



Hochschule Neubrandenburg  
University of Applied Sciences

**Fachbereich Agrarwirtschaft und Lebensmittelwissenschaften**

Fachgebiet Tierzucht und Haltung

## **Masterthesis**

### **Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration**

vorgelegt von:

Louisa Steffen

1. Prüfer: Prof. Dr. Christian Looft

2. Prüferin: Prof. Dr. Sandra Rose

urn:nbn:de:gbv:519-thesis2020-0070-1

Neubrandenburg, September 2020

# Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis .....	I
Abbildungsverzeichnis .....	I
Abkürzungsverzeichnis .....	II
1. Einleitung .....	1
2. Ebergeruch und Kastration .....	3
2.1 Ebergeruch.....	3
2.1.1 Androstenon.....	4
2.1.2 Skatol .....	5
2.1.3 Einflussfaktoren auf Ebergeruch.....	6
2.2 Alternative Verfahren zur betäubungslosen Ferkelkastration .....	8
2.2.1 Jungebermast .....	8
2.2.1.1 Haltung und Betriebsorganisation .....	8
2.2.1.2 Schlachtkörperzusammensetzung und Vermarktung.....	10
2.2.1.3 Wirtschaftlichkeit der Ebermast .....	13
2.2.1.4 Vor- und Nachteile der Ebermast .....	15
2.2.2 Jungebermast mit Immunokastration durch Improvac® .....	16
2.2.2.1 Wirkungsweise von Improvac ® .....	16
2.2.2.2 Anwendung von Improvac ®.....	17
2.2.2.3 Risiken und Nebenwirkungen von Improvac® .....	19
2.2.2.4 Tierwohl Immunokastration.....	20
2.2.2.5 Produktqualität und Vermarktung .....	20
2.2.2.6 Wirtschaftlichkeit.....	22
2.2.2.7 Markt und Akzeptanz.....	23
2.2.2.8 Vor- und Nachteile der Immunokastration .....	24
2.2.3 Injektionsnarkose mit Ketamin und Azaperon .....	26
2.2.3.1 Wirkungsweise.....	26

2.2.3.2 Ablauf der Injektionsnarkose .....	27
2.2.3.3 Arbeitsaufwand und betriebsorganisatorische Voraussetzung für die Injektionsnarkose .....	29
2.2.3.4 Ökonomischer Aspekt der Injektionsnarkose .....	30
2.2.3.5 Vor- und Nachteile der Injektionsnarkose .....	31
2.2.4 Inhalationsnarkose mit Isofluran .....	33
2.2.4.1 Rechtlicher Rahmen.....	33
2.2.4.2 Anästhesiegas Narkose .....	33
2.2.4.3 Wirkungsweise von Isofluran .....	35
2.2.4.4 Sachkundenachweis und Isofluran-Narkosegeräte .....	36
2.2.4.5 Betriebsorganisatorische Voraussetzungen und Arbeitsablauf der Kastration unter Isoflurannarkose.....	37
2.2.4.6 Nebenwirkungen von Isofluran .....	40
2.2.4.7 Anwenderschutz und Umweltbelastung von Isofluran .....	40
2.2.4.8 Ökonomischer Aspekt der Isoflurannarkose.....	42
2.2.4.9 Vor- und Nachteile der Isoflurannarkose.....	43
2.2.5 Lokalanästhesie .....	45
2.2.5.1 Wirkungsweise der Lokalanästhesie.....	45
2.2.5.2 Nebenwirkungen von Lokalanästhetika.....	47
2.2.5.3 Anwendung der Lokalanästhesie bei der Kastration von Saugferkeln .....	48
2.2.5.4 Schmerzausschaltung bei der Lokalanästhesie .....	49
2.2.5.5 Ökonomischer Aspekt der Lokalanästhesie.....	50
2.2.5.6 Vor- und Nachteile der Lokalanästhesie.....	50
3. Diskussion und Fazit .....	52
4. Zusammenfassung .....	60
Literaturverzeichnis .....	63
Eidesstattliche Erklärung .....	74

## Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> Zeitaufwand der Ebermast .....	14
<b>Tabelle 2:</b> Kosten der Injektionsnarkose .....	30
<b>Tabelle 3:</b> Mehrkosten der chirurgischen Kastration unter Inhalationsnarkose mit Isofluran im Vergleich zur Referenzsituation* .....	42
<b>Tabelle 4:</b> Bewertungsmatrix .....	52

## Abbildungsverzeichnis

<b>Abbildung 1:</b> Schlachtkörperzusammensetzung .....	11
<b>Abbildung 2:</b> Grobgewebliche Zusammensetzung (%) der Hauptteilstücke Schulter, Kamm (mit Kammspeck), Kotelett (mit Rückenspeck), Bauch, Filet und Schinken .....	12
<b>Abbildung 3:</b> Ebergeruch und Immunität .....	18
<b>Abbildung 4:</b> Sicherheitsspritze .....	19
<b>Abbildung 5:</b> Isofluran-Narkosegerät PigNap 4.0 .....	37

## Abkürzungsverzeichnis

AGW	Arbeitsplatz Grenzwert
AutoFOM	Automatischer Fat-O-Meater
BHZP	Bundeshybridzuchtprogramm
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
°C	Grad Celsius
DE	Deutsches Edelschwein
DL	Deutsche Landrasse
DLG	Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft
et al.	et alii
Fa.	Firma
FerkBetSachkV	Ferkelbetäubungssachkundeverordnung
FSH	Follikelstimulierendes Hormon
g	Gramm
GnRF	Gonadotrophin releasing Factor
GnRH	Gonadotrophin releasing hormone
IMF	Intramuskuläres Fett
LH	Luteinisierendes Hormon
M.	Musculus, Muskel
MAC	Minimale alveoläre Konzentration
MFA	Muskelfleischanteil
mg	Milligramm

n	Number, Anzahl
NMDA	N-Methyl-D-Aspartat
ng	Nanogramm
N <sub>2</sub> O	Distickstoffmonoxid, Lachgas
%	Prozent
Pi	Pietrain
ppm	Parts per million
PUFA	Poly unsaturated fatty acids
QS	QS Qualität und Sicherheit GmbH
Subk.	Subkutan
SVLFG	Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau
TierSchG	Tierschutzgesetz
TRGS 900	Technische Regeln für Gefahrenstoffe 900
µg	Mikrogramm

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Masterarbeit die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies impliziert jedoch keine Benachteiligung des weiblichen oder diversen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

## 1. Einleitung

Mit der Novellierung des Tierschutzgesetzes im Juli 2013 wurde festgelegt, dass die Ausnahmeregelung für die betäubungslose Kastration von unter acht Tage alten Ferkeln aufgehoben wird. Das Verbot der betäubungslosen Ferkelkastration sollte am 01. Januar 2019 in Kraft treten, jedoch wurde die Frist vom Deutschen Bundestag um zwei Jahre verlängert, da sich Politik und Wirtschaft nicht einig waren, welche Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration zur Wahl stehen sollten. Die Entscheidung zur Fristverlängerung wurde von verschiedenen Interessenvertretern und in der breiten Öffentlichkeit diskutiert, da es bereits andere Alternativen wie die Immunokastration, die chirurgische Kastration unter Betäubung und die Jungebermast gab. Jedoch konnte man sich zu einem Ausstieg aus der betäubungslosen Ferkelkastration zu diesem Zeitpunkt noch nicht entschließen, da die Folgen für den Strukturwandel bei den Ferkelerzeugern noch nicht absehbar waren. Das Verbot zur betäubungslosen Ferkelkastration wird nun am 01. Januar 2021 in Kraft treten.

Ziel dieser Arbeit ist es, die Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration zu beschreiben und nach selbst festgelegten Kriterien zu bewerten, um so die bestmögliche Alternative in Bezug auf Tierwohl, Kosten, Praxistauglichkeit und Akzeptanz zu bestimmen. Die Bewertung erfolgt durch eine Bewertungsmatrix und wird in der nachfolgenden Diskussion besprochen.

Zunächst wird das Problem des Ebergeruchs dargestellt und die Notwendigkeit für die Kastration von Saugferkeln begründet. Dabei wird darauf eingegangen, woraus sich der Ebergeruch zusammensetzt und wodurch er beeinflusst wird.

Anhand von Recherchen von Primär- und Sekundärliteratur wird untersucht, wie die Alternativen und ihre Vor- und Nachteile aussehen. Zwei der Alternativen kommen dabei ohne eine Operation aus. Bei der Ebermast wird auf die Kastration ganz verzichtet, während bei der Immunokastration der unerwünschte Ebergeruch durch Impfungen vermieden wird. Die beiden operativen Alternativen unterscheiden sich durch die Art der Narkose bei der Kastration. Mit Isofluran kann der Landwirt selbstständig eine Inhalationsnarkose durchführen, während die Injektionsnarkose von einem Tierarzt durchgeführt werden muss.

Zusätzlich wird noch auf die Möglichkeit einer Kastration unter örtlicher Betäubung eingegangen, da das eine teilweise praktizierte Methode im europäischen Ausland ist, die in Deutschland jedoch bislang keine Zulassung hat. In der Diskussion werden die vorher genannten Alternati-

ven in einer Matrix nach eigenen Kriterien, die für die Praxis als wichtig erachtet werden, bewertet. Abschließend wird im Fazit auf Möglichkeiten eingegangen, wie ein in Zukunft befürchteter zunehmender Strukturwandel bei den Ferkelerzeugern zum Teil verhindert werden kann.

## 2. Ebergeruch und Kastration

Mit der Novellierung des deutschen Tierschutzgesetzes wird die bisher gängige Praxis der betäubungslosen chirurgischen Kastration männlicher Ferkel ab 01.01. 2021 verboten. Obwohl die Kastration auch viele Nachteile mit sich bringt, ist das Verfahren weit verbreitet, um unerwünschte Geruchsabweichungen und damit eine verringerte Verbraucherakzeptanz zu vermeiden (MÖRLEIN, 2014). Das Verfahren der Kastration zur Beeinflussung der Schlachtkörperqualität ist schon seit 3.000 bis 4.000 Jahren v. Chr. bekannt (PREINERSTORF et al., 2010) und ist in Deutschland seit jeher üblich. Nur hierdurch war es lange Zeit möglich, das Fleisch der männlichen Mastschweine für den Verzehr nutzbar zu machen (FECHLER, 2010).

### 2.1 Ebergeruch

Der Ebergeruch ist Grund für die Kastration von Saugferkeln in der ersten Lebenswoche. Er entwickelt sich in der Pubertät bei den männlichen Schweinen und nimmt mit dem Alter der Tiere zu. Dieser wird durch Erhitzen des Fleisches vom Verbraucher sowohl als Geruch als auch Geschmack wahrnehmbar und wird als unangenehm empfunden.

Den Ebergeruch bezeichnet man als urinöse bzw. fäkale Geruchs- und Geschmacksabweichung im Fleisch unkastrierter männlicher Schweine, die vor allem durch einen erhöhten Gehalt von Androstenon und Skatol hervorgerufen und beim Erhitzen des Fleisches wahrnehmbar werden. Jedoch ist der Begriff „Ebergeruch“ nicht eindeutig definiert (CLAUS, 1993). Der Skatol- und Androstenongehalt steigt mit dem Eintritt in die Geschlechtsreife der Jungeber und nimmt mit einem zunehmenden Alter der Tiere zu. Der Ebergeruch ist nicht von allen Menschen wahrnehmbar. Die Wahrnehmungsrate variiert je nach Geschlecht, Alter und Herkunft der Probanden zwischen 11 % und 37% (WYSOCKI & BEAUCHAMP, 1984; WYSOCKI et al., 1989; FONT I FURNOLS et al., 2003). Eine Vielzahl von Studien haben sich mit der Detektionsrate von Androstenon befasst. Bei Frauen wurde laut BREMNER et al. (2003) eine höhere Detektionsrate festgestellt als bei Männern. Wie sich bei einer weiteren, international angelegten Studie herausgestellt hat, gibt es länderspezifische Unterschiede in der Wahrnehmung des Geruchs. Durchschnittlich nehmen 18 % der Deutschen Androstenon wahr, wohingegen knapp jeder dritte Spanier (31 %) sensibel auf diesen Stoff ist (WEILER et al., 2000).

Anders verhält es sich mit Skatol. Dieser Stoff kann von einem größeren Teil der Menschen wahrgenommen werden als es bei Androstenon der Fall ist (HANSSON et al., 1980). In Bezug auf die qualitative Beeinträchtigung des Schlachtkörpers gilt ein Grenzwert von 0,5 µg Androstenon/g Fett, für Skatol beträgt dieser 250 ng Skatol/g Fett (HERZOG et al., 1993).

### 2.1.1 Androstenon

Im Hoden des Ebers werden neben den Sexualhormonen auch das urinartig riechende Pheromon Androstenon ( $5\alpha$ -Androst-16-en-3-on) produziert, genauer gesagt in den Leydigzellen (WEILER et al., 1995; ZAMARATSKAIA & SQUIRES, 2009; PAULY et al., 2010; OSKAM et al. 2008). Obwohl das Androstenon im chemischen Aufbau den Androgenen ähnelt und an die Bildung der anabolen Hodenhormone gekoppelt ist, hat es keine hormonelle Funktion, sondern dient als Pheromon und wirkt bei der Reproduktion als Geruchssignal für die Sauen, indem die Androstenonsteroiden über das Blut zu den Speicheldrüsen gelangen und dort an das Protein Pheromaxein gebunden werden und durch den Speichel als Geruchsstoff ausgeschieden werden (CHEN, 2007; BRACHER-JAKOB, 2000; ANDRESEN, 2006; BABOL et al., 1996). Im Verlauf der Pubertät nimmt mit steigender Hormonsynthese auch die Androstenonbildung zu, da sich Androstenon auf den gleichen Vorstufen wie die Gonadenhormone aufbaut, nämlich auf den beiden Hormonen Pregnenolon und Progesteron (WEILER et al., 1995; BRACHER-JAKOB, 2000). Die Hormonsynthese im Hoden wird über die Hypothalamus-Hypophysen-Hoden-Achse geregelt. Die aus dem Hypothalamus freigesetzten Gonadotropin-Releasing-Hormone (GnRH) stimulieren die Freisetzung von Follikel stimulierenden Hormonen (FSH) und luteinisierenden Hormonen (LH) aus der Adenohypophyse. Dies ermöglicht die Synthese und Sekretion von Androgenen und Östrogenen aus den Leydigzellen sowie die Förderung der Spermatogenese (MEINECKE, 2000). Im Fettgewebe wird das stark lipophile Androstenon eingelagert, um einem Mangel vorzubeugen, da die Pheromonbildung Schwankungen unterliegen kann. Androstenon ist für den urinartigen Geruch verantwortlich (WEILER et al., 1995).

Die Androstenonbildung setzt zwischen dem 5. und dem 7. Lebensmonat der Eber ein, also während der Pubertät. Die Pubertätsentwicklung vollzieht sich in kurzer Zeit, daher kann eine Verschiebung des Schlachtzeitpunktes große Auswirkung auf die Androstenon-Werte haben, da die Schweine meist mit 6 Monaten ihr Schlachtalter erreicht haben (CLAUS et al., 1994).

Durch die Korrelation von Testosteron mit Androstenon ist eine Verstärkung des Ebergeruchs bei Aggressions- und Dominanzverhalten denkbar, da Kämpfe zu einer Erhöhung des Testosteronspiegels im Blut führen (CLAUS et al., 1994; GIERSING et al., 2000). Darüber hinaus konnte beobachtet werden, dass Eber mit einem hohen Androstenon-Gehalt stimulierend auf die Androstenon-Produktion der Buchtgenossen wirken (GIERSING et al., 2000). Es konnte auch nachgewiesen werden, dass die Androstenon-Gehalte im Fett der Eber niedriger sind, wenn die Eber von Geburt bis zur Schlachtung in einer homogenen Gruppe gehalten wurden (SCHIELE, 2010). Durch Erhitzen des Schweinefleisches wird Androstenon aus dem intramuskulären Fettgewebe freigesetzt und vom Verbraucher als Geruch wahrgenommen. Menschen können den Geruch von Androstenon bei einer Wahrnehmungsgrenze zwischen 0,2 – 1 parts per million (ppm) wahrnehmen. Die Wahrnehmung ist bei Menschen sehr unterschiedlich, allerdings nehmen bis zu 75 % der deutschen Verbraucher diesen Geruch als unangenehm wahr. Er wird als moschus-, urin- oder schweißartig beschrieben (KARPELES & Jäger, 2012).

### **2.1.2 Skatol**

Skatol (3-methyl-indol) entsteht im Dickdarm der Schweine als Abbauprodukt der Aminosäure Tryptophan. Vom Dickdarm gelangt Skatol über die Blutbahn zur Leber, wird dort aus dem Blut resorbiert und durch Enzyme größtenteils abgebaut, anschließend wird es über Kot und Harn ausgeschieden. Lipophiles Skatol, welches nicht zuvor in der Leber abgebaut werden konnte, wird wie Androstenon im Fettgewebe gespeichert. Androstenon hemmt die Aktivität der Skatol abbauenden Enzyme, wodurch bei Ebern mehr Skatol im Fettgewebe gespeichert wird als bei Sauen und Kastraten (XUE & DIAL, 1997; SCHULZ, 2007). Der Skatol-Gehalt im Fettgewebe kann bei Ebern durch Fütterung von leichtverdaulichen Kohlenhydraten gesenkt werden, zum Beispiel durch Fütterung roher Kartoffelstärke in der Endmastphase (CLAUS et al., 1994; ROTTNER, 2012). Des Weiteren kann der Skatol-Gehalt durch entsprechende Haltingsbedingungen gesenkt werden, dazu gehören eine restriktive Fütterung, saubere Liegeplätze, freier Zugang zu Wasser und eine ausgeglichene mikrobielle Darmflora. Außerdem beeinflussen Rasse und Zuchtlinie den Skatol-Gehalt (XUE & DIAL, 1997; SCHULZ, 2007). Eine Studie von TAJET et al. (2006) belegt, dass Duroc-Eber generell höhere Androstenon-Gehalte aufweisen als Eber der Landrasse (TAJET et al., 2006). Der Geruch von Skatol wird als fäkalartig beschrieben und von 99 % der Verbraucher wahrgenommen und als widerlich eingestuft (WEILER et al., 2000; ROTTNER, 2012).

### 2.1.3 Einflussfaktoren auf Ebergeruch

Skatol wird anders als Androstenon durch Abbauprozesse im Darm aller Schweine, also nicht geschlechtsgebunden, durch mikrobiellen Abbau von Tryptophan im Dickdarm produziert. Werden den Darmorganismen über das Futter nicht genügend fermentierbare Kohlenhydrate zur Verfügung gestellt, wird Tryptophan in Skatol umgewandelt und im Fettgewebe eingelagert oder über den Kot ausgeschieden. Dieser nachteilige Skatolbildungs- und Einlagerungsprozess kann durch die Verfütterung sogenannter Präbiotika, also vom Schwein enzymatisch nicht verdaulichen Kohlenhydraten, z.B. Fruktooligosaccharide, Inulin oder Pektin, abgemildert werden. Als geeignete Futtermittel kommen z.B. Trockenschnitzel, Kleie, rohe Kartoffelstärke oder auch Lupinen infrage (mit einem Anteil von 10% an der Gesamtfuttermenge). Durch die genannten Futtermittel kommt es zu einer vermehrten Wasserbindung und einer Masseerhöhung im Dickdarm, wodurch die Nahrung schneller ausgeschieden wird und eine Absorbierung von Skatol durch das Gewebe verringert wird (LINDERMAYER, 2010).

Neben dem Einsatz präzäkal schwer oder gar nicht verdaulichen Kohlenhydraten hat auch eine konstante Wasserversorgung, z.B. durch zusätzliche Tränken, ebenfalls einen positiven Einfluss. Es konnte in verschiedenen Arbeiten gezeigt werden, dass bei einer Flüssigfütterung die Geruchsbelastung der Schlachtkörper geringer war als bei trockener Verabreichung des ansonsten identischen Futtermittels (KJELDTSEN, 1993). Verschiedene Studien belegen, dass es ausreichen dürfte, in den letzten drei Wochen vor der Schlachtung die Fütterung umzustellen, um den Skatolgehalt deutlich unter den bislang gültigen Orientierungswert zu bringen. In diesem Zeitraum ist die Kotqualität näher zu betrachten (TS-Gehalt, Konsistenz, Klebrigkeit, pH-Wert), da ein feuchterer und gleichzeitig weniger klebriger Kot schneller durch die Spalten hindurchtritt und dadurch ein geringerer Verschmutzungsgrad der Tiere zu beobachten ist. Dieses Problem ist gerade in der Ebermast von Bedeutung, da bereits gezeigt werden konnte, dass bei einer längeren Verweildauer des Kotes in den Buchten, besonders bei höheren Temperaturen, das über die Exkreme freigesetzte Skatol über die Lunge und über die Haut aufgenommen werden kann. Dieses Skatol, welches ebenso wie das aus dem Darmtrakt resorbiert, aber nicht in der Leber verstoffwechselt wurde, wird im Fettgewebe eingelagert (HANSEN et al., 2006). Laut KAMPHUES & BETSCHER (2010) sollte sich das Fütterungskonzept jedoch in die Abläufe des Betriebes integrieren lassen, da die Tierernährung ökonomisch vertretbar zu gestalten sei. Dabei ist eine Flüssigfütterung von Vorteil. Der Einsatz von kostenintensiven Futterzusät-

zen verbietet sich von selbst, da die Ebermast aus Sicht des Landwirts keinen finanziellen Nachteil darstellen darf. Infolgedessen beeinflusst die Haltung, also auch eine gute Stallhygiene, den Skatolgehalt im Schlachtkörper, da der vermehrte Kontakt zu Kot durch verschmutzte Liegeflächen zur vermehrten Aufnahme und Speicherung von Skatol im Körperfett führt (LINDERMAYER, 2010). Auch eine hohe Besatzdichte in der Gruppenhaltung im Stall kann vor allem im Sommer zu erhöhten Skatolgehalten führen (XUE & DIAL, 1997).

Ein weiterer Einflussfaktor auf die Ausbildung des Ebergeruchs ist die Rasse. Eber frühreifer Rassen bilden den Geruch eher aus. Das Alter und das Gewicht der Eber spielt dabei eine erhebliche Rolle, denn je älter und schwerer das Tier ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit, dass Ebergeruch auftritt. Weitere Einflüsse wie die Jahreszeit spielen ebenfalls eine Rolle, da der Androstenongehalt im Winter höher ist als im Sommer (CLAUS, 1993; MATTHES et al., 1992; XUE & DIAL, 1997).

## **2.2 Alternative Verfahren zur betäubungslosen Ferkelkastration**

Derzeit können Saugferkel noch betäubungslos kastriert, die Frist läuft jedoch dieses Jahr aus. Ab dem 01.01.2021 ist die betäubungslose Ferkelkastration laut Tierschutzgesetz verboten, daher müssen sich Sauenhalter für eine Alternative Entscheiden. Nachfolgend werden diese dargestellt.

### **2.2.1 Jungebermast**

Die Ebermast ist eine Alternative, sie sich schon seit einigen Jahren in Deutschland etabliert hat. Eber haben einige Vorteile in der Mast- und Schlachtleistung, allerdings auch Nachteile in Bezug auf Ebergeruch und einem aggressiveren Verhalten und die damit verbundenen Anforderungen an die Haltungsbedingungen. Eine erfolgreiche Eberhaltung im Betrieb erfordert eine Einhaltung einiger Regeln (BLAHA et al., 2020).

Die Ebermast wird als aussichtsreiche Alternative zu der zukünftig verbotenen betäubungslosen Ferkelkastration angesehen. Die Vorteile der Ebermast liegen in höheren Tageszunahmen, einem geringeren Fettgehalt des Fleisches und einer kürzeren Mastdauer. Der Nachteil ist ein teilweises Auftreten des Ebergeruchs mit einem Anteil von ca. 3% (BREMNER et al., 2003).

#### **2.2.1.1 Haltung und Betriebsorganisation**

Obwohl die Jungebermast verglichen mit der Mast von Kastraten einige Vorteile besitzt, wurde sie bislang in den meisten Ländern der EU, in denen die chirurgische Ferkelkastration üblich ist, nicht praktiziert (BONNEAU, 1998).

Bei der Jungebermast wird auf die Kastration verzichtet, das heißt, es werden intakte Eber gemästet und geschlachtet. Dabei bleibt die Integrität des Tieres unangetastet, was ein Vorteil gegenüber anderen Verfahren ist. Da sich Eber anders als Kastraten verhalten, ist eine Anpassung im Management der Haltung erforderlich. Außerdem muss mit dem Risiko von Geruchsabweichungen des Schlachtkörpers gerechnet werden. Neben der Problematik des Ebergeruchs stellt das in mehreren Studien belegte aggressive Verhalten von Ebern eine Herausforderung dar (RYDHMER et al., 2006). Die Ebermast wird teilweise als „laute“ Mast beschrieben, da

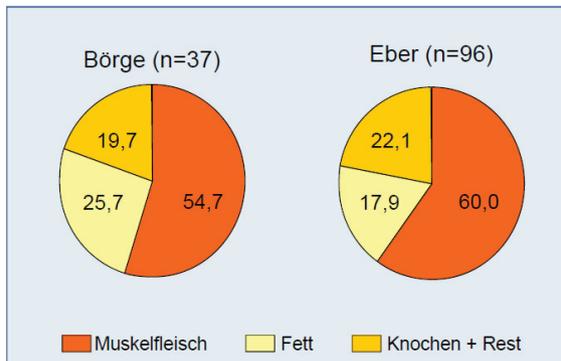
Eber spätestens in der „Pubertät“ ebertypische Verhaltensweisen wie Aufreiten und Penisbeißen zeigen. Hinzu kommen noch mehr soziale Auseinandersetzungen wie Rangordnungskämpfe. Das stärkere Aggressionsverhalten richtet sich vor allem gegen rangniedrigere Eber (BLAHA et al., 2020). Zur Eindämmung dieser Verhaltensweisen ist eine Anpassung des Managements unter anderem in Bezug auf die Häufigkeit von Neugruppierungen in der Haltung, beim Transport und im Wartebereich am Schlachthof notwendig. Zudem funktioniert die Ebermast in kleineren Gruppen besser als in großen, da die Tierkontrolle so erleichtert wird und sich leichter eine feste Rangordnung bilden kann, denn Rankämpfe kommen vor allem in großen Gruppen vor (BÜNGER et al., 2011). Die Tierbeobachtung ist ein wichtiger Teil in der Ebermast, da durch Bespringen und Rankämpfe Verletzungen auftreten können. Lahme und verletzte Tiere sollten bei einem der täglichen Stalldurchgänge identifiziert und separiert werden, dazu eignet sich besonders der Zeitraum der Aktivitätsphase im Laufe des Nachmittags. Durch intensivere Tierbeobachtung ist der Zeitaufwand in der Ebermast im Vergleich zur konventionellen Mast etwas erhöht (BLAHA et al., 2020).

Generell gibt es bei der Ebermast keine speziellen Anforderungen an die Stalleinrichtung, allerdings sollte auf eine höhere Stallhygiene geachtet werden. Es sollte zur Eindämmung des Ebergeruchs berücksichtigt werden, dass Skatol durch die Haut diffundieren kann. Eber urinieren oftmals während der Fütterung, eine erhöhte Buchtenhygiene ist daher zwingend erforderlich. Der Vollspaltenanteil sollte aus diesem Grund möglichst hoch sein. Ein größeres Platzangebot von 10 Prozent wird empfohlen (BLAHA et al., 2020). Eber und Sauen sollten immer getrenntgeschlechtlich gehalten werden, um Trächtigkeiten vor der Schlachtung zu verhindern und um gegebenenfalls, je nach Futterversorgungseinrichtung und Fütterungstechnik, separate Futtermischungen anzubieten. Aufgrund des hohen Proteinsatzes sollten Eber eine passende Aminosäureausstattung erhalten. Eber nehmen im Vergleich zu Kastraten weniger Futter auf, daher wird eine ad libitum Fütterung empfohlen (BÜNGER et al., 2012; ADAM et al., 2016). Eber haben einen höheren Muskelfleischanteil und setzen weniger Fett an. Aus diesem Grund reagieren Eber bei einer unzureichenden Aminosäureversorgung mit geringeren Tageszunahmen und nicht mit Verfettung. Dabei sind neben der Fütterung auch die Genetik der Eber und deren Leistungsvermögen wichtige Faktoren. Eine zu knappe Aminosäureausstattung kann außerdem die Unruhe im Stall fördern (BLAHA et al., 2020).

### 2.2.1.2 Schlachtkörperzusammensetzung und Vermarktung

Der Schlachtkörper eines Ebers unterscheidet sich zu dem eines Kastraten durch eine Verschiebung der Körperproportionen in die vordere Körperhälfte und zeichnet sich durch einen stark erhöhten Muskelfleischanteil und stark verringerten Fettanteil aus. Gleichzeitig ist eine Zunahme der Knochenmasse und ein höherer Anteil an Schwarten und Sehnen im Vergleich zu Börgen zu beobachten (DOBROWOLSKI et al., 1995). Beim Vergleich der Teilstücke nach der DLG-Schnittführung ist eine unterschiedliche Verschiebung der Muskelmenge und Fettmenge in diesen Teilstücken zu erkennen. So ist zum Beispiel der Muskelfleischanteil des Koteletts verhältnismäßig gering, während der Bauch bei den Ebern überproportional stark an Muskelfleisch zunimmt (DOBROWOLSKI et al., 1995). Insgesamt ist festzustellen, dass Eber einen 1-2% höheren Anteil an wertvollen Teilstücken besitzen als Börge, dabei ist die Schulter um 5% stärker ausgeprägt (BAUER, 2010). Bei einem Vergleich der Großteilstücke zeigt sich, dass die Schinken- und Kotelettregion kaum Unterschiede zu den Kastraten aufweist, wohingegen die Bug-Kammregion der Eber stärker ausgeprägt ist (DOBROWOLSKI et al., 1995).

Ein häufig genannter weiterer Vorteil der Mast von Jungebern gegenüber Kastraten ist das verbesserte Wachstum bei gleichzeitig geringerem Futterverbrauch. Der Grund für die bessere Futtermittelverwertung liegt in einem höheren Ansatzvermögen von Eiweiß (MICHELCHEN et al., 1979; KUHN & ENDER, 1990; CLAUS, 1993). Der verbesserte Ansatz von Eiweiß wird zum Teil durch die Bildung von Keimdrüsenhormonen in den Hoden der männlichen Tiere sowie durch die Produktion von Östrogenen verursacht (MATTHES et al., 1992; CLAUS, 1993). Zudem bilden Eber generell während der Mast deutlich weniger Fett aus als Börge (KUHN & ENDER, 1990), weshalb die Bauchregion der Eber einen deutlich geringeren Fettanteil aufweist (DOBROWOLSKI et al., 1995). Der Anteil der Bauchregion ist etwa 10% unter dem Bauchanteil von Kastraten (BAUER, 2010). Die Eberschlachtkörper zeigten bei Untersuchungen von Dobrowolski et al. (1995) 60 % Muskelfleischanteil (MFA) und 25,7 % Fettanteil. Diese Untersuchungen belegen, dass Eber einen höheren Schlachtkörperwert haben als Börge (Abb. 1). Eine Untersuchung von Large-White-Ebern kommt zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie zeigen in der Summe der Schultern, Lenden und Schinken einen Muskelfleischanteil von 57,3 %, der somit signifikant höher liegt als der Muskelfleischanteil der Kastraten mit 52,6 % (PAULY et al., 2008). Nachfolgend wird die Schlachtkörperzusammensetzung von Ebern und Börgen graphisch dargestellt (Abb.1).

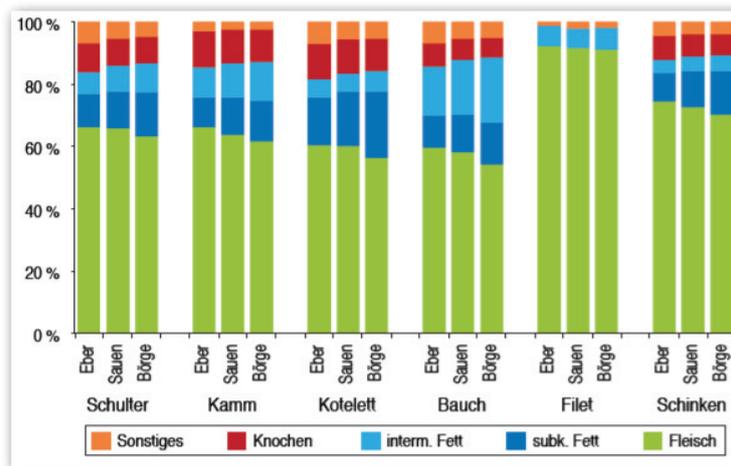


**Abbildung 1: Schlachtkörperzusammensetzung**

n=360, Pi x DL, DE x DL, BHZP- Bundesversuch Ebermast

Quelle: Dobrowolski et al. (1995)

Ein weiterer Unterschied liegt im intramuskulären Fettgehalt, der bei den Ebern geringer als bei den Kastraten ausfällt (FISCHER & WEILER, 1995; BAUER, 2016). In den Studien von FISCHER & WEILER (1995) wurden Messungen an verschiedenen Muskeln (M.) vorgenommen, wie dem M. longissimus dorsi, M. triceps brachii oder dem M. semitendinosus. Bei den Messungen in einer Gewichtsklasse unter 80 kg zeigten sich bei Ebern 0,3 -0,4 % niedrigere intramuskuläre Fettgehalte als bei Börgen. Diese und andere Studien, wie eine Studie von NOLD et al. (1997), zeigen ebenfalls einen geringeren intramuskulären Fettgehalt bei Ebern. Nach Untersuchungen von MÜLLER et al. (2010) waren die intramuskulären Fettgehalte des Koteletts bei Ebern mit 0,6 % unter denen der Kastraten mit 1,1 % (MÜLLER et al., 2010). In der folgenden Grafik stellen BAUER & JUDAS (2014) die Grobgewebliche Zusammensetzung der Hauptteilstücke des Schweins dar (Abb. 2).



**Abbildung 2:Grobgewebliche Zusammensetzung (%) der Hauptteilstücke Schulter, Kamm (mit Kammspeck), Kotelett (mit Rückenspeck), Bauch, Filet und Schinken differenziert nach Geschlecht (Eber: Sauen: Börgen n=79:79:83)**  
Quelle: BAUER & JUDAS (2014)

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass Eberschlachtkörper einen höheren Muskel- fleischanteil bei geringerer Verfettung aufweisen, wohingegen Schlachtkörper von Börgen den geringsten Fleisch- und den höchsten Fettanteil zeigen. Sauen nehmen meist eine mittlere Stellung ein (BAUER & JUDAS, 2014). Die Eber zeigten auch den höchsten Anteil an Knochen, Schwarte und Sehnen (siehe Abb. 2). Das Verhältnis zwischen Muskelfleischanteil- und Fettanteil ist entscheidend für den Schlachtkörperwert und bildet die Grundlage für die Handelsklasseneinstufung.

Durch den geringeren absoluten Fettgehalt der Eberschlachtkörper ergibt sich eine andere Fettsäurezusammensetzung, bei Ebern ein höherer Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren (PUFA) in den Fettgeweben. Der Gehalt an PUFA ist vor allem für die Verarbeitung von Rohmaterialien zu Wurstprodukten von Bedeutung, da ein hoher Anteil an PUFA im Fettgewebe eine weichere Konsistenz und geringere Oxidationsstabilität des Fettes bedingt (BAUER, 2016).

Bei der Vermarktung von Ebern sollte beachtet werden, dass Eber im letzten Drittel der Mast schneller wachsen, jedoch durch einen geringeren Rücken- und Bauchspeckanteil leichter aussehen als Kastraten. Bei der Ermittlung des Zielgewichts sollte die um 1,5 bis 2 Prozent schlechtere Ausschachtung von Ebern berücksichtigt werden, die auf eine nicht vollständig entleerte Blase und die Entfernung der Hoden zurückzuführen ist. Eber werden derzeit nur nach dem automatischen Fat-O-Meater (AutoFOM) klassifiziert. Der höchste Index-Faktor liegt derzeit bei ca. 118 bis 128 kg Lebendgewicht. Da die Anzahl von

Eberabnehmern derzeit noch begrenzt ist, sollte die Vermarktungsorganisation vorher geplant werden. Am Schlachtband wird der Ebergeruch nur durch geschultes Personal identifiziert. Fleisch mit schwachem Ebergeruch kann durch Pökeln, Räuchern oder Marinieren kaschiert werden. Das Schlachtgewicht hat keinen Einfluss auf den Ebergeruch, entscheidend ist das Alter. Denn jüngere Tiere weisen weniger Geruchsabweichungen auf (BLAHA et al., 2020). Das Schlachtunternehmen Tönnies hat sich bereiterklärt, mehr Eber schlachten zu wollen. Im gleichen Zuge wurde eine erneute Maskenänderung angekündigt, bei der die Eber erneut im Auszahlungspreis abgestraft werden (ISN, 2018). Da die Ebermaske der großen Schlachtunternehmen zu Ungunsten der Mäster angepasst worden ist, hat sich die Erlösmöglichkeit für die Erzeuger verschlechtert. Die Übergewichtsgrenze wurde gesenkt und mit Abzug von Indexpunkten bewertet. Zudem werden Teilstücke wie Lachse, Schinken und Bäuche mit weniger Indexpunkten beurteilt, wodurch sich ein Mindererlös ergibt (DIERSING-ESPENHORST, 2017).

Ein Grund für Vermarktungsschwierigkeiten kann auch eine schlechtere Akzeptanz der Verbraucher sein. In einer Verbraucherumfrage der QS Qualität und Sicherheit GmbH, QS genannt, befürworteten Verbraucher durchaus die Vermeidung der für das Tier schmerzhaften chirurgischen Kastration, jedoch besteht auch die Sorge, selbst geruchsbelastetes Fleisch unbeabsichtigt einzukaufen. Zudem empfindet der Verbraucher das aggressivere Verhalten von Ebern als nicht annehmbar, daher ergibt sich eine mittlere Akzeptanz mit einem mittleren bis hohen Skandalisierungspotential. Mit dem Skandalisierungspotential ist jenes Potential gemeint, welches ein absichtliches herbeiführen eines Skandals bedeutet, bzw. ein absichtliches Verschlimmern eines tatsächlichen oder behaupteten Misstandes. Die Wirtschaft gibt als Prognose an, dass ca. die Hälfte der männlichen Mastschweine einer Kastration mit Schmerzausschaltung unterzogen wird und für ca. 33 % die Jungebermast als Verfahren gewählt werden wird (NIENHOFF et al., 2016).

### **2.2.1.3 Wirtschaftlichkeit der Ebermast**

Um die Wirtschaftlichkeit der Ebermast nachvollziehen zu können, wird ein Mastendgewicht von 115 kg angenommen. Es wird davon ausgegangen, dass durch die verkürzte Mastdauer der Eber die Anzahl der Durchgänge erhöht werden kann. Es wird unterstellt, dass zusätzlich benötigte Tiere zugekauft werden können. Durch den Wegfall der chirurgischen Kastration erge-

ben sich geringfügig weniger Ferkelverluste z.B. aufgrund von Stress. Diese werden durch marginal erhöhte Verluste in der Aufzuchtphase, hervorgerufen durch ebertyisches Verhalten, überkompensiert. Durch das Ausbleiben der Ferkelkastration ergibt sich für den Landwirt eine Zeitersparnis, die durch einen erhöhten Aufwand der Ferkelselektion aufgehoben wird (Tab.1). Die Arbeitszeit je Tier in der Ebermast erhöht sich zusätzlich durch vermehrte Tierbeobachtung und Aufmerksamkeit in der Fütterung, Management und Handling. Durch die kürzere Mast sinkt aber der Gesamtzeitbedarf je Tier.

**Tabelle 1: Zeitaufwand der Ebermast**

Zusätzlicher Zeitaufwand Ferkelselektion	0,37 min/Ferkel
Zeitersparnis durch ausbleibende Ferkelkastration	-0,95 min/ Ferkel
Zusätzlicher Zeitaufwand Ebermanagement	1,20 min/Eber

Quelle: VERHAAGH & DEBLITZ (2019)

Eber haben eine bessere Futtermittelverwertung und höhere tägliche Zunahmen als Börgen, zudem ist die Ausschachtung geringer und der Magerfleischanteil um ca. 3 Prozent erhöht. Bei einem Endgewicht von durchschnittlich 115 kg liegt der Anteil von Ebern mit Geruchsabweichungen bei durchschnittlich 3,5 %. Bei der Jungebermast steigen die Gesamtkosten, aber auch die Erlöse durch eine Erhöhung der Durchgänge und damit verbundenen erhöhten Anzahl an vermarkteten Tieren. Nach Berechnungen von VERHAAGH & DEBLITZ (2019) sind alle Betriebe mit der Ebermast mittelfristig so rentabel wie konventionelle Schweinemastbetriebe. Es sollte jedoch auch beachtet werden, dass die gesonderte Abrechnung der Eber dazu führen kann, dass die höheren Leistungen der Eber nicht kompensiert werden. Die Werte zwischen den Betrieben variieren deutlich, allerdings kann gesagt werden, dass die Ebermast einen marginalen positiven Effekt auf die Wirtschaftlichkeit der Betriebe hat. Der Einfluss der Ebermast auf die Wirtschaftlichkeit ist insgesamt aber kaum spürbar (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019).

#### **2.2.1.4 Vor- und Nachteile der Ebermast**

Ein großer Vorteil der Ebermast ist die eindeutig bessere Mast- und Schlachtleistung, was auch eine Erhöhung der Mastdurchgänge zulässt. Außerdem entfallen Stress und Schmerzen durch das Ausbleiben der chirurgischen Kastration. Die Futtereffizienz von Ebern ist höher, sodass auch der Gülleanfall bei Ebern niedriger ist. Je nach Gewichtssortierung und Abrechnungsmaske kann die Ebervermarktung Vorteile haben. Allerdings sind die Vermarktungsmöglichkeiten aufgrund des höheren Aufwands auf dem Schlachthof begrenzt. Es existiert eine eigene Eberpreismaske und es gibt nur spezielle Tage, an denen Eber geschlachtet werden. Zudem kommen noch Abzüge für geruchsauffällige Tiere. Ein weiterer Nachteil besteht in den höheren Anforderungen der Eberhaltung. Aggressiveres Verhalten und Rankämpfe machen Umgruppierungen zum Problem. Lahme und schwache Tiere müssen aussortiert werden und benötigen besondere Aufmerksamkeit (BLAHA et al., 2020).

## **2.2.2 Jungebermast mit Immunokastration durch Improvac®**

Bei der Immunokastration, bzw. Impfung gegen Ebergeruch, erfolgt eine Immunisierung der männlichen Tiere mit dem Impfstoff Improvac® (Zoetis, früher Pfizer). Dabei wird eine Immunreaktion gegen das endogene Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH), das die Hodenfunktion und die Testosteronausschüttung steuert, induziert (BONNEAU et al., 1994; DUNSHEA et al. 2001). Improvac enthält den Wirkstoff Analogon-Protein-Konjugat des GnRHs. Improvac® (Fa. Zoetis) ist seit Mai 2009 EU-weit als Impfstoff gegen Ebergeruch zugelassen.

### **2.2.2.1 Wirkungsweise von Improvac®**

Durch die Impfung mit Improvac® wird eine immunologische Reaktion bei Schweinen hervorgerufen, die die Bildung von Hormonen, die den Ebergeruch auslösen, unterdrückt. Das Hodenwachstum wird durch Hormone (FSH und LH) stimuliert, die in der Hypophyse gebildet werden. Diese beiden Hormone fördern die Bildung von Testosteron und Androstenon. Als Impulsgeber für die Freisetzung von FSH und LH dient das GnRH aus dem Hypothalamus. Der Impfstoff Improvac® besteht aus einem veränderten GnRH, es ist ein künstliches Analogon des Botenstoffes GnRH, an das ein Trägerprotein angelagert wurde. Dieses Protein wurde zuvor aus dem Bakterium *Corynebacterium diphtheriae* gewonnen und besitzt keine biologische Wirkung, bzw. ist hormonell nicht wirksam. Das Analogon regt vielmehr das Immunsystem der geimpften Tiere dazu an, Antikörper gegen das körpereigene GnRH zu bilden. Durch die Impfung wird das Immunsystem dazu veranlasst, das körpereigene GnRH zu blockieren. Die Blockierung des körpereigenen GnRH hat zur Folge, dass die Bildung von Androstenon im Hoden unterdrückt wird. Durch die erste Impfung wird dem Immunsystem das Antigen, also das GnRH-Analogon, präsentiert. Die Immunreaktion geschieht erst nach der zweiten Impfung (METTENLEITER et al., 2018). Nach der zweiten Verabreichung des Impfstoffes werden Antikörper gebildet, die das körpereigene GnRH binden und neutralisieren. Dies führt zu einer Unterdrückung der FSH- und LH-Freisetzung, die Bildung von Testosteron und Androstenon wird verhindert und das Hodenwachstum blockiert (HAGMÜLLER & GALLNBÖCK, 2010). Nicht nur die Bildung von Androstenon wird unterdrückt, sondern auch der Abbau von Skatol in der Leber verstärkt, wodurch ein weiterer Verursacher für Ebergeruch vermindert wird. Etwa

zwei Wochen nach der zweiten Impfung ist die Wirkung durch optische Veränderung und Verhaltensänderung gut zu erkennen. Die Hoden werden kleiner und die geimpften Tiere werden ruhiger und weniger aggressiv. Es können Impfversager auftreten, der Anteil liegt nach Erfahrungen aus der Praxis bei 0,5-2 % der Tiere. Durch ein Nachimpfen dieser Tiere ist eine Geruchsvermeidung ebenso gegeben (METTENLEITER et al., 2018).

Die GnRH-Vakzine Improvac® ist als Impfstoff zugelassen und gehört nicht zu den Hormonen. Weder das veränderte Analogon von GnRH, noch der Impfstoff haben eine hormonelle Wirkung, wie sie vom körpereigenen GnRH verursacht wird. Eine intravenöse Verabreichung des Impfstoffs verursacht keine LH-Reaktion. Dies wurde an Schafen getestet (CLARKE et al., 2008).

In einem weiteren Versuch wurde der Impfstoff bei Schweinen zweimalig oral verabreicht. Es konnte auch hier keine Hormonwirkung festgestellt werden, es gab keinen Anstieg der Testosteronkonzentration im Blut im Vergleich zu unbehandelten Tieren. Diese Untersuchungen lassen darauf schließen, dass für den Menschen keine Gefahr beim Verzehr von Schweinefleisch immunkastrierter Tiere besteht (KARPELES & Jäger, 2012).

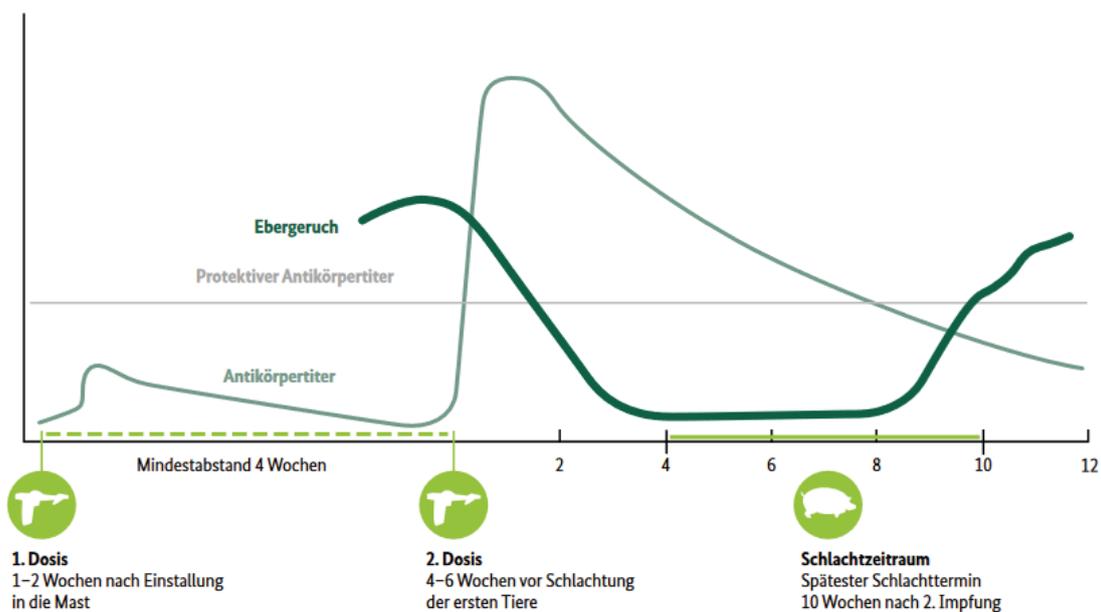
#### **2.2.2.2 Anwendung von Improvac®**

Improvac® ist eine Injektionslösung und nur auf ärztliche Verschreibung erhältlich, daher kann der Impfstoff nur über den Tierarzt bezogen werden. Der Impfstoff wird Ebern in Form von zwei Injektionen in einem Abstand von mindestens 4 Wochen verabreicht, wobei die erste Injektion ab einem Alter von 8 Wochen und die zweite 4 bis 6 Wochen vor der Schlachtung verabreicht wird (EPAR, 2017). Es bietet sich daher an, die erste Impfung bei der Umstellung der Ferkel von der Aufzucht in die Mast mit etwa 10-12 Wochen zu verabreichen, bzw. 1-2 Wochen nach Einnistung, mit 12-14 Wochen und 35-45 kg Gewicht. Aus organisatorischen Gründen sollten die Tiere getrennt-geschlechtlich aufgestellt werden (BLAHA et al., 2020). Die Injektion wird unter die Nackenhaut direkt hinter dem Ohr verabreicht. Improvac® ist innerhalb von einer Woche nach der zweiten Injektion wirksam, die Androstenon- und Skatolspiegel sinken 4 bis 6 Wochen nach der zweiten Injektion. Die erste Injektion des Impfstoffs führt zu keiner sichtbaren Veränderung am Tier. Einmal geimpfte männliche Tiere sind sowohl vom Verhalten als auch von der Physiologie mit unkastrierten Ebern zu vergleichen. Erst die zweite Verabreichung des Impfstoffs, die ca. 4-6 Wochen vor der Schlachtung erfolgt, bewirkt einen Rückgang der Aggressivität und des Sexualverhaltens. Der Hoden bildet sich langsam

zurück, die Tiere gleichen sich sowohl physiologisch als auch im Verhalten an das von Kastraten an (HAGMÜLLER & GALLNBÖCK, 2010; EPAR, 2017). Die Tiere müssen spätestens zehn Wochen nach der letzten Impfung geschlachtet worden sein, da die Wirkung der Impfung dann nachlässt. Werden die Tiere später geschlachtet, ist eine dritte Impfung erforderlich, um eine Androstenonreduzierung für weitere Wochen zu erreichen (BLAHA et al., 2020).

In einer Reihe von Feldstudien konnte belegt werden, dass Schweine, die mit Improvac® behandelt worden waren, reduzierte Testosteronspiegel im Blut hatten. Die erste Injektion hatte eine begrenzte Wirkung. Nach der zweiten Injektion jedoch werden Antikörper gegen GnRH gebildet. Die Antikörper sinken mit der Zeit, sind aber noch 4 bis 6 Wochen nach der zweiten Injektion hoch genug, um zuverlässig wirksam zu sein (EPAR, 2017). Bereits zwei Wochen nach der zweiten Impfung ist das ebertypische Verhalten (Penisbeißen, Aufreiten, Rangkämpfe) stark reduziert. Durch Beobachtung dieses Verhaltens kann der Landwirt prüfen, ob die Impfung ihre Wirkung erzielt. Das Tierverhalten kann auch im Wartebereich des Schlachthofs beobachtet werden. Ein weiterer Indikator für eine wirksame Impfung ist die Größe der Hoden, die bei geimpften Ebern deutlich kleiner sind. Impfversager sind auf Mängel bei der Impfstoffapplikation zurückzuführen und sind deutlich am Eberverhalten und an der unveränderten Hodengröße zu erkennen (BLAHA et al., 2020).

Die nachfolgende Grafik stellt den Zusammenhang zwischen den Impfungen mit Improvac® und der Entwicklung des Ebergeruchs und der Immunität dar (Abb.3).



**Abbildung 3: Ebergeruch und Immunität**

Bildquelle: Zoetis (2020)

### 2.2.2.3 Risiken und Nebenwirkungen von Improvac®

Oft genannte Nebenwirkungen von Improvac ®, die mehr als 1 von 10 Schweinen betreffen können, sind Schwellungen an der Injektionsstelle, die sich nach einiger Zeit zurückbilden. Dies kann bei 20 % bis 30 % der Tiere mehr als 6 Wochen dauern. Außerdem ergibt sich ein kurzzeitiger Anstieg der Körpertemperatur um 0,5 °C innerhalb der ersten 24 Stunden nach der Impfung (EPAR, 2017).

Eine unbeabsichtigte Selbstinjektion mit dem Impfstoff kann zu ähnlichen Wirkungen beim Menschen wie bei Schweinen führen. Hierzu können Probleme bei der Schwangerschaft und eine verringerte Fähigkeit zur Fortpflanzung bei Männern und bei Frauen zählen. Das Risiko für das Auftreten der genannten Wirkungen kann nach einer zweiten oder weiteren unbeabsichtigten Injektion größer als nach der ersten Injektion sein. Daher sollte nach der ersten Selbstinjektion ein weiterer Umgang mit dem Impfstoff unterlassen werden, um eine vorübergehende Zeugungsunfähigkeit auszuschließen.

Damit bei der Impfung größtmöglicher Schutz für Tierärzte und Tierbetreuer gewährleistet ist, wird vom Hersteller eine Sicherheitsspritze mit Schutzvorrichtung mitgeliefert, die eine versehentliche Selbstinjektion erschwert (siehe Abb.4). Improvac® darf nur mit Schutzvorrichtung angewendet werden, diese enthält einen Nadelschutz und einen Mechanismus zur Vorbeugung einer unbeabsichtigten Betätigung des Auslösers. Im Falle einer versehentlichen Selbstinjektion sollte sofort ärztlicher Rat eingeholt werden (EPAR, 2017; HAGMÜLLER & GALLNBÖCK, 2010).



**Abbildung 4: Sicherheitsspritze**

Bildquelle: topagrar (2018)

Vor dem erstmaligen Einsatz des Impfstoffs sollte eine Schulung absolviert werden. Die Wartezeit für Fleisch von Schweinen, die mit Improvac® behandelt wurden, beträgt null Tage, somit gibt es keine vorgeschriebene Wartezeit (EPAR, 2017). Außerdem ist der Verzehr von immunokastrierten Tieren unbedenklich.

#### **2.2.2.4 Tierwohl Immunokastration**

Aus tierschutzrechtlichen Überlegungen stellt die Immunokastration mit Improvac eine ernstzunehmende Alternative zu allen chirurgischen Prozeduren für die Ferkelkastration dar (BINDER, 2010). Der größte Vorteil der Impfung gegen den Ebergeruch ist der Verzicht auf die chirurgische Kastration, die den Ferkeln Schmerzen und Stress bringt. Die zweimalige Manipulation durch die Impfung ist dahingegen in ihrer Schwere eher als gering einzustufen (KARPELES & Jäger, 2012). Zudem können auch Binneneber immunologisch kastriert werden, was ein weiterer Vorteil im Vergleich zur herkömmlichen Kastration (ZANKL et al., 2011). Durch die Immunokastration verringert sich das Aggressions- und Sexualverhalten der geimpften Eber, daher weisen geimpfte Ebergruppen im Vergleich zu weiblichen Tieren die geringsten Hautverletzungen auf. Dadurch wird auch das Management der Tiere vereinfacht (FÀBREGA et al., 2010). Daher wäre bei einem flächendeckenden Einsatz der Jungebermast die Immunokastration aus Tierschutzgründen zu befürworten. Heftige Kämpfe und Verletzungen durch Aufspringen bei rangniedrigeren Tieren könnten so reduziert werden (KARPELES & Jäger, 2012).

#### **2.2.2.5 Produktqualität und Vermarktung**

Intakte, männliche Schweine sind Börgen hinsichtlich Futtermittelverwertung, Wachstumsleistung und Magerfleischanteil überlegen (DUNSHEA et al., 2001; PAULY et al., 2008). Weil die Vorteile von Ebern auch für immunokastrierte Tiere bis zur zweiten Impfung gelten, ist bei Improvac®- behandelten Tieren ein ökonomischer Vorteil in Bezug auf die Schlachtkörperbewertung zu erwarten, was in mehreren Studien bestätigt wurde (JAROS, 2004; SCHMOLL et al., 2009). Durch ähnliche Wachstumsraten wie bei intakten Ebern und ähnlich geringem Futtermittelverbrauch werden Futterkosten gesenkt und weniger Ausscheidungen verursacht. Dadurch ergibt sich eine weniger starke Umweltbelastung (ZANKL et al., 2011). Laut DUNSHEA et al. (2011) ist das Leistungspotential der immunokastrierten Eber nach der zweiten Impfung sogar

größer als das der intakten Kontrolleber. Außerdem waren die Tierkörper homogener, was eine spätere Vermarktung vereinfacht. Ein weiterer Vorteil ist die Zeitersparnis durch die ausbleibende Ferkelkastration, welche nur geringfügig durch den Aufwand der Ferkelselektion zur getrennt-geschlechtlichen Aufstallung kompensiert wird (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019).

Die immunokastrierten Eber weisen zum Teil, wie die Tiere aus der Jungebermast, einen niedrigen IMF-Wert und magere Schlachtkörper mit hohem Muskelfleischanteil auf. In Abhängigkeit des Zeitpunktes der Immunokastration können die Schlachtkörper auch jenen von Börgen ähneln. Die immunokastrierten Tiere schneiden im Vergleich jedoch meist besser ab. Die Schlachtkörper weisen mehr hochwertige Teilstücke auf und erzielen signifikant mehr Einteilungen in die beste Handelsklasse (ANDREWS et al., 2009). Eine Studie von SATTLER et al. (2014) kommt ebenfalls zu dem Ergebnis, dass der Zeitpunkt der Impfung, bzw. der zeitliche Abstand zur Schlachtung, einen großen Einfluss auf die Schlachtkörperzusammensetzungen haben. Die Studie vergleicht dabei Eber, welche jeweils 5 Wochen und 8 Wochen vor der Schlachtung geimpft worden sind. Dabei stellt sich heraus, dass eine Impfung 5 Wochen vor Schlachtung ein höheres Schlachtkörpergewicht (kg) und einen höhere MfA (%) ergeben (101,4 kg; 59,4%) als eine Impfung mit 8 Wochen vor der Schlachtung (99,6 kg; 58,2 %). ZANKL et al. (2011) kommen daher zu dem Ergebnis, dass durch die verbesserte Mast- und Schlachtleistung höhere Deckungsbeiträge zu erreichen sind.

Die Androstenon-Werte immunokastrierter Eber ähneln den Werten von chirurgisch kastrierten Ebern. Ein geringer Teil (0,4 %) sind geruchsbelastet, dieser Wert wird aber auch bei chirurgisch kastrierten Börgen gefunden, wie eine Studie von ANDREWS et al. (2009) bestätigt. Daher ist das Risiko für Ebergeruch minimal und nicht höher als bei chirurgisch kastrierten Tieren einzuschätzen. Dieses Urteil wird von einer schwedischen Studie bestätigt. Dort fand man heraus, dass 2 von 270 immunokastrierten Ebern Androstenon-Werte über 0,5µg/g Fett aufwiesen. Es wird vermutet, dass diese Abweichung durch eine unzureichende Immunantwort der Tiere ausgelöst wurde (EINARSSON, 2006). Diese Eber, bei denen die Impfung wirkungslos geblieben ist, sind an einer unzureichenden Hodenrückbildung und aggressiverem Verhalten zu erkennen.

Da die mit Improvac behandelten Tiere vergleichbar mit Börgen sind und gleiche Geruchsabweichungen wie diese haben, kann daraus geschlossen werden, dass die Detektion wie bisher mit der routinemäßigen Kontrolle der Amtstierärzte einhergehen kann. Dies erfordert somit keinen zusätzlichen Aufwand und verursacht keine weiteren Kosten (KARPELES & Jäger, 2012).

### 2.2.2.6 Wirtschaftlichkeit

Bei der Impfung gegen Ebergeruch sind einige wirtschaftliche Vor- und Nachteile zu nennen. Durch die chirurgische Ferkelkastration sind höhere Ferkelverluste, vor allem durch Stress, festgestellt worden, die durch die Immunokastration nicht auftreten. Allerdings werden diese Defizite in der Aufzuchtphase der intakten Eber etwas überkompensiert, was auf das aggressivere Tierverhalten hormonell intakter Tiere zurückzuführen ist. Unkastrierte Ferkel sind im Vergleich zu Kastraten unruhiger, was den Stress innerhalb der Gruppe fördert. Ein anderer Vorteil der Immunokastration ist die Zeitersparnis durch die ausbleibende chirurgische Kastration, welche nur teilweise durch den erhöhten Aufwand der Ferkelselektion zur getrennt-geschlechtlichen Aufstallung kompensiert wird, die auch für die schnelle Durchführung der Impfung von Bedeutung ist. Es entsteht ein erhöhter Aufwand durch das Fixieren und Tätigen der Injektion. Im Saldo ergibt sich ein leicht erhöhter Arbeitsaufwand für die Immunokastration (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019).

In der ersten Mastphase bis zur Verabreichung der zweiten Spritze (bis zu 4 Wochen vor Schlachtung) sind in der Mast intakte Eber vorzufinden, also bestehen bis dahin die gleichen Vorteile wie in der reinen Ebermast. Das bedeutet, die Schweine haben ein erhöhtes Leistungspotential durch die verbesserte Futteraufnahme und die daraus resultierenden besseren Tageszunahmen. Die Schlachtkörperausschlachtung verringert sich leicht aufgrund des erhöhten Knochenanteils. Der Magerfleischanteil steigt hingegen (siehe Abb. 1) (DOBROWOLSKI et al., 1995).

Ein Nachteil der Impfung ist auch, dass es vereinzelt zu „Impfversagern“ kommen kann, bzw. Fälle, in denen der Impfstoff keine Wirkung zeigt oder die Geruchsauffälligkeiten nicht reduziert werden konnten. Hier wird ein Anteil von 5 Prozent genannt (ADAM et al., 2016). Geruchsbelastungen im Fleisch, die den Marktanforderungen nicht entsprechen, treten laut der verarbeitenden Industrie bei 3,5 Prozent der Eber aus der reinen Ebermast auf. Dieser Anteil wird auch für die Eber angenommen, deren Hoden trotz Impfung ausgeprägt ist. Aus der Kombination beider Prozentsätze ergibt sich ein absoluter Wert von geruchsauffälligen Tieren von unter einem Prozent (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019).

Die Impfung mit Improvac® kostet zwischen 3,50 € und 5,00 € pro Eber, darin enthalten sind 2 Injektionen des Impfstoffs. Dass der Verzicht auf die betäubungslose Kastration insgesamt zu höheren Kosten führen kann, ist bereits bekannt. Die Impfung gegen Ebergeruch ist laut mehreren Studien jedoch kostenneutral oder hat sogar einen Kostenvorteil gegenüber anderen

Alternativen, da immunokastrierte Eber bis zur zweiten Impfung eine bessere Zunahme und Futtermittelverwertung haben als chirurgisch kastrierte Tiere. Die Kosten der Impfung (inklusive Arbeitskosten) verschieben sich jedoch vom Ferkelproduzenten zum Mäster (METTENLEITER et al., 2018).

### **2.2.2.7 Markt und Akzeptanz**

Als ein großes Hindernis für den flächendeckenden Einsatz von Improvac® wird von nahezu allen Experten der Verbraucher und der Handel genannt, die diese Methoden meist ablehnen. Die Immunokastration steht zwar als anerkanntes Verfahren da, wird aber aus Angst vor der negativen Reaktion des Verbrauchers abgelehnt. Vor allem kleinere Metzgereien fürchten vom Markt zu verschwinden, wenn sie Fleisch von mit Improvac® behandelten Ebern anbieten und der Verbraucher diese nicht kaufen wird (KARPELES & Jäger, 2012).

Die These des Akzeptanzproblems durch den Verbraucher wird durch eine Umfrage von HEIDT (2011) bestätigt. Dabei stellt sich heraus, dass 47 % der Befragten ein Null-Euro-Gebot für Fleisch von immunokastrierten Ebern abgeben würde. Dieses Ergebnis der Umfrage belegt, dass die Umfrageteilnehmer den Konsum immunokastrierten Eberfleischs ablehnen würden. Auch SATTLER & SCHMOLL (2012) konnten mit ihrer Verbraucherumfrage zeigen, dass die Mehrheit die Immunokastration ablehnt. Sie stellten auch fest, dass die Ablehnung der Immunokastration im engen Zusammenhang mit mangelnder Aufklärung steht. Am Anfang des Interviews hatten nur 6 % der befragten Verbraucher von der Immunokastration der Eber gehört und nur 24 % kannten die Möglichkeit, mit einer chirurgischen Kastration den Ebergeruch zu vermeiden. Nachdem die Befragten über beide Methoden informiert worden sind, entschieden sich 41 % für die Immunokastration gegenüber 19 %, die eine chirurgische Kastration bevorzugten.

Auch LAGERKVIST et al. (2006) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie führten zu diesem Thema eine Marktforschungsstudie in Schweden durch und stellten fest, dass informierte Verbraucher die Impfung gegenüber der chirurgischen Kastration bei Schweinen bevorzugten. Auch diese Interviewten wurden vor die Wahl zwischen der chirurgischen Kastration und der Kastration durch die Impfung mit Improvac® gestellt.

BAUER (2011) schätzt, dass die Immunokastration bei den Konsumenten zwar Skepsis auslöse, aber die Einführung zu keinem negativen Kaufverhalten von Schweinefleisch führe. Denn die Immunokastration wird vom Verbraucher trotzdem als sicher erachtet, da sie von

Behörden zugelassen wurde. Auch LAGERKVIST et al. (2006) sehen ebenfalls die Immunokastration als gesellschaftlich akzeptierte Methode, da der Verbraucher Interesse an hoher Fleischqualität und verbessertem Tierschutz hat.

Als großes Problem wird der Handel beschrieben, der sich aus Furcht vor dem Verbraucher teilweise nicht positionieren will, was laut KARPELES & Jäger (2012) ein vorgeschobenes Argument ist. Der Grund liegt in der Befürchtung, die Schlachtkörper nicht in dem Maße verwerten zu können wie die von Kastraten. Darin würde sich die Angst vor der Einführung begründen.

Laut METTENLEITER et al. (2018) ist die Akzeptanz der Landwirte gegenüber der Immunokastration eher gering, da die Absatzmöglichkeiten noch begrenzt sind. Außerdem stellen METTENLEITER et al. (2018) auch fest, dass die Schlachtunternehmen eine Ablehnung des Fleisches immunokastrierter Eber seitens der Konsumenten fürchten. Einige Verbraucher assoziieren mit diesem Kastrationsverfahren „Hormonfleisch.“ Wissenschaftlich ist diese Ablehnung jedoch nicht haltbar, da der Wirkstoff nur nach Injektion wirksam ist und nach oraler Aufnahme gänzlich im Verdauungstrakt abgebaut wird.

Die Schlachtunternehmen weisen auf unterschiedlichen Schlachtkörperqualitäten der Tiere und fürchten, dass die Akzeptanz im Markt von nationalen und internationalen Fleischverarbeitern schlecht ist. Es wird von der Schlachtindustrie sogar befürchtet, dass die Fleischvermarkter in Zukunft verschiedene Teilstücke wie den Schinken nach weiblich, Kastrat, immunokastriert und Eber sortieren müssen, weil es von den Abnehmern gewünscht werden würde. Laut Aussagen der REWE Group und ALDI Nord habe der Verbraucher generell kein Problem mit den Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration. Sie betonten ausdrücklich, dass sie alle zugelassenen Kastrationsalternativen ohne Mengenbegrenzung akzeptieren (WEISENFELS, 2019).

#### **2.2.2.8 Vor- und Nachteile der Immunokastration**

Die Immunokastration wird als Alternative zur betäubungslosen chirurgischen Ferkelkastration als besonders tierschonend angesehen. In einigen Studien wurde eine bessere Mastleistung beobachtet, denn die Schweine bleiben bis zur zweiten Impfung intakte Eber, die eine bessere Futtermittelverwertung zeigen (DUNSHEA et al., 2001). Außerdem haben die Schlachtkörper die

gleichen Verarbeitungsmöglichkeiten wie die von Kastraten, da die Fettqualität der immunokastrierten Tiere besser ist als die von Ebern. Ein weiterer Vorteil ist ein geringeres Aggressionsverhalten von immunokastrierten Ebern, was das Tierwohl steigert und ein Verletzungsrisiko im Vergleich zu intakten Ebern mindert (BLAHA et al., 2020).

Die Schwierigkeiten bei der Vermarktung von immunokastrierten Tieren ist ein großer Nachteil. Meist werden geimpfte Eber noch mit der Eberpreismaske abgerechnet und es wird eine Geruchsdetektion am Schlachtband durchgeführt. Die Schlachtunternehmen haben auch durch die Entfernung der Hoden einen höheren Aufwand und müssen dies in die Arbeitsorganisation einplanen. Außerdem erhöht sich der Arbeitsaufwand für den Mäster durch die Impfung der Tiere und durch die Kontrolle des Impferfolges sowie durch die Kosten für das Tierarzneimittel (KARPELES & Jäger, 2012).

### 2.2.3 Injektionsnarkose mit Ketamin und Azaperon

Den Ferkelerzeugern, die weiterhin nach dem 1. Januar 2021 chirurgisch kastrieren möchten, steht unter anderem die Injektionsnarkose mit Ketamin und Azaperon zur Verfügung. Laut Arzneimittelrecht sind Azaperon und Ketamin die derzeit einzigen zugelassenen Wirkstoffe für die Injektionsanästhesie beim Schwein. Nach dem deutschen Tierschutzgesetz §5 darf eine Betäubung nur durch einen Tierarzt durchgeführt werden (BLAHA et al. 2020).

#### 2.2.3.1 Wirkungsweise

Die Injektionsnarkose mit den Wirkstoffen Ketamin und Azaperon (Stresnil®) erzeugt eine dissoziative Anästhesie, mit der Folge, dass die Reflextätigkeit, auch die Schutzreflexe, im Schlaf und bei Schmerzfreiheit erhalten bleiben. Azaperon ist ein Neuroleptikum für Schweine, das als Sedativum im Handel ist. In therapeutischer Dosierung löst es eine Sedation hauptsächlich über eine Blockade der  $\alpha$ - Adenorezeptoren aus. Höhere Dosen blockieren zusätzlich die Dopamin-Rezeptoren und bewirken eine Katalepsie, also eine motorische Antriebslosigkeit bei erhöhtem Muskeltonus. Die durch Azaperon herbeigeführte Sedation wirkt bei Schweinen gegen Stress, kann aber auch prophylaktisch angewendet werden. Dosen um 0.5- 1 mg/kg sedieren schwach und führen zu einer Erweiterung der peripheren Blutgefäße. Zur chirurgischen Kastration werden Dosen um 2 mg Azaperon je kg empfohlen, diese führen zur Somnolenz und hemmen den Aggressionstrieb (CLINIPHARM, 2020). Die Wirkung hält ca. ein bis drei Stunden an, dabei beträgt die Halbwertszeit beim Schwein 2,5 Stunden. Nach einer Applikation ist eine Wartezeit von 5 Tagen auf essbares Gewebe vorgeschrieben (LÖSCHER et al., 2006).

Das Anästhetikum Ketamin (Ursotamin ®) schaltet vorübergehend das Bewusstsein aus und hat zusätzlich eine schmerzhemmende Wirkung. Bei Schweinen ist für die Anästhesie mit Ketamin eine Kombination mit Sedativa, Injektions- oder Inhalationsnarkotika notwendig. Dabei hat sich die Kombination mit Azaperon bewährt. Ketamin erzeugt eine dissoziative Anästhesie, das heißt Hypnose, Empfindungslosigkeit und Analgesie. Außerdem kann der Wirkstoff zur Katalepsie führen. Husten-, Schluck- und Lidreflexe bleiben erhalten. Die Wirkung beruht auf einer Hemmung von Glutamat- Rezeptoren vom N-Methyl-D-Aspartat- Typ (NMDA- Typ) im Gehirn. Das Anästhetikum kann intramuskulär

oder intravenös verabreicht werden. Die Wirkung tritt je nach Dosis bei intramuskulärer Applikation nach 3-10 Minuten ein und hält 15- 45 Minuten an (LÖSCHER et al., 2006).

Durch die Kombination mit dem Neuroleptikum Azaperon wird die hypnotische und schmerzlindernde Wirkung von Ketamin verstärkt. Den Ferkeln wird vor der Narkose zusätzlich ein Schmerzmittel verabreicht, welches den Schmerz nach der Kastration lindern soll (BLAHA et al., 2020). Eine operativ belastbare Anästhesie kann dosisabhängig über 20 min anhalten. Ist die Ketamindosierung ausreichend hoch, wird die Qualität der Schmerzausschaltung anhand der Beurteilung des schmerzspezifischen Abwehrverhaltens und der Unterdrückung der Schmerzwahrnehmung durch Hemmung der Schmerzbahnung auf der Rückenmarksebene als sehr wirkungsvoll beurteilt (RINTISCH et al. 2012). Die lange Nachschlafphase von bis zu drei Stunden, in der die Ferkel unter Wärmezufuhr von der Muttersau zu trennen sind, ist zu beachten (SCHMIDT et al. 2012).

Um erhöhte Verluste zu vermeiden, sollten die Ferkel zum Zeitpunkt der Narkose nicht jünger als 5 Tage alt sein (LAHRMANN et al. 2006). Die Injektionsanästhesie führt außerdem zu keinen akuten oder nachhaltigen Gesundheits- oder Wachstumsstörungen (LAHRMANN et al., 2014).

In weiteren wissenschaftlichen Studien wurden verschiedene andere Wirkstoffkombinationen mit bislang für Schweine arzneimittelrechtlich nicht zugelassenen Wirkstoffen untersucht, die allerdings keinen relevanten Vorteil gegenüber Azaperon und Ketamin erzielen konnten (RIGAMONTI et al., 2018). Daher wird die Anwendung von Ketamin/Azaperon als intramuskuläre Allgemeinanästhesie in der ersten Lebenswoche als praktikable Lösung angesehen, die sich gegenüber der unbetäubten Kastration auf Überleben, Gesundheitsstatus und Wachstum bei normalgewichtigen Tieren nicht nachteilig auswirkten (LAHRMANN et al., 2006).

### **2.2.3.2 Ablauf der Injektionsnarkose**

Die Kastration unter Betäubung sollte gut organisiert und vorbereitet sein, um den Aufwand und die Kosten zu begrenzen. So kann sich der Tierarzt auf die Betäubung konzentrieren, damit die Ferkel so wenig Stress wie möglich haben. Das Kastrieren an sich kann wie bisher von den Sauenhaltern selbst durchgeführt werden (BLAHA et al., 2020). Die Aufwachphase muss zwingend überwacht werden, um die Verluste möglichst gering zu halten.

Es bietet sich aus arbeitswirtschaftlichen Gründen an, vor dem Kastrieren die männlichen Ferkel wurfweise in Kisten oder Boxen zu sortieren und sie anschließend einzeln zu wiegen. Das Wiegen der Ferkel ist notwendig, da die Dosierung von Ketamin und Azaperon abhängig vom Körpergewicht an jedes Ferkel angepasst werden muss. Eine falsche Dosis kann eine unzureichende Betäubung oder eine verlängerte Nachschlafphase bewirken. Die Dosierung liegt bei 2 mg Azaperon und 20 mg Ketamin je kg Körpergewicht. Parallel dazu soll den Ferkeln ein Schmerzmittel (z.B. 0,5 mg Meloxicam je kg) verabreicht werden, um den kastrationsbedingten Wundschmerz nach der Operation zu verringern (BLAHA et al., 2020). MINIHUBER et al. (2013) empfehlen Ferkel mit einem durchschnittlichen Alter von 24 ( $\pm$  6) Tagen und einem durchschnittlichen Gewicht von 6,64 ( $\pm$  2,02) kg zu kastrieren. Sie verabreichten in ihrer Studie Ketamin und Azaperon intravenös über die Ohrvene. Azaperon (Stresnil®) hat beim Schwein nur eine intramuskuläre Zulassung, eine intravenöse Verabreichung liegt in der Verantwortung des Tierarztes (SCHODER, 2018). BLAHA et al. (2020) empfehlen die Ferkel im Alter von vier bis sechs Tagen durch eine intramuskuläre Verabreichung von Ketamin und Azaperon zu narkotisieren. Grund dafür ist eine bessere Verträglichkeit der Narkose.

Nachdem aus organisatorischen Gründen je eine Gruppe von Ferkeln nacheinander narkotisiert wurde, sollte in der gleichen Reihenfolge kastriert werden, da das Erreichen der vollständigen Betäubung etwa 10 bis 15 Minuten dauern kann. So kann die Wartezeit effektiv genutzt werden (MINIHUBER et al. 2013). Bei dieser Methode wird laut WALDMANN et al. (1994) eine ausreichende Analgesie mit akzeptabler Nachschlafdauer erreicht. Eine erfolgreiche Betäubung des Ferkels sollte sichergestellt werden, eine ausreichende Narkosetiefe kann durch den Lid- und Zwischenklauenreflex bestätigt werden. Danach kann die chirurgische Kastration nach der herkömmlichen Methode durch Stallmitarbeiter erfolgen.

Bei der chirurgischen Kastration wird die Haut am Scrotum durchschnitten, der Hoden aus dem Hodensack herausgezogen bzw. gedrückt und der Samenstrang durchtrennt. Anschließend wird die Kastrationswunde mit einem Wundspray versorgt und das Ferkel in den Transportbehälter zurückgelegt. Die Ferkel sind bei der Injektionsnarkose etwas älter als bei der bislang üblichen betäubungslosen Kastration. Daher sollte der Kastrationsschnitt etwas größer angelegt werden (BLAHA et al., 2020).

Nach der Kastration sollten die Ferkel zum Schutz vor Unterkühlung und Erdrückung in ein abgesperrtes Ferkelnest gelegt werden. Alternativ können die Ferkel für die Nachschlafphase in Kisten untergebracht werden, die eine Tiefe von mindestens 32 cm aufweisen sollen, um ein

Herausfallen oder Erdrückungsverluste zu vermeiden (SCHMID et al., 2018), da teilweise heftige Exzitationen während der Aufwachphase vorkommen können (RIGAMONTI et al., 2018).

Auf Schutz vor Unterkühlung und auch Überhitzen muss in jedem Fall geachtet werden, da nach der Anästhesie die Thermoregulation der Ferkel gestört ist. Als Folge der ausgesetzten Thermoregulation kann eine Hypothermie auftreten (HALL et al. 2001). Die Temperatur im Nest bzw. in der Kiste sollte optimalerweise während der Nachschlafphase 30 bis 33° C betragen. Es ist zwingend notwendig die Nachschlafphase zu überwachen, um im Falle einer Temperaturänderung eingreifen zu können. Die Dauer der Nachschlafphase kann sehr unterschiedlich sein, ein weiterer Grund für eine Beobachtung der Nachschlafphase. Nach dem vollständigen Erwachen dürfen die Ferkel in den Wurf zurück gesetzt werden (BLAHA et al., 2020). Nach der Studie von MINIHUBER et al. (2013) kann das Ferkelnest bereits nach etwa einer Stunde geöffnet werden bzw. können dann die Ferkel aus der Kiste zurück ins Nest zum Wurf gesetzt werden, da zu diesem Zeitpunkt alle Ferkel wieder steh- und gehfähig sein sollten (MINIHUBER et al., 2013).

### **2.2.3.3 Arbeitsaufwand und betriebsorganisatorische Voraussetzung für die Injektionsnarkose**

Betriebliche Voraussetzungen für die Umsetzung der chirurgischen Kastration mit Betäubung durch die Injektionsnarkose ist ein definierter Rhythmus. Die Praxistauglichkeit der Injektionsnarkose hängt sehr von der Organisation des Betriebes ab, denn die Arbeitsgänge für die Kastration sollten gut bündelbar sein. Als erstes sollte die Arbeitsorganisation gut geplant durchgeführt werden, um die Kosten für den zwingend notwendigen Tierarzt zu begrenzen. Für die Kastration sind keine zusätzlichen Räumlichkeiten notwendig, zusätzliche Anschaffungskosten entstehen ggf. lediglich durch neue Ferkelkisten (BLAHA et al., 2020). Die Praxistauglichkeit in Bezug auf den Arbeitsaufwand kann durch die benötigte Zeit für den gesamten Ablauf erfasst und beurteilt werden. MINIHUBER et al. (2013) haben in ihrer Studie die Zeitdauer gemessen, angefangen vom Hochheben der Ferkel zum Wiegen und Betäuben bis zur Kastration und kamen zu dem Ergebnis, dass der gesamte Prozess durchschnittlich 115 Sekunden pro Ferkel an Zeit kostete, wobei es je nach Betrieb Schwankungen von  $\pm 28$  Sekunden gab. Vorbereitende Maßnahmen wie das Separieren der Ferkel nach Geschlecht oder das Verbringen der Ferkel wurden nicht mit eingerechnet.

### 2.2.3.4 Ökonomischer Aspekt der Injektionsnarkose

Die Kosten der Injektionsnarkose setzen sich zusammen aus den Medikamentenkosten, den Tierarztkosten und dem Arbeitslohn der Mitarbeiter. Dabei stellten MINIHUBER et al. (2013) in ihrer Studie fest, dass sich die Kosten für den Medikamenteneinsatz (Meloxicam, Ketamin, Azaperon) zwischen 14 und 20 Cent/ kg Lebendmasse beliefen. VERHAAGH & DEBLITZ (2019) beurteilten die Verbrauchsmaterialien (Einwegspritzen und -kanülen) für die Applikation von Ketamin und Azaperon als hohen Kostenpunkt. Die Kosten belaufen sich auf ca. 1,50 Euro je männliches Ferkel. Die Applikation von Ketamin/ Azaperon muss durch den Tierarzt erfolgen, daher erhöhen sich die Kosten durch Tierarztkosten um 4,58 Euro netto je Ferkel. Da für den Arbeitsablauf der Kastration noch zwei weitere Personen notwendig sind, muss der Arbeitslohn für zwei Arbeitskräfte dazugerechnet werden. Eine Arbeitskraft ist für die Assistenz des Tierarztes notwendig und eine weitere Arbeitskraft kann bereits nach der Einschlafphase der Ferkel mit der Kastration der Ferkel beginnen. In der Summe belaufen sich die Kosten für ein 7 kg schweres Ferkel auf 6,56 Euro netto (Tab.2). Bei der Gesamtrechnung wird davon ausgegangen, dass in einer Stunde 30 Ferkel narkotisiert und kastriert werden können (MINIHUBER et al., 2013). Die Kosten werden in der nachfolgenden Tabelle dargestellt (Tab. 2).

**Tabelle 2: Kosten der Injektionsnarkose**

<b>Kosten der Injektionsnarkose für ein 7 kg schweres Ferkel</b>	<b>Kosten in Euro</b>
Ø Medikamentenkosten ( 14 Cent x 7 kg)	0,98 €
Tierarztkosten	4,58 €
2 x Arbeitslohn ( 15 €/h )	1,00 €
Gesamt netto	6,56 €

Quelle: MINIHUBER et al. (2013)

Laut VERHAAGH & DEBLITZ (2019) erhöhen sich die Ferkelverluste durch diese Methode aufgrund der langen Nachschlafzeit, die mit Unterkühlung oder Überhitzung einhergehen kann. Daher ist eine strenge Überwachung durch einen Mitarbeiter zwingend notwendig. Die Kosten für die Kastration unter Injektionsnarkose hängen sehr von der individuellen Betriebsorganisation ab. Generell kann gesagt werden, dass die Injektionsnarkose Mehrkosten von rund 5 bis knapp 13 € je männliches Ferkel verursacht (HERRMANN, 2019). Aus

wirtschaftlicher Sicht ist die Injektionsnarkose die teuerste Alternative der betäubungslosen Ferkelkastration.

Die Injektionsnarkose ist eine Methode, die ohne größere apparative Ausstattung sofort in kleineren bis mittelgroßen Einzelbetrieben einsetzbar ist, aber wegen des erhöhten arbeitsökonomischen Aufwands nur begrenzt als praktische Lösung angesehen wird (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019).

#### **2.2.3.5 Vor- und Nachteile der Injektionsnarkose**

Bei einer sachgerechten Anwendung der Injektionsnarkose werden die Vorgaben des Tierschutzgesetzes eingehalten, also eine Ausschaltung des Kastrationsschmerzes erreicht (SCHMIDT et al., 2012). Zudem verhindert die chirurgische Kastration mit Injektionsnarkose durch die Entfernung der Hoden zuverlässig die Entstehung von Ebergeruch, sodass eine Geruchskontrolle am Schlachtband nicht notwendig ist. Der Tierhalter kann wie bisher eine Börgemast fortführen, daher ist eine Umstellung in der Ferkelaufzucht und Mast, bei der Schlachtung und Verarbeitung sowie der Vermarktung der Schweine nicht notwendig (BLAHA et al., 2020). Ein weiterer Vorteil der Methode ist die gewichtsabhängige Dosierung der Wirkstoffe, so können auch Würfe mit unterschiedlichen Geburtszeitpunkten zum gleichen Termin kastriert werden (MOORKAMP, 2017). Der Arbeitsaufwand bei der Narkose durch Injektion ist niedriger als bei einer Narkose durch Inhalation, da mehrere Ferkel gleichzeitig narkotisiert und dann nacheinander kastriert werden können (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019).

Nachteilig bei dieser Methode ist die vorgeschriebene Hinzuziehung eines Tierarztes in sämtliche Kastrationsplanungen zu bewerten, da eine Betäubung der Ferkel ausschließlich Tierärzten vorbehalten ist. Daher kann die Kastration nicht im Zuge einer vom Tierhalter durchgeführten Wurfaufnahme erfolgen (BLAHA et al., 2020). Eine lange Nachschlafphase führt dazu, dass die männlichen Ferkel eine Säugeperiode verpassen und ggf. eine Neusortierung der Zitzenordnung erfolgen muss, was mit Stress für den Wurf verbunden sein kann (SCHMIDT et al., 2012). FOSSUM (2009) erwähnt zudem, dass das Risiko postoperativer Wundinfektionen mit der Narkosedauer zunimmt. Die Ferkelverluste erhöhen sich durch die Nachschlafphase im Anschluss an die Betäubung, da die Nachschlafphase mit Auskühlung (ohne Wärmelampe) oder mit Überhitzung (zu intensive Wärmelampe) und anschließender verringerter Futteraufnahme einher gehen kann (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019).

MINIHUBER et al. (2013) und VERHAAGH & DEBLITZ (2019) folgern aus ihrer Studie unter anderem einen erhöhten Kostenaufwand für die chirurgische Kastration mit Injektionsnarkose, sowohl für Verbrauchsmaterial (Narkosemittel, Einwegspritzen und -kanülen) als auch für die Verabreichung der Narkosemittel.

Der größte Vorteil in der Alternative liegt in der guten Akzeptanz. Sowohl bei Verbrauchern als auch Schlachtunternehmen, da die Tiere als Kastraten ohne Nachteile vom Schlachthof verarbeitet werden können. Laut einer QS Umfrage zur Verbraucherakzeptanz von NIENHOFF et al. (2016) haben die Konsumenten eine positive Grundeinstellung gegenüber diesem Verfahren, da sie die Injektionsnarkose als schonend und „human“ einschätzen. Die Tiere erleiden wenig Stress und eine Schmerzausschaltung wird erreicht. Insgesamt weist dieses Verfahren das geringste Skandalisierungspotential von allen Alternativen auf.

Bei einer Verbraucherumfrage von HEIDT & HAMM (2011) wurde die Zahlungsbereitschaft anhand von Null-Euro-Geboten für die einzelnen Alternativen der Ferkelkastration abgefragt. Auch hier konnte festgestellt werden, dass die Alternative Kastration mit Betäubung und Schmerznachbehandlung die höchste Akzeptanz hat, da insgesamt nur 13 % für diese ein Null-Euro-Gebot abgegeben haben.

## **2.2.4 Inhalationsnarkose mit Isofluran**

Eine weitere Alternative zur betäubungslosen Ferkelkastration ist die chirurgische Kastration unter der Inhalationsnarkose durch Isofluran, das das einzige beim Schwein zugelassene Inhalationsnarkotikum ist (HARLIZIUS, 2020). In der Schweiz erfährt diese Methode bereits eine breite Anwendung in Schweinebetrieben, in Deutschland waren der Anwendung jedoch lange Zeit durch rechtliche Rahmen Grenzen gesetzt. In den Niederlanden wird sehr kostengünstig eine Inhalationsnarkose mit CO<sub>2</sub> angewendet, die in Deutschland allerdings nicht für die Kastration zugelassen ist.

### **2.2.4.1 Rechtlicher Rahmen**

Bis November 2018 war das Arzneimittel für Schweine nicht zugelassen und musste durch den Tierarzt umgewidmet werden. Darüber hinaus durfte das Mittel nur vom Tierarzt eingesetzt werden, was bei den landwirtschaftlichen Betrieben zu weiteren Mehrkosten führte (BLAHA et al., 2020). Im Herbst 2018 wurde Isofluran dann vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit für Schweine zugelassen und konnte dann ohne Umwidmung für Schweine angewendet werden. Im darauffolgenden Jahr, im Mai 2019, beschloss die Bundesregierung die Ferkelbetäubungssachkundeverordnung (FerkBetSachkV), die im Januar 2020 in Kraft trat und neben Tierärzten auch sachkundigen Personen erlaubt, unter acht Tage alte männliche Ferkel zum Zweck der Kastration mit Isofluran zu betäuben (VERBRAUCHERSCHUTZ, 2020). Schweinehalter, die ihre Ferkel unter Isofluran-Narkose kastrieren wollen, müssen daher vorher einen Sachkundenachweis absolvieren, der in regelmäßigen Abständen aufgefrischt werden muss. Schweinehalter können zudem die Förderung für ein Isofluran-Gerät beantragen, denn die Geräte können laut Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (BLE) mit bis zu 5000 Euro bezuschusst werden.

### **2.2.4.2 Anästhesiegas Narkose**

Bei einer Inhalationsanästhesie werden dem Tier dampfförmige (z.B. Isofluran, Halothan, Diethyläther) oder gasförmige (Lachgas/ N<sub>2</sub>O) Substanzen über die Atemwege verabreicht, deren Aufnahme weitgehend über die Lunge erfolgt, also über Diffusion über die Alveolarmembran

in das Blut und anschließend in das Gewebe (ERHARDT et al., 2004; LÖSCHER et al., 2006). Diese dampfförmigen Stoffe liegen bei Raumtemperatur flüssig vor und müssen zur Verabreichung vorher verdampft werden. Lachgas hingegen ist unter Normalbedingungen bereits gasförmig (LÖSCHER, 2003). Diese Inhalationsanästhetika wirken sedierend und dosisabhängig auch hypnotisch. In hohen Dosen können sie Muskel- oder Herz-Kreislauf-Reaktionen unterdrücken, die auf Schmerzreize erfolgen. Die Geschwindigkeit der Aufnahme und Abgabe der Inhalationsnarkotika hängt vom Konzentrationsgefälle, Blut-Gas/Gewebe- Verteilungskoeffizienten und im Gewebe von dessen Durchblutung ab. Allerdings wird eher bei länger andauernden Inhalationsnarkosen Narkotikum in Fettgewebe und Muskulatur gespeichert, sodass sich die Aufwachphase verzögert und eine Metabolisierung des Pharmakons stattfindet (ERHARDT et al., 2004; LÖSCHER et al., 2006). Die Wirkstärke der Inhalationsanästhetika wird durch die minimale alveoläre Konzentration (MAC) definiert, bei der die Hälfte aller Patienten auf einen Hautschnitt nicht mehr mit Abwehrreaktionen reagiert. Dieser MAC-Wert ist für jede Tierspezies unterschiedlich und wird für jedes Inhalationsanästhetikum so definiert, dass je niedriger ein MAC-Wert eines Anästhetikums ist, desto größer seine Wirkstärke ist. Dieser Wert kann durch andere Faktoren wie Alter, Trächtigkeit, Hypothermie oder vor allem in Kombination mit Hypnotika, Analgetika oder Sedativa beeinflusst werden (ERHARDT et al., 2004). Ein Einfluss durch Faktoren wie das Geschlecht, Gewicht, Narkosedauer, Säuren-Basen-Status und Hypertonie besteht dagegen nicht (BACHMANN et al., 1986; LARSEN, 1999). ERHARDT et al. (2004) nennen die Anforderungen an die Inhalationsnarkotika und fassten sie wie folgt zusammen:

- eine möglichst schnelle Aufnahme des Narkotikums in das Blut und rasche Abgabe an das zentrale Nervensystem
- ein nicht schleimhautreizender, angenehmer Geruch
- gute Dämpfung des Schmerzempfindens, Hypnose und Muskelrelaxation
- eine möglichst geringe negative Organwirkung
- schnelle Abflutung
- möglichst geringe Nachwirkungen
- möglichst geringe Metabolisierung im Organismus

### 2.2.4.3 Wirkungsweise von Isofluran

Ursprünglich gehört Isofluran zu den ältesten der heute in der Humanmedizin zur Inhalationsnarkose verwendeten Substanzen und wird noch heute weltweit in der Humanmedizin angewendet. In Deutschland wird es nur noch für sogenannte Überleitungsnarkosen verwendet, da neuere chemische Verbindungen mit einer besseren Verträglichkeit für den Patienten, durch weniger Reizung der oberen Luftwege, verfügbar sind (BLAHA et al., 2020). Isofluran ist ein halogener Ether mit einem stechenden Geruch, der unter Normalbedingungen flüssig ist und in klinisch eingesetzten Dosierungen weder brennbar noch explosiv ist (LARSEN, 2006). Isofluran verdunstet rasch an der Luft und kann mittels eines geeigneten Verdampfers in Gas in die jeweils gewünschte Wirkstoffkonzentration überführt werden. Der Wirkstoff wird zur Narkotisierung von Ferkeln meist als Gas mit einer zwei- bis fünfprozentigen Isofluran-Konzentration eingeatmet und führt etwa nach 70 bis 90 Sekunden zum vollständigen Verlust des Bewusstseins (BLAHA et al., 2020). Isoflurannarkosen sind durch die günstigen physikochemischen Eigenschaften des Wirkstoffs Isofluran gut steuerbar. Die Einleitungs- und Aufwachphasen vergehen relativ rasch, da die geringe Löslichkeit des Isoflurans im Blut einen schnellen Partialdruckausgleich zwischen Inhalationsgemisch und Alveolarraum, Blut und Gehirn hervorruft. Sauerstoff oder Luft dienen als Trägergas, das durch Einatmen von der Lunge ins Blut gelangt. Vom Blut transportiert, gelangt der Wirkstoff ins zentrale Nervensystem, wo es an Rezeptoren andockt und so eine Narkose bewirkt. Nach Absetzen der Narkosegasmaske wird es zu 99,8 % über den gleichen Weg wieder ausgeatmet. Der Rest (0,2%) wird über die Leber abgebaut (FUSCHINI, 2009). Die Dauer der Aufwachphase ist generell kurz, sodass die Ferkel die Fähigkeiten zu stehen und sich fortzubewegen innerhalb von wenigen Minuten nach dem Eingriff wiedererlangen (BVL, 2016). Die Aufwachphase verläuft gewöhnlich reibungslos und schnell. Die Dauer der Aufwachphase hängt von der Dauer der Inhalationsnarkose ab, denn je länger die Ferkel narkotisiert sind, desto länger dauert die Aufwachphase. (FUSCHINI, 2009). Nachteilige Auswirkungen auf die Heilung der Kastrationswunde und die spätere Entwicklung der narkotisierten Ferkel wurden nicht festgestellt (BVL, 2016). Das Narkosemittel Isofluran verfügt über keine eigene schmerzausschaltende Wirkung, diese wird nur zeitweise durch die Bewusstlosigkeit erzielt. Der Wirkstoff wird kaum metabolisiert und annähernd vollständig über die Lunge abgeatmet. Nach dem Erwachen wird daher keine Schmerzreduktion mehr bewirkt, deshalb ist die Applikation eines Schmerzmittels 20 Minuten

vor der geplanten Inhalationsnarkose Pflicht. Aus diesem Grund hat das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) im November 2018 die Zulassung für das Inhalationsnarkotikum „Isofluran Baxter vet 1000 mg/g“ nur in Kombination mit einem geeigneten Analgetikum zur Linderung des postoperativen Schmerzes erteilt (BVL, 2018). Isofluran ist nach wie vor ein verschreibungspflichtiges Arzneimittel und muss über den Tierarzt bezogen werden (HARLIZIUS, 2020).

#### **2.2.4.4 Sachkundenachweis und Isofluran-Narkosegeräte**

Sachkundige Ferkelerzeuger dürfen die Inhalationsnarkose mittels Isofluran eigenständig ohne Tierarzt durchführen. Die genauen Vorschriften zum Erwerb und Nachweis der Sachkunde zur Genehmigung der Narkose zur Ferkelkastration mit Isofluran durch Nicht-Tierärztinnen und -Tierärzte werden in der „Verordnung zur Durchführung der Betäubung mit Isofluran bei der Ferkelkastration durch sachkundige Personen (FerkBetSachkV)“ geregelt. Dieser Sachkundenachweis enthält einen mindestens zwölfstündigen Lehrgang, der sowohl theoretische als auch praktische Grundlagen vermittelt und in beiden Teilen jeweils mit einer Prüfung unter tierärztlicher Aufsicht abgeschlossen wird. Regelmäßige Auffrischungen nach drei und später nach fünf Jahren sind dabei Pflicht (BLE, 2020). Die Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft (DLG) hat bislang fünf Geräte zur Inhalationsnarkose mit Isofluran zugelassen, die laut BLE beihilfefähig sind. Die Förderung von bis zu 60% gibt es nur für Narkosegeräte, welche von der DLG geprüft und zertifiziert worden sind. Dabei werden verschiedene Anforderungen an die Narkosegeräte überprüft, so wird z.B. die Arbeitsplatzkonzentration von Isofluran während der Ferkelkastration sowie etwaige Narkosegasverluste an den Masken und an den Abluftfiltern des Geräts gemessen. Weiterhin werden noch andere Aspekte, wie der des Tierschutzes, der Hygieneeigenschaft, der Narkosegaskonstanz in den Masken, der Handhabung und der Betriebssicherheit sowie die Vorgaben zur Wartung und das Servicekonzept der Hersteller kontrolliert und beurteilt (BLAHA et al., 2020). Eines der zugelassenen Narkosegeräte ist das PigNap 4.0 von der Firma Schulze-Bremer, welches im nachfolgenden Bild zu sehen ist (Abb. 5).



**Abbildung 5: Isofluran-Narkosegerät PigNap 4.0**

Bildquelle: BEG Schulze-Bremer GmbH (2020)

#### **2.2.4.5 Betriebsorganisatorische Voraussetzungen und Arbeitsablauf der Kastration unter Isoflurannarkose**

Die Durchführung der Inhalationsnarkose darf nur von Personen erfolgen, die die gesetzlich vorgeschriebene Sachkunde zum Umgang mit dem Narkosegas erworben haben. Daher ist es empfehlenswert, dass pro Betrieb mindestens ein bis zwei Personen im Besitz des Sachkundennachweises sind und zur Verfügung stehen. Nur in kleineren Betrieben ist die Schmerzmittelgabe, die zeitlich versetzte Inhalationsnarkose und die darauffolgende Kastration durch eine Person durchführbar. Da größere Betriebe auch größere Gruppen an gleichaltrigen, männlichen Ferkeln haben, werden ein bis zwei Personen für die gesamte Kastration benötigt (BLAHA et al., 2020). Schwangere und stillende Frauen dürfen nicht zur Kastration, Transport oder Überwachen der Aufwachphase herangezogen werden und sollten die entsprechenden Räumlichkeiten meiden (GUIRGUIS et al., 1990). Männer sollten zur Vorsicht nur nach bedachter Abwägung über einen längeren Zeitraum mit Isofluran arbeiten, da sie ein Risiko zur Zeugungsunfähigkeit eingehen. Um Risiken und Nebenwirkungen zu vermeiden, ist ein sorgfältiger Umgang mit dem Narkosegas und eine korrekte Anwendung des Narkosegerätes von großer Bedeutung (BAXTER, 2018). Räumlichkeiten, in denen die Kastration unter Inhalationsnarkose sowie das Aufwachen der Ferkel erfolgen, müssen gut belüftet sein und bei Bedarf eine künstliche Belüftung enthalten, da bei Hitze, stehender Luft oder Inversionswetterlagen eine natürliche Belüftung nicht ausreicht.

Um einen möglichst reibungslosen Ablauf der Kastration zu erhalten, ist die Wahl des

geeigneten Kastrationsalters entscheidend. Das ideale Alter liegt zwischen dem 4. und 7. Lebenstag mit einem Mindestgewicht von 1 kg (VAN ASTEN et al., 2020). Mehrere wissenschaftliche Untersuchungen konnten nachweisen, dass bis zu 20 Prozent der sehr leichten Ferkel (< 1kg) und der sehr schweren Ferkel (>2,5 kg) nicht vollständig anästhesiert waren. Daher muss in dem Fall eine erneute Narkotisierung folgen (STEIGMANN, 2013; SCHWENNEN et al., 2016).

Wie bei den anderen Methoden auch, sollten als erster Arbeitsschritt die Ferkel von der Muttersau getrennt werden, nach Geschlecht sortiert und in Kisten auf den Behandlungswagen gesetzt werden. Die Transportbehälter/-kisten sollten mit einer saugfähigen und rutschfesten Unterlage ausgestattet sein, damit sich die Ferkel keine Verletzungen zuziehen können. Schwache und kranke Tiere sollten aussortiert werden und zu einem späteren Zeitpunkt kastriert werden. Außerdem sollte, wie bei allen anderen Alternativen auch, zwingend vorher geprüft werden, ob die Ferkel Anomalien haben, bzw. ob es sich um Bruchferkel oder Binneneber handelt. Diese müssen durch den Tierarzt gesondert behandelt werden. Das Narkosegerät sollte an einem gut belüfteten Ort in Betrieb genommen werden und die zu kastrierenden Ferkel wurfweise markiert werden. Während die Ferkel vorbereitet werden, kann das Narkosegerät in Betrieb genommen werden. Meist ist eine Aufwärmphase des Geräts nötig, welche je nach Gerätetyp meist durch eine Kontrollleuchte angezeigt wird. Die Ferkel müssen zuerst gewogen werden und mindestens 30 Minuten vor der Kastration muss ihnen das Schmerzmittel Meloxicam verabreicht werden. Eine vorherige Schmerzmittelgabe ist Pflicht, da es Schmerzen, Schwellungen und Entzündungen nach der Operation lindert. Während der Wartezeit sollten die Ferkel Wärmezufuhr erhalten, da so eine gute Thermoregulierung erhalten bleibt. (VAN ASTEN et al., 2019). Sind alle Vorbereitungen getroffen, werden die Ferkel zur Kastration im Narkosegerät fixiert. Dabei ist auf einen optimalen Sitz der Atemmasken zu achten, um einem Freisetzen des gesundheits-/ und klimaschädlichen Isofluranges vorzubeugen. Der Anästhesievorgang verläuft weitgehend automatisiert und ein konstanter Gasfluss (2 l/min.) mit 5 Vol% Isofluran wird durch den Verdampfer erreicht. Nach der Anflutungszeit von 75-90 Sekunden soll die Narkosetiefe mittels Zwischen-/ Afterklauenreflex überprüft werden. Reagiert das Ferkel, muss die Narkosedauer verlängert werden. Verluste wurden bei dieser Vorgehensweise kaum verzeichnet, bis auf wenige Einzelfälle verläuft der Vorgang des Narkotisierens rasch und exzitationsarm (STEIGMANN, 2013).

Ablauf einer chirurgischen Kastration:

1. Zunächst werden mit einem Skalpell zwei kleine Schnitte (1,5 cm) längs der Hodenachse getätigt
2. Danach werden die Hoden durch Druckausübung aus dem Hodensack durch die Wunde vorgelagert
3. Die Hoden werden herausgezogen und die dadurch freiliegenden Samenstränge mit einem Emaskulator durchtrennt. Dieser verbleibt kurze Zeit auf den Samensträngen, um die Gefäße optimal durch Quetschen zu verschließen. So wird die Nachblutung auf ein Minimum reduziert, was in dem Fall durch ein Skalpell nicht erreicht werden kann.
4. Für einen sauberen und reibungslosen Ablauf ist die 2-Becher-Methode empfehlenswert. Dafür stellt man einen Becher mit Wasser und einen Becher mit Desinfektionsmittel an den Arbeitsplatz. Das Skalpell und der Emaskulator werden zur Reinigung zuerst ins Wasser getaucht und danach in das Desinfektionsmittel. So wird die Gefahr einer Keimverschleppung verringert.
5. Im letzten Schritt wird die Wunde mit einem Wundspray versorgt. Danach werden die Ferkel zum Aufwachen in den Transportbehälter gelegt.

In der Aufwachphase erlangen die Ferkel relativ schnell ihr Bewusstsein zurück, sodass sie bei vollständig geöffneten Augen und gutem Steh- und Orientierungsvermögen zur Muttersau zurück gesetzt werden können. Eine gewisse Trägheit und Schlaptheit durch die Narkose kann jedoch über den gesamten Tag andauern, daher ist eine regelmäßige Nachkontrolle empfehlenswert. Die insgesamt kurze Aufwachphase hat den Vorteil, dass die Ferkel in der Regel trotz Narkose keine Säugezeit verpassen (VAN ASTEN et al., 2020). Generell ist eine Verdopplung der Arbeitszeit pro Ferkel einzuplanen (BLAHA et al., 2020).

Aus Arbeitsschutzgründen empfiehlt die Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau (SVLFG, 2019), die Ferkel nach der Kastration ca. weitere 30 Sekunden im Gerät zu lassen, da sie direkt danach noch Isofluran abatmen, welches dann nicht in die Umwelt gelangen kann. Danach sollten die Ferkel zügig aus dem Arbeitsbereich entfernt werden, um eine weitere Isoflurananreicherung in der Umgebung zu verhindern. Am Ort der Kastration sollte grundsätzlich für eine erhöhte (3-5-fach) Luftwechselrate gesorgt werden. Der Verdampfer des Narkosegeräts sollte daher nicht im Abteil und bei guter Belüftung mit flüssigem Isofluran befüllt werden (SVLFG, 2019). Um eine Übertragung von Keimen zu verhindern, müssen die Narkosegeräte nach der

Anwendung gereinigt und desinfiziert werden. Von einem überbetrieblichen Einsatz der Geräte ist daher abzuraten (WEBER, 2013). Desweiteren muss auf einen regelmäßigen Austausch von Luft- und Aktivkohlefiltern geachtet werden (VAN ASTEN et al., 2020).

#### **2.2.4.6 Nebenwirkungen von Isofluran**

Isofluran kann mit zunehmender Narkosetiefe atemdepressiv wirken und den Blutdruck senken. Außerdem sensibilisiert Isofluran im Gegensatz zu anderen Narkosegasen das Herz kaum gegen Katecholamine. Bei Schweinen besteht die Gefahr einer malignen Hyperthermie (EBERT et al., 2002; LÖSCHER et al., 2006).

#### **2.2.4.7 Anwenderschutz und Umweltbelastung von Isofluran**

Der Arbeitsplatz Grenzwert (AGW-Wert) steht für die maximal zulässige Arbeitsplatzkonzentration eines Stoffes als Gas, Dampf oder Schwebstoff in der Luft. Er definiert die gestattete Konzentration dieser Stoffe, bei der kein Gesundheitsschaden oder eine unangenehme Belästigung zu erwarten ist. Dabei wird davon ausgegangen, dass man der Konzentration täglich 8 Stunden, maximal 40 Stunden die Woche, ausgesetzt ist (PSCHYREMBEL, 2004). In Deutschland gibt es keinen rechtsverbindlichen Arbeitsplatzgrenzwert der technischen Regeln für Gefahrenstoffe 900 (TRGS 900), daher orientiert man sich am international niedrigsten Grenzwert. Dieser liegt bei  $15 \text{ mg/m}^3$  und wurde in der kanadischen Provinz Ontario und in Israel vorgegeben (VAN ASTEN et al., 2019). Gemäß Nummer 5.4.2 der TRGS 402 kann ein anderer geeigneter Beurteilungsmaßstab herangezogen werden, wenn es keine rechtlich verbindlichen AGWs nach TRGS 900 gibt. Um einen sicheren Anwenderschutz zu gewährleisten, hat sich die deutsche Berufsgenossenschaft SVLFG (Sozialversicherung für Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau) entsprechend für diesen Grenzwert entschieden (DEUTSCHER BUNDESTAG, 2019; RIETHMÜLLER & STRÖKER, 2019; VAN ASTEN et al., 2019).

Die SVLFG untersuchte die Konzentration von Isofluran im Atembereich der dort arbeitenden Personen und in der Stallluft während der Kastrationen und führte dazu Messungen durch. Sie kam zu der Erkenntnis, dass die Isoflurankonzentration in der Umgebungsluft im Bereich der Messpunkte an den Narkosemasken und an dem Verdampfer besonders hoch war und die

Isofluran-Konzentrationen von 15 mg/m<sup>3</sup> teilweise überschritt. Außerdem stellten sie durch die personenbezogenen Messwerte fest, dass die Person, die die Ferkel holte und wegbrachte den höchsten Konzentrationen ausgesetzt war. Durch die Überarbeitung der Narkosegeräte konnte das Risiko für den Austritt von Isofluran weiter gesenkt werden (RIETHMÜLLER & STRÖKER, 2019).

Bei der Gasverabreichung muss darauf geachtet werden, dass es bei den zu narkotisierenden Ferkeln nicht zur unerwünschten Einatmung von Raumluft und damit zur Verdünnung des Isoflurangehaltes im Inhalationsgemisch kommt, um eine ausreichende Betäubung zu gewährleisten. Auch darf es nicht zu einer Entweichung und unkontrollierten Freisetzung von Narkosegas in die Umgebung kommen. Beide Fälle können aufgrund von mangelnder Passgenauigkeit der Atemmasken eintreten (BLAHA et al., 2020). Isofluran ist nachweislich als potentes Treibhausgas anzusehen, denn es ist umweltstabil und schädigt nachweislich die Ozonschicht (VOLLMER et al., 2015). Ein Entweichen von Isoflurangas sollte in jedem Fall verhindert werden, denn aufgrund der vielfach größer geschätzten Klimaschädlichkeit in der Atmosphäre als die der gleichen Menge CO<sub>2</sub>, kann es beim Einatmen von größeren Mengen zu Symptomen wie Kopfschmerzen und Müdigkeit kommen. Zudem gilt Isofluran als krebserregendes Gas (BLAHA et al., 2020; HARLIZIUS, 2020).

In verschiedenen Tierversuchen wurden schädigende Einflüsse von Isofluran auf Föten und bei trächtigen Tieren nachgewiesen. Aufgrund dieser Erkenntnis dürfen Schwangere und stillende Frauen keinen Kontakt mit dem flüssigen oder gasförmigen Arzneimittel Isofluran haben. Die gefährdete Personengruppe sollte daher Räume meiden, in denen das Gas an Ferkel verabreicht wird und in denen die Ferkel nach der Kastration aus der Narkose aufwachen (GUIRGUIS et al., 1990). Es sollte auch nicht im Gang zwischen den Abferkelbuchten kastriert werden, sondern in einem anderen, gut belüfteten Raum (HARLIZIUS, 2020; QUAKERNACK, 2020). In der Humanmedizin erfolgt die Betäubung des Patienten mit Isofluran meist im geschlossenen System, wodurch die Exposition der Mitarbeiter minimiert wird. Daher ist es unerlässlich für die Anwendung auf landwirtschaftlichen Betrieben, die erforderlichen Vorsichtsmaßnahmen zur Minimierung der potentiellen Schädigung der Gesundheit von Anwendern und beteiligten Hilfspersonen sowohl bei der Kastration als auch beim Aufwachen der Ferkel in den Vordergrund zu stellen (BLAHA et al., 2020).

#### 2.2.4.8 Ökonomischer Aspekt der Isoflurannarkose

Im Wesentlichen fallen erhöhte Kosten bei der Kastration mit Isofluran durch die relativ hohe Arbeitszeit je Ferkel an, auch wenn der Landwirt die Narkose selbst vornimmt. Der zusätzliche Zeitaufwand ist hoch, da immer nur zwei bis vier Ferkel gleichzeitig in einem Gerät narkotisiert und kastriert werden können, je nach Anzahl der Ferkelschalen. Daher unterscheiden sich die Kosten durch die Anzahl der Ferkel, die gleichzeitig narkotisiert werden können, und durch die Auslastung des Narkosegerätes. Ökonomisch nachteilig sind auch die hohen Anschaffungskosten für das Narkosegerät. Diese liegen zwischen 3 000 und 10 000 Euro, allerdings kann eine Förderung von 60% der beihilfefähigen Ausgaben bei der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) beantragt werden (BLAHA et al., 2020). Dazu kommen noch die Wartungskosten für die Inhalationsgeräte, Kosten für den Verdampfer und weiteres Material, was für die Inhalation notwendig und zu berücksichtigen ist (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019). Zudem stellt die Wahl des Narkosegerätes und der damit verbundene Verbrauch an Isofluran und Abluftfiltern bezogen auf die Anzahl der männlichen Ferkel einen Kostenfaktor dar. Mit Preisen von ca. 40 € je Flasche Isofluran und etwa 40 € je Aktivkohlefilter sind die Kosten für Medikamente und Verbrauchsmaterialien bei diesem Verfahren vergleichsweise sehr hoch. In der Folgenden Tabelle (Tab.3) werden die Mehrkosten des Verfahrens dargestellt.

**Tabelle 3: Mehrkosten der chirurgischen Kastration unter Inhalationsnarkose mit Isofluran im Vergleich zur Referenzsituation\***

\*Referenzsituation= Derzeit noch praxisübliche betäubungslose Kastration von männlichen Ferkeln mit postoperativer Schmerzbehandlung

Zusätzlicher Zeitaufwand	~ 5,09 min/Eberferkel
Kosten für die technische Anwendung der Narkose	~ 0,41 EUR/ Eberferkel
Kosten für die Dosierung des Medikaments	0,48 EUR/ Eberferkel
Mehrkosten der Inhalationsnarkose durchgeführt durch den Landwirt im Vergleich zur Referenzsituation *	~ 2,37 EUR/Eberferkel

Quelle: VERHAAGH & DEBLITZ (2019)

Des Weiteren wird die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens durch das betriebliche Kastrationsmanagement beeinflusst. Von hoher Bedeutung sind dabei der Kastrationsort und die damit verbundenen Transportwege. Ob im Zentralgang, im Abteil oder in einem separaten Raum kastriert wird, entscheidet über Personal- und Zeitaufwand. Arbeitsschritte wie das Fangen der Ferkel, der Transport zum und vom Narkosegerät sowie die Überwachung der Nachschlafphase erfordern einen hohen Zeitaufwand.

Durch Arbeitskräfte, die die entsprechende Sachkunde nachgewiesen haben, entfallen externe Arbeitskosten für den Tierarzt, jedoch muss der Landwirt die Kosten für die Gebühren für den Sachkundenachweises selbst tragen.

Im laufenden Betrieb kommen wiederkehrende Servicekosten durch den Gerätehersteller hinzu, da es notwendig ist, die Narkosegeräte regelmäßig zu überprüfen und zu kalibrieren (VAN ASTEN et al., 2020).

Für die Inhalationsnarkose mit Isolfuran muss mit zusätzlichen Kosten von 1,50 bis rund 3 € je Eberferkel gerechnet werden (HERRMANN, 2019).

#### **2.2.4.9 Vor- und Nachteile der Isoflurannarkose**

Ein großer Vorteil der Inhalationsnarkose mit Isofluran ist ihre schnelle und sichere Einleitung der Narkose sowie eine kurze und problemlose Aufwachphase nach der Narkose. Die Ferkel sind innerhalb weniger Minuten in der Lage zu stehen und sich fortzubewegen. Allerdings besteht während der Behandlung die Gefahr, dass die Ferkel aufgrund mangelnder Thermoregulation auskühlen. Nach dem Eingriff ist ein schnellstmögliches Zurücksetzen zur Muttersau möglich und ein Verpassen von Mahlzeiten ist unwahrscheinlich (VAN ASTEN et al., 2020).

Ein weiterer Vorteil ist, dass bei sachgerechter und zeitlich korrekter Schmerzmittelgabe und Isoflurannarkose eine Schmerzausschaltung erreicht wird und dadurch die Vorgaben des Tierschutzgesetzes erfüllt werden. Durch die Aufhebung des Tierarztvorbehalts für die Narkose mit Isofluran kann der Landwirt Kosten sparen und selbst narkotisieren und kastrieren, sofern er den Sachkundenachweis besitzt. Allerdings muss Isofluran selbst sowie das Schmerzmittel über den Tierarzt bezogen werden.

Die Methode verhindert Ebergeruch zuverlässig durch die Entfernung der Hoden. Daher muss keine Geruchskontrolle am Schlachtband vorgenommen werden. Außerdem muss keine Umstellung der Mast, Schlachtung und Fleischverarbeitung erfolgen, da die Kastration der männlichen Ferkel zum gleichen Zeitpunkt wie bei der bisherigen betäubungslosen Kastration vom

Sauenhalter durchgeführt wird. Damit gibt es keine Vermarktungsprobleme (BLAHA et al., 2020).

Die Ferkelkastration unter Isoflurannarkose birgt aber auch viele Nachteile. Die Tiere müssen zweimal fixiert werden, einmal zur Verabreichung des Schmerzmittels und ein weiteres Mal zum Verbringen in die Halterung des Narkosegeräts. Das führt zu doppelten Stressmomenten. Eine zuverlässige Linderung des postoperativen Schmerzes wird nur erreicht, wenn das Schmerzmittel zum richtigen Zeitpunkt, also mindestens 20 Minuten vor der Kastration, verabreicht wird. Dies ist auch ein Grund dafür, warum der Zeitaufwand für den gesamten Kastrationsvorgang nicht unerheblich ist (WALDMANN et al., 2018). Zudem besteht ein nicht unwesentlicher Aufwand für die Einhaltung notwendiger Arbeitsschutzmaßnahmen, sowohl während der Narkotisierung mit Isofluran als auch während der Aufwachphase aufgrund des Abatmens von Isoflurangas (RIETHMÜLLER & STRÖKER, 2019). Der flächendeckende Gebrauch von Isofluran in der Ferkelproduktion ist durch den starken Treibhauseffekt aus Klimaschutzgründen bedenklich. Isofluran hält sich in der Atmosphäre über Jahre und ist dabei vielfach klimawirksamer als CO<sub>2</sub> (VOLLMER et al., 2015). Außerdem ist der Anwender unter Umständen einem Gesundheitsrisiko ausgesetzt (HARLIZIUS, 2020).

## 2.2.5 Lokalanästhesie

Als Lokalanästhetikum ist derzeit nur Procain bei Schweinen zugelassen und die Anwendung ausschließlich Tierärzten vorbehalten. Lidocain ist in Deutschland für Lebensmittel liefernde Tiere nicht zugelassen, weil Procain als Alternative zur Verfügung steht (LÖSCHER et al., 2006).

Die lokale Betäubung ist auch unter dem „vierten Weg“ bekannt und wird in Nachbarstaaten wie Dänemark und den Niederlanden bereits praktiziert. In Deutschland ist der vierte Weg bislang keine Alternative, da sie nach derzeitigem Stand der Wissenschaft nicht zu einer Schmerzausschaltung führt und damit nicht die Forderungen des Tierschutzgesetzes (TierSchG) erfüllt, er führt lediglich zu einer Schmerzlinderung. Begründet wird dies mit § 1 Satz 2 des Tierschutzgesetzes, nachdem einem Tier ohne vernünftigen Grund weder Schmerz noch Leiden oder Schäden zugefügt werden dürfen. Somit ist die lokale Betäubung nach aktuellen wissenschaftlichen Erkenntnissen nicht gesetzeskonform, denn die effektive Schmerzausschaltung ist ab dem 1. Januar 2021 gesetzliche Voraussetzung (BMEL, 2020).

### 2.2.5.1 Wirkungsweise der Lokalanästhesie

Procain ist ein Lokalanästhetikum vom Ester-Typ und wirkt über eine Blockade spannungsabhängiger Natriumkanäle. Lokalanästhetika vom Ester-Typ werden bereits am Applikationsort durch Gewebesesterasen abgebaut. Aus diesem Grund haben Lokalanästhetika vom Estertyp im Vergleich zu solchen vom Amid-Typ eine kürzere Wirkungsdauer. In diesem Zusammenhang sollte beachtet werden, dass die metabolische Umsetzung von Procain bei Neugeborenen noch reduziert ist und Ferkel eine geringere Umsetzungsrate von Procain im Lebergewebe aufweisen als adulte Tiere (SHORT & DAVIS, 1970). Durch die insgesamt schnelle Inaktivierung ist Procain für die Oberflächenanästhesie ungeeignet, geeigneter ist Procain für die Infiltrationsanästhesie mit einer angegebenen Latenzzeit von 5 bis 10 Minuten. Wird Procain in Präparaten ohne Sperrkörper verabreicht, hält die Wirkung ca. 30 Minuten. Für die Infiltrationsanästhesie beim Schwein sind derzeit fünf Präparate mit dem Wirkstoff Procain zugelassen, zwei Präparate beinhalten Epinephrin als Sperrkörper. Dieser Sperrkörper bewirkt eine Gefäßverengung, dadurch wird die Resorption verzögert und die lokalanästhetische Wirkung wird auf insgesamt ca. 60 Minuten verlängert. Die Wartezeit auf essbares Gewebe beträgt beim Schwein fünf Tage (LÖSCHER et al., 2006; BIEL, 2005).

Zu den bekanntesten Lokalanästhetika vom Amid-Typ gehört Lidocain, welches durch Leberenzyme metabolisiert wird. Wirkstoffe dieser Gruppe zeichnen sich durch eine größere Stabilität am Applikationsort aus und sind im Vergleich zu Lokalanästhetika vom Ester-Typ durch eine längere Wirkungsdauer gekennzeichnet. Die Latenzzeit beträgt 5 bis 10 Minuten bis zum Eintritt der Wirkung, diese kann bis zu 2 Stunden andauern. Durch die Zugabe von Sperrkörpern kann die Wirkungsdauer auf bis zu 4 Stunden verlängert werden (CAMPOY & READ, 2013).

Lidocain und Procain zeichnen sich beide durch eine vergleichsweise gute lokale Verträglichkeit und durch eine geringe systemische Toxizität aus (LÖSCHER et al., 2006).

Lokalanästhetika blockieren die Entstehung und Fortleitung von Schmerzreizen über Nervenfasern reversibel, dabei wird das Bewusstsein der Tiere erhalten. Dafür muss die Injektionslösung in die Umgebung der zu blockierenden Nerven gespritzt werden. Sensible Nervenfasern haben eine erhöhte Empfindlichkeit und werden daher vor den motorischen Nervenfasern gehemmt. Die lokalanästhetisch wirksamen Substanzen bestehen strukturell aus einem, mit einem polaren, hydrophilen Ende über eine Zwischenkette verbundenen unpolaren, lipophilen Ende. Durch die Hemmung der Natriumkanäle in der Nervenzellmembran wird der  $\text{Na}^+$ -Einstrom erschwert. Dadurch werden Aktionspotentiale nicht bzw. nur noch sehr selten ausgelöst. Der Wirkungseintritt ist abhängig von der Proteinbindung des Lokalanästhetikums, die Wirkungsdauer der Betäubung ist hingegen abhängig von der Resorption und Abschwemmung der Substanz (ZÖLS, 2006).

Durch die effiziente Analgesie wird die Lokalanästhesie bei chirurgischen Eingriffen in der Veterinär- und Humanmedizin oft ergänzend zur Allgemeinanästhesie eingesetzt, um den Einsatz von Anästhetika und Opioiden reduzieren zu können.

Jedoch sollte bei der Applikation ohne vorheriger Betäubung darauf geachtet werden, dass je nach Applikationsart und -ort mit Injektionsschmerzen zu rechnen ist. Dies kann aufgrund eines sauren pH-Wertes der Injektionslösung auftreten und durch Zugabe von Natriumbikarbonat angehoben werden, um den Schmerz zu reduzieren und den Wirkungseintritt zu beschleunigen. Allerdings besteht dann die Gefahr, dass die Lösung inaktiviert wird und ausfällt (MARTIN, 1990).

Es gibt viele verschiedene Anwendungen von Lokalanästhesie abhängig vom Applikationsort, sie kann als neuraxiale (epidural, subdural) Anästhesie, Leitungsanästhesie, Infiltrationsanästhesie oder Oberflächenanästhesie erfolgen. Die ersten beiden Formen werden auch Regionalanästhesie genannt (CAMPOY & READ, 2013).

Bei der Ferkelkastration handelt es sich meist um eine Infiltrationsanästhesie als Schnittlinieninfiltration oder intratestikulärer Injektion und nur teilweise um eine Leitungsanästhesie im Bereich des Samenstrangs.

Für eine effektive Desensibilisierung sind hohe Injektionsvolumina nötig (WALDMANN et al., 2018).

Um eine möglichst gute Schmerzfreiheit bei der Kastration zu erreichen, muss ein Lokalanästhetikum effektiv in seiner Wirkung sein. Diese Effektivität wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst. Die Applikation sollte möglichst gezielt sein, zudem sind die chemischen Eigenschaften der Injektionslösung wichtige Faktoren, dazu gehören unter anderem die Proteinbindung, der pKs-Wert und die Metabolisierung der Lösung. Außerdem spielen der pH-Wert sowohl in der Injektionslösung als auch im Gewebe und die Durchblutung im Gewebe eine Rolle. Durch diese Faktoren wird sowohl die Effektivität als auch der Wirkungseintritt und die Dauer der lokalen Betäubung beeinflusst.

Höher konzentrierte Lokalanästhetika diffundieren unabhängig vom Wirkstoff schneller und zuverlässiger in die Nervenfasern ein und führen zu einer kürzeren Latenzzeit und schnelleren Wirkungseintritt. Anders verhält es sich in entzündetem Gewebe. Da dort der pH-Wert gesenkt ist, kann sich die Wirkung verzögern oder eine Wirkung bleibt ganz aus. Durch eine gezielte Applikation sollte eine möglichst große Ausbreitung des Lokalanästhetikums entlang des Nerven erzielt werden, um eine möglichst effektive Anästhesie zu induzieren. Wird das Gewebe stark durchblutet, hält die Wirkung weniger lang an, da es zu einem schnelleren Abtransport des Wirkstoffs kommt (BERDE & STRICHARTZ, 2010; WALDMANN et al., 2018).

### **2.2.5.2 Nebenwirkungen von Lokalanästhetika**

Durch Lokalanästhetika werden spannungsabhängige Natriumkanäle blockiert und somit auch die Weiterleitung von Aktionspotentialen. Durch hohe Konzentrationen kann sich diese Reaktion auf den ganzen Körper ausweiten. Daher ist auf Wirkungen auf das zentrale Nervensystem besonders zu achten. Möglich sind da zentralnervöse Nebenwirkungen, die zu einer Steigerung der Erregung, Unruhe, Tremor und Erbrechen bis hin zu einer zentralen Depression mit Koma und Atemlähmung führen können. Die Lokalanästhesie kann auch Auswirkungen auf das Herz-Kreislauf-System haben (Tachykardie, Extrasystolen, Kammerflimmern, Bradykardie). Außerdem kann es zu einer Blutgefäßerweiterung kommen (Vasodilation), woraus eine Blutungsneigung resultieren kann.

Bei zu hoher Konzentration oder Volumina der Injektionslösungen oder durch die versehentliche Applikation in ein Blutgefäß kann es zu Vergiftungserscheinungen kommen. Neonaten sind durch eine reduzierte Plasmaproteinbindung und einer geringeren Metabolisierungsrate besonders empfindlich. Da bei der Infiltrationsanästhesie größere Mengen von Betäubungsmitteln appliziert werden müssen, ist grundsätzlich die Gefahr systemischer Nebenwirkungen stärker ausgeprägt und sollte bei der Ferkelkastration beachtet werden (LÖSCHER, 2003).

### **2.2.5.3 Anwendung der Lokalanästhesie bei der Kastration von Saugferkeln**

Ziel der Lokalanästhesie bei der chirurgischen Kastration ist die Schmerzfreiheit. Für Procain wird eine Dosierung von 6 mg/kg Körpergewicht ohne und 8mg/kg Körpergewicht mit Sperrkörper angegeben (ZANKL et al., 2007). Es wird eine Verabreichung von nicht steroidalen Arzneimitteln für die Basisanalgesie bei kleineren Eingriffen in der Tiermedizin empfohlen (POGATZKI-ZAHN, 2008; POTSCHKA & ZÖLS, 2016). Die Vorbereitung läuft ähnlich wie bei den anderen chirurgischen Ferkelkastrationen ab. Nach der empfohlenen Gabe eines Schmerzmittels kann mit der Lokalanästhesie begonnen werden. Dafür muss die Injektionslösung mittels einer Selbstfüllerspritze und einer feinen Kanüle erst kurz aspiriert werden, um sicher zu stellen, dass die Lösung nicht direkt in die Blutbahn gelangt und dann intrascrotal appliziert werden, um so die sensible somatische Innervation der Scrotalhaut, die viszerale Innervation der Tunica vaginalis testis und des Musculus cremaster über den Nervus pudendus auszuschalten. Nach einer Wartezeit von ca. 15 Minuten werden die Ferkel für die chirurgische Kastration fixiert (WALDMANN et al., 2018). Bei Procain ist eine Wirkung frühestens nach 7 -10 Minuten zu erwarten (LÖSCHER et al., 2006). Das Ziehen an den Samensträngen ist der schmerzhafteste Teil der Kastration, daher wird von einem Reißen abgeraten und zu einem durchtrennen mit dem Skalpell geraten (SCHMID et al., 2018; HAGA & RANHEIM, 2005; HORN et al., 1999). Aufgrund der Größe und des Abwehrverhaltens gestaltet es sich technisch teilweise schwierig Ferkel lokal zu betäuben, daher kann die Injektionslösung auch direkt in den Hoden appliziert werden. Allerdings wird dieses Vorgehen als sehr schmerzhaft für die Ferkel beschrieben, zum einen durch den sauren pH- Wert und zum anderen aufgrund des Volumens des Lokalanästhetikums und des daraus folgenden schmerzhaften Druckgefühls (WALDMANN, et al., 1994).

ZANKL et al. (2007) fanden heraus, dass die stressinduzierten Kortisolwerte nach einer Kastration unter Lokalanästhesie sogar höher liegen, als nach einer betäubungslosen Kastration.

#### **2.2.5.4 Schmerzausschaltung bei der Lokalanästhesie**

KLUIVERS-POODT et al. (2013) stellten fest, dass eine Lokalanästhesie mit Lidocain keine ausreichende Schmerzlinderung bei Ferkeln im Alter von 2 bis 5 Tagen bringt. Nach der Behandlung mit Lidocain wedelten die Ferkel bis zu 3 Tage danach mit dem Schwanz, was ein Zeichen für Erregung durch Schmerz sein kann. Kombinierte man Lidocain mit dem Schmerzmittel Meloxicam, gab es signifikant weniger Schmerzreaktionen durch die Kastration. Auch ein Schwanzwedeln blieb aus. Lidocain verringert den Schmerz während der Kastration und das Schmerzmittel Meloxicam ist wirkungsvoll gegen Schmerzen nach der Kastration. Diese Wirkung reicht bis zu ein paar Tagen nach der Kastration (HANSSON et al., 2011).

WALDMANN et al. (2009) weisen außerdem darauf hin, dass es nach Kastration unter Lokalanästhesie vermehrt zu Wundheilungsstörungen kommen kann. SUTHERLAND et al. (2010) konnten eine Reduzierung von Verhaltensparametern, die ein Schmerzempfinden äußern, durch ein ca. 10 Minuten vorher injiziertes lokales Betäubungsmittel feststellen. Zu einer ähnlichen Erkenntnis kommen auch KLUIVERS et al. (2008), die einen positiven Effekt einer Lidocain-Injektion feststellten, die 15 Minuten vor der Kastration gegeben wurde. Denn sowohl ein Kortisolanstieg als auch die Vokalisationen waren reduziert. Allerdings sind die wissenschaftlichen Ergebnisse zur Zuverlässigkeit der Lokalanästhesie bei der Ferkelkastration bislang uneinheitlich. Es stellte sich auch heraus, dass es in der Praxis schwierig ist, die optimale Wirkung bzw. das Zeitfenster der optimalen Wirkung des lokalen Betäubungsmittels abzuspassen, um eine Schmerzausschaltung zu gewährleisten. Das einzige in Deutschland für Schweine zugelassene Lokalanästhetikum Procain konnte keine sichere Schmerzausschaltung bei der Ferkelkastration bewirken (BORELL et al., 2008; HEINRITZI et al., 2006). Es zeigte sich auch in einer weiteren Studie, dass durch die intratestikulär und intraskrotale Applikation von Procain keine Senkung des Stresshormons Kortisol im Vergleich zur betäubungslosen Ferkelkastration bewirkt werden konnte (ZÖLS, 2006; ZANKL et al., 2007). Außerdem kommt es bereits durch die Applikation von lokalen Betäubungsmitteln, besonders bei Procain, zu einer schmerzhaften Belastung für die Ferkel (ZANKL et al., 2007).

Eine Kombination aus Lidocain und Meloxicam kann nachweislich die Kortisolkonzentration nach der Kastration verringern (BONASTRE et al., 2016).

Auch SCHIELE (2010) konnte nach präoperativ intratestikulärer Procain Injektion anhand des Kortisolspiegels keinen schmerzlindernden Effekt feststellen.

#### **2.2.5.5 Ökonomischer Aspekt der Lokalanästhesie**

Die chirurgische Ferkelkastration mit Lokalanästhesie ist ein kostengünstiges Verfahren. Der Arbeitsaufwand ist im Vergleich zu Vollnarkoseverfahren sowohl für den Landwirt als auch für den Veterinär deutlich geringer. Zudem ist auch die Dosierung des Arzneimittels kostengünstig. Für die Applikation des Lokalanästhetikums wird eine Selbstfüllerspritze verwendet, aus diesem Grund muss nur die Kanüle zwischen den Behandlungen gewechselt werden. Daraus ergeben sich geringere Zubehörcosten. Den größten Teil der Kosten machen die Tierarztkosten aus. Die Kosten für dieses Verfahren würden unter der Annahme sinken, dass die Landwirte diese selbst durchführen dürften (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019). Die lokale Betäubung mit Procain verursacht die geringsten Mehrkosten. Je nach Betriebsgröße fallen Kosten von 0,97 bis 1,67 € je männliches Ferkel an (VEAUTHIER, 2019).

#### **2.2.5.6 Vor- und Nachteile der Lokalanästhesie**

Die Lokalanästhesie bei der Saugferkelkastration gehört zu den kostengünstigeren Alternativen. Die Kosten für den Tierarzt machen dabei den größten Anteil aus. Außerdem sind die Materialkosten aufgrund der Verwendung von Selbstfüllerspritzen sehr gering (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019). Zudem ist die Durchführung in 5-10 Sekunden sehr zeitsparend und durch die kurze Separationszeit wird das artspezifische Muttersau-Ferkel-Verhältnis nur geringfügig gestört (WITTKOWSKI et al., 2018).

Eine geeignete Alternative stellt die Lokalanästhesie mit Procain nach aktuellem Stand der Wissenschaft nicht dar, da die Belastung der Tiere durch die Fixation und mehrfache Injektionen ähnlich wie bei einer betäubungslosen Kastration ist und der Schmerz, je nach Applikationsart, nur teilweise ausgeschaltet wird (ZÖLS, 2006). Dazu kommt, dass die Injektion in Richtung der Samenstränge oft nicht präzise genug platziert werden können. Eine alternative Injektion in den Hoden ist für die Tiere außerdem sehr schmerzhaft. Wundheilungsstörungen können in Folge des Vorfalls der betäubten Samenstrangstümpfe festgestellt werden (ZANKL et al., 2007; WALDMANN et al., 1994). Die Ferkelkastration unter Lokalanästhesie stellt zur Zeit keine Alternative dar, da durch das einzige für Schweine

zugelassene Lokalanästhetikum Procain eine Schmerzausschaltung nicht erreicht wird, welche gemäß § 5 Abs. 1 Satz 1 TierSchG ab dem 31.12.2020 erforderlich ist.

Generell kann die Lokalanästhesie als Alternative in Zukunft nicht ausgeschlossen werden, da bei Untersuchungen mit Lidocain und Meloxicam eine deutliche Schmerzreduktion nachgewiesen werden konnte (BONASTRE et al., 2016; HANSSON et al., 2011; KLUIVERS-POODT et al., 2013).

In Dänemark werden nahezu alle Ferkel unter Lokalanästhesie kastriert. Durch einen Sachkundenachweis befähigt, dürfen dort Landwirte und landwirtschaftliche Mitarbeiter die lokale Anästhesie selbst durchführen. Auch hier ist eine Schmerzmittelgabe verpflichtend. Es fallen für dieses Kastrationsverfahren ca. 0,24 bis 0,31 Euro je männliches Ferkel an. Dies ist also eine sehr kostengünstige Alternative (NERO, 2020).

Derzeit besteht in Deutschland ein Selbstversorgungsgrad von Ferkeln von 70 %, daher werden Ferkel aus EU- Nachbarstaaten importiert. In Dänemark ist die kostengünstige Kastration unter der Lokalanästhesie, durchgeführt durch den Landwirt selbst, erlaubt und wird flächendeckend eingesetzt. In den Niederlanden werden die Ferkel mit der CO<sub>2</sub> Inhalationsnarkose betäubt, die in Deutschland für die Kastration von Ferkeln nicht erlaubt ist. Diese Methode ist im Vergleich auch kostengünstig, daher haben deutsche Ferkelerzeuger einen Wettbewerbsnachteil. Die QS-GmbH könnte Fleisch von Importferkeln, die nicht durch in Deutschland erlaubte Alternativen kastriert worden sind, nicht zertifizieren. Allerdings hat die QS das nicht vor, da sie ein Schwinden der eigenen Marktrelevanz fürchten (LEHMANN, 2020).

In Zukunft kann die Zulassung der Kastration unter Lokalanästhesie möglich sein, da derzeit laut BLAHA et al. (2020) wissenschaftliche Studien zur Überprüfung der Wirkung der Lokalanästhesie durchgeführt werden. Die Ergebnisse liegen voraussichtlich erst im Frühjahr 2021 und somit nicht vor Ablauf der Übergangsfrist am 31.12.2020 vor. Deshalb ist die Lokalanästhesie derzeit noch keine Option für die Ferkelerzeuger.

### 3. Diskussion und Fazit

Nachfolgend werden die verschiedenen Alternativen der betäubungslosen Ferkelkastration verglichen und bewertet. Die Darstellung erfolgt in einer Bewertungsmatrix (Tab. 4).

**Tabelle 4: Bewertungsmatrix**

Kriterien Verfahren	Tierwohl	Kostengünstig	Praxistauglichkeit	Akzeptanz
Jungebermast	++(+)	++	++	+
Immunokastration durch Improvac <sup>®</sup>	+++	+++	+++	+
Injektionsnarkose mit Ketamin und Azaperon	++	+	+	+++
Inhalationsnarkose mit Isolfluran	++	++	++	++(+)
Lokalanästhesie	+	++	+++	+

+++ vollkommen erfüllt

++ erfüllt

+ bedingt erfüllt

In der Tabelle 4 werden die 5 Verfahren bzw. Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration nach 4 verschiedenen Kriterien bewertet. Unter dem Aspekt des Tierwohls werden Faktoren wie Schmerzempfinden und Stress bewertet. Da die Alternativen auch immer unter dem wirtschaftlichen Aspekt betrachtet werden müssen, wurden die Alternativen nach den entstehenden Mehrkosten beurteilt. Unter dem Aspekt der Praxistauglichkeit werden die einzelnen

Verfahren auf ihre Umsetzbarkeit vor allem in der Ferkelproduktion und in der Schweinemast bewertet. Die Bewertung der Akzeptanz umfasst die gesamte Wertschöpfungskette bis zum Verbraucher. Dabei werden die wichtigsten Stakeholder beachtet, zu denen Ferkelproduzenten, Schweinemäster, Schlachtunternehmen, der Lebensmitteleinzelhandel und der Verbraucher zählen.

Die Jungebermast, die in den meisten Ländern der Europäischen Union kaum mehr praktiziert wurde, gewann erst wieder durch die Diskussion um die betäubungslose chirurgische Ferkelkastration an Bedeutung. Die Ebermast entspricht den Ansprüchen des Tierwohls insofern, als dass die Integrität des Tieres unangetastet bleibt. Dies bedeutet aber auch, dass das pubertäre aggressive Verhalten der Jungeber andere Anforderungen an die Haltung in der Ebermast stellt, wie besonders BLAHA et al. (2020) in ihrer Arbeit hervorheben. Auch Bünger et al. (2011) betonen die Notwendigkeit der Haltung in kleineren Gruppen und der verstärkten Tierbeobachtung, um Verletzungen durch Rangordnungskämpfe zu verringern bzw. zu vermeiden. Geschieht dies nicht, kommt es vermehrt zu Verletzungen und verringert das Tierwohl der Jungebermast, daher kann das Tierwohl nicht vollkommen erfüllt werden.

Werden die Anforderungen an das Tierwohl voll erfüllt, erfordert die Ebermasthaltung Umbaumaßnahmen, so empfiehlt BLAHA et al. (2020) ein erhöhtes Platzangebot von 10 % und eine Fütterungsumstellung auf ad libitum Fütterung, wie z. B. ADAM et al. (2016) raten. Dies und die vermehrte Tierbeobachtung und die getrennt-geschlechtliche Selektion erfordern einen höheren Arbeitsaufwand und damit höhere Kosten. Ein höherer Aufwand am Schlachthof zur Herausfilterung geruchsauffälliger Tiere führt zu einer schlechteren Vermarktungsmöglichkeit.

Auf der anderen Seite kommt es bei der Ebermast zu einer eindeutig besseren Mast- und Schlachtleistung, unter anderem auch durch eine Erhöhung der Durchgänge, da die Futtereffizienz bei Ebern höher und der Gülleanfall niedriger ist. Auch entfallen die Kosten für die Kastration und es gibt keine Ferkelverluste aufgrund von Kastrationsstress. VERHAAGH & DEBLITZ (2019) stellen in ihrer Studie fest, dass die Ebermast im Vergleich zur konventionellen Schweinemast kaum einen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit hat. Dies könnte sich noch ändern, wenn die Schlachthöfe die Ebermaske besser bewerten. Für die Praxistauglichkeit der Ebermast spricht, dass die Haltungsbedingungen nicht zwingend geändert werden müssen. Zur Eindämmung des Ebergeruchs sollte auf vermehrte Buchtenhygiene geachtet werden, die Tierkontrolle erfordert einen erhöhten Arbeitsaufwand.

Grundsätzlich muss aber nicht viel umgestellt werden. Die Vermarktungsorganisation muss vorher geplant werden, da die Abnahme der Anzahl begrenzt ist (BLAHA et al., 2020).

NIENHOFF et al. (2016) kommen nach einer Verbraucherumfrage zum Thema der Akzeptanz von Alternativen zu den betäubungslosen Ferkelkastration zu dem Ergebnis, dass die Vermeidung einer schmerzhaften Kastration im Prinzip begrüßt wird, aber die vermehrte Aggression der Jungeber und die Angst, geruchsbelastetes Fleisch zu bekommen, doch nur zu einer mittleren Akzeptanz führt. In dieser Studie wird die Prognose für die Wertschöpfungskette aus Sicht der Landwirtschaft erstellt. Man geht davon aus, dass sich 33% der Mastbetriebe für die Jungebermast entscheiden werden. Dabei hängt die Akzeptanz der Erzeuger von den Absatzmöglichkeiten ab. Auch die Bereitschaft, mehr Tiere aus der Ebermast zu schlachten, zeigt sich in den Äußerungen von Schlachtbetrieben wie Tönnies (ISN, 2018). In der Gesamtbewertung kann man von einer mittleren Akzeptanz sprechen.

Bei der Immunokastration werden die Tiere in der Regel zweimal geimpft, dabei erleiden die Tiere nur geringfügig Stress, da sie meist nicht fixiert werden müssen. Nach der zweiten Impfung zeigen die Eber ein ähnliches Verhalten wie Börgen und die Rankkämpfe und damit einhergehende Verletzungen werden stark reduziert (KARPELES & Jäger, 2012; BINDER, 2010). Unter dem Aspekt des Tierwohls ist die Impfung gegen Ebergeruch als beste Alternative zu befürworten, da keine mit Schmerzen verbundene Operation notwendig ist. Die Kosten der Immunokastration verlagern sich vom Ferkelerzeuger zum Mäster. Nach VERHAAGH & DEBLITZ (2019) kann man von einem leicht erhöhten Zeitaufwand für die Impfung und für die getrennt-geschlechtliche Aufstallung sprechen. Der größte Kostenfaktor der Immunokastration liegt im Medikament und im veterinärmedizinischen Verbrauchsmaterial. Da aber der Tierhalter die Impfung selbst durchführen kann, entstehen keine zusätzlichen Kosten. DUNSHEA et al. (2001) zeigen, dass immunokastrierte Eber bis zur zweiten Impfung eine ähnliche Mastleistung haben wie intakte Eber und daher auch die gleichen Vorteile aufweisen.

BLAHA et al. (2020) stellen fest, dass die Schlachtkörper ähnliche Verarbeitungsmöglichkeiten wie Kastraten haben. Gegenüber einer chirurgischen Kastration ist die Immunokastration kostengünstiger, wie auch VERHAAGH & DEBLITZ (2019) durch ihre Berechnungen feststellten. Auch die Praxistauglichkeit ist gegeben, da Improvac zwar über den Veterinär bezogen werden muss, aber vom Tierhalter selbst angewendet werden kann. Da es sich bis zur zweiten Impfung um eine reine Jungebermast handelt, gelten auch hier die gleichen Vor- und Nachteile in der Haltung. Wichtig sind eine getrennt-geschlechtliche Aufstallung und eine

verstärkte Tierbeobachtung. Die größten Probleme, die in der Jungebermast durch den Eintritt der Pubertät hervorgerufen werden, können durch die zweite Impfung umgangen werden. Die Hauptschwierigkeiten in der Immunokastration liegen in der mangelnden Akzeptanz durch den Verbraucher. QS hat unter anderem das Skandalpotential der Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration untersucht. Nach einer Aufklärung betrug die 17%. Bei einer Fachtagung zum Thema Ferkelkastration haben sich verschiedene Branchenvertreter geäußert. Dort haben sich die REWE Group und ALDI Nord besonders für die Akzeptanz aller Alternativen ausgesprochen. Beide versicherten, dass sie jede in Deutschland zugelassene Kastrationsalternative ohne Mengengrenzung akzeptieren (WEISENFELS, 2019).

Nach einer Umfrage von HEIDT & HAMM (2011) lehnen 47 % der Verbraucher die Immunokastration ab, da sie Angst vor Rückständen von Hormonen und Medikamenten im Fleisch haben. Befragt wurden dabei Kunden der ökologischen Landwirtschaft. SATTLER & SCHMOLL (2012) zeigten mit ihrer Verbraucherbefragung, dass eine Ablehnung der Immunokastration im engen Zusammenhang mit mangelnder Aufklärung steht. Nachdem die Befragten über beide Methoden informiert worden sind, entschieden sich 41 % für die Immunokastration. Die Interviewten wurden vor die Wahl zwischen der chirurgischen Kastration und der Kastration durch die Impfung mit Improvac® gestellt. Die Akzeptanz der Landwirte für die Immunokastration ist eher gering, da sie mangelnde Absatzmöglichkeiten befürchten. Die Ablehnung der Schlachtunternehmen beruht auf der Befürchtung, dass die Verbraucher das Fleisch immunokastrierter Tiere als „Hormonfleisch“ ablehnen (METTENLEITER et al., 2018). Außerdem könnten Schlachtunternehmen befürchten, dass sie die Teilstücke in Zukunft entsprechend nach weiblich, Kastrat, immokastriert und Eber sortieren müssen, da die Abnehmer es so wünschen könnten (WEISENFELS, 2019).

Eine Injektionsnarkose mit Ketamin und Azaperon führt zur vollständigen Schmerzausschaltung während der Kastration und erfüllt somit die Bedingung des Tierschutzgesetzes (RINTISCH et al., 2012). Zudem reduziert das vor der Operation gegebene Schmerzmittel den postoperativen Wundschmerz. Belastend für das Tier ist der Stress, der durch die Injektion und das vorherige Wiegen vor der Operation ausgelöst wird. Da der Wundschmerz zwar durch das Medikament reduziert wird, jedoch noch gegeben ist, gilt das Kriterium Tierwohl nur als erfüllt. Aus wirtschaftlicher Sicht ist die Injektionsnarkose die teuerste Alternative, da die Narkose ausschließlich durch Veterinäre ausgeführt werden darf. Hinzu kommen Kosten für Medikamente und Verbrauchsmaterial. Der Arbeitsaufwand mit zwei zusätzlichen

Arbeitskräften zu dem Tierarzt ist recht hoch, zumal in der relativ langen Nachschlafphase eine Überwachung durch einen Mitarbeiter nötig ist (VERHAAGH & DEBLITZ, 2019). Die Injektionsnarkose ist nur bedingt praxistauglich, da die Praxistauglichkeit sehr von der Betriebsstruktur und -organisation abhängt. Sehr zeitaufwendig ist bei dieser Alternative die Nachschlafphase, die überwacht werden muss, um Ferkelverluste zu verhindern. Laut MINIHUBER et al. (2013) können Kosten und Aufwand durch eine gute Organisation und Vorbereitung in Grenzen gehalten werden, indem man Wartezeiten effektiv nutzt und Arbeitsabläufe bündelt. Trotzdem ist die Injektionsnarkose die teuerste und aufwendigste Alternative.

Die Injektionsnarkose wird von Verbrauchern als schonende Kastration nach humanen Standards geschätzt und positiv beurteilt. NIENHOFF et al. (2016) stellen bei einer Verbraucherumfrage fest, dass die Injektionsnarkose die Alternative mit der höchsten Verbraucherakzeptanz darstellt. Auch HEIDT & HAMM (2011) fanden bei einer Befragung heraus, dass die Zahlungsbereitschaft bei den alternativen Kastrationen mit Betäubung und Schmerznachbehandlung am höchsten ist. Sie verzeichnen mit 13 % den geringsten Anteil an Null-Euro-Geboten.

Die zweite Alternative, bei der die Ferkel betäubt werden und eine Schmerznachbehandlung erhalten, ist die Inhalationsnarkose mit Isofluran. Sie führt zwar zu einer vollständigen Schmerzausschaltung während der Operation und erfüllt so die Tierwohlbedingung, allerdings sind die Ferkel vermehrtem Stress ausgesetzt. Stress erleiden die Tiere bei der Fixierung für die Schmerzmittelgabe und vor allem bei der Fixierung in der Halterung im Narkosegerät (WALDMANN et al., 2018).

Aus ökonomischer Sicht zählt die Inhalationsnarkose zu den teuren Alternativen. VERHAAGH & DEBLITZ (2019) stellen bei ihrer Kalkulation fest, dass der zusätzliche Zeitaufwand und die Kosten für das Gerät ökonomische Nachteile mit sich bringt. Für die Anschaffung des Narkosegerätes kann eine Förderung beantragt werden, jedoch verursacht das Narkosegerät nach dem Kauf noch Folgekosten durch Material und Wartungen. Von Vorteil ist da der Wegfall von Tierarztkosten zu nennen, da der Tierhalter mit einem Sachkundenachweis die Betäubung selbst vornehmen kann.

Da der Landwirt seit kurzem die Inhalationsnarkose der Ferkel nun selbst durchführen kann, erhöht sich die Praxistauglichkeit dieser Alternative. Wie VAN ASTEN et al. (2019) in ihrem Projekt feststellen, ist der Kastrationsort und der damit verbundene Transportweg für die Praxistauglichkeit von Bedeutung und daher betriebsindividuell. Die Platzierung des

Inhalationsgerätes entscheidet über den Personal- und Zeitaufwand. Zudem muss die Narkose sorgfältig verabreicht werden, da sonst Gesundheits- sowie Umweltschäden die Folge sein können. Auch die kurze Nachschlafphase benötigt Überwachung, daher ist diese Alternative nur bedingt praxistauglich. Auch die Einhaltung der Arbeitsschutzmaßnahmen erfordern einen nicht unerheblichen Arbeitsaufwand (RIETHMÜLLER & STRÖKER, 2019). BLAHA et al. (2020) verdeutlichen, dass es keine Probleme in der Vermarktung von chirurgisch kastrierten Schweinen gibt. Die Akzeptanz dieser Alternative ist bei den Schlachtunternehmen gegeben, da eine Geruchskontrolle am Schlachtband nicht notwendig ist und auch so keine Umstellung in der Fleischverarbeitung vorgenommen werden muss. Landwirte können sich sicher sein, dass sie den vollen Preis erhalten und ihre Ferkel zum gleichen Zeitpunkt wie vorher chirurgisch kastrieren können. RIETHMÜLLER & STRÖKER (2019) weisen darauf hin, dass es zu Gesundheitsrisiken kommen kann, sollten die notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen nicht eingehalten werden. Daher kann der Landwirt einem ständigen Risiko ausgesetzt sein, was die Akzeptanz dieser Alternative auf Seiten der Produzenten mindert. Auf Seiten der Verbraucher ist die Akzeptanz für die Ferkelkastration unter Betäubung und Schmerznachbehandlung laut HEIDT & HAMM (2011) gegeben. Eine unsachgemäße Handhabung des Narkosegeräts kann auch zu einer Umweltbelastung führen und als Folge davon zu einer verringerten Akzeptanz beim Verbraucher, da Fragen des Umweltschutzes sicher auch in Zukunft eine wichtigere Rolle spielen wird.

Die Lokalanästhesie erfüllt die Anforderungen der Tierschutzgesetzes nicht, da nach derzeitigem Stand der Wissenschaft keine Schmerzausschaltung durch das einzige für Schweine zugelassene Lokalanästhetikum Procain erreicht werden kann. Aktuell laufen Studien zur Überprüfung der Wirkung der Lokalanästhesie, jedoch kann mit den Ergebnissen erst 2021 gerechnet werden. Aufgrund dessen ist die Lokalanästhesie laut BMEL nach derzeitigem Stand der Wissenschaft keine Alternative zur betäubungslosen Ferkelkastration (BMEL, 2020). Die Tierwohlkriterien sind derzeit nur bedingt erfüllt, da das Ferkel erhöhtem Stress ausgesetzt ist durch das dreimalige Fixieren. Wie WALDMANN et al. (1994) feststellen, gestaltet es sich als technisch schwierig, Ferkel lokal zu betäuben, da die Injektion direkt in den Hoden appliziert werden muss. Die Applikation verursacht ein starkes Schmerzempfinden, sowohl durch den sauren pH-Wert der Injektionslösung, als auch durch das Volumen der Lösung. Am schmerzhaftesten wird das Durchtrennen der Samenstränge beschrieben. Auch ZANKL et al. (2007) bestätigen, dass die Injektion des Lokalanästhetikums so starke Schmerzen verursacht, dass die Kortisolwerte höher waren als nach einer betäubungslosen

Kastration. Auch SCHIELE (2010) und ZÖLS (2006) können in ihren Versuchen keine Senkung des Stresshormons Kortisol bei einer intratestikulären und intraskrotalen Applikation von Procain im Vergleich zur betäubungslosen Kastration erkennen. WALDMANN et al. (2009) weisen außerdem darauf hin, dass es nach der Kastration unter Lokalanästhesie zu Wundheilungsstörungen kommen kann. Allerdings können SUTHERLAND et al. (2010) und KLUIVERS et al. (2008) eine Reduzierung von Verhaltensparametern, die ein Schmerzempfinden äußern, bei einer Injektion der Lösung 10 bzw. 15 Minuten vor der Kastration feststellen. BORELL et al. (2008) kommen zu dem Schluss, dass die optimale Wirkung der lokalen Betäubung stark vom Injektionszeitpunkt abhängt. Dieser ist jedoch unter Praxisbedingungen schwierig abzugleichen. Versuche mit einer Kombination aus Lidocain und dem Schmerzmittel Meloxicam konnten nachweislich die Kortisolkonzentration nach der Kastration verringern (BONASTRE et al., 2016). Dies zeigt, dass die wissenschaftlichen Ergebnisse zur Zuverlässigkeit der Lokalanästhesie noch uneinheitlich sind. Aus ökonomischer Sicht ist dieses Verfahren laut VERHAAGH & DEBLITZ (2019) recht kostengünstig. Der Arbeitsaufwand ist sowohl für den Landwirt als auch für den Veterinär geringer als bei alternativen Narkosen. Die Materialkosten sind durch die Anwendung der Selbstfüllerspritzen gering, der größte Anteil der Kosten entsteht durch den Veterinär. Die Durchführung der Kastration mit lokaler Betäubung ist sehr zeitsparend, die Trennung von der Muttersau ist daher nur kurz, da es auch keine Nachschlafphase gibt. Eine Umstellung der Betriebsorganisation ist mit diesem Verfahren nicht nötig, daher ist die Lokalanästhesie sehr praxistauglich. Lediglich die Abhängigkeit von einem Veterinär kann von Nachteil sein. Eine Erlaubnis zur Durchführung einer Lokalanästhesie durch den Landwirt ist derzeit nicht vorgesehen. Die Akzeptanz bei den Landwirten und Schlachtunternehmen ist hier gegeben, durch die mangelnde Schmerzausschaltung wird diese Methode durch die Politik und den Verbraucher nicht akzeptiert.

Als Ergebnis der Bewertung der verschiedenen Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration kann festgehalten werden, dass sich unter dem Aspekt des Tierwohls und der Praxistauglichkeit die Immunokastration als die beste Methode darstellt. Sie könnte auch noch kostengünstiger in Zukunft werden, wenn die Patentrechte für Improvac auslaufen. Da auch wichtige Konzerne aus dem Bereich des Lebensmittelhandels sich für diese Methode klar ausgesprochen haben, kann man davon ausgehen, dass die Firmen, die zur Zeit noch eine abwartende Haltung zeigen, auf die Position von ALDI und der REWE Group nachziehen

werden. Und die Studien von SATTLER & SCHMOLL (2012) haben gezeigt, dass die Akzeptanz der Verbraucher mit zunehmender Aufklärung auch wächst. Aber auf dieser Seite besteht in Zukunft noch Handlungsbedarf. Positiv zu bewerten ist, dass die Politik den Ferkelproduzenten keine Alternative vorschreibt und den Betrieben die Entscheidung selbst überlässt. Da die Kosten für jedes Verfahren sehr individuell sind, hat die Betriebsorganisation und die Betriebsgröße großen Einfluss auf die Mehrkosten je Ferkel. Je nach Alternative werden die Kosten auf den Ferkelproduzenten oder auf den Mäster umgewälzt.

Gleichzeitig zeigt diese Arbeit aber auch, dass alle Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration zu Mehrkosten auf Seiten der Erzeuger führen. Die deutsche Landwirtschaft fürchtet deshalb um ihre Wettbewerbsfähigkeit, solange zum Beispiel in Dänemark die kostengünstigste Variante der örtlichen Betäubung erlaubt ist und die so kastrierten Ferkel auf den deutschen Markt kommen. Eine Möglichkeit wäre, auch im Sinne des deutschen Tierschutzes, dass die Politik die Rahmenbedingung schafft, dass nur solche Ferkel und nur das Schweinefleisch auf den deutschen Markt kommt, das die Kriterien des deutschen Tierschutzrechtes erfüllt. Da das QS- Zertifizierungssystem keinen Ausschluss von importierten Ferkeln plant, die nicht nach hier zulässigen Kastrationverfahren kastriert worden sind, ist hier die deutsche Politik gefragt. Die Politik sollte sich verpflichtet fühlen, ihre eigenen Landwirte zu schützen und einen Wettbewerbsnachteil der deutschen Landwirtschaft verhindern. Es ist nicht im Sinne des Tierwohls, vermehrt Ferkel zu importieren, denn diese wurden durch Verfahren kastriert, die nicht dem deutschen Tierschutzgesetz entsprechen, und zusätzlich werden den Importferkeln lange Transporte zugemutet. Das ist vermeidbar, denn der Tierschutz sollte nicht an der deutschen Grenze enden. Desweiteren ist der Strukturwandel auch bei den Ferkelerzeugern deutlich erkennbar und kann durch das Verbot der betäubungslosen Kastration und dem genannten Wettbewerbsnachteil verstärkt werden. Daher ist es unabdingbar für die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit auch die gesamte Wertschöpfungskette miteinzubeziehen, denn ohne Rückhalt von der Fleischwirtschaft und dem Lebensmitteleinzelhandel kann keine Lösung gefunden werden, mit der alle Beteiligten zufrieden sind. Eine erneute Fristverschiebung ist nicht zu erwarten, daher wird damit gerechnet, dass die Alternativen zur betäubungslosen Kastration spätestens zum 01.01.2021 zum Einsatz kommen werden.

## 4. Zusammenfassung

In dieser Arbeit werden die Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration vorgestellt und miteinander verglichen. Mit der Novellierung des Tierschutzgesetzes ist es ab dem 01.01.2021 verboten Saugferkel betäubungslos zu kastrieren. Daher müssen sich Ferkelproduzenten zukünftig für eine Alternative entscheiden. Zur Auswahl stehen die Ebermast mit oder ohne Immunokastration und eine chirurgische Kastration unter Inhalationsnarkose mit Isofluran oder Injektionsnarkose mit Ketamin und Azaperon.

Eber werden seit jeher kastriert, da ca. 3 % der Eber einen vom Verbraucher als unangenehm empfundenen Geruch aufweisen, der auch als Ebergeruch bezeichnet wird. Durch eine Kastration wird dieser Ebergeruch verhindert, wodurch die Eber besser vermarktet werden können und Geruchs- und Geschmacksabweichungen vermieden werden. Alle zur Verfügung stehenden Alternativen zur bislang praktizierten betäubungslosen Kastration unterscheiden sich in den Auswirkungen auf das Tierwohl, in den Kosten, in der Praxistauglichkeit und in der Akzeptanz bei Landwirten, Verbrauchern und Vermarktern. Dadurch können Vor- und Nachteile bestimmt und die Alternativen bewertet werden.

Die erste Alternative, die in dieser Arbeit vorgestellt wird, ist die Jungebermast. Der Verzicht auf die Kastration erspart alle negativen Begleitumstände eines chirurgischen Eingriffs, aber führt zu besonderen Anforderungen an die Haltung der Tiere und an den Schlachthof. Der vermehrte Aufwand durch die Geruchsdetektion und Sortierung am Schlachthof ergibt einen geringeren Erlös für Eber und eine verminderte Akzeptanz auf Seiten der verarbeitenden und vermarktenden Betriebe. Durch eine bessere Futtermittelverwertung und einen höheren Magerfleischanteil haben Eber durchaus Vorteile, die sich auch positiv auf die Kosten auswirken.

Eine weitere Alternative ist die Jungebermast mit einer Impfung gegen Ebergeruch, der Immunokastration mit Improvac®. Bei der Immunokastration werden die Eber zweimal geimpft, eine sichtbare Kastration erfolgt erst nach der 2. Impfung. Auch hier entfallen die negativen Begleitumstände einer chirurgischen Kastration, weshalb diese Methode aus tierschutzfachlicher Sicht zu bevorzugen ist. Bei entsprechender Betriebsorganisation ist diese Methode sehr kostengünstig und praxistauglich und wird von informierten Verbrauchern akzeptiert.

Eine weitere Methode der unter Tierwohlaspekten akzeptierten Kastration ist die chirurgische Kastration mit der Injektionsnarkose durch die Wirkstoffe Ketamin und Azaperon in

Kombination mit einer Schmerzmittelgabe. Die Narkose muss durch einen Tierarzt durchgeführt werden, die Kastration selbst kann weiterhin der Tierhalter vornehmen. Nachteilig zu bewerten sind die hohen Kosten, da ein Tierarzt die Narkose injizieren muss und eine lange Nachschlafphase erfolgt, die eine Beobachtung der Ferkel benötigt. Durch die chirurgische Kastration kommt es zu keiner Umstellung der Ferkelaufzucht, Mast, Schlachtung sowie bei der Fleischverarbeitung und -vermarktung.

Eine andere unter Tierwohlaspekten anerkannte Narkoseform ist die Inhalationsnarkose mit Isofloran, die der Landwirt selbst durchführen kann. Für die Inhalationsnarkose ist die Anschaffung eines Narkosegerätes notwendig, daher müssen hohe Anschaffungs- und Unterhaltskosten beachtet werden. Für die Durchführung der Narkose müssen die Tierhalter einen Sachkundenachweis absolviert haben, zudem kann bei unsachgemäßer Anwendung Isoflurangas entweichen, was zu gesundheitlichen Schäden der Mitarbeiter und zur Belastung der Umwelt führen kann. Von Vorteil ist die schnelle und sichere Narkotisierung kombiniert mit einer kurzen Aufwachphase und damit einhergehende Reduzierung von Ferkelverlusten. Es ist auch hier keine Änderung in der Betriebsorganisation für die Aufzucht, Mast und Schlachtung notwendig. Die Vermarktungsmöglichkeiten sind wie bei der Injektionsnarkose gut.

Die von vielen Landwirten gewünschte Betäubung durch die Lokalanästhesie stellt keine Alternative dar, da die vom Tierschutzgesetz geforderte Schmerzausschaltung bei der chirurgischen Kastration nach derzeitigem Stand der Wissenschaft nicht erreicht wird. In Dänemark ist dies eine gängige Methode, da das Tierschutzgesetz dort nur eine Schmerzlinderung fordert, und wird dort vom Landwirt selbst durchgeführt.

In der darauffolgenden Diskussion werden mit Hilfe einer Bewertungsmatrix die Vor- und Nachteile der aufgestellten Kriterien Tierwohl, Kosten, Praxistauglichkeit und Akzeptanz seitens aller Stakeholder bewertet.

Als Ergebnis kann festgehalten werden, dass unter Tierwohlaspekten die Immunokastration am besten zu bewerten ist, da die Ferkel nicht unter Stress durch die Fixierung vor der Narkose leiden müssen und auch keine Schmerzen als Folge der Operation währenddessen und danach erleiden müssen. Zudem weisen die immunokastrierten Tiere eine hohe Mast- und Schlachtleistung auf. Das Argument der geringen Akzeptanz bei Verbrauchern ist von Schlachtunternehmen und anderen Stakeholdern teilweise vorgeschoben und kann durch genügend Aufklärung behoben werden.

Als Fazit kann man festhalten, dass bei der Immunokastration die Akzeptanz der Fleisch- und der Lebensmittelindustrie vorhanden ist, aber beim Verbraucher noch viel Aufklärung nötig ist, was von Seiten der Politik noch unterstützt werden könnte.

Im Vergleich zu der bald verbotenen betäubungslosen Kastration ist jede Alternative mit höheren Kosten verbunden. Als Folge fürchten viele Landwirte um ihre Wettbewerbsfähigkeit, zumal zum Beispiel in Dänemark die kostengünstige Lokalanästhesie durch den Landwirt erlaubt ist und die so kastrierten Ferkel zu Lasten der heimischen Ferkelerzeuger auf den deutschen Markt kommen. Sollte die Politik nicht die Rahmenbedingung für eine Beibehaltung der Konkurrenzfähigkeit der deutschen Landwirte auf dem internationalen Markt schaffen, wird sich der Strukturwandel bei der Schweinezucht und -mast in Deutschland noch verstärken.

## Literaturverzeichnis

- ADAM, F., NORDA, C., BÜTFERING, L. & STALJOHANN, G. (2016):  
Landwirtschaftskammer NRW  
<https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/tierproduktion/schweinehaltung/fuetterung/improvac-versuch.htm>  
[Zugriff am 15.06.2019]
- ANDRESEN, O. (2006): Boar taint related compounds: Androstenone/skatole/other substances. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48:55.
- ANDREWS, S., LOHNER, E., SCHRADE, H. & HORST, I. (2009): The effect of vaccinating male pigs with Improvac™ on growth performance and carcass quality. 55<sup>th</sup> International Congress of Meat Science and Technology, Copenhagen, Denmark, August 16-21, PE1.03
- BABOL, J., SQUIRES, E. J. & BONNEAU, M. (1996): Factors regulating the concentrations of 16-androstene steroids in submaxillary salivary glands of pigs. *Journal of Animal Science* 74:413-419.
- BACHMANN, C. R. B. D. R., SITAR, D., CUMMING, M. & PUCCI, W. (1986): Isoflurane potency and cardiovascular effects during short espoures in the foetal lamb. *Can. Anaesth. Soc. J.* 33(1):41-47.
- BAUER, A. (2011): Ausstieg aus der betäubungslosen Kastration- Zusammenhänge und Verbraucherakzeptanz. *Fleischwirtschaft* 91 Jhg.(8).
- BAUER, A. (2010): Schlachtkörper- wie sind Jungeber zu bewerten? Max-Rubner Institut. Institut für Sicherheit und Qualität bei Fleisch.  
[https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/Ferkelkastration-Bauer.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/Ferkelkastration-Bauer.pdf?__blob=publicationFile)  
[Zugriff am 03.06.2012]
- BAUER, A. (2016): Eberfleisch Teil 1: Basiswissen In: DLG, Hrsg. DLG-Expertenwissen 8/2016: 6.
- BAUER, A. & JUDAS, M. (2014): Schlachtkörperqualität von Masteborn im Vergleich zu Sauen und Börgen. *Züchtungskunde* 5/6. 86: 374-89.
- BAXTER, D. (2018): Beipackzettel Isofluran Baxter, Frankfurt: Rote Liste Service GmbH.  
[https://www.baxter.de/sites/g/files/ebysai1301/files/2019-01/gi\\_isofluran\\_baxter.pdf](https://www.baxter.de/sites/g/files/ebysai1301/files/2019-01/gi_isofluran_baxter.pdf)  
[Zugriff am 10.08.2020]
- BERDE, C. & STRICHARTZ, G. (2010): Local anesthetics. In: R. Miller, L. Eriksson & L. Fleisher, Hrsg. *Miller`s Anesthesia* . Philadelphia: Elsevier Verlag, pp. 913-940.
- BIEL, M. (2005): Lokalanästhetika . In: K. Aktories, U. Förstermann, F. Hofmann & W. Forth, Hrsg. *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. München: Urban & Fischer Verlag, pp. 255-261.
- BINDER, R. (2010): Ferkel klagen an! Kastrieren von Ferkeln ohne Betäubung- (k)ein Ende in Sicht? *Gesundes Haustier* Februar Ausgabe, pp. 26-27.

BLAHA, T., KNEES, M., MÜLLER, K. & VERHAAGH, M. (2020): Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration, Bonn: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE).

file:///C:/Users/Junior/AppData/Local/Temp/2001\_1840\_web.pdf

[Zugriff am 14.08.2020]

BLE (2020): Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Pressemitteilung).

[https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/200519\\_Isofluran-Narkose.html](https://www.ble.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2020/200519_Isofluran-Narkose.html)

[Zugriff am 09.07.2020].

BMEL (2020): Presseinformation zum Thema Ferkelkastration.

<https://www.bmel.de/SharedDocs/Meldungen/DE/Presse/2020/200604-ferkelkastration.html>

[Zugriff am 15.07.2020].

BONASTRE, C.; MITJANA, O.; TEJEDOR, M.T.; CALAVIA, M.; UBEDA, J.L.; FALCETO, M.V. (2016): Acute physiological responses to castration-related pain in piglets: the effect of two local anesthetics with or without meloxicam. *Animal* 10(9):1474-1481.

BONNEAU, M. (1998): Use of entire males for pig meat in the European Union. *Meat Science* 49:257-272.

BONNEAU, M.; DUFOUR, R.; CHOUVET, C.; ROULET, C.; MEADUS, W.; SQUIRES, E. J. (1994): The effects of immunisation against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development and levels of boar taint related compounds in intact male pigs. *Journal Animal Science* 72:14-20.

BORELL, v.E.; BAUMGARTNER, J.; GIERSING, M.; JAEGGIN, N.; PRUNIER, A.; TUYTTENS, F.; EDWARDS, S. (2008): Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives. In: M. Bonneau, B. Fredriksen & S. Edwards. *Attitudes, practices and state of the art regarding piglet castration in Europe*. Paris: INRA, pp. 22-44.

BRACHER-JAKOB, A. (2000): Jungebermast in Forschung und Praxis: Literaturstudie und Standortbestimmung.

[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKewj2\\_PS6idXiAhXDyqQKHWOYDBQQFjACegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.agroscope.admin.ch%2Fagroscope%2Fde%2Fhome%2Fueber-uns%2Fmitarbeitende%2F\\_jcr\\_content%2Fpar%2Fexternalcontent.external](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=2ahUKewj2_PS6idXiAhXDyqQKHWOYDBQQFjACegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fwww.agroscope.admin.ch%2Fagroscope%2Fde%2Fhome%2Fueber-uns%2Fmitarbeitende%2F_jcr_content%2Fpar%2Fexternalcontent.external)

[Zugriff am 06.06.2019].

BREMNER, E. A., MAINLAND, J., KAHN, R. M. & SOBEL, R. M. (2003): The prevalence of Androstenedione Anosmia. *Chemical Senses* 28 (5):423-432.

BUNDESTAG (2019): Risiken und Nebenwirkungen von Isofluran (Drucksache 19/9033), Berlin

<https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/090/1909033.pdf>

[Zugriff 20.07.2020]

BUNDESTAG (2018): Fristverlängerung bei Ferkelkastration. Berlin, heute im Bundestag (hib).

<https://www.bundestag.de/presse/hib/580676-580676>

[Zugriff 10.08.2020]

BÜNGER, B.; ZACHARIAS, B.; GRÜN, P.; THOLEN, E.; SCHRADER, H. (2011): Agonistisches Verhalten von nichtkastrierten männlichen, weiblichen und kastrierten

männlichen Mastschweinen unter LPA-Standard. In: KTBL-Schrift 489. Darmstadt, pp. 117-127.

BÜNGER, B.; ZACHARIAS, B.; GRÜN, P.; THOLEN, E.; SCHRADER, H. (2012): Futteraufnahmeverhalten und Bewegungsaktivität von Ebern, Kastraten und weiblichen Mastschweinen unter LPA-Bedingungen. 17. Internationale Fachtagung zum Thema Tierschutz: Tagung der DVG-Fachgruppe, pp. 112-135.

BVL (2016): Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit.  
[https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/05\\_tierarzneimittel/2016/2016\\_07\\_25\\_Fa\\_Isofluran-Narkose\\_Ferkelkastration.html](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/05_tierarzneimittel/2016/2016_07_25_Fa_Isofluran-Narkose_Ferkelkastration.html)  
[Zugriff am 07.07. 2020]

BVL (2018): bvl.bund.  
[https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/05\\_tierarzneimittel/2018/2018\\_11\\_23\\_Fa\\_Isofluran.html](https://www.bvl.bund.de/SharedDocs/Fachmeldungen/05_tierarzneimittel/2018/2018_11_23_Fa_Isofluran.html)  
[Zugriff am 07.07.2020]

CAMPOY, L. & READ, M. R. (2013): Small Animal Regional Anesthesia and Analgesia. Hoboken: John Wiley & Sons

CHEN, G. (2007): Physiological and Biochemical Factors Responsible for Boar Taint. Dissertation. Sverige Lantbruksuniversitet, Swedish University of Agricultural Science, Uppsala

CLARKE, I.; WALKER, J.; HENNESSY, D.; KREEGER, J.; NAPPIER, J.; CRANE, J. (2008): Inherent food safety of a synthetic Gonadotropin-Releasing Factor (GnRF) Vaccine for the control of boar taint in entire male pigs. Journal of Applied Research in Veterinary Medicine 6(1):7-14.

CLAUS, R. (1993): Die unendliche Geschichte der Ebermast – Eine historisch-physiologische Analyse. Fleischwirtschaft 73 (4):449-453.

CLAUS, R., WEILER, U. & HERZOG, A. (1994): Physiological Aspects of Androstenone and Skatole Formation in the Boar- A review with experimental data. Meat Science 38:289-305.

CLINIPHARM (2020): Institut für Veterinärpharmakologie und -toxikologie.  
<https://www.vetpharm.uzh.ch/TAK/03000000/00035441.01>  
[Zugriff am 15.06.2020]

DIERSING-ESPENHORST, M. (2017): agarheute.  
<https://www.agrarheute.com/tier/schwein/toennies-passt-westfleisch-ebermaske-536151>  
[Zugriff am 19.08.2020]

DOBROWOLSKI, A., HÖRETH, R. & Branscheid, W. (1995): Der Schlachtkörperwert von Ebern und Börgen und Probleme der Klassifizierung. Angewandte Wissenschaft Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A(449).

DUNSHEA; CRONIN; BARNETT; HEMSWORTH; HENNESSY; CAMPBELL; LUXFROD; SMITS; TILBROOK; KING; MCCAULEY (2011): Immunisation against gonadotrophin-releasing hormone (GnRH) increases growth and reduces variability in group-housed boars. Animal Production Science 51:695-701.

DUNSHEA, F. R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.; MC CAULY, I.; JACKSON, P.; LONG, K.A.; LOPATICKI, S.; NUGENT, E. A.; SIMONS, J. A.; WALKER, J.; HENNESSY,

D. P. (2001): Vaccination of boars with GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. *Journal Animal Science* 79:2524-2535.

DÜSSELDORFER ERKLÄRUNG (2008): Gemeinsame Erklärung zur Ferkelkastration. Deutscher Bauernverband, Verband der Fleischwirtschaft, Hauptverband des Deutschen Einzelhandels.

<http://animal-health-online.de/kastrat/doc/duesseldorf.pdf>

[Zugriff am 24.05.2019]

EBERT, U., FREY, H. H. & SCHULZ, R. (2002): Pharmakologie des zentralen Nervensystems. In: *Lehrbuch der Pharmakologie und Toxikologie für die Veterinärmedizin*. Stuttgart: Enke Verlag, pp. 87-217.

EINARSSON (2006): Vaccination against GnRH: pros and cons. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48: S10

EPAR (2017): European Medicine Agency

<https://www.ema.europa.eu/en/medicines/veterinary/EPAR/improvac>

[Zugriff am 15.07.2020]

ERHARDT, W., HENKE, J. & KROKER, R. (2004): Anästhesie und Analgesie bei Klein- und Heimtier sowie bei Vögeln, Reptilien, Amphibien und Fischen. In: W. e. a. ERHARDT, Hrg. *Allgemeinanästhesie*. Stuttgart: Schattauer Verlag, pp. 369-405.

FÀBREGA; VELARDE; CROS; GISPert; SUÀREZ, TIBAU; SOLER (2010): Effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins. *Livestock Science* 132:53-59.

FECHLER, R. (2010): Ausstieg aus der Kastration- Hintergründe, Initiativen, Alternativen.

[https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/Ferkelkastration-StatementFechler.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Tier/Tierschutz/Ferkelkastration-StatementFechler.pdf?__blob=publicationFile)

[Zugriff am 03.06.2019].

FISCHER, K. & WEILER, U. (1995): Aspekte der sensorischen Qualität von Eberfleisch. Die Ebermast- Fragen und Konsequenzen bei der Produktion von Schweinefleisch, Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 449, Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH

FONT I FURNOLS, M., GISPert, M., DIESTRE, A. & OLIVER, M. A. (2003):

Acceptability of boar meat by consumers depending on their age, gender, culinary habits, sensitivity and appreciation of androsenone odour. *Meat Science* 64 (4) :433-440.

FOSSUM, T. (2009): *Chirurgie der Kleintiere*. 2. Auflage, München: Elsevier Verlag.

FREDRIKSEN, B.; Font i Furnols, M.; Lundström, K.; Migdal, W.; Prunier, A.; Tuytens, F.A.M.; Bonneau, M. (2009): Practice on castration of Piglets in Europe. *Animal* 3(11): 1480-1487.

FUSCHINI, E. (2009): Theoriekurs Ferkelkastration Inhalationsnarkose ,SUIS AG.

<https://www.yumpu.com/de/document/read/36540776/ausbildung-ferkelkastration>

[Zugriff am 15.07.2020]

- GIERSING, M., LUNDSTRÖM, K. & ANDERSSON, A. (2000): Social effects and boar taint: significance for production of slaughter boars (*Sus scrofa*). *Journal of Animal Science* 78:296-305.
- GUIRGUIS, R.; JAVADPOUR, N.; SHARAREH, S.; BISWAS, C.; EL-AMIN, W. (1990): A new method for evaluation of urinary autocrine motility factor and umor cell collagenase stimulating factor as markers for urinary tract cancers. *J. Occup. Med.*, Issue 32, pp. 846-853.
- HAGA, H. & RANHEIM, B. (2005): Castration of piglets: the analgesic effects of intratesticular and intrafunicular lidocaine injection. *Vet Anaesth Analg.* 32:1-9.
- HAGMÜLLER, W. & GALLNBÖCK, M. (2010): Mast von immunkastrierten Schweinen- praktische Erfahrungen, Raumberg-Gruppenstein: Lehr- und Forschungszentrum für Landwirtschaft .  
file:///C:/Users/Junior/AppData/Local/Temp/3n\_2010\_hagmueller-1.pdf  
[Zugriff am 16.07.2020]
- HALL, L., CLARKE, K. & TRIM, C. (2001): Anesthesia of the pig. In: *Veterinary Anaesthesia*. London (UK): WB Saunders, pp. 367- 383.
- HANSEN, L.L.; MEJER, H.; THAMSBORG, S.M.; BYRNE, D.V.; ROEPSTORFF, A.; KARLSSON, A.H.; HANSEN-MOLLER, J.; JENSEN, M.T.; TUOMOLA, M. (2006): Influence of chicory roots (*Cichorium intybus* L) on boar taint in entire mal and female pigs. *Animal Science* 82:359-368.
- HANSSON, K., LUNDSTRÖM, K., FJELKNER-MODING, S. & PERSSON, J. (1980): The importance of androstenone and skatole for boar taint. *Swedish Journal of Agricultural Research* 10 (4):167-173.
- HANSSON, M., LUNDEHEIM, N., NYMAN, G. & JOHANSSON, G. (2011): Effect of local anaesthesia and/or analgesia on pain responses induced by piglet castration. *Acta Veterinaria Scandinavica* 53(1):34.
- HARLIZIUS, J. (2020): Kastration- quo vadis? Zusätzlicher Arbeitsaufwand bei der Ferkelkastration unter Betäubung; Vortrag im Rahmen des PraxiKaPIK/A Projekts, Landwirtschaftskammer NRW
- HEIDT & HAMM (2011): Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration: Verbraucherakzeptanz. Band 1 des Tagungsbandes der 11. Wissenschaftstagung, pp. 374-377.
- HEINRITZI, K., RITZMANN, M. & OTTEN, W. (2006): Alternativen zur Kastration von Saugferkeln, Bestimmung von Katecholaminen sowie Wundheilung nach Kastration von Saugferkeln zu unterschiedlichen Zeitpunkten. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift*, 113(3):94-97.
- HERRMANN, W. (2019): agrarheute.  
<https://www.agrarheute.com/tier/schwein/ferkelkastration-soviel-kostet-schnitt-561023>  
[Zugriff am 08.08.2020]
- HERZOG, A., HERBERT, E., DEHNHARDT, M. & CLAUS, R. (1993): Vergleichende Messungen von Androstenon und Skatol in verschiedenen Geweben. 28. Kulmbacher Woche; Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für FLeischforschung Kulmbach 32(129): 116-124.
- HORN, T., MARX, G. & BORELL, E. (1999): Behavior of piglets during castration anesthesia. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 106:271-274.

HÜGEL, T. (2010): Überprüfung der Wirtschaftlichkeit der Impfung gegen Ebergeruch im Feldversuch. Dissertation. Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

ISN (2018): ISN- Interessengemeinschaft der Schweinehalter Deutschlands e.V.  
<https://www.schweine.net/news/toennies-eber-schlechtere-maske-vierter-weg.html>  
[Zugriff am 20.08.2020]

JAROS, P. (2004): Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. Dissertation. Vetsuisse Faculty uni Zürich

KAMPHUES, J. & BETSCHER, S. (2010): Geruchsabweichung- Was kann die Fütterung erreichen? BMEL: Expertenworkshop- Verzicht auf Ferkelkastration. Stand und Perspektiven.  
<https://www.yumpu.com/de/document/read/23365128/vortrag-kamphues-betscher-geruchsabweichung>  
[Zugriff am 01.09.2020]

KARPELES, M. & Jäger, C. (2012): Stellungnahme: Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration.  
[https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKewjUjKWi0tLiAhWJb1AKHRLCA0QQFjABegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fmlr.baden-wuerttemberg.de%2Ffileadmin%2Fredaktion%2Fm-mlr%2Fintern%2FSLT\\_2012-Dez-11\\_Ferkelkastration.pdf&usg=AOvVaw2Shaf2j](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=2ahUKewjUjKWi0tLiAhWJb1AKHRLCA0QQFjABegQIARAC&url=https%3A%2F%2Fmlr.baden-wuerttemberg.de%2Ffileadmin%2Fredaktion%2Fm-mlr%2Fintern%2FSLT_2012-Dez-11_Ferkelkastration.pdf&usg=AOvVaw2Shaf2j)  
[Zugriff am 05.06.2019]

KJELDTSEN, N. (1993): Practical experience with production and slaughter of entire pigs. In M. Bonneau, S. 137-144. Paris: INRA

KLUIVERS, M., ROBBEN, S. R., HOUX, B. & SPOOLDER, H. (2008): Effect of anaesthesia and analgesia on physiology and vocalization of piglets during castration. 59th Annual Meeting of the European Association for Animal Production,

KLUIVERS-POODT, M.; ZONDERLAND, J. J.; VERBRAAK, J.; LAMBOOIJ, E.; HELLEBREKERS, L. (2013): Pain behaviour after castration of piglets; effect of pain relief with lidocaine and/or meloxicam. *Animal*. 7(7):1158- 1162.

KUHN, G. & ENDER, K. (1990): Zur Nährstoffanalyse des verzehrbaren Gesamtkörpers von Schweinen in Abhängigkeit von Geschlecht und Schlachtzeitpunkt. *Fachmagazin Dummersdorf*, pp. 40-55.

LAGERKVIST, CARLSSON & VISKE (2006): Swedish Consumer Preferences for Animal Welfare and Biotech: A Choice Experiment. *AgBioForum* 9(1):51-58.

LAHRMANN, K.-H., BAARS, J. & RINTISCH, U. (2014): Perioperative intensivmedizinische Untersuchungen zur Verträglichkeit der Ketamin-Azaperon-Allgemeinanästhesie beim Schwein. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 127: 3-11.

LAHRMANN, K.-H., KMIEC, M. & STECHER, R. (2006): Die Saugferkelkastration mit der Ketamin/Azaperon- Allgemeinanästhesie: tierschutzkonform, praktikable, aber wirtschaftlich? *Praktischer Tierarzt* 87:802- 809.

LARSEN, R. (1999): Narkosetheorien und Wirkmechanismen und Anästhetika. Pharmakokinetische Grundlagen. Inhalationsanästhesie. In: R. e. a. LARSEN, München: Elsevier Verlag, pp. 3-60.

- LARSEN, R. (2006): Anästhesie. 8. Aufl. München: Elsevier GmbH.
- LEHMANN, N. (2020): agrarheute.  
<https://www.agrarheute.com/markt/tiere/qs-importferkel-verzichten-571775>  
 [Zugriff am 20.08.2020].
- LINDERMAYER, H. (2010): Energie- und Nährstoffversorgung in der Jungebermast.  
<https://www.lfl.bayern.de/ite/schwein/027539/index.php>  
 [Zugriff am 04.06.2019]
- LÖSCHER, W. (2003): Pharmaka mit Wirkung auf das Zentralnervensystem. In: W. LÖSCHER, Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. Berlin: Parey Buchverlag, pp. 55-108.
- LÖSCHER, W., UNGMACH, F. & KROKER, R. (2006): Pharmakotherapie bei Haus- und Nutztieren. 8. Auflage. Stuttgart: Thieme Verlag.
- MARTIN, A. (1990): pH-adjustment and discomfort caused by the intradermal injection of lignocaine. *Anaesthesia* 45: 975- 978.
- MATTHES, W., SCHUBERT, C. & Voß, S. (1992): Ebermast- auch in Deutschland zukünftig von Bedeutung? Institut für Tierzucht Dummerstorf: Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern.
- MEINECKE, B. (2000): Reproduktion beim Säugetier. Engelhardt W. v. & Breves, G., Physiologie der Haustiere, Stuttgart: Enke im Hippokrates Verlag.
- METTENLEITER, T., SCHWARZLOSE, I., KRAUSE, E. & SCHRADER, L. (2018): Impfung gegen Ebergeruch- tierschutzfachlich der beste Weg, Empfehlung des Friedrich-Loeffler-Institut Greifswald  
[https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar\\_derivate\\_00016429/FLI-Empfehlungen\\_Impfung-gegen-Ebergeruch\\_20180921.pdf](https://www.openagrar.de/servlets/MCRFileNodeServlet/openagrar_derivate_00016429/FLI-Empfehlungen_Impfung-gegen-Ebergeruch_20180921.pdf)  
 [Zugriff am 14.06.2020]
- MICHELCHEN, G.; POPPE, S.; HACKL, W.; WIESENMÜLLER, W. (1979): Untersuchungen zum leistungsabhängigen Lysinbedarf von Mastebnern, *Archiv für Tierernährung* 29(10): 649-653
- MINIHUBER, U., HAGMÜLLER, W. & WLCEK, S. (2013): Was kann die Injektionsnarkose? *Der fortschrittliche Landwirt* 19: 22-23.
- MOORKAMP, L. (2017): Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration, *Lingen-Laxten: Tag der Schweinehaltung* 30. Nov..
- MÖRLEIN, D. (2014): Ebergeruch: (k)ein Problem? Sensorische Bewertung durch trainierte Prüfer bzw. Konsumenten. *KTBL, Ebermast- Stand und Perspektiven* pp. 93-99.
- MÜLLER, S., OTTO, M., REIMANN, G. & WEILER, U. (2010): Eber auf Herz und Nieren geprüft. *DLZ- Primus Schwein* 12: 40-45.
- NERO, T. (2020): Ferkelkastration in Deutschland.  
<https://www.ferkelkastration-in-deutschland.de/team>  
 [Zugriff am 20.08.2020]
- NIENHOFF, H.-J., FECHLER, R., JUNGBLUTH, I. & SPEMANN, K. (2016): Situationsanalyse- Ausstieg aus der betäubungslosen Ferkelkastration in Deutschland zum 01.01.2019

<https://www.wir-sind-tierarzt.de/download/Situationsanalyse-Ausstieg-Ferkelkastration-2016-11-14.pdf>

[Zugriff am 10.08.2020]

NOLD, R., ROMANS, J. & COSTELLO, W. J. (1997): Sensory characteristics and carcass traits of boars, barrows and gilts fed high- or adequate- protein diets and slaughtered at 100 or 110 kilograms. *Journal of Animal Science* 75:2641-2651.

OSKAM, I. C. et al. (2008): Testicular germ cell development in relation to 5(alpha)-Androstenone levels in pubertal entire male pigs. *Theriogenology* 69:967-976.

PAULY, C., SPRING, P. & O'DOHERTY, J. (2008): Performance, meat quality and boar taint of castrates and entire male pigs fed a standart and a raw potato starch- enriched diet. *Animal Science* 2: 1707-1715.

PAULY, C.; SPRING-STAEHLI, P.; O'DOHERTY, J. V.; KRAGTEN, S. A.; DUBOIS, S.; MESSADENE, J.; BEE, G. (2010): The effects of method of castration, rearing condition and diet on sensory wuality of pork assessed by a trained panel. *Meat Science* 86: 498-504.

POGATZKI-ZAHN, E. (2008): Aktuelle Konzepte zur perioperativen Schmerztherapie. [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwis4qWij-HqAhWQyKQKHW1YBi0QFjACegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ai-online.info%2Fabstracts%2Fpdf%2FdacAbstracts%2F2008%2F11\\_bogatzki-zahn.pdf&usg=AOvVaw0heE9uFM5kp53vG\\_vHsUxZ](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwis4qWij-HqAhWQyKQKHW1YBi0QFjACegQIAhAB&url=http%3A%2F%2Fwww.ai-online.info%2Fabstracts%2Fpdf%2FdacAbstracts%2F2008%2F11_bogatzki-zahn.pdf&usg=AOvVaw0heE9uFM5kp53vG_vHsUxZ)

[Zugriff am 22.07.2020].

POTSCHKA, H. & ZÖLS, S. (2016): Chirurgische Ferkelkastration mit Betäubung. *Praktischer Tierarzt* 97(8): 725-728.

PREINERSTORF, A., Leitholt, A., Krimberger, B. & Mösenbacher-Molterer, I. (2010): Erfahrungen zur Ebermast.

<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiegYmDvM3iAhVH26QKHWEArEQFjAAegQIBRAC&url=httwww.raumberg-gumpenstein.at>

[Zugriff am 03.06.2019].

PSCHYREMBEL (2004): *Klinisches Wörterbuch*. 260. Auflage, Berlin: De Gruyter Verlag

QUAKERNACK (2020): Vier Wege, viele Fragezeichen. *Bauernblatt* 27: 16-17.

RIETHMÜLLER, A. & STRÖKER, U. (2019): Ferkel sicher narkotisieren. *LZ* 25: 41-43.

RIGAMONTI, S., BETTSCHART-WOLFENBERGER, R. & SCHWARZ, A. (2018): Evaluation of a field-suitable injection anesthesia protocol for the castration of 8 to 14 days old piglets. *Schweiz Arch Tierheilkunde* 160:469-474.

RINTISCH, U., BAARS, J. & K-H, L. (2012): Beurteilung der perioperativen Analgesie mit dem nozizeptiven Flexoreflex bei Schweinen unter Ketamin-Azaperon-Allgemeinanästhesie. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 125: 96- 112.

RIOJA GARCIA, E. (2015): Local Anesthetics. In: K. Grimm, et al. Hrsg. *Lumb and Jones' Veterinary Anesthesia and Analgesia*. Hoboken: John Wiley & Sons, pp. 332-356.

ROTTNER, S. (2012): Wiederaufnahme der Hodenfunktion bei Ebern nach Immunisierung gegen das Gonadotropin Releasing Hormon (GnRH) mit dem kommerziellen Antigen IMPROVAC. Dissertation, Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen

- RYDHMER, L., ZAMRATSKAIA, G.; ANDERSSON, H.K. (2006): Aggressive and sexual behaviour of growing and finishing pigs reared in groups, without castration. *Acta Agriculturae Scandinavica* 56:109-119.
- SATTLER, T., SAUER, F. & SCHMOLL, F. (2014): Einfluss des Alters bei der zweiten Improvac -Vakzination auf Hodengewicht, Hodenhistologie und Ebergeruchsstoffe von männlichen Mastschweinen im Vergleich zu intakten Mastebnern und Kastraten. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* 101:103-109
- SATTLER, T. & SCHMOLL, F. (2012): Impfung oder Kastration zur Vermeidung von Ebergeruch- Ergebnisse einer repräsentativen Verbraucherumfrage in Deutschland. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit* 7:117-123.
- SCHIELE, D. (2010): Untersuchungen über den Einsatz von topischer Kryobehandlung und Lokalanästhesie bei der Kastration männlicher Saugferkel. Dissertation. Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München
- SCHMID, S. M.; HEINEMANN, C.; HAYER, J. J.; STEWART, S.; BLEESER, R.; HEUSCHEN, E.; BRUNE, C.; LEUBNER, C.; TERKATZ, C. (2018): Anforderungen an das Management von verschiedenen Methoden der Ferkelkastration. Bonn, Vortragstagung der DGfZ und GfT.
- SCHMIDT, T., KÖNIG, A. & VON BORELL, E. (2012): Impact of general injection anaesthesia and analgesia on post-castration behaviour and teat order of piglets. *Animal* 6:1998-2002.
- SCHMOLL, F.; KAUFFOLD, J.; PFÜTZNER, A.; BAUMGARTNER, J.; BROCK, F.; GRODZYCKI, M.; ANDREWS, S. (2009): Growth performance and carcass traits of boars raised in Germany and either surgically castrated or vaccinated against gonadotropin-releasing hormone. *J. Swine Health Prod.* (17), 5 :250-255.
- SCHODER, G. (2018): Österreichischer Tiergesundheitsdienst (tgd.at).  
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwixuYDDxffpAhUNLewKHeU4DO8QFjABegQIARAB&url=https%3A%2F%2Fwww.ooe-tgd.at%2FMediendateien%2FNarkose%2520beim%2520Schwein%2520-%2520Informationsblatt.pdf&usg=AOvVaw1CJBx>  
 [Zugriff am 10.06.2020].
- SCHULZ, C. (2007): Auswirkung einer Isolfuran-Inhalationsnarkose auf den Kastrationsstress und die postoperativen Kastrationsschmerzen von Ferkeln. Dissertation. Tierärztliche Fakultät, Ludwig-Maximilians-Universität München
- SCHWENNEN, C., KOHLBAUM, N., WALDMANN, K.-H. & HÖLTING, D. (2016): Evaluation of the anaesthetic depth during piglet castration under an automated isoflurane anaesthesia at farm level. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift* 129:40-47.
- SHORT, C. & DAVIS, L. (1970): Perinatal development of drug-metabolizing enzyme activity in swine. *Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics* 174(2):185-96.
- STATISTISCHES BUNDESAMT (2019): Destatis, Pressemitteilung Nr. 043 vom 7. Februar 2019. t: [https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/02/PD19\\_043\\_413.html](https://www.destatis.de/DE/Presse/Pressemitteilungen/2019/02/PD19_043_413.html)  
 [Zugriff am 23.05.2020].

- STEIGMANN, M. (2013): Evaluierung der Schmerzausschaltung bei der Kastration männlicher Ferkel unter automatisierter Isoflurannarkose. Dissertation. Tierärztliche Hochschule Hannover
- SUTHERLAND, M., DAVIS, B., BROOKS, T. & MCGLONE, J. (2010): Physiology and behavior of pigs before and after castration: Effects of two topical anesthetics. *Animal* 4(12):2071-2079.
- SVLFG (2019): Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz bei der Ferkelkastration <https://www.svlfg.de/ferkel-kastration> [Zugriff am 20.07.2020].
- TAJET, H., ANDRESEN, O. & MEUWISSEN, T. H. E. (2006): Estimation of genetic parameters of boar taint, skatole and androstenone and their correlations with sexual maturation. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48(1): 1-9.
- VAN ASTEN, A., DAUBEN, C. & VERHAAGH, M. (2019): Praxiserprobung der chirurgischen Kastration von Ferkeln unter Betäubung mittels Procain, Isofluran und Ketamin/ Azaperon sowie postoperativer Schmerzausschaltung (PraxiKaPIK/A), Haus Düsse, Bad Sassendorf: Landwirtschaftskammer NRW.
- VAN ASTEN, A.; GÄCKLER, S.; HÄUSER, S.; HECKMANN, S.; KÜHLING, J.; LAMBERTZ, C.; RICHTER, A.; STERUFF, B. (2020): Ferkelkastration unter Inhalationsnarkose- Wie optimiere ich meinen Arbeitsablauf?, Frankfurt am Main: DLG-Merkblatt 454.
- VEAUTHIER, G. (2019): vetconsult. <https://www.vet-consult.de/schwein/kastration-injektionsnarkose-ist-am-teuersten-1300.html> [Zugriff am 08. 08. 2020]
- VERBRAUCHERSCHUTZ, B. D. J. U. (2020): FerkBetSachkV. <http://www.gesetze-im-internet.de/ferkbetsachkv/BJNR009600020.html> [Zugriff am 22.06.2020]
- VERHAAGH, M. & DEBLITZ, C. (2019): Wirtschaftlichkeit der Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration- Aktualisierung und Erweiterung der betriebswirtschaftlichen Berechnungen. Thünen Working Paper 110
- VOLLMER, K. M.; RHEE, T.; HOFSTETTER, D.; HILL, M.; SCHOENENBERGER, M.; REIMANN, S. (2015): Modern inhalation anesthetics: Potent greenhouse gases in the global atmosphere. *Geophysical Research anesthetics* 42(5):1606- 1611.
- WALDMANN, K.-H., OTTO, K. & BOLLWAHN, W. (1994): Ferkelkastration- Schmerzempfindung und Schmerzausschaltung. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 101:81-132.
- WALDMANN, K.-H., OTTO, K. & BOLLWAHN, W. (1994): Piglet castration-- pain sensation and pain elimination.. *Deutsche Tierärztliche Wochenschrift* 101:105-109.
- WALDMANN, K.-H., POTSCHKA, H., LAHRMANN, K.-H. & KÄSTNER, S. (2018): Saugferkelkastration unter Lokalanästhesie? Eine Situationsanalyse aus wissenschaftlicher Sicht. *Deutsches Tierärzteblatt* 66(9):1218-1226.
- WALDMANN, K.-H.; RITTERSHAUS, D.; ANDREAE, A.; NOWAK, B.; KIETZMANN, M.; KÄSTNER, S. (2009): Untersuchungen zur Schmerzreduktion bei der Saugferkelkastration. *Tierschutz. Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover*, pp. 23-27.

WEBER, S. (2013): Isoflurane-anaesthesia used for piglet-castration: evaluation of labour time and bacteriological assessment of the shared and stationary inhaler devices. Dissertation. Tierärztliche Hochschule Hannover

WEILER, U., DEHNHARD, M., HERBERT, E. & CLAUS, R. (1995): Einfluss von Geschlecht, Genotyp und Mastendgewicht auf die Androstenon- und Skatolkonzentrationen im Fett von Mastschweinen, In: Die Ebermast - Fragen und Konsequenzen bei der Produktion von Schweinefleisch. Reihe A: Angewandte Wissenschaft Heft 449, Münster: Landwirtschaftsverlag GmbH

WEILER, U.; FONT I FURNOLS, M.; FISCHER, H.; KEMMER, H.; OLIVER, M. A.; GISPERT, M.; DOBROWOLSKI, A.; CLAUS, R. (2000): Influence of differences in sensitivity of Spanish and German consumers to perceive androstenone and the acceptance of boar meat differing in skatole and androstenone concentrations. Meat Science 54 (3):297-304.

WEISENFELS, M. (2019): Ende der Ferkelkastration: Höchste Eisenbahn.  
<https://www.fleischwirtschaft.de/produktion/nachrichten/Ende-der-Ferkelkastration-Hoehste-Eisenbahn-40480>  
[Zugriff am 23.08.2020]

WITTKOWSKI, G.; BUTLER, C.v.; ROSTALSKI, A.; FEHLINGS, K.; RANDT, A. (2018): Zur Durchführung und zu Alternativen der Ferkelkastration- Eine Beurteilung im Sinne des Tierschutzmanagements. DGfZ-Schriftreihe: Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration 74:33-51.

WYSOCKI, C. J. & BEAUCHAMP, G. K. (1984): Ability to smell androstenone is genetically determined. Proceedings of the national Academy of Science 81 (15):4899-4902.

WYSOCKI, C. J., DORRIES, K. & BEAUCHAMP, G. K. (1989): Ability to perceive androstenone can be acquired by ostensibly anosmic people. Proceedings of the national Academy of Science 86 (20):7976-7978.

XUE, J. L. & DIAL, G. D. (1997): Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint. Swine Health and Production 5 (4):151-158.

ZAMARATSKAIA, G. & SQUIRES, E. J. (2009): Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. Animal 3:1508-1521.

ZANKL, A., RITZMANN, M., ZÖLS, S. & HEINRITZI, K. (2007): Untersuchungen zur Wirksamkeit von Lokalanästhetika bei der Kastration von männlichen Saugferkel. Deutsche Tierärztliche Wochenschrift, 114(11):418-422.

ZANKL, A.; GÖTZ, R.; PAUSENBERGER, A.; DODENHOFF, J.; WITTMANN, W. (2011): Impfung gegen Ebergeruch- Erfahrungen und Ergebnisse einer Feldstudie in Bayern. Der Praktische Tierarzt 2:148-154.

ZÖLS, S. (2006): Möglichkeiten der Schmerzreduzierung bei der Kastration männlicher Saugferkel. Dissertation. Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität München.

## **Eidesstattliche Erklärung**

Ich, Louisa Steffen, erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Master-Thesis mit dem Thema „Alternativen zur betäubungslosen Ferkelkastration“ selbstständig und ohne Benutzung anderer als angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Ich bin damit einverstanden, dass meine Masterarbeit in der Hochschulbibliothek eingestellt wird.

Ort, Datum

Unterschrift