

Klinik für Schweine, Tierärztliche Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Klinik für kleine Klauentiere und forensische Medizin und Ambulatorische Klinik der
Stiftung Tierärztliche Hochschule

Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie der
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Abschlussbericht - Untersuchung zur Optimierung der automatisierten Isoflurannarkose für die Ferkelkastration mittels mobiler Narkosegeräte und Implementierung der Methode in Ferkelerzeugerbetrieben

Förderkennzeichen: 28-N18.00015 und 28-N18.00016

Ansprechpartner: Dr. Susanne Zöls (Projektkoordination)
Klinik für Schweine (Leitung: Prof. Dr. Mathias Ritzmann)
der Tierärztlichen Fakultät
Ludwig-Maximilians-Universität München
Sonnenstraße 16, 85764 Oberschleißheim
Tel. 089 - 2180 789 04
s.zoels@lmu.de

Dr. Alexandra von Altröck
Klinik für kleine Klauentiere und forensische Medizin und Ambulatorische Klinik
(Kommissarische Leitung: Prof. Dr. M. Wendt)
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel. 0511 - 856 7260
alexandra.von.altröck@tiho-hannover.de

PD Dr. habil. Jochen Schulz
Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie
(Leitung: Prof. Dr. Nicole Kemper)
Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover
Bischofsholer Damm 15, 30173 Hannover
Tel. 0511 - 856 8953
jochen.schulz@tiho-hannover.de



Dr. Susanne Zöls



Dr. Alexandra von Altröck



PD Dr. habil. Jochen Schulz

Inhalt

I.	Kurze Darstellung.....	3
II.	Eingehende Darstellung	5
1.	Durchgeführte Arbeiten	5
	Phase 1: Experimentelle Untersuchung.....	5
	Phase 2: Felduntersuchungen.....	12
2.	Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises	20
3.	Nutzen und Verwertbarkeit der Ergebnisse sowie Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeit	22
III.	Erfolgskontrollbericht.....	24

I. Kurze Darstellung

Das Ziel des Verbundprojektes der Klinik für Schweine der Ludwig-Maximilians Universität (LMU) München und der Klinik für kleine Klauentiere und des Institut für Tierhygiene, Tierschutz und Nutztierethologie (ITTN) der Tierärztlichen Hochschule Hannover (TiHo) war die Optimierung der automatisierten Isoflurannarkose für der Ferkelkastration mittels mobiler Narkosegeräte entsprechend den Anforderungen des Tierschutzgesetzes, um den Ausstieg aus der betäubungslosen Ferkelkastration zu erleichtern. Bereits im Jahr 2013 wurde die Kastration unter acht Tage alter männlicher Schweine ohne Betäubung ab Januar 2019 verboten (Verlängerung bis zum 31.12.2020). Die Isoflurannarkose stellte eine Betäubungsmethode für die Ferkelkastration dar.

Der erste experimentelle Projektteil wurde von der Klinik für kleine Klauentiere durchgeführt. Neben den Vorteilen der automatisierten Inhalationsnarkose durch ihre schnelle Anflutung und kurze Nachschlafphase wurden in der Literatur z. T. bei einem erheblichen Anteil an Ferkeln unzureichende Narkosen bei der Kastration mit deutlichen Schmerzäußerungen beschrieben. Unter Verwendung der in den automatisierten Ferkelnarkosegeräten standardmäßig genutzten Isoflurankonzentration (5 Volumen-% (Vol.-%)) und Durchflussrate (2 Liter / Minute (l/min)) wurde zunächst anhand nicht invasiver Schmerzreize die Anflutungsdauer unter Verwendung der Trägergase Raumluft oder reiner Sauerstoff für in Gewichtsklassen eingeteilte Ferkelgruppen bestimmt, die über einen Zeitraum von 2 Minuten (min) zu einem bewusst- und empfindungslosen Zustand führte und damit für eine schmerzfreie Kastration geeignet erschien. Die ermittelten, gewichtsabhängigen Anflutungszeiten wurden auf ihre Eignung für eine schmerzfreie Kastration überprüft, doch zeigten die Tiere schmerzinduzierte Abwehrbewegungen. Nach zweimaliger Erhöhung der Anflutungszeiten um jeweils 5 s auf 100 Sekunden (s) bis 115 s konnten weiterhin bei insgesamt 20,8 % der Tiere Abwehrreaktionen bei der Kastration festgestellt werden. Zwar war bei Nutzung von Raumluft als Trägergas der Anteil an Ferkeln mit Schmerzreaktionen bei vergleichbaren Anflutungszeiten geringer als bei Verwendung von Sauerstoff, doch kam es hier bei 3,8 % der Tiere zur Apnoe. Des Weiteren wurden Möglichkeiten der Maskenadaption für eine verbesserte Passgenauigkeit untersucht. Eine einfache Lösung stellt der Einsatz von Gummiabschlussringen für Narkosemasken aus der Kleintiermedizin dar. Diese sichern einen festen Abschluss am Tierkopf, wodurch ein Entweichen von Narkosegas weitgehend verhindert wird.

Der zweite Projektteil, die Feldstudie, wurde von der Klinik für Schweine der LMU durchgeführt. Um eine möglichst praxisnahe Untersuchung zu gewährleisten, wurden die einzelnen

Arbeitsschritte laufend an die sich ändernden Rahmenbedingungen wie den Erlass der Ferkelbetäubungssachkundeverordnung (FerkBetSachKV) und die Zertifizierung neuer Narkosegeräte durch die DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft), angepasst. In dem ersten Arbeitspaket wurden die drei Gerätetypen PorcAnest®, PigNap® und Anestacia® auf zwei landwirtschaftlichen Versuchsanstalten in Bayern und Baden-Württemberg (LVFZ Schwarzenau und LSZ Boxberg) unter kontrollierten Praxisbedingungen untersucht. In dem sich daran anschließenden Arbeitspaket wurde die Implementierung der Methode mit den drei genannten Gerätetypen in 15 konventionellen Ferkelerzeugerbetrieben evaluiert. Um dem durch die FerkBetSachKV aufgehobenen tierärztlichen Vorbehalt zur Durchführung der Narkose für die Ferkelkastration Rechnung zu tragen, wurden zunächst in Zusammenarbeit mit der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen (NRW) Schulungsunterlagen entsprechend der rechtlichen Vorgaben in Abstimmung mit den zuständigen Behörden erstellt und die teilnehmenden Landwirt*innen geschult. In einem letzten Arbeitspaket wurden vergleichbare Untersuchungen mit den nachträglich zertifizierten Gerätetypen PigletSnoozer® und PigSleeper® durchgeführt sowie Optimierungsmöglichkeiten des Verfahrens untersucht. Die untersuchten Parameter schlossen in allen drei Arbeitspaketen die Narkosetiefe, Narkosezwischenfälle und Verluste ein sowie zum Teil den Einfluss des Einzeltieres auf die Ergebnisse, Nachschlafzeiten der Ferkel, Nachblutungen, Wundheilung und betriebliche Parameter wie die Arbeitszeit. Die Ergebnisse zeigen, dass in den ersten kontrollierten Untersuchungen der Anteil der Ferkel mit ausreichender Narkosetiefe mit im Durchschnitt 95 % höher lag als in dem zweiten und dritten Arbeitspaket. Hier wurden sowohl geräte- als auch betriebsspezifische Unterschiede festgestellt. In allen drei Arbeitspaketen wurden ferner Umgebungsmessungen der Isoflurankonzentration durch die TÜV Süd GmbH durchgeführt, die wenige und durch einfache Maßnahmen zu vermeidende Überschreitungen des Arbeitsplatzgrenzwertes ergaben.

Nicht zuletzt wurden in den zwei Arbeitspaketen der Feldstudie mikrobiologische Proben zu unterschiedlichen Zeitpunkten von den Narkosemasken entnommen und im ITTN der TiHo Hannover auf die Wirkung eines Reinigungs- und Desinfektionsverfahren zur Unterbrechung von potentiellen Infektionsketten hin untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass Narkosemasken nach Verwendung hohe Keimlasten trugen unter denen regelmäßig potentielle Erreger und unerwünschte antibiotikaresistente Keime zu finden waren. Die Reinigung und Desinfektion der Masken zwischen den Behandlungen verschiedener Tiergruppen erwies sich als erfolgreiche Maßnahme, die signifikant Gesamtkeimzahlen und das Vorkommen von Indikatorbakterien senkte und bewirkte, dass relevante Indikatoren wie *E. coli* einschl. ESBL und MRSA häufig nicht mehr nachweisbar waren. Die Maßnahme kann zur Prävention bzw. Unterbrechung von Infektionsketten auf ferkelerzeugenden Betrieben empfohlen werden.

II. Eingehende Darstellung

1. Durchgeführte Arbeiten

Phase 1: Experimentelle Untersuchung Klinik für kleine Klautiere, TiHo Hannover

AP1 (AP = Arbeitspaket): Adaptation der Maskengröße

Für die Aufgabe standen die Masken der Geräte PorcAnest® und PigNap® zur Verfügung. Das Clinical Skills Lab der TiHo überließ der Klinik Ferkelkopfmodelle aus Kunststoff unterschiedlicher Größe. Ziel war, die Gerätemasken nicht zu verändern, sondern so zu ergänzen, dass der Landwirt ohne eine Zuordnung nach Ferkelgröße alle Narkoseplätze der Narkosegeräte nutzen kann. Die anzuwendenden Materialien mussten verformbar und trotzdem stabil sein, durften nicht leicht durch die Ferkelzähne zerstört werden, keine Toxizität aufweisen und Isofluran nicht absorbieren. Außerdem musste es eine gute Reinigung ermöglichen und desinfizierbar sein. Eine Möglichkeit stellt die Verkleinerung der Maskenöffnung durch den Aufsatz von Gummiabschlussringen für Hundenarkosemasken aus der Kleintiermedizin dar (z. B. von der Fa. MarMed GmbH). Dabei müssen die Masken für einen sicheren Sitz eventuell versteift werden. Dies erfolgte durch eine Kunststoffummantelung im Bereich der Öffnung (Orifilight Atomic BlueNS® der Fa. Krewi Medical Produkte GmbH zur Herstellung von Orthesen) und einem Überzug aus Kunstharz. Für die Narkosemaske des Gerätes PigNap Pro® wurde zusätzlich eine Verlängerung entworfen, d. h. ein Ring, der um die Originalmaske liegt und der bei Bedarf sowohl bei sehr kleinen als auch sehr großen Ferkeln mit einem Handgriff kopfwärts gezogen werden, um so eine Abdichtung zu gewährleisten. Beide Varianten wurden dem Projektpartner für die Untersuchung im Feld zur Verfügung gestellt.



Abb. 1: Beispiele für verschieden Variationen der Maskenadaptation



Abb. 2: Aufsatz für die Masken aus Orifilight Atomic BlueNS®



Abb. 3: Gummiabschluss einer Kleintiernarkosemaske (Fa. MarMed GmbH)

AP2: Untersuchung der optimalen Anflutungsdauer der Narkosegasgemische bei Ferkeln verschiedener Gewichtsklassen

Mit Hilfe des für diese Studie angeschafften Anästhesiegerätes (FabiusPlus XL[®], Drägerwerk AG & Co. KGaA, Lübeck, D) wurde unter Berücksichtigung der Vorgaben für die automatisierten Ferkelnarkose-Geräte, nämlich 5 Vol.-% Isofluran in Sauerstoff bzw. in Raumluft bei einer Durchflussrate von 2 l/min, mittels nicht invasivem Reiz die optimale Anflutungsdauer des jeweiligen Narkosegasgemisches für das Erreichen eines operationsfähigen Zustandes von in sechs Gewichtsklassen (GK1: ≤ 1 Kilogramm (kg), GK2: > 1 kg ≤ 1,5 kg, GK3: > 1,5 kg ≤ 2 kg, GK4: > 2 kg ≤ 2,5 kg, GK5: > 2,5 kg ≤ 3 kg und GK6: > 3 kg) unterteilte Saugferkel untersucht. Ursprünglich waren hierfür in jeder Gewichtsklasse feste Tierzahlen pro untersuchter Anflutungszeit geplant: Jede Gewichtsklasse (n = 40) sollte in fünf Untergruppen à 8 Tieren unterteilt werden, wobei in jeder Untergruppe unterschiedlicher Anflutungszeiten (85 s, 90 s, 95 s, 100 s, 105 s) untersucht werden sollten.

Im Rahmen der Erstellung des Antrags wurde zur Minimierung der Anzahl der Tierversuchstiere eine Änderung dieser ursprünglichen Planung vorgenommen (Anzeige der Änderung an die BLE im Januar 2019): In jeder Gewichtsklasse wurde in einer Gruppe von 8 Ferkeln mit der höchsten geplanten Narkosegasanflutungsdauer von 105 s begonnen. Zeigte sich keinerlei Reaktion auf die gesetzten, nicht invasiven Reize bei allen 8 Tieren innerhalb der ersten 2 min nach Beendigung der Anflutung, so wurde die Anflutungszeit für die nächste Versuchsgruppe aus 8 Ferkeln um 5 s verkürzt und die Betäubung wiederum mittels Setzen der Reize überprüft. Dieses Vorgehen wurde so lange wiederholt (bis minimal zu einer Anflutungsdauer von 85 s), bis ein Tier eine Schmerzreaktion zeigte. In diesem Fall wurde die Narkosetiefe als unzureichend beurteilt. Weitere Ferkel der Gewichtsklasse wurden weder bei

der entsprechenden noch bei niedrigerer Anflutungsdauer untersucht, da diese und kürzere Anflutungszeiten in der Konsequenz als ungeeignet eingestuft wurden.

Aufgrund der Untersuchung unter Verwendung beider Trägergase standen 480 Ferkel für diesen Versuchsteil zur Verfügung, insgesamt mussten jedoch nur 257 Tiere genutzt werden. Zum Setzen der Schmerzreize wurde eine mit einem Silikonüberzug versehene Arterienklemme mit einheitlicher Arretierung verwendet. Nach Beendigung der Narkosegasanflutung wurden im Abstand von 30 s über einen Zeitraum von 3 min insgesamt sechs Reize (Zeitpunkte R1–R6) durch Kneifen in die Haut am Schwanzansatz und des Zwischenklauenspalts eines Hinterbeines zur Überprüfung des Flexorreflexes gesetzt. Nach der ersten Reaktion erfolgte der Abbruch der Untersuchung bei dem Tier.

Die Bewertung schmerzinduzierter Reaktionen erfolgte durch die Beobachtung des schmerzspezifischen Abwehrverhaltens incl. Lautäußerung mittels Scoring-Systems, wobei die Narkose bei geringen Reaktionen im zeitlichen Zusammenhang mit Setzen des Reizes als nicht ausreichend beurteilt wurde. In Abhängigkeit vom Gewicht der Tiere wurden Abwehrreaktionen nach unterschiedlichen Narkosegasanflutungszeiten beobachtet: Grundsätzlich bedurften schwerere Tiere eine längere Anflutungsdauer, wobei sich nur geringe Unterschiede zwischen den Bedarfszeiten unter Verwendung der unterschiedlichen Trägergase ergaben (Tabelle 1). Eine Anflutungsdauer von 85 s und weniger wurde als nicht ausreichend für eine gesicherte Narkosetiefe unter Verwendung des nicht invasiven Schmerzreizes bei allen Gewichtsklassen beurteilt.

Bei 3 Ferkeln wurden Narkosezwischenfälle in Form von Apnoen unter Isofluran-Raumluft-Narkose beobachtet. Bei allen Tieren setzte die Spontanatmung nach Sauerstoffzufuhr und Brustkorbkompressionen wieder ein.

Als messbarer Schmerzparameter sollte die Steigerung der Pulsfrequenz von $\geq 10\%$ vom Ausgangswert, gemessen am Ende der Narkosegasanflutung, dienen. Aufgrund von Abwehrbewegungen und Verrutschen des am Karpalgelenk befestigten Sensors sowie einer Begrenzung der Pulsfrequenzanzeige auf ≤ 250 Schläge/min konnten die Werte nicht regelmäßig abgelesen werden. Jedoch konnte festgestellt werden, dass in allen Gewichtsklassen eine Abnahme der mittleren Pulsfrequenz zwischen dem Ausgangswert (R0) und dem Endwert (R6) erfolgte. Lediglich ein Tier zeigte eine Pulserhöhung von $> 10\%$, wobei gleichzeitig Abwehrreaktionen auftraten.

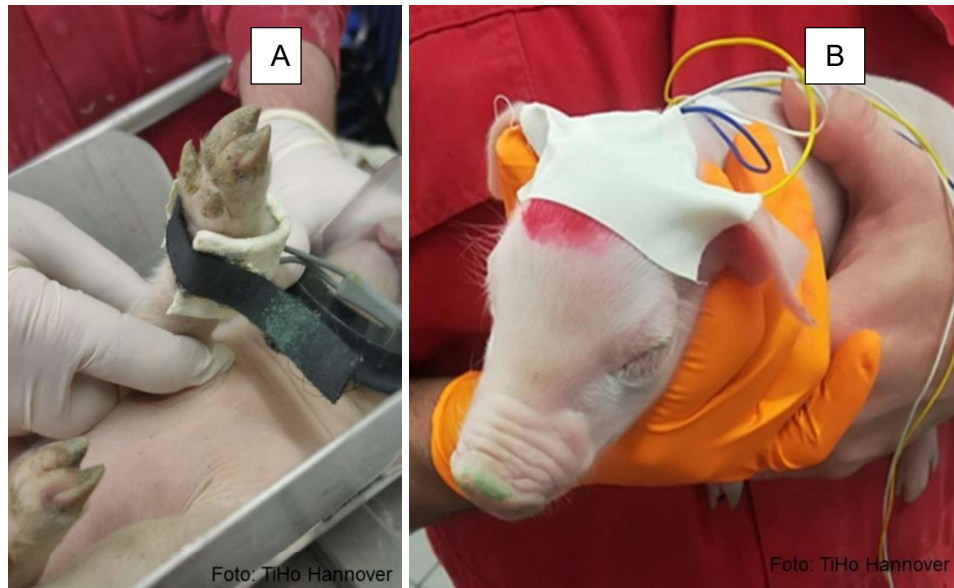


Abb. 4: Instrumentierung der Ferkel: A) Anlegen des Pulsoxymeters, B) Platzierung und Fixierung der EEG-Nadelelektroden

Zusätzlich sollte die Anästhesietiefe mittels EEG-Scores, der sich an der Klassifikation der Narcotrend®-Stadien orientierte, beurteilt werden. Allerdings wurden die Narcotrend®-EEG-Indices zum Zeitpunkt der Reizsetzung nicht regelmäßig angezeigt. Grundsätzlich lagen sie vorwiegend in den Bereichen der Stadien D (Allgemeinanästhesie) und E (tiefe Allgemeinanästhesie), wobei in den Gewichtsklassen keine Unterschiede auftraten. Auch ergaben sich keine Unterschiede in Abhängigkeit vom eingesetzten Trägergas. Auch führten längere Anflutungszeiten nicht grundsätzlich zu einer niedrigerem Narcotrend®-Index und damit zu einem tieferen Narkosestadium.

Des Weiteren wurden von jeweils 20 Ferkeln der sechs Gewichtsklassen vor der Isoflurananästhesie 200 µl arterielles Blut mittels Kapillare zur Blutgasanalyse entnommen und der Sauerstoff (p_aO_2) - und Kohlendioxidpartialdruck (p_aCO_2) ermittelt. Daten der zugehörigen Muttersauen, insbesondere der Geburtsverlauf, die Wurfgröße, und eine medikamentelle Geburtseinleitung, sollten erfasst werden, um einen möglichen Einfluss auf die Messgrößen darzustellen. Gleichzeitig sollte ein möglicher Zusammenhang mit der Anästhesietiefe hergestellt werden, was jedoch aufgrund der großen Varianz der Anflutungszeiten nicht möglich war. Durch das Umsetzen zum Wurfausgleich durch den Betriebsleiter ohne Kennzeichnung der Tiere konnten die Ferkel ihren eigentlichen Muttersauen nicht mit Sicherheit zugeordnet werden, weshalb ein Zusammenhang zu etwaigen Geburtseignissen ebenfalls nicht überprüft werden konnte. Grundsätzlich wiesen die leichteren und daher zumeist jüngeren Saugferkel (GK1, 2) signifikant niedrigere p_aO_2 -Werte auf. Umgekehrt ließen sich hier auch die höheren p_aCO_2 -Werte nachweisen. Diese Tiere können daher besonders gefährdet für Narkosezwischenfälle sein, da Hypoxämien und Hyperkapnien durch die atemdepressive Wirkung des Inhalationsnarkotikums noch weiter

gefördert werden. Deshalb sollten Ferkel mit einem Körpergewicht von unter 1 kg nicht kastriert werden.

Tabelle 1: Ermittelte effektive Anflutungszeit für die Isofluran-Sauerstoff-Narkose sowie Isofluran-Raumluft-Narkose für die jeweiligen Gewichtsklassen mittels nichtinvasivem Schmerzreiz (AP2)

Gewichtsklasse (GK)	Anflutungszeit der Narkosegasgemische (in s)	
	Isofluran/Sauerstoff	Isofluran-Raumluft
1 (≤ 1 kg)	90	90
2 (> 1 kg $\leq 1,5$ kg)	90	95
3 ($1,5$ kg ≤ 2 kg)	100	95
4 (> 2 kg $\leq 2,5$ kg)	100	100
5 ($2,5$ kg ≤ 3 kg)	105	105
6 (> 3 kg)	105	105

AP3: Untersuchung der Eignung der Anflutungszeiten der Narkosegasgemische für eine schmerzlose Kastration von Ferkeln verschiedener Gewichtsklassen

Nach der ursprünglichen, im Projektantrag dargestellten Planung sollten die in AP2 ermittelten optimalen Anflutungszeiten der jeweiligen Narkosegasgemische an je 20 Ferkeln pro Gewichtsklasse auf ihre Eignung für eine schmerzfreie Kastration überprüft werden. Aufgrund der statistischen Planung im Rahmen der Erarbeitung des Tierversuchsgenehmigungsantrages erfolgte auch für dieses AP eine Änderung und damit Erhöhung der Tierzahl, um dadurch die Möglichkeit zu bekommen, die ermittelte Anflutungszeit aus AP2 gegebenenfalls anzupassen.

Beginnen wurde mit der niedrigsten effektiven Anflutungszeit für die jeweilige Gewichtsklasse (Ergebnis aus AP2), und 22 Tiere wurden nacheinander narkotisiert und kastriert. Zeigte ein Ferkel bei der Kastration eine Schmerzreaktion, so galt die Anflutungszeit als ungenügend für die Schmerzausschaltung bei dem chirurgischen Eingriff. Es wurde kein weiteres Tier dieser Gruppe verwendet, sondern eine neue Gruppe von 22 Ferkeln mit der nächsthöheren Anflutungszeit (plus 5 s) narkotisiert. Sollte erneut eine Reaktion auftreten, erfolgte wieder ein Abbruch und eine erneute Erhöhung der Anflutungszeit um 5 s für eine Gruppe von 22 Ferkeln. Unabhängig von Abwehrreaktionen wurden diese 22 Tiere kastriert. Bei Ausbleiben von Schmerzreaktionen bei allen 22 Ferkeln einer Gruppe während der Kastration sollte die Anflutungszeit als sicher für einer schmerzlose Kastration von Ferkeln der jeweiligen Gewichtsklasse angesehen werden. Insgesamt standen 792 männliche Ferkel nach Tierversuchsgenehmigung zur Verfügung, aufgrund der Abbruchkriterien mussten jedoch lediglich 375 Ferkel eingesetzt werden.

Die Ferkel erhielten 20 min vor der Operation ein nichtsteroidales Antiphlogistikum (NSAID) zur Behandlung des postoperativen Schmerzes. Das Erreichen des wahrnehmungs- und empfindungslosen Zustandes wurde nach der Narkosegasanflutung anhand der Reaktion auf das Kneifen in den Zwischenklauenspalt (s. AP2) überprüft. Entsprechend AP 2 erfolgte die Narkoseüberwachung mittels Elektro-Enzephalogramm (EEG)-Monitoring, der Pulsfrequenz erfassung sowie die Protokollierung des schmerzspezifischen Abwehrverhaltens einschließlich Lautäußerungen auf die chirurgischen Manipulationen mittels eines Scoring-Systems. Die Arbeitsschritte bei der Kastration (Überprüfung der Narkosewirkung, Hautschnitte, Vorlagern der Hoden, Durchtrennung der Samenstränge) erfolgten in Abständen von 15 s über einen Zeitraum von 1 min (Zeitabschnitt K0, K1, K2, K3), um eine entsprechende Zuordnung der erhobenen Schmerzparameter zu ermöglichen.

Die Überprüfung der Narkosetiefe mittels Zwischenklauenreflexes nach Beendigung der Narkosegasanflutung verlief in sämtlichen Fällen negativ. Jedoch mussten unabhängig vom verwendeten Trägergas in sämtlichen Gewichtsklassen aufgrund von Abwehrbewegungen während der Kastration die Narkosegasanflutungszeit zweimal um 5 s erhöht werden. Trotz dieser Verlängerung der Anflutungszeit wurden bei insgesamt 27,5 % der Ferkel unter Isofluran-Sauerstoff- (Tabelle 2) und bei 14,2 % unter Isofluran-Raumluft-Narkose (Tabelle 3) Abwehrreaktionen beobachtet, die in erster Linie bei der Samenstrangdurchtrennung auftraten (45,8 % der Tiere). Lautäußerungen wurden lediglich in 5 Fällen in Zusammenhang mit Abwehrbewegungen beobachtet, ohne zeitgleiche Abwehrbewegungen der Ferkel traten keine Lautäußerungen auf.

Bei 6 Tieren trat unter Verwendung von Raumluft als Trägergas eine Apnoe auf (Tabelle 3). Auch diese Tiere überlebten den Narkosezwischenfall.

Tabelle 2: Untersuchte Anflutungszeiten des Isofluran-Sauerstoff-Gemisches für die jeweiligen Gewichtsklassen auf Schmerzausschaltung während der Kastration sowie Anzahl der Ferkel mit Abwehr- und Lautreaktionen bei der jeweiligen höchsten Anflutungsdauer.

Gewichtsklasse (GK)	Anflutungszeit (in s)	Ferkel mit Reaktionen während der Kastration bei der jeweiligen höchsten		Anzahl der Ferkel (Anteil in %) mit Apnoe
		Anzahl Score 1–3	Anteil (in %) Score 1–3	
1 (< 1 kg)	90 → 95 → 100	3/10	30,0	0
2 (1–1,5 kg)	90 → 95 → 100	4/22	18,2	0
3 (1,5–2 kg)	100 → 105 → 110	8/22	36,4	0
4 (2–2,5 kg)	100 → 105 → 110	7/22	31,8	0
5 (2,5–3 kg)	105 → 110 → 115	4/22	18,2	0
6 (> 3 kg)	105 → 110 → 115	7/22	31,8	0
Gesamt		33/120	27,5	0

Tabelle 3: Untersuchte Anflutungszeiten des Isofluran-Raumluft-Gemisches für die jeweiligen Gewichtsklassen auf Schmerzausschaltung während der Kastration sowie Anzahl der Ferkel mit Abwehr- und Lautreaktionen bei der jeweiligen höchsten Anflutungsdauer.

Gewichtsklasse (GK)	Anflutungszeit (in s)	Ferkel mit Reaktionen während der Kastration bei der jeweiligen höchsten		Anzahl der Ferkel (Anteil in %) mit Apnoe
		Anzahl Score 1–3	Anteil (in %) Score 1–3	
1 (< 1 kg)	90 → 95 → 100	2/10	20,0	0
2 (1–1,5 kg)	90 → 95 → 100	3/22	13,6	0
3 (1,5–2 kg)	100 → 105 → 110	4/22	18,2	0
4 (2–2,5 kg)	100 → 105 → 110	3/22	13,6	0
5 (2,5–3 kg)	105 → 110 → 115	3/22	13,6	2 (9,1 %)
6 (> 3 kg)	105 → 110 → 115	2/22	9,1	3 (13,6 %)
Gesamt		17/120	14,2	5 (3,8 %)

Wie in AP2 konnten weder die Pulsfrequenz noch die EEG-Anzeigen regelmäßig abgelesen werden. Die Pulsfrequenz sank entsprechend der Beobachtungen in AP 2 bei fast allen Tieren. In vier Fällen konnte eine Pulserhöhung von > 10,0 % gleichzeitig mit deutlichen schmerzinduzierten Abwehrbewegungen festgestellt werden. Abwehrbewegungen gingen jedoch nicht generell mit einem Pulsanstieg einher. Daher erschien die Pulsfrequenz als ein ungeeigneter Parameter für die Beurteilung von Schmerzreaktionen.

Die meisten Ferkel befanden sich laut EEG-Aufzeichnungen in den Stadien D oder E. Auch hier führten längere Anflutungszeiten zwangsläufig nicht zu niedrigeren Index-Werten. Ein Zusammenhang zwischen den Abwehrreaktionen der Tiere und möglicherweise höheren EEG-Indices, die ein zu flaches Anästhesiestadium signalisieren, konnte nicht belegt werden. Insbesondere durch die zeitverzögerte Anzeige der Narkosestadien und Index-Werte des Narcotrend®-Monitors erschien die Anwendung zur Erkennung von Schmerzempfindungen bzw. von Weckreaktionen während der Kastration als ungeeignet.

Detaillierte Ergebnisse des experimentellen Teils der Studie sind in folgenden Publikationen veröffentlicht:

Rüdebusch J (2021): Untersuchung zur Optimierung der Isoflurannarkose für die Durchführung einer sicheren, schmerzlosen Kastration von Ferkeln bis zum siebten Lebensstag mittels mobiler Narkosegeräte. Tierärztliche Hochschule, Hannover, Dissertation, Online unter: https://elib.tiho-hannover.de/receive/tiho_mods_00006031.

Rüdebusch J, Kästner S, Waldmann K-H, Wendt M, von Altröck A (2022): Untersuchung zur Optimierung der automatisierten Isoflurannarkose für die Durchführung einer sicheren, schmerzlosen Kastration von männlichen Saugferkeln. Berl Münch Tierärztl Wochenschr 135, 1-13, DOI 10.2376/1439-0299-2022-1

Phase 2: Felduntersuchungen

Klinik für Schweine, LMU München und ITTN der TiHo Hannover

AP4: Voraussetzungen für die Isoflurannarkose und Fragebogenerstellung

Die organisatorischen sowie rechtlichen Voraussetzungen für die Umsetzung der Isoflurannarkose auf den ferkelerzeugenden Betrieben wurden, wie im Arbeitsplan beschrieben, erarbeitet und umgesetzt. Dazu zählte beispielsweise auch die Überprüfung der Verfügbarkeit der Geräte. Die Fragebogenerstellung wurde auf den Beginn von AP7 verschoben, da Veränderungen der Rahmenbedingungen in Aussicht standen und sich dieser Fragebogen an die teilnehmenden Landwirt*innen des AP7 richten sollte.

AP5: Felduntersuchungen im LVFZ Schwarzenau und dem LSZ Boxberg

Wie geplant begannen im Laufe des Jahres 2019 die Felduntersuchungen unter standardisierten Bedingungen in der LVFZ Schwarzenau und dem LSZ Boxberg, zwei Ferkelerzeugerbetrieben mit jeweils 250 bzw. 168 Sauen. Zunächst wurden die Untersuchungen auf beiden Betrieben mit den automatisierten Narkosegeräten PorcAnest® 3000® (Schippers GmbH) und PigNap 4.0® (BEG Schulze Bremer GmbH) durchgeführt. Im April 2020 gab die DLG die erfolgreiche Zertifizierung von drei Geräten bekannt: PorcAnest®, PigNap® und Anestacia® (GDO). Um auf diese relevante Erweiterung der in Ferkelerzeugerbetrieben eingesetzten Narkosegeräte um das Gerät Anestacia zu reagieren, wurde auf Antrag das AP5 verlängert und um dieses Narkosegerät erweitert.

Die durchgeführten Untersuchungen der automatisierten Isoflurannarkose bei der Saugferkelkastration umfassten die Abwehrreaktionen der Ferkel während der Kastration und den Einfluss verschiedener Parameter wie Gewicht, Alter, Gesundheitsscore, Narkosegerät, Betrieb, Haltung und Umgebungstemperatur auf einen Abwehrscore > 1 der Ferkel. Des Weiteren wurden Ferkelverluste und die Dauer der Aufwachphase, postoperative Blutungen sowie die Wundheilung der Kastrationswunden beurteilt. Ziel war es außerdem, Isoflurankonzentrationen in der Umgebungsluft am Arbeitsplatz zu messen und Narkosegasmasken mikrobiologisch zu untersuchen. Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse wurden mit den beiden Gerätetypen PorcAnest® und PigNap® erhoben. Mit dem Narkosegerät Anestacia® wurden lediglich drei Durchgänge auf einem der Betriebe durchgeführt. Diese konnten aufgrund technischer Probleme des Gerätes, die trotz engem Austausch mit dem Hersteller nicht gelöst werden konnten, nicht ausgewertet werden. Insgesamt wurden in diesem Arbeitspaket 3350 Ferkel unter Isoflurannarkose kastriert.

In den Untersuchungen zeigte sich, dass mit funktionierenden Geräten, einer ausreichenden Einleitungszeit und einem guten Arbeitsmanagement sowohl unter standardisierten als auch unter Feldbedingungen bei 95 % der Tiere eine ausreichende Narkosetiefe ohne

Abwehrbewegungen erreicht werden kann. Allerdings zeigten 5 % der Tiere trotz Verlängerung der Einleitungszeit bei positivem Zwischenklauenreflex weiterhin Abwehrbewegungen während der Kastration, welche auf eine unzureichende chirurgische Toleranz hinweisen. Insgesamt traten Narkosezwischenfälle unter standardisierten Bedingungen bei 0,7 % der Tiere auf. Durch sofortiges Herausnehmen der Ferkel aus dem Narkosegerät und Stimulierung der Atmung verendete unter standardisierten Bedingungen keines der Tiere. Die Aufwachphase dauerte im Mittel unter 6 min. Nach dem Aufwachen bis zum Absetzen wurden keine erhöhten narkosebedingten Verluste oder Beeinträchtigungen der Tageszunahmen und der Wundheilung verzeichnet. Somit ist bei der Kastration unter Isofluran wegen der Narkosedauer und dem schnellen vollständigen Wiedererwachen die Gefahr der Auskühlung oder verpasster Milchmalzeiten ebenso wie die von Erdrückungsverlusten gering. Auch wenn die klinische Relevanz nicht nachgewiesen werden konnte, wurde durch Absetzen des Samenstrangs mittels Emaskulator die Nachblutungstendenz im Vergleich zum Skalpell reduziert und erscheint sinnvoll. Bei keiner der 6 Messungen der Isoflurankonzentration in der Atemluft der Personen durch die TÜV Süd GmbH wurde der für die Beurteilung verwendete international niedrigste Grenzwert von 15 mg Isofluran/m³ Raumluft überschritten.

ITTN der TiHo Hannover

Auf den Betrieben in Schwarzenau und Boxberg wurden der Reinigungs- und Desinfektionserfolg (R&DErfolg) an drei verschiedenen Maskentypen (PorcAnest[®], PigNap[®] und Anestacia[®]) getestet. Zur Desinfektion auf den Betrieben wurde kommerziell erhältliche, hautschonende und auf Alkoholbasis basierende Desinfektionsmittel eingesetzt. Die untersuchten Parameter Gesamtkeimzahl, aerotolerante Kokken, *Escherichia coli* (*E. coli*) und methicillin resistenten *Staphylococcus aureus* (MRSA) erwiesen sich als geeignete Indikatoren zur Beurteilung des R&D-Erfolges bei allen Maskentypen. Die Gesamtkeimzahl und die Anzahl aerotoleranter Kokken dienten dabei der quantitativen Beurteilung. Aufgrund der Bedeutung als potentielle Krankheits- bzw. Zoonosenerreger wurden qualitativ die Nachweise von *E. coli* und MRSA ausgewertet. Die kulturelle Anzucht im Flüssigmedium mit anschließender PCR-bestätigung von *Mycoplasma hyopneumoniae* als potentieller Erreger von Lungenerkrankungen gelang nur selten. Als verlässlicher Indikator für den R&D-Erfolg erwiesen sich die Mykoplasmen im Rahmen dieser Untersuchungen daher als nicht geeignet. Erste Teilergebnisse aus den Untersuchungen in Schwarzenau und Bocksberg wurden bereits in Härtel et al. (2021) publiziert. Dort zeichneten sich bereits Trends ab, die durch weitere Untersuchungen auf den Betrieben in Schwarzenau und Boxberg bestätigt wurden. Aufgrund der ähnlichen Keimzahlen zu den verschiedenen Probenahmezeitpunkten (vor Narkose, nach Narkose, nach R&D, nach weiterer R&D vor dem Wiedereinsatz) bei allen Maskentypen und

unabhängig vom Betrieb, können die Ergebnisse zusammengefasst dargestellt werden. Es wurden 44 Proben von PorcAnest®, 48 Proben von PigNap® und und 26 von Anestacia® untersucht und ausgewertet. Die Ergebnisse der quantitativen und qualitativen Keimuntersuchungen sind in einer Übersicht in folgender Tabelle 4 dargestellt.

Tabelle 4: Gesamtkeimzahlen, aerotolerante hämolytische und aerotolerant nicht-hämolytische Kokken in KBE/Maske (Mittelwert, (\pm Standardabweichung)) sowie rel. Häufigkeiten der Nachweise von *E. coli* und MRSA.

	GKZ KBE pro Maske	Aerotol. Kokken nicht häm. KBE pro Maske	Aerotol. Kokken häm. pro KBE Maske	relative Häufigkeit <i>E. coli</i>	relative Häufigkeit MRSA
Vor Narkose	6669 (\pm 17820)	347 (\pm 643)	211 (\pm 407)	0.038	0.038
Nach Desinfektion, vor Narkose	695 (\pm 856)	38 (\pm 76)	26 (\pm 44)	0.000	0.091
Nach Narkose	283967264 (\pm 686376266)	772391 (\pm 1054172)	1339978 (\pm 2714242)	0.943	1.000
Nach Desinfektion & Narkose	1742 (\pm 3037)	121 (\pm 191)	123 (\pm 188)	0.091	0.030

Die Ergebnisse der Tabelle 4 zeigen, dass durch die Maßnahme der Reinigung und Desinfektion der Narkosemasken Bakterien einschl. potenziell infektiöser und resistenter Keime signifikant reduziert wurden und unerwünschte Keime nach der Maßnahme nur noch selten nachweisbar waren. Die Untersuchungen fanden bis hierher auf zwei Versuchsbetrieben statt. Zur Beurteilung inwieweit die eingesetzte Methodik bzw. die Indikatorbakterien dazu geeignet sind auch in der Praxis den Erfolg der Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen abzubilden, wurden die Untersuchungen in gleichsinniger Weise auf Feldbetrieben (AP7) fortgeführt.

Detaillierte Ergebnisse dieses Untersuchungsteils sind in folgenden Publikationen veröffentlicht:

Härtel H, Gumbert S, Rauh A, Beisl M, Schulz J, Kempf K, Senf S, Winner E, Weiß C, Nüßlein A, Zablotzki Y, Ritzmann M, Zöls S (2021). Untersuchungen zur automatisierten Isoflurannarkose bei der Saugferkelkastration. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere, 49 (3): 167-77.

Härtel H (2021): Untersuchungen zur automatisierten Isoflurannarkose bei der Saugferkelkastration mit den Narkosegeräten PorcAnest® und PigNap®. Dissertation, LMU München: Tierärztliche Fakultät, DOI: 10.5282/edoc.28588.

AP6: Erstellung von Schulungsunterlagen und Evaluierung der Schulungen

In dem Zeitraum zwischen Antragstellung auf Förderung des Projektes bis zum Beginn des AP6 ergaben sich weitreichende Veränderungen der Rahmenbedingungen für die Ferkelkastration unter Isoflurannarkose. Für dieses AP war vor allem das Inkrafttreten der FerkBetSachkV relevant. Dadurch war die in dem ursprünglichen Arbeitsplan enthaltene Erstellung von Durchführungskonzepten und Schulungen für Tierärzt*innen obsolet und wurde nach Bewilligung eines Antrags auf Änderung des Arbeitsplans durch den Projektträger angepasst. Im Rahmen des AP6 wurden die in einem zweiten von der BLE geförderten Projekt (PraxiKaPIK/A) erstellten Unterlagen für die Schulung von Landwirt*innen gemäß der zwischenzeitlich erlassenen FerkBetSachkV überarbeitet und bei der für die Klinik für Schweine zuständigen Behörde eingereicht. Diese Unterlagen wurden nach Zulassung durch die Regierung von Oberfranken den Fachzentren der Schweinehaltung und Schweinezucht der Ämter für Landwirtschaft und Forsten zur Verfügung gestellt. Des Weiteren wurde der Fragenkatalog sowohl für die schriftliche als auch für die mündliche Theorieprüfung erweitert. Zusätzlich stellte die Klinik für Schweine den Antrag auf die Anerkennung als Schulungseinrichtung im Rahmen der FerkBetSachkV. Dadurch konnten die Landwirt*innen der im Rahmen des folgenden AP7 ausgewählten Feldbetriebe zeitnah theoretisch geschult und im Anschluss von unabhängigen Tierärzt*innen geprüft werden. Die Schulungen wurden durch die Projektlandwirt*innen evaluiert.

AP7: Implementierung in konventionell arbeitenden Betrieben

Ziel des AP7 war es zunächst, die Durchführung der chirurgischen Kastration unter automatisierter Isoflurannarkose mit drei verschiedenen Narkosegeräten auf 15 konventionellen ferkelerzeugenden Betrieben in Süddeutschland zu implementieren. Nach der Zertifizierung zwei weiterer Narkosegerätetypen (PigletSleeper® und PigletSnoozer®) durch die DLG wurden die Untersuchungen im Rahmen des AP7 auf Antrag um diese Narkosegeräte auf jeweils einem Betrieb erweitert. Auf Grundlage der Ergebnisse aus AP5 wurde die Umsetzung der Isoflurannarkose durch sachkundige Landwirt*innen auf den Feldbetrieben evaluiert. Dafür wurden die aus AP5 bekannten Parameter (Narkosetiefe, Narkosezwischenfälle, Ferkelverluste, Isofluranexposition in der Umgebungsluft, mikrobiologische Untersuchung der Narkosemasken) sowie zusätzlich die wirtschaftlich relevanten Parameter Arbeitszeit und Arbeitslast und Isofluranverbrauch der einzelnen Geräte evaluiert. Zusätzlich zu den durch das ITTN der TiHo Hannover durchgeführten mikrobiologischen Untersuchungen (siehe unten), wurde der Bestandsstatus hinsichtlich beim Schwein potentieller Pathogene erhoben, um das Risiko der Übertragung über die Narkosemasken innerhalb eines Abferkeldurchganges aber auch zwischen den Abferkeldurchgängen zu verifizieren. Das hierfür entnommene Untersuchungsmaterial wurde

mittels Sequenzierungsmethoden der dritten Generation (Nanoporen-Sequenzierung) auf eine große Zahl von Pathogenen untersucht. Diese Daten der Ferkelkastration unter Isoflurannarkose wurden in 10 Abferkeldurchgängen der 15 Betriebe erhoben und mit den Daten von je einem betäubungslosen Durchgang pro Betrieb verglichen, der noch im Laufe des Jahres 2020, vor Eintritt des Verbotes der betäubungslosen Kastration, durchgeführt und evaluiert wurde.

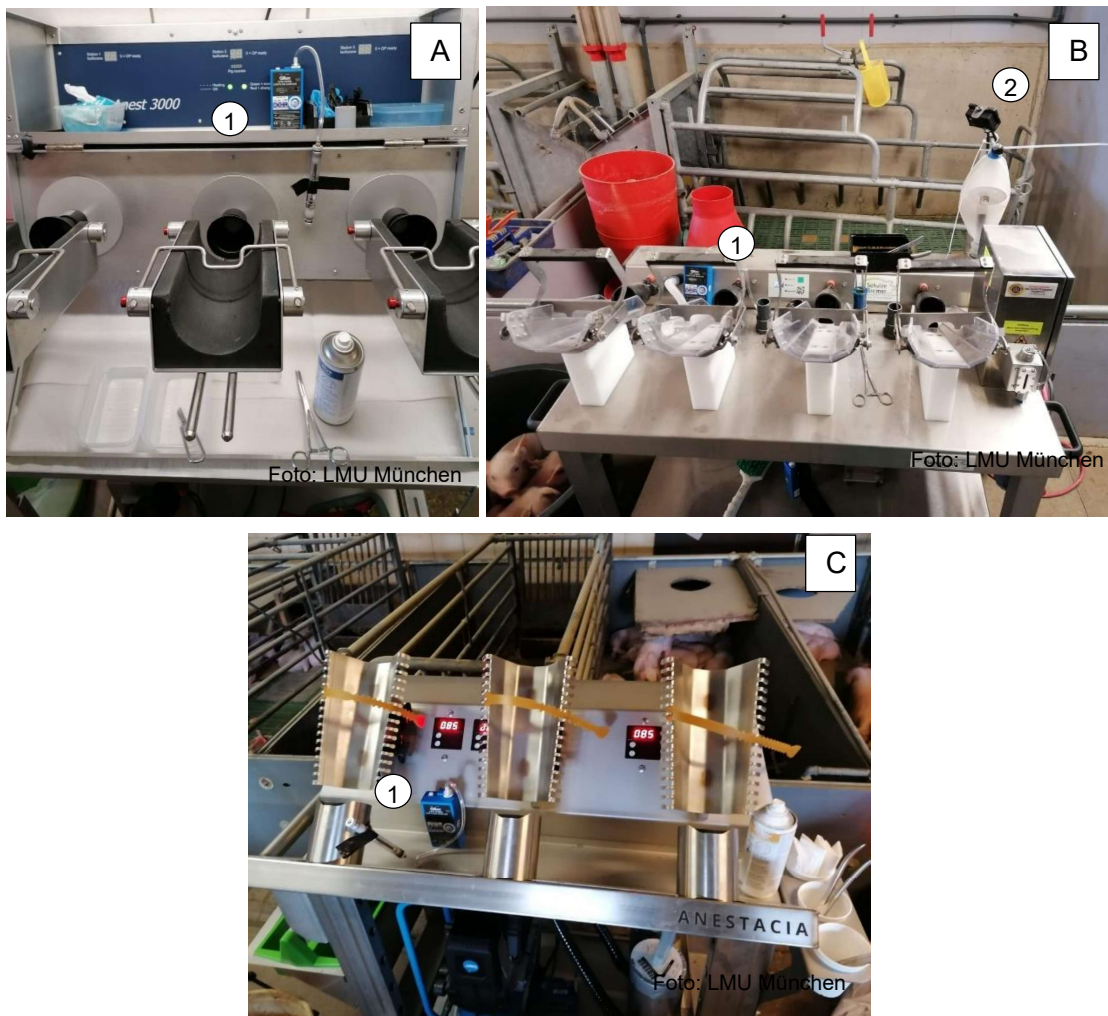


Abb. 5: Beispielhafter Versuchsaufbau auf drei Betrieben mit den Narkosegeräten A) PorcAnest, B) PigNap, C) Anestacia sowie 1) Messgeräten zur Erhebung der Isofluranexposition und 2) Kameras.

Die im Folgenden beschriebenen Ergebnisse beziehen sich zunächst auf die untersuchten Narkosegerätetypen PorcAnest®, PigNap® und Anestacia® auf den ursprünglich geplanten 15 Feldbetrieben (129 Durchgänge, 11574 Ferkel im Alter von $4,9 \pm 0,9$ Tage). Die Ergebnisse zeigen, dass der Anteil ausreichend narkotisierter Ferkel zwischen den Durchgängen, den Betrieben und den Gerätetypen erheblich variiert. So konnte im Mittel nur bei 80,1 % der Tiere eine ausreichende Narkosetiefe erzielt werden. Es zeigte sich, dass eine Verlängerung der Einleitungszeit über 70 s hinaus den Anteil ausreichend narkotisierter Ferkel erhöhte. Darüber hinaus wurden in einigen Betrieben wiederholt Probleme mit der Durchführung der Kastration

innerhalb des vorgegebenen Zeitfensters festgestellt, so dass die Ferkel bereits vor Beginn der Kastration aufwachten. Die Einleitungszeit von derzeit 70 s scheint also für einen Teil der Ferkel nicht ausreichend zu sein. Bei einer Verlängerung dieser ist jedoch zu berücksichtigen, dass jede Narkose die Gefahr von Narkosezwischenfällen birgt, insbesondere durch zu tiefe Anästhesiestadien bis hin zum Asphyxiestadium mit Atem- bzw. Herzstillstand. Es zeigte sich, dass eine Verlängerung der Einleitungszeit über 90 s hinaus die Gefahr von Atemstillständen um das 2,3-fache erhöhte. Das auffälligste Ergebnis dieses Teils der Feldstudie waren die technischen Probleme, die bei den neu erworbenen zertifizierten Isoflurangeräten mehrfach auftraten und einen hohen Betreuungsaufwand erforderten. Es mussten 21 Durchgänge von insgesamt acht Geräten, bei denen unter Isoflurannarkose kastriert wurde, entweder aufgrund einer unzureichenden Narkosetiefe oder wegen gehäuft auftretenden Narkosezwischenfällen abgebrochen werden. Nach Hinzuziehen des technischen Service konnten nur bei 5 der 8 Geräte die Fehler behoben werden (zu hohe oder unzureichende Konzentrationen des Narkosegases). Auch bei dem später untersuchten Narkosegerät PigletSnoozer® (8 auswertbare Durchgänge, 1880 Ferkel) schwankte der mittlere Anteil der Ferkel mit ausreichender Narkosetiefe mit $79,2 \pm 11,3 \%$ erheblich, bei den mit dem Narkosegerät PigletSleeper® untersuchten Tieren (6 Durchgänge, 486 Ferkel) waren es im Mittel $81,6 \pm 4,3 \%$ Tiere mit ausreichender Narkosetiefe.

Es wurden bei 1,7 % der Ferkel Narkosezwischenfälle dokumentiert und die Ferkelverluste lagen bei elf von 11574 Ferkel. Bei den später untersuchten Geräten waren die Werte ähnlich niedrig. Von 60 personenbezogenen Isofluranmessungen in der Umgebungsluft lagen zwei mit 20 mg/m^3 bzw. 24 mg/m^3 (kastrierende Person) auf den Feldbetrieben über dem international niedrigsten Arbeitsplatzgrenzwert von 15 mg/m^3 . Diese erhöhten Werte waren möglicherweise auf die unzureichende Luftzirkulation am Kastrationsort zurückzuführen. An den Geräten wurden wiederholt hohe Konzentrationen im Bereich der Narkosemasken gemessen, die auf eine nicht adäquate Passform oder eine unzureichende Narkosegasabsaugung in die Filter hinweisen können. Interessanterweise wurden bei fast allen Messdurchgängen in den Ferkelkisten die höchsten Isoflurankonzentrationen gemessen (im Mittel $88,2 \text{ mg/m}^3$, maximal $268,9 \text{ mg/m}^3$). Die Ergebnisse der Messungen bei den zwei zusätzlich untersuchten Geräten sind vergleichbar, hier lagen die Werte der personenbezogenen Messung bei dem Kastrateur der mit dem PigletSnoozer® arbeitete mit im Mittel 25 mg/m^3 über dem Grenzwert.

Der Isofluranverbrauch pro Ferkel lag mit durchschnittlich $0,57 \pm 0,27 \text{ ml}$ (PigletSnoozer® $0,41 \pm 0,06 \text{ ml}$; PigletSleeper® $1,01 \pm 0,09 \text{ ml}$) im Bereich der Herstellerangaben, variierte jedoch erheblich zwischen verschiedenen Geräten und Durchgängen von $0,15 \text{ ml}$ bis $1,7 \text{ ml}$. Der zusätzliche Zeitaufwand für die Kastration unter Isoflurannarkose lag im Mittel bei $0,5 \text{ Minuten}$

pro Ferkel im Vergleich zur betäubungslosen Kastration. Dieser Mehraufwand entstand zum Großteil aus der Vor- und insbesondere der Nachbereitungszeit.

Nach Abschluss der Studie wurde ein weiterer Fragebogen erstellt, in dem die Landwirt*innen ihre Erfahrungen mit der automatisierten Isoflurannarkose bei der Ferkelkastration hinsichtlich des Tierwohls, der Praktikabilität, der Arbeitsplatzsicherheit, der Wirtschaftlichkeit und des zusätzlichen Personalaufwandes im Vergleich zur betäubungslosen Kastration erläuterten.

ITTN der TiHo Hannover

Gleichsinnige mikrobiologische Untersuchungen wie im AP5 wurden zur Beurteilung des R&D-Erfolges behandelter Narkosemasken auf 12 Feldebetrieben durchgeführt. Auch hier erwiesen sich die ausgewählten Indikatororganismen mit Ausnahme der Mykoplasmen für die quantitative und qualitative Beurteilung des R&D-Erfolges der untersuchten Masken auf allen Betrieben als geeignet. Zur Evaluierung der Daten wurde eine statistische Auswertung vorgenommen. Für die Modellrechnungen konnten aufgrund der Vergleichbarkeit Daten von 11 Betrieben ausgewertet bzw. verglichen werden. Die detaillierten Ergebnisse dazu werden veröffentlicht und wurden in einem Manuskript bei der peer-reviewed open access Fachzeitschrift Porcine Health Management (Friedrich et al. eingereicht). Die Ergebnisse der Studie lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die Keimbelastung (Indikatorbakterien) der durch die Ferkel kontaminierten Masken konnte nach R&D im Mittel um 4 (Gesamtkeimzahlen) bis 5 Logstufen (aerotolerante hämolytische Kokken, aerotolerante nicht-hämolytische Kokken) gesenkt werden.
- Keinen signifikanten Unterschied gab es zwischen den Keimkonzentrationen von gereinigten und desinfizierten gelagerten Masken und den Keimkonzentrationen, die nach der Wischdesinfektion direkt vor der Narkose ermittelt wurden. Allerdings zeigten die Mittelwerte, dass die Keimkonzentrationen nach der Lagerung der Masken für alle Indikatoren generell höher lagen.
- Die qualitativen Keimuntersuchungen gaben ebenfalls Aufschluss über den Erfolg der Maßnahmen. So waren *E. coli*, resistente extended spectrum beta lactamase (ESBL) Formen von *E. coli* und MRSA nie auf benutzten und anschließend gereinigten und desinfizierten Masken nachweisbar, wenn diese unmittelbar vor der nächsten Narkose noch einmal desinfiziert wurden. Die relativen Häufigkeiten der Belastungen mit diesen Keimen nach der Verwendung lagen dagegen bei 88 % (*E. coli*), 67 % (MRSA) und 13 % (ESBL). Auf Masken nach der R&D und nach Lagerung wurden nur vereinzelt Indikatorbakterien nachgewiesen.

Die Reinigung und Desinfektion benutzter Narkosemasken zur Unterbrechung von Infektionsketten oder zur Unterbrechung der Übertragung unerwünschter Keime wie

resistenten Zoonoseerregern wird grundsätzlich empfohlen. Wie in dieser Studie, kann die Maßnahme in Anlehnung an die Praxis jeweils nach der Verwendung von Masken innerhalb einer epidemiologischen Einheit erfolgen. Eine kurze Wischdesinfektion vor der Wiederverwendung gelagerter Masken kann zusätzlich empfohlen werden, da die qualitativen Untersuchungen zeigten, dass nach dieser Maßnahme keine der ausgewählten Indikatoren mehr nachweisbar waren und somit ein Übertragungsrisiko noch weiter gesenkt werden könnte. Ebenfalls sollten neu angeschaffte Masken vor der ersten Verwendung mit einer Wischdesinfektion behandelt werden, da diese i.d.R. unsteril angeliefert werden und zuvor durch verschiedene Hände berührt wurden. Keime wie MRSA können beispielsweise über kontaminierte Hände übertragen werden. Es sollten für die routinemäßige Narkosemaskendesinfektion hautverträgliche Desinfektionsmittel eingesetzt werden. Sofern z.B. gegen spezielle Erreger wie Clostridien hautunverträgliche Mittel eingesetzt werden, sollten etwaige Desinfektionsmittelrückstände mit frischem Trinkwasser ausgespült werden.

Als Nebenergebnis wurden die isolierten MRSA Isolate einer tiefergehenden molekulargenetischen Analyse unterzogen. Überwiegend wurden die typischen landwirtschaftlich assoziierten MRSA vom Typ ST398 nachgewiesen. Allerdings wurden auch nicht über das multi locus sequence typing (MLST) typisierbare Stämme gefunden sowie vermutlich humanassoziierte Typen. Es bleibt unklar, ob diese Stämme durch Personen auf die Masken gelangten oder ob sich humanassoziierte Stämme in einem Betrieb verbreitet haben. Daher ist geplant, diese Stämme auch im Nachgang weiter zu analysieren und die Ergebnisse zu publizieren.

Detaillierte Ergebnisse dieses Untersuchungsteils sind in folgenden Publikationen veröffentlicht:

Winner E-M, Beisl M, Gumbert S, Härtel H, Kaiser J, Wernecke A, Senf S, Zablotzki Y, Ritzmann M, Zöls S (2022). Implementation of piglet castration under inhalation anaesthesia on farrowing farms. *Porcine Health Manag*, 8 (1): 20.

Winner E: Untersuchung zur Optimierung der automatisierten Isoflurannarkose für die Ferkelkastration mit den drei Narkosegeräten PigNap 4.0, PorcAnest 3000® und Anestacia®. Dissertation, LMU München: Tierärztliche Fakultät, *eingereicht 2022*.

L. Friedrich, E. Winner, H. Härtel, S. Gumbert, S. Zöls, M. Ritzmann, M. Beisl, K. Kempf A. von Altrock, N. Kemper and J. Schulz (eingereicht): Field trial: Disinfection of contaminated anesthetic masks for piglets. *Porcine Health Management*, *eingereicht 2022*.

AP8: Optimierungsoptionen der automatisierten Inhalationsanästhesie

In dem ersten Jahr der Umsetzung der automatisierten Isoflurannarkose zeigten sich große Unterschiede in der Integration in den Arbeitsablauf auf den Betrieben, die einen Einfluss auf die Wirksamkeit der Isoflurannarkose vermuten ließen. Aus diesem Grund wurde der Arbeitsplan der Phase 2 nach Bewilligung des entsprechenden Antrages um AP8 erweitert, in den die Erkenntnisse der vorausgegangenen Untersuchungen einfließen sollten. In weiteren, sich an AP7 anschließenden Durchgängen auf den zwei Betrieben, auf denen mit dem PigletSnoozer® und PigSleeper® gearbeitet wurde, sollten Probleme identifiziert und gezielt optimiert werden. Aufgrund schwerwiegender technischer Schwierigkeiten mit dem Narkosegerät PigletSnoozer® und keiner Lösung des technischen Problems trotz mehrmaliger Konsultation und Reparatur durch den Hersteller, konnten auf diesem Betrieb keine gezielten Optimierungsmaßnahmen durchgeführt werden. Auf dem zweiten Betrieb konnte durch Anpassung der Ventilatorgeschwindigkeit, externer Wärmezufuhr sowie verlängerter Einleitungszeit der Anteil an Ferkel mit ausreichender Narkosetiefe während der Kastration erhöht werden. Dabei zeigte sich ein gleichbleibend niedriger Anteil an Narkosezwischenfällen, ein reduzierter Isofluranverbrauch sowie eine erhöhte Filtergewichtszunahme, was auf verringerte Isofluranverluste hinweist. Bei der Routinediagnostik wurde auf 2 Betrieben im Rahmen des AP8 Gesäuge-Wischproben, Bronchoalveoläre Lavage und Wischproben von Masken genommen und mittels third-generation sequencing (Oxford Nanopore Technologies, PathoSense) untersucht. Als relevante potentiell pathogene Keime wurde hierbei in hohen Mengen lediglich Rotavirus B und *Streptococcus suis* nachgewiesen.

Detaillierte Ergebnisse dieses Untersuchungsteils werden im Rahmen einer Dissertation an der Tierärztlichen Fakultät der LMU München veröffentlicht (Haunus, J.; 2023).

2.
