.A.:** Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. Animal : an international journal of animal bioscience 2009, Bd. 3, Heft 11, S. 1488–1496.

**Brodbelt, D.C./Taylor, P.M.:** Comparison of two combinations of sedatives before anaesthetising pigs with halothane and nitrous oxide. The Veterinary record 1999, Bd. 145, Heft 10, S. 283–287.

**Bünger, B./ Schrader, L./Schrade, H./Zacharias, B.:** Agonistic behaviour, skin lesions and activity pattern of entire male, female and castrated male finishing pigs. Applied Animal Behaviour Science 2015, Bd. 171, S. 64–68.

**EFSA:** Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of piglets. EFSA Journal 2004, Bd. 2, Heft 7.

**Enz, A./Schüpbach-Regula, G./Bettschart, R./Fuschini, E./Bürgi, E./Sidler, X.:** Erfahrungen zur Schmerzausschaltung bei der Ferkelkastration in der Schweiz Teil 1: Inhalationsanästhesie. Schweizer Archiv für Tierheilkunde 2013, Jahrgang 155, Ausgabe 12, S. 651–659.

**Enz, A./Schüpbach-Regula, G./Bettschart, R./Fuschini, E./Bürgi, E./Sidler, X.:** Erfahrungen zur Schmerzausschaltung bei der Ferkelkastration in der Schweiz Teil 2: Injektionsanästhesie. Schweizer Archiv für Tierheilkunde 2013, Bd., 155 Heft 12, S. 661 – 668.

**Fredriksen, B./Font i Furnols, M./Lundström, K/Migdal, W./Prunier, A./Tuyttens, F.A.M./Bonneau, M.:** Practice on castration of piglets in Europe. Animal : an international journal of animal bioscience 2009, Bd. 3, Heft 11, S. 1480–1487.

**Fuchs, T./Thun, R./Parvizi, N./Nathues, H./Koehrmann, A./Andrews, S./Brock, F./Klein, G./Sudhaus, N./grosse Beilage, E:** Effect of a gonadotropin-releasing factor vaccine on follicle-stimulating hormone and luteinizing hormone concentrations and on the development of testicles and the expression of boar taint in male pigs. Theriogenology 2009, Bd. 72, Heft 5, S. 672–680.

**Hancock, T.M./Caulkett, N.A./Pajor, E.A./Grenwich, L.:** An investigation of the effects of intratesticular alfaxalone and lidocaine during castration in piglets. Veterinary anaesthesia and analgesia 2018, Bd. 45, Heft 6, S. 858–864.

**Hansson, M./Lundeheim, N./Nyman, G./Johansson, G.:** Effect of local anaesthesia and/or analgesia on pain responses induced by piglet castration. Acta Veterinaria Scandinavica 2011, Bd. 53, Heft 1, S. 1–9.

**Hay, M./Vulin, A./Génin, S./Sales, P./Prunier, A.:** Assessment of pain induced by castration in piglets: Behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. Applied Animal Behaviour Science 2003, Bd. 82, Heft 3, S. 201–218.

**Heinonen, M.L./Raekallio, M.R./Oliviero, C./Ahokas, S./Peltoniemi, O.A.T.:** Comparison of azaperone-detomidine-butorphanol-ketamine and azaperone-tiletamine-zolazepam for anaesthesia in piglets. Veterinary anaesthesia and analgesia 2009., Bd. 36, Heft 2, S. 151–157.

**Jäggin, N./Burren, C.:** Beurteilung von Geräten für die Inhalationsanästhesie zur Schmerzausschaltung bei der chirurgischen Kastration von Ferkeln. Resultate Feldversuche, Gerät Pigsleeper, Firma Schippers 2008.

**Jaudszims, J.:** Pilotstudie zur Wirksamkeit von analgetisch wirksamen Substanzen bei der Saugferkelkastration [Diplomarbeit]. Wien: Veterinärmedizinische Universität Wien 2017.

**Lacoste, L./Bouquet, S./Ingrand, P./Caritez, J.C./Carretier, M./Debaene, B.:** Intranasal midazolam in piglets: pharmacodynamics (0.2 vs 0.4 mg/kg) and pharmacokinetics (0.4 mg/kg) with bioavailability determination. Laboratory animals 2000, Bd. 34, Heft 1, S. 29–35.

**Lundstörm, K./Matthews, K./Haugen, J.E.:** Pig meat quality from entire males. Animal 2009, Bd. 3, Heft 11, S. 1497–1507.

**Mancini, M.C./Menozzi, D./Arfini, F.:** Immunocastration: Economic implications for the pork supply chain and consumer perception. An assessment of existing research. Livestock Science 2017, Band 203, Juni-Heft, S. 10–20.

**Poulsen Nautrup, B./Van Vlaenderen, I./Aldaz, A./Mah, C.K.:** The effect of immunization against gonadotropin-releasing factor on growth performance, carcass characteristics and boar taint relevant to pig producers and the pork packing industry: A meta-analysis. Research in Veterinary Science 2018, Bd. 119, Juni-Heft, S. 182–195.

**Reiter, S./Zöls S./Ritzmann, M./Stefanski, V./Weiler, U.:** Penile injuries in immunocastrated and entire male pigs of one fattening farm. Animals 2017, Bd. 7, Heft 9, S. 1–7.

**Rittershaus, D.:** Topische Anästhesieverfahren zur Schmerzreduktion bei der Saugferkelkastration [Dissertation]. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover 2009.

**Rydhmer, L./Lundström, K./Andersson, K.:** Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. Animal 2010, Bd. 4, Heft 6, S. 965–972.

**Santos González, M./Bertrán de Lis, B.T./Tendillo Cortijo, F.J.:** Effects of intramuscular alfaxalone alone or in combination with diazepam in swine. Veterinary anaesthesia and analgesia 2013, Bd. 40, Heft 4, S. 399–402.

**Schiele, D.M.:** Untersuchungen über den Einsatz von topischer Kryobehandlung und Lokalanästhesie bei der Kastration männlicher Saugferkel [Dissertation]. München: Ludwig-Maximilians-Universität München 2010.

**Schmidt, T./König, A./von Borell, E.:** Impact of general injection anaesthesia and analgesia on post-castration behaviour and teat order of piglets. Animal 2012, Bd. 6 Heft 12, S. 1998–2002.

**Steigmann, M.:** Evaluierung der Schmerzausschaltung bei der Kastration männlicher Ferkel unter automatisierter Isoflurannarkose [Dissertation]. Hannover: Tierärztliche Hochschule Hannover 2013.

**Sulbaek Andersen, M.P./Nielsen, O.J./Wallington, T.J./Karpichev, B./Sander, S.P.:** Assessing the impact on global climate from general anesthetic gases. Anesthesia and analgesia 2012, Bd. 114, Heft 5, S. 1081-1085.

**Sutherland, M.A./Davis, B.L./Brooks, T.A./McGlone, J.J.:** Physiology and behavior of pigs before and after castration: effects of two topical anesthetics. Animal 2010, Bd. 4, Heft 12, S. 2071–2079.

**Weiler, U./Isernhagen, M./Stefanski, V./Ritzmann, M./Kress, K./Hein, C./, Zöls S.:** Penile injuries in wild and domestic pigs. Animals 2016., Bd. 6, Heft 4, S. 1–11.

**White, R.G./DeShazer, J.A./Tressler, C.J./Borcher, G.M./Davey, S./Waninge, A./Parkhurst, A.M./Milanuk, M.J./Clemens, E.T.:** Vocalization and physiological response of pigs during castration with or without a local anesthetic. Journal of animal science 1995, Bd. 73, Heft 2, S. 381–386.

**Vullo, C./Meligrana, M./Tambella, A.M./Piccionello, A.P./Dini, F./Catone, G.:** Effects of intramuscular alfaxalone-midazolam combination in pigs. Acta Veterinaria Brno 2019, Bd. 88, Heft 2, S. 187–192.

Abkürzungen

| i.n. | intranasal |
| --- | --- |
| i.m. | intramuskulär |
| i.t. | intratestikulär |
| LA | Lokalanästhetikum |
| NSAID | Nichtsteroidales Antiphlogistikum |

**Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus**

Stubenring 1, 1010 Wien

bmlrt.gv.at