

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde  
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinische Abteilung für Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin  
(Leiterin: Dr<sup>in</sup> med.vet. Priv.-Doz<sup>in</sup> Ulrike Auer)

**Anästhesieverfahren bei Sectio caesarea beim Hund an der  
Veterinärmedizinischen Universität Wien  
– eine retrospektive Studie (2015-2020)**

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Lukas Stange

Wien, im August 2022

Betreuerin: Dr<sup>in</sup> med.vet Nora Thormann

Klinische Abteilung für Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin

Department für Kleintiere und Pferde

Veterinärmedizinische Universität Wien

Gutachterin: Ao. Univ. Prof<sup>in</sup>. Dr<sup>in</sup>. med. vet. Sabine Schäfer-Somi

Plattform für Besamung und Embryotransfer

Department für Kleintiere und Pferde

Veterinärmedizinische Universität Wien

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1. Einleitung und Fragestellung</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Literaturübersicht</b> .....	<b>2</b>
2.1 Dystokie .....	2
2.2 Kaiserschnitt.....	3
2.3 Anästhesie .....	4
2.4 Risikofaktoren für die Welpen.....	10
2.5 Risikofaktoren für die Hündin.....	12
<b>3. Material und Methodik</b> .....	<b>14</b>
3.1 Patientendaten .....	14
3.2 Erhobene Daten .....	14
3.3 Definitionen .....	15
3.4 Durchführung der Anästhesie .....	17
3.5 Statistik .....	18
<b>4. Ergebnisse</b> .....	<b>19</b>
4.1 Patientenpopulation.....	19
4.2 Anästhesie .....	22
4.3 Risikoanalyse der Anästhesie-Komplikationen .....	25
4.4 Welpen-Mortalität .....	28
4.5 Risikoanalyse Welpen-Sterblichkeit.....	30
<b>5. Diskussion</b> .....	<b>32</b>
<b>6. Zusammenfassung</b> .....	<b>36</b>
<b>7. Conclusion</b> .....	<b>37</b>
<b>8. Literaturverzeichnis</b> .....	<b>38</b>
<b>9. Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>45</b>
<b>10. Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>46</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society of Anesthesiologists
CI	95 % Konfidenzintervall
etCO <sub>2</sub>	endtidales Kohlenstoffdioxid
GABA	gamma-aminobutyric acid
HTK	Hämatokrit
IKT	innere Körpertemperatur
IQR	interquartil range
MAP	mean arterial pressure
NSAID	non-steroidal anti-inflammatory drug
OP	Operation
OR	odds ratio
spO <sub>2</sub>	pulsoxymetrisch gemessene Sauerstoffsättigung
TIS	Tierinformationssystem

## **1. Einleitung und Fragestellung**

Die Sectio caesarea ist eine häufig durchgeführte Operation bei der Hündin (O'Neill et al. 2017). Sie stellt besondere Ansprüche an die Anästhesie, weshalb es eine Vielzahl von möglichen Narkoseverfahren gibt (Fux 2016).

Die vorliegende Arbeit ist eine retrospektive Analyse über die verwendeten Anästhesieverfahren bei Kaiserschnitten beim Hund an der Veterinärmedizinischen Universität Wien zwischen dem 01.01.2015 und dem 31.12.2020. Besonderes Augenmerk liegt auf der Narkosestabilität der Hündin und der Vitalität der Welpen in Bezug auf das angewandte Anästhesieprotokoll.

Das Ziel dieser Arbeit besteht darin, die eingesetzten Anästhesiemethoden mit den Empfehlungen der Literatur in Kontext zu setzen, um das Risiko für Hündin und Welpen während des Eingriffs zu minimieren.

## 2. Literaturübersicht

### 2.1 Dystokie

Eine Geburt mit gestörtem Verlauf wird als Dystokie bezeichnet. Die Störung kann durch maternale oder fetale Faktoren sowie einer Kombination beider entstehen (Smith 2007). Die häufigsten Ursachen für eine Dystokie sind Wehenschwäche, fetale Fehlstellungen und feto-maternale Disproportionen (Münnich and Küchenmeister 2009, O'Neill et al. 2019). Dystokien machen 2-3,7% der Fälle aus, die an Kliniken aufgenommen werden (Bergström et al. 2006, O'Neill et al. 2017).

#### 2.1.1 Symptome

Anzeichen für eine Dystokie bestehen, wenn die Hündin sieben Tage über dem errechneten Geburtstermin ist, es 36 Stunden nach Abfall der inneren Körpertemperatur unter 37,7 °C keine Geburtsanzeichen gibt, trotz starker Wehen in den letzten 30 Minuten kein Welpen geboren wurde, seit mehr als drei Stunden kein Welpen mehr geboren wurde, die Hündin schreit, sich in die Vulva-Region beißt oder vaginal abnormaler Ausfluss austritt (Biddle and Macintire 2000).

#### 2.1.2 Risikofaktoren

Kleine und sehr große Rassen sind besonders häufig von Dystokien betroffen (Bergström et al. 2006, O'Neill et al. 2017). Das größte Risiko besteht bei Französischen Bulldoggen, Boston Terrier, Chihuahuas und Möpsen (O'Neill 2017). Weitere Risikofaktoren sind Brachycephalie, Reinrassigkeit und wenn der Wurf weniger als fünf oder mehr als zehn Welpen umfasst (O'Neill et al. 2017, 2019, Cornelius et al. 2019). Bezüglich des Alters finden sich in der Literatur unterschiedliche Ergebnisse. Es ist beschrieben, dass das Risiko für Hündinnen zwischen drei und sechs Jahren am höchsten ist, im Vergleich zu Hündinnen unter drei Jahren (O'Neill et al. 2017). In einer weiteren Studie mit über 3800 Fällen ist das Risiko für Hündinnen ab sieben Jahren um das 1,74-fache erhöht (Bergström et al. 2006). Die Parität (Trächtigkeitzahl) hat keinen Einfluss auf die Dystokie (O'Neill et al. 2019). Allerdings haben Hündinnen, die älter als sechs Jahre alt sind und zum ersten Mal gebären, signifikant öfter einen gestörten Geburtsverlauf (Münnich and Küchenmeister 2009).

### 2.1.3 Dystokie und Kaiserschnitt

In 48,6 bis 63,8 % der Fälle führen Dystokien zu Kaiserschnitten (Bergström et al. 2006, O'Neill et al. 2019). Die Wahrscheinlichkeit wird unter anderem von der Rasse beeinflusst (Bergström et al. 2006). Bulldoggen, Border Terrier und Golden Retriever haben das höchste Risiko, dass ein Kaiserschnitt gemacht werden muss, wenn sie eine Dystokie haben. Brachycephale Hündinnen haben ein 1,54-faches Risiko für einen Kaiserschnitt (O'Neill et al. 2019).

## 2.2 Kaiserschnitt

Der Kaiserschnitt macht 1,8 % der Notfälle an Kleintierkliniken aus (O'Neill et al. 2019). Die Entscheidung zum Kaiserschnitt sollte möglichst schnell getroffen werden. Zwar hat die Zeit von der Ankunft an der Klinik bis zur Einleitung der Narkose keinen negativen Einfluss auf das Überleben der Welpen (Proctor-Brown et al. 2019), das Risiko für lebensschwache Welpen und Totgeburten steigt jedoch mit Dauer der Geburtsphase an (Münnich and Küchenmeister 2009).

In der Literatur sind die absolut oder relativ zu große Frucht, Missbildungen der Feten, erfolglose konservative Geburtshilfe und fetale Fehlstellungen die am häufigsten genannten Indikationen für einen Kaiserschnitt (Fux 2016).

Der Kaiserschnitt hat keinen Einfluss auf die Fruchtbarkeit der Hündin (Conze et al. 2020) und ein gutes Management vor, während und nach der Operation bewirkt, dass keine negativen Effekte für die Welpen entstehen (Münnich and Küchenmeister 2009).

### 2.2.1 Elektiver und Notfallkaiserschnitt

Es lassen sich Notfall- und elektive Kaiserschnitte unterscheiden. Die Notfälle kommen mit 58 % jedoch häufiger vor (Moon et al. 1998).

Der elektive Kaiserschnitt ist geplant und wird bei bestimmten Indikationen, wie beispielsweise Einlingsgravidität oder Hyperfetation, durchgeführt (Smith 2007). Der Vorteil dieser Methode besteht darin, dass mehr Welpen überleben. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Welpe stirbt, sinkt bei elektiven Kaiserschnitten um fast 70 % (Moon et al. 2000). Die Gesamtmortalität der Welpen liegt bei elektiven Kaiserschnitten bei 3,6 % verglichen mit 12,7 % bei Notfällen (Moon-Massat 2003). Neuere Studien zeigen Totgeburtenraten von 2,3 % (Roos et al. 2018). Zu einem elektiven Kaiserschnitt sollte geraten werden, wenn die Hündin vorberichtlich Dystokien hatte, ein brachycephalen Syndrom hat, sie über sechs Jahre alt und zum ersten Mal tragend ist, zu den Rassen zählt, die oft eine Dystokie entwickeln, oder der Wurf ein, zwei oder mehr

als acht Welpen umfasst (Smith 2007, Roos et al. 2018). Besitzer:innen entscheiden sich hauptsächlich aus zwei Gründen für einen elektiven Kaiserschnitt: Die Hündin gehört einer Risikorasse an oder hatte in der Vorgeschichte eine Dystokie (Roos et al. 2018).

### 2.2.2 Sectio caesarea und Sectio Porro

Der Kaiserschnitt kann als Sectio caesarea oder als Sectio Porro durchgeführt werden. Ersterer ist eine Hysterotomie und stellt die klassische Form dar. Hierbei werden Bauchdecke und Uterus eröffnet und die Welpen über die Schnittöffnung entwickelt. Danach werden der Uterus und die Bauchdecke wieder verschlossen (Traas 2008a). Die Sectio Porro unterscheidet sich von diesem Verfahren darin, dass nach der Entwicklung der Welpen sowohl der Uterus als auch die Ovarien entfernt werden, also eine Ovariohysterektomie durchgeführt wird (Wehrend et al. 2011). Bei dieser Operationsmethode bleibt die Zuchtfähigkeit der Hündin nicht erhalten. In 31 % der Kaiserschnitte wird eine Sectio Porro durchgeführt (O'Neill et al. 2019). Die Entscheidung stützt sich in 53 % der Fälle auf eine medizinische Indikation und erfolgt zu 47 % auf Besitzer:innenwunsch (Conze et al. 2020). Medizinische Indikationen sind unter anderem hochgradige Gebärmutterwandveränderungen, massive Blutungen aus den Plazentationsstellen, Uterusperforationen oder Verwachsungen (Wehrend et al. 2011, Conze et al. 2020). Da die medizinische Indikation intraoperativ gestellt wird, sollte bereits vorher das Einverständnis zur Sectio Porro bei den Besitzer:innen eingeholt werden (Fux 2016, Conze et al. 2020). Die Sectio Porro ist mit einem höheren Sterberisiko für die Hündin verbunden (Conze et al. 2020).

## 2.3 Anästhesie

Die Sectio caesarea stellt besondere Anforderungen an die Anästhesie. Zum einen verändert sich die Physiologie der Hündin während der Trächtigkeit und zum anderen sind fast alle Anästhetika in der Lage, die Blut-Plazenta-Schranke zu passieren und somit auch auf die Feten zu wirken (Claude and Meyer 2016).

### 2.3.1 Veränderte Physiologie während der Trächtigkeit

Der Sauerstoffbedarf der Hündin steigt während der Trächtigkeit um 20 % an. Dies wird durch einen Anstieg des Tidalvolumens um 40 % und der Atemfrequenz um 10 % kompensiert. Gleichzeitig sinkt die funktionelle Residualkapazität der Lunge um 20 %, da der gravide Uterus das Diaphragma nach kranial verschiebt (Claude and Meyer 2016). Im Falle einer Apnoe ist daher die Gefahr einer Hypoxämie bei der trächtigen Hündin ohne zusätzliche Sauerstoffgabe

stark erhöht. Gleichzeitig werden Inhalationsanästhetika schneller aufgenommen, wodurch es zu einer ungewünscht tiefen Narkose kommen kann (Claude and Meyer 2016).

Trächtige Hündinnen haben im Vergleich zu nicht Trächtigen einen um 4,4 % verringerten Hämatokrit (Dimço et al. 2013). Der Hämatokrit bei trächtigen Hündinnen liegt im Mittel bei 41,0-44,2 % und bleibt innerhalb physiologischer Grenzen (Dimço et al. 2013, de Cramer et al. 2016). Eine echte Anämie, wie sie oft in früheren Arbeiten beschrieben ist, konnte somit nicht belegt werden (Kaneko et al. 1993, de Cramer et al. 2016, Kraus 2016). Um die steigende Belastung während der Trächtigkeit auszugleichen, steigt die Herzleistung um 40 % an. Dies wird zu zwei Dritteln über ein erhöhtes Schlagvolumen und zu einem Drittel über eine erhöhte Herzfrequenz sichergestellt (Claude and Meyer 2016). Durch die erhöhte Belastung ist die Selbstregulierung des Herzens nicht mehr effektiv genug, was bei Blutverlust zu schwerwiegenderem Blutdruckabfall führt. Eine Hypotension wird direkt auf die Welpen übertragen, da die fetale Blutversorgung vom systemischen Blutdruck abhängig ist und nicht autonom reguliert wird (Brooks and Keil 1994, Pascoe and Moon 2001).

Progesteron und dessen Metabolite wirken als positiv allosterische Modulatoren am GABA-Rezeptor. Des Weiteren führen die hohen Östrogen- und Progesteronspiegel während der Trächtigkeit zu einer steigenden hormonellen Antinozizeption. Aufgrund dieser beiden Faktoren, kann die notwendige Dosis der Anästhetika um 25-40 % gegenüber der Dosis für eine nicht trächtige Hündin reduziert werden (Claude and Meyer 2016, Kraus 2016).

Durch die räumlichen Veränderungen im Abdomen wird die Magenentleerung behindert. Zudem sind Kaiserschnitt oft Notfälle, weshalb nicht sichergestellt werden kann, dass die Hündinnen in den letzten sechs Stunden nichts gefressen haben. Die Gefahr des Regurgitierens und der Aspirationspneumonie steigen daher an (Pascoe and Moon 2001, Claude and Meyer 2016).

### 2.3.2 Medikamente / Anästhesiemethoden

Wie bereits angeführt sind fast alle anästhesie-relevanten Arzneimittel in der Lage, die Blut-Plazenta-Schranke zu passieren und somit auch auf die Feten zu wirken. Daraus resultieren neurologische und respiratorische Ausfälle, gefolgt von Hypoxämie, Bradykardie und Azidose bei den frisch entwickelten Welpen (Luna et al. 2004, Kraus 2016). Der Metabolismus der Feten ist noch nicht vollständig entwickelt und arbeitet insuffizient, was zu langsamerem Abbau und längerer Wirkdauer der Arzneimittel führt (Claude and Meyer 2016). Deshalb sind kurz wirksame oder antagonisierbare Arzneimittel mit der geringstmöglichen Dosierung einzusetzen (Pascoe and Moon 2001). In Notfallsituationen kann von den Empfehlungen der Literatur abgewichen werden, wenn die Anästhesist:innen mit dem empfohlenen Anästhesieprotokoll nicht vertraut sind. Die Wahl Anästhesieprotokolls sollte basierend auf den Erfahrungen und Kenntnissen der Anästhesist:innen gewählt werden (Pascoe and Moon 2001).

#### 2.3.2.1 Prämedikation

Die Prämedikation minimiert den maternalen Stress, führt zur Anxiolyse, ermöglicht ein leichteres und sicheres Handling der Hündin während der OP-Vorbereitung und verringert die notwendige Dosis der Induktions- und Erhaltungsmedikation (Murrell 2016). Nach Kraus 2016 sollen auch ruhige und geschwächte Hündinnen prämediziert werden.

Es gibt eine Vielzahl an klassischerweise zur Prämedikation verwendbaren Wirkstoffen, jedoch bieten sich für Kaiserschnitte nicht alle gleichermaßen an. Auf alpha-2-Agonisten und Benzodiazepine sollte verzichtet werden (Moon et al. 2000). Xylazin führt zu einer schlechteren Überlebensrate der Welpen (Moon et al. 2000). Medetomidin und Dexmedetomidin verringern, ähnlich wie Xylazin, das Herzminutenvolumen und sind nicht zu verwenden (Claude and Meyer 2016, Kraus 2016). Bei einer niedrigen Dosis (7 µg/kg i. v.) hat Medetomidin jedoch keinen Einfluss auf die Mortalität der Welpen (de Cramer et al. 2017). Auch Midazolam und Diazepam wirken sich nicht negativ auf die Überlebensrate aus, allerdings verringern sie die Vitalität der Welpen und sollten deshalb nicht während des Kaiserschnittes eingesetzt werden (Moon et al. 2000, Luna et al. 2004). Acepromazin hat keinen negativen Effekt auf das maternale oder fetale Überleben (Moon et al. 1998, Moon-Massat and Erb 2002), hat jedoch eine lange Wirkdauer, besonders bei den Welpen, und kann bei der Hündin eine Hypotension auslösen (Pascoe and Moon 2001). Daher ist es nur bei sehr stark gestressten Hündinnen und in niedriger Dosierung (2-5 µg/kg i. v.) empfehlenswert (Kraus 2016). Die Arzneimittel der Wahl sind Opioide. Zwar gelangen auch sie nahezu

ungehindert in den fetalen Kreislauf und führen zu einer kardiorespiratorischen Depression, allerdings wurde in bisherigen Studien kein negativer Effekt auf die Welpen festgestellt (Moon et al. 2000). Zur Prämedikation eines Kaiserschnittes wird Fentanyl (1-5 µg/kg i. v.) empfohlen, da es sich nicht stark im Fetus akkumuliert, sehr kurz wirkt und die Dosis anderer Narkotika stark reduziert (Claude and Meyer 2016, Alef 2017). Eine geringere kardiorespiratorische Depression lässt sich mit Butorphanol (0,2-0,3 mg/kg i. v.) erreichen. Dessen analgetische Potenz ist allerdings ebenfalls niedriger, weshalb eine zusätzliche Schnitlinieninfiltration mit einem Lokalanästhetikum empfohlen wird (Kraus 2016, Alef 2017). Neben der analgetischen Wirkung ist ein weiterer Vorteil der Opiode, dass sie mittels Naloxon antagonisiert werden können (Claude and Meyer 2016).

Um einer Hypoxämie und folgender fetaler Hypoxie durch Hypoventilation oder einleitungsassoziiertes Apnoe entgegenzuwirken, wird die Hündin vor der Narkoseeinleitung für mindestens drei Minuten bei 100ml/kg/min mittels Maske mit 100 % Sauerstoff präoxygeniert (Michel and Reichler 2008, Kraus 2016).

#### 2.3.2.2 Einleitung der Narkose

Für die Induktion der Allgemeinanästhesie sind Ketamin und Thiopental nicht zu empfehlen, da sie eine schlechtere Welpenvitalität verursachen (Moon-Massat and Erb 2002, Luna et al. 2004). Gegenüber Alfaxalon führt eine Einleitung mit Propofol zu einer verringerten Vitalität der Welpen direkt nach der Geburt, was jedoch keinen Einfluss auf die Mortalität hat (Doebeli et al. 2013). Beide Injektionsnarkotika sind für Hündin und Welpen sichere Methoden zur Einleitung der Narkose (Doebeli et al. 2013, Metcalfe et al. 2014). Die Dosierung wird nach Effekt vorgenommen, bis eine Intubation möglich ist. Dazu wird Propofol (4-8 mg/kg i. v.) oder Alfaxalon (1-3 mg/kg i. v.) langsam über 30-60 Sekunden injiziert (Alef 2017). Die Intubation erfolgt direkt nach der Induktion und sichert die Atemwege vor Magensaft-Aspiration. Zudem kann eine Apnoe-induzierte-Hypoxämie auf diese Weise leicht per Sauerstoff-Zufuhr therapiert werden (Pascoe and Moon 2001).

#### 2.3.2.3 Erhaltung der Narkose

Zur Erhaltung der Allgemeinanästhesie können Injektions- oder Inhalationsnarkotika genutzt werden. Die vollständig intravenöse Anästhesie wird mittels Propofol oder Alfaxalon eingeleitet und über wiederholte Boli oder einer Dauertropfinfusion aufrechterhalten (Alef 2017). Die Dauertropfinfusion mit Alfaxalon zeigt im Vergleich zur Inhalation mit Isofluran keinen Einfluss auf das Überleben der Welpen. Allerdings lässt sich ein niedrigerer Agpar-Score (siehe

Kapitel: anästhesiebedingte Risikofaktoren für die Welpen) bei den Welpen und eine schlechtere Aufwachphase bei der Hündin verzeichnen (Conde Ruiz et al. 2016). Die Dauertropfinfusion mit Propofol zeigt ebenfalls keine signifikanten Unterschiede im Vergleich zur Erhaltung mit Isofluran (Vilar et al. 2018). Dennoch wird die Injektionsnarkose nur bei 16 % der Kaiserschnitte eingesetzt (Moon-Massat and Erb 2002).

Der Großteil der Anästhesien (79 %) wird mittels Injektionsanästhetikum eingeleitet und per Inhalation weitergeführt (Moon-Massat and Erb 2002). Für die Inhalationsnarkose kann sowohl Isofluran als auch Sevofluran verwendet werden (Pascoe and Moon 2001, Traas 2008a, Vilar et al. 2018). Inhalationsnarkotika passieren die Blut-Plazenta-Schranke ungehindert. Ein Vorteil ist, dass sie kaum metabolisiert, allerdings nach der Entwicklung von den Welpen abgeatmet werden müssen, was durch ihre atemdepressive Wirkung erschwert wird. Um diesen *Circulus vitiosus* aufzuhalten, ist es wichtig, so wenig Inhalationsnarkotika wie möglich zu nutzen und die Welpen nach der Entwicklung zum Atmen zu animieren (Alef 2017). Methoxyfluran sollte nicht benutzt werden, da es sich negativ auf das Überleben der Welpen auswirkt (Moon et al. 2000).

#### 2.3.2.4 Analgesie

Die Analgesie ist ein wichtiger Pfeiler der Allgemeinanästhesie. Solange die Welpen noch im Uterus sind, kann diese mittels Epiduralanästhesie, Lokalanästhesie oder als Teil der Prämedikation erreicht werden (Kraus 2016). Für die Schnittlinieninfiltration vor der Operation wird Lidocain (2 mg/kg) genutzt (Pascoe and Moon 2001). Erst nachdem alle Welpen entwickelt wurden, wird die Analgesie durch Opioide, die an den  $\mu$ -Rezeptor binden, verstärkt (Alef 2017). Dies wird vor allem nach einer Prämedikation mit Butorphanol empfohlen und kann sowohl als Dauertropf oder als wiederholte Bolusinjektion geschehen (Kraus 2016). In früheren Arbeiten wurde Tramadol (3 mg/kg i. v.), Morphin (0,5-1,0 mg/kg i. v.), Hydromorphon (0,05-0,1 mg/kg i. v.) oder Methadon (0,2 mg/kg i. v.) verwendet (Kraus 2016, Alonge and Melandri 2019, Fusi et al. 2020). Fentanyl wird auf Grund der kurzen Wirkdauer häufig als Bolus (1-2  $\mu$ g/kg i. v.) oder Dauertropfinfusion (5  $\mu$ g/kg/h i. v.) genutzt (Doebeli et al. 2013, Keller et al. 2014, Vilar et al. 2018).

#### 2.3.2.5 Epiduralanästhesie

In der Humanmedizin ist die Spinalanästhesie die Methode der Wahl (Schubert et al. 2020). Nur in Notfällen oder bei Kontraindikationen gegenüber der Regionalanästhesie wird die Allgemeinanästhesie genutzt (Schubert et al. 2020). Im Gegensatz dazu ist die

Regionalanästhesie ohne Narkose in der Veterinärmedizin nicht zu empfehlen, da keine Intubation zur Sicherung der Atemwege möglich ist, sich die Hündin beim Setzen der Epiduralanästhesie bewegen könnte und das Handling der gestressten Hündin für Tier und Mensch gefährlich ist (Traas 2008a, Alef 2017, Martin-Flores et al. 2019). Aus diesen Gründen wird zuerst eine Allgemein- und danach die Epiduralanästhesie durchgeführt (Martin-Flores et al. 2019). Die Punktionsstelle befindet sich im lumbosakralen Zwischenwirbelspalt, dem *Spatium interarcuale lumbosacrale*. Dieses befindet sich kaudal des Dornfortsatzes des letzten Lendenwirbels und cranial des ersten Kreuzwirbels (Alef et al. 2003, Martin-Flores et al. 2019).

Der Vorteil der Epiduralanästhesie ist die bessere Vitalität der Welpen. Sie zeigen höhere Atemfrequenzen, haben bessere Reflexe und signifikant weniger Welpen brauchen Reanimationsmaßnahmen (Moon-Massat and Erb 2002, Luna et al. 2004, Vilar et al. 2018). Dies lässt sich insbesondere dadurch erklären, dass während der Narkose weniger Anästhetika notwendig sind, um eine gute Anästhesiequalität zu gewährleisten (Vilar et al. 2018, Martin-Flores et al. 2019, Martin-Flores et al. 2021). Nachteilig ist, dass die Herzfrequenz und der Blutdruck der Hündin signifikant sinken (Dias et al. 2018, Vilar et al. 2018). Grund dafür ist die Hemmung der Vasomotoren, die eine Vasodilatation und folgend ein „Versacken“ des Blutes in der kaudalen Körperhälfte verursacht (Alef 2017). Zudem ist die Paralyse der Hintergliedmaßen nicht antagonisierbar, was bei der Hündin nach der Narkose Irritationen auslösen kann (Alef 2017).

Die Paralyse der Hintergliedmaßen und die Inzidenz der Hypotension lassen sich durch Infusionstherapien und die Wahl einer geeigneten Epidural-Medikation minimieren (Alef 2017, Martin-Flores et al. 2019). Es können Lokalanästhetika, alpha-2-Agonisten und Opiode verwendet werden. Epidural applizierte Opiode verursachen keine Paralyse. Jedoch ist für eine ausreichende intraoperative Analgesie zusätzlich ein Lokalanästhetikum notwendig. In Abhängigkeit von der gewünschten Analgesiedauer kann das verwendete Opioid und Lokalanästhetikum gewählt werden (genaueres siehe Alef et al. 2003, Alef 2017). Auf diese Weise ist auch die Dauer der Paralyse und die Inzidenz der Hypotension beeinflussbar (Alef 2017, Martin-Flores et al. 2019). Die Epiduralanästhesie verlängert den Zeitraum zwischen Einleitung und Start der Operation um fünf bis zehn Minuten (Luna et al. 2004, Vilar et al. 2018).

#### 2.3.2.6 Postoperative Analgesie

Vor dem Verschluss der Bauchdecke wird eine Schnittlinieninfiltration mit Bupivacain (1,5-2,0 mg/kg) gesetzt (Kraus 2016). Lidocain und Bupivacain sollten nicht gemischt zum

Einsatz kommen, da sich dann die Wirkdauer verringert (Lizarraga et al. 2013).

Systemisch können Opioide, Nicht-steroidale-Antiphlogistika (NSAIDs) oder eine Kombination dieser zum Einsatz kommen (Kraus 2016, Alef 2017). Beide Wirkstoffgruppen gelangen in die Muttermilch. Beim Menschen werden jedoch nur 1-2 % der maternalen Dosis an das Kind weitergegeben (Spigset and Hägg 2000). Über die genauen Auswirkungen auf die Welpen gibt es bisher keine Daten. Meloxicam hat post-operativ eine bessere analgetische Wirkung als Butorphanol (Caulkett et al. 2003), behindert als selektiver COX-2-Hemmer jedoch die Entwicklung der neonatalen Niere (Prévot et al. 2004). Deshalb sollten COX-2-Hemmer wie Carprofen und Meloxicam nur einmalig nach der Operation eingesetzt werden (Mathews 2008). Der sedative Effekt der Opioide hat keinen Einfluss auf das langfristige Überleben der Welpen (Moon et al. 2000).

#### 2.3.2.6 Postoperatives Management

Nach der Operation werden die Infusionstherapie und Überwachung der Hündin weitergeführt, bis das Muttertier vollständig erwacht ist. Die Extubation erfolgt, sobald der Schluckreflex wiederhergestellt ist. Hypotherme Hündinnen werden mit Wärmelampen oder Heizmatten gewärmt (Mosing 2016). Die Welpen werden erst nach einiger Zeit an das Gesäuge angelegt, da die Arzneimittel, die während der Narkose zum Einsatz kamen, die Blut-Gesäuge-Schranke passieren und somit in der Milch vorliegen (Mathews 2008). Die Hündin kann mit ihrem Wurf alleingelassen werden, sobald sie vollständig erwacht ist und ihre Welpen akzeptiert hat (Michel and Reichler 2008).

### 2.4 Risikofaktoren für die Welpen

Die Totgeburtenrate bei Kaiserschnitten liegt bei 11,7-12,8 % (Cornelius et al. 2019). Werden physiologische, konservative und operative Geburten zusammengefasst, liegt die Totgeburtenrate bei 4,3 %. Innerhalb der ersten Woche sterben weitere 3,7 % der Welpen (Tønnessen et al. 2012).

#### 2.4.1 Anästhesie unabhängige Risikofaktoren

Die Dauer der Geburt stellt das größte Risiko dar (Münnich and Küchenmeister 2009). Bei längerer Austreibungsphase entsteht durch die Störung des Gasaustausches zwischen Hündin und Feten eine intrauterine Asphyxie, was zu fetaler Hypoxie, Hyperkapnie und Azidose und damit letztlich zu einer erhöhten Welpensterblichkeit führt (Keller et al. 2014). Das lässt sich verhindern, wenn die Geburtshilfe innerhalb der ersten sechs Stunden nach dem

Start der Austreibungsphase, beginnt (Münnich and Küchenmeister 2009). Bei vaginaler Geburt erhöhen lange Intervalle zwischen den Welpen die Wahrscheinlichkeit auf Totgeburten um das 5,9-fache bei 120 Minuten, das 8-fache bei 180 Minuten und das 9,3-fache bei 240 Minuten (Cornelius et al. 2019).

Im Allgemeinen nimmt die Totgeburtenrate mit steigendem Alter der Hündin, der Körpergröße der Rasse und Wurfgröße zu. Im Gegensatz dazu sinkt das Risiko, je öfter die Hündin bereits geworfen hat. In 11,3 % der Würfe werden tote Welpen geboren. Für deren Geschwister verdoppelt sich das Risiko ebenfalls zu sterben (Tønnessen et al. 2012). Kommt es zum Kaiserschnitt, weisen jedoch brachycephale Rassen, vor allem die französischen Bulldoggen, erhöhte Mortalitätsraten bei den Welpen auf (Moon et al. 2000, Vilar et al. 2018). Dies liegt auch an der höheren Inzidenz letaler Missbildungen (Vilar et al. 2018). Einlingsträchtigkeiten und Würfe mit mehr als zehn Welpen erhöhen ebenfalls die neonatale Mortalität (Keller et al. 2014, Cornelius et al. 2019). Hat die Hündin eine Dystokie, steigt das Risiko für Totgeburten um das 2,35-fache, führt die Dystokie zu einem Kaiserschnitt, steigt das Risiko nochmals um 22 % (Cornelius et al. 2019). Eine erhöhte Mortalität wurde zudem bei Würfen festgestellt, bei welchen bereits Welpen via naturalis geboren wurden (Moon et al. 2000).

#### 2.4.2 Anästhesie abhängige Risikofaktoren

Es kann unterschieden werden, ob die Risikofaktoren die Mortalität oder die Vitalität der Welpen beeinflussen. Perioperative Faktoren, die zu einer erhöhten Mortalität führen, sind die Nutzung von Methoxyfluran oder Xylazin. Bei Notfällen steigt die Wahrscheinlichkeit, dass mindestens ein Welpen stirbt um 69 % (Moon et al. 2000).

Eine Möglichkeit die Vitalität der Welpen schnell, kostengünstig und ohne viel Equipment zu beurteilen, ist der Apgar-Score (Veronesi et al. 2009). Die frühzeitige Identifizierung von lebensschwachen Welpen und das schnellere Einleiten von Rettungsmaßnahmen erhöht die Überlebenschance der Welpen. Daher sollten alle Welpen aus ökonomischer und tierethischer Sichtweise direkt nach der Geburt untersucht werden (Veronesi et al. 2009, Batista et al. 2014). In der Literatur werden Messungszeitpunkte je fünf, 15 und 60 Minuten nach der Entwicklung beschrieben (Veronesi et al. 2009, Doebeli et al. 2013, Batista et al. 2014). Die Überlebensraten bei schlechtem Score (0-3) liegen bei 43-91 % und beim mittleren Score (4-6) bei 88-100 % (Veronesi et al. 2009, Doebeli et al. 2013, Batista et al. 2014).

Die Vitalität wird überwiegend durch die depressive Wirkung der Anästhetika, die die Blut-Plazenta-Schranke passieren, beeinflusst (Kraus 2016). Deshalb sollte die Narkosedauer so kurz und die Dosierungen der Narkotika so niedrig wie möglich sein (Pascoe and Moon 2001,

Fux 2016). Methoden, die Dosis zu minimieren, sind die Prämedikation, Lokalanästhesie und die Epiduralanästhesie (Pascoe and Moon 2001, Murrell 2016, Vilar et al. 2018, Martin-Flores et al. 2019). Narkosen unter Verwendung von Midazolam, Ketamin oder Thiopental resultieren in einer starken Depression der Welpen und sollten vermieden werden (Moon-Massat and Erb 2002, Luna et al. 2004). Welpen, die in Kliniken entwickelt wurden, die Lehre betreiben, fangen später an zu atmen als in Privatpraxen entwickelte Welpen. Gründe hierfür sind, dass Lehrkliniken einen größeren Anteil an Notfall-Kaiserschnitten durchführen, mehr Risikopatienten aufnehmen und die Zeit zwischen Einleitung und Welpenentwicklung doppelt so lang ist (Moon-Massat and Erb 2002). Alfaxalon führt bei den Welpen zu einem signifikant höheren Apgar-Score, der im Mittel um 3,3 Punkte über den Werten liegt, die mit Propofol als Einleitungsmedikament erreicht werden (Doebeli et al. 2013). In der Humanmedizin wird als Analgetikum Remifentanil, Alfentanil oder Fentanyl mittels Dauertropfinfusion appliziert. Demnach löst Fentanyl eine signifikante Verringerung des Apgar-Scores im Vergleich zu den beiden anderen Opioiden aus (White et al. 2019).

Auch wenn den oben genannten Faktoren kein direkter negativer Einfluss auf das Überleben der Welpen nachgewiesen werden kann, so haben Welpen mit niedrigem Apgar-Score bzw. schlechter Vitalität geringere Überlebenschancen (Veronesi et al. 2009, Fusi et al. 2020).

Die Zeit zwischen Ankunft an der Klinik bis zur Einleitung haben keinen Einfluss auf die Mortalität oder Vitalität der Welpen (Moon et al. 2000, Moon-Massat and Erb 2002, Proctor-Brown et al. 2019). Entwicklungszeiten von über 45 Minuten, Operationszeiten über 75 Minuten und Anästhesiezeiten von über zwei Stunden führen signifikant häufiger dazu, dass mindestens ein Welpen tot entwickelt wird oder kurz nach der Operation verstirbt (Proctor-Brown et al. 2019).

Einen positiven Einfluss auf die Vitalität der Welpen hatte die Einleitung mittels Alfaxalon und die Anwendung einer Epiduralanästhesie (Luna et al. 2004, Doebeli et al. 2013, Vilar et al. 2018).

## 2.5 Risikofaktoren für die Hündin

Die Mortalitätsrate sank in den letzten 40 Jahren von 13,3 % auf unter 2 % (Fux 2016). Ein wesentlicher Faktor ist die Einführung der intraoperativen Infusionstherapie und moderneres Anästhesieequipment (Uhlig and Rüsse 1982, Conze et al. 2020). Aktuell liegt die Mortalitätsrate zwischen 3,11 % und 1,7 % (O'Neill et al. 2019, Conze et al. 2020). Die Sectio Porro stellt im Vergleich zum konservativen Kaiserschnitt ein Risiko für das maternale

Überleben dar. Dies lässt sich darin begründen, dass 53 % der Ovariohysterektomien aufgrund medizinischer Indikationen, wie beispielsweise pathologische Veränderungen des Uterus oder nicht stillbare Blutungen, durchgeführt werden. Hinzu kommt, dass die Operationsdauer bei einer Sectio Porro länger ist, wodurch auch das Komplikationsrisiko steigt (Conze et al. 2020).

### 3. Material und Methodik

#### 3.1 Patientendaten

Diese retrospektive Arbeit schließt alle Hündinnen ein, an welchen im Zeitraum vom 01.01.2015 bis 31.12.2020 an der Veterinärmedizinischen Universität Wien ein Kaiserschnitt durchgeführt wurde. Die Basis der Auswertung sind die im Tierinformationssystem (TIS) hinterlegten Daten sowie die dazugehörigen Anästhesieprotokolle.

Bei Hündinnen, die im betreffenden Zeitraum mehrmals eine Sectio caesarea an der Veterinärmedizinischen Universität hatten, wurde jeweils nur der erste dokumentierte Fall in die Analyse einbezogen, um familiäre Häufungen auszuschließen. Des Weiteren wurden alle Fälle ausgeschlossen, bei denen Wurfgröße, angewendete Anästhetika, oder Anästhesiekomplikationen nicht dokumentiert waren oder kein Anästhesieprotokoll hinterlegt war.

Die ursprüngliche Populationsgröße lag bei 231 und wurde durch ausgeschlossene Fälle auf 220 verringert.

#### 3.2 Erhobene Daten

Die erhobenen Daten lassen sich in Hündin-spezifische und Anästhesie-spezifische Parameter einteilen.

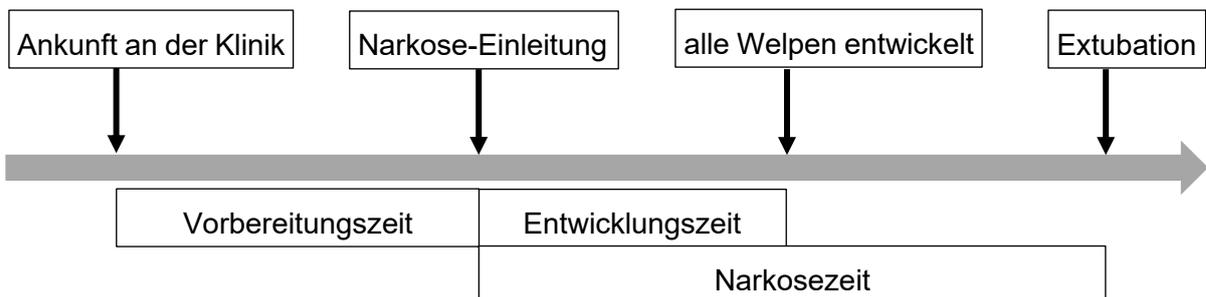
Die erste Gruppe beinhaltet Rasse, Alter, Gewicht, Trächtigkeitstage, Parität, Geburtsphase, Brachycephalie (ja/nein), ob geburtshilfliche Maßnahmen durchgeführt wurden (ja/nein), ob es ein Notfall oder ein elektiver Eingriff war und die Operationsmethode (Sectio caesarea/Sectio Porro). Zudem fand eine größenabhängige Einordnung in fünf Gruppen gemäß den American Kennel Club Standards statt ("Dog Breeds - Types Of Dogs - American Kennel Club"). Des Weiteren wurden die Fälle darin unterschieden, ob die Welpen vor der Operation schon Stress hatten (ja/nein) und ob Reanimationsmaßnahmen bei mindestens einem Welpen nach der Entwicklung notwendig waren. Die erhobene Wurfgröße wurde unterteilt in Welpen, die auf dem natürlichen Weg lebend oder tot geboren wurden und Welpen, die tot oder lebend bei der Operation entwickelt wurden. Die lebend entwickelten Welpen wurden weiter in Überlebende, *post-natal* verstorbene oder euthanasierte Welpen eingeteilt (Abbildung 3). Welpen, die trotz Reanimationsversuchen starben, und Welpen, die innerhalb von sechs Stunden *post operationem* verstorben sind, zählten als *post-natal*

verstorben. Eine Euthanasie wurde nur auf Grund von Missbildungen durchgeführt, die mit dem weiteren Leben nicht vereinbar waren.

Zu den erhobenen Anästhesie spezifischen Parametern zählen ASA-Klassifizierung, präanästhetische Komplikationen, Laborparameter für Hämatokrit, Totalprotein und Kreatinin, Antibiotikaeinsatz, Beatmungsmethode, verwendete Medikamente für Prämedikation, Einleitung, Erhaltung, intra-operative und post-operative Analgesie, zusätzliche Boli von Hypnotika, Notwendigkeit von Flüssigkeits-Boli, kolloidale Lösungen und Notfall-Medikamenten, Lokalanästhesie, Vorbereitungszeit, Entwicklungszeit und Gesamtanästhesiezeit (Abbildung 1).

Zudem wurden alle anästhesie-spezifischen Komplikationen erhoben, die während der Narkose auftraten. Vorgekommen sind Hypotension, Hypertension, Bradykardie, Tachykardie, Hypokapnie, Hyperkapnie, Hypoxämie und post-operative Hypothermie.

Die Komplikationen wurden während der gesamten Anästhesiezeit im fünf Minuten-Takt dokumentiert und nochmals nur für die Entwicklungszeit bestimmt, um in Erfahrung zu bringen, welche Komplikationen vorkamen, während sich die Welpen noch im Uterus befanden.



**Abbildung 1:** Erhobene Zeitpunkte und daraus errechnete Zeiträume

### 3.3 Definitionen

Zu den brachycephalen Rassen wurden Mops, Französische Bulldogge, englische Bulldogge, Boston Terrier, Pekingese, Shih Tzu, Cavalier King Charles, Boxer, Malteser, Yorkshire Terrier, Mini-Pinscher und Chihuahua gezählt (Meola 2013).

Die geburtshilflichen Maßnahmen umfassten alle Tätigkeiten, die von den zuständigen Gynäkolog:innen nach eigenem Ermessen, zusätzlich zur gynäkologisch-geburtshilflichen Untersuchung, durchgeführt wurden. Dazu zählten Auszugsversuche, Calcium- und Glukose-Infusionen, Oxytocin-Applikationen (0,5-1,0 IE pro Applikation i. v./i. m.) und Infusionen mit Vollelektrolytlösungen.

Bei jeder Hündin wurde ein transabdominaler Ultraschall durchgeführt, mit Hilfe dessen die Herzfrequenz der Welpen bestimmt wurde. Lag die Herzfrequenz unter 180 Schlägen pro Minute, so wurde dies als fetaler Stress definiert (Smith 2007).

Die Geburtsphase wurde gemäß den anamnestischen Angaben und klinischen Befunden eingeteilt. Phase eins umfasst das Vorbereitungs- und Öffnungsstadium. Anzeichen dafür sind Nestbauverhalten, Ruhelosigkeit, zittern, Temperaturabfall 12-24 Stunden vor der Geburt, hecheln oder Appetitlosigkeit. Dabei eröffnet sich die Zervix und die Wehen setzen ein. Die zweite Phase umfasst das Austreibungsstadium. Sie dauert bei Hunden im Normalfall drei bis zwölf Stunden. Während dieser Phase werden die Welpen geboren (Biddle and Macintire 2000, Günzel-Apel 2018). Die ASA-Klassifikation wurde von den zuständigen Anästhesist:innen gemäß der American Society of Anesthesiologists vorgenommen (Mosing 2016).

Die Vorbereitungszeit wurde als Zeitraum von Ankunft an der Klinik bis zur Einleitung definiert. Die Entwicklungszeit begann mit der Einleitung und reichte bis zur Entwicklung des letzten Welpen. Der Zeitraum zwischen Einleitung und Extubation wurde als Gesamtanästhesiezeit beschrieben (Abbildung 1). Die Zeiträume sind in Minuten angegeben. Eine Hypoxämie lag vor, wenn die mittels Pulsoxymeter gemessene Sauerstoffsättigung des Hämoglobins ( $spO_2$ ) unter 94 % lag (Hopper and Powell 2013). Der Blutdruck wurde nicht invasiv mittels Oszillometrie gemessen. Eine Hypotension lag vor, wenn ein mittlerer arterieller Blutdruck (MAP) unter 60 mmHg gemessen wurde (Waddell 2000). Eine Hypertension wurde als MAP über 100 mmHg definiert (Schauvliege 2016). Das endtidale  $CO_2$  ( $etCO_2$ ) wurde mittels Nebenstromkapnographen gemessen. Fiel das  $etCO_2$  unter 35 mmHG entsprach dies einer Hypokapnie. Eine Hyperkapnie lag vor, wenn das  $etCO_2$  über 45 mmHg stieg (Egger 2016). Die Bradykardie lag vor, wenn die mittels EKG gemessene Herzfrequenz 20 % unter der Herzfrequenz lag, die bei der präanästhetischen Untersuchung gemessen wurde. Wenn die Herzfrequenz 20 % über der Herzfrequenz der präanästhetischen Untersuchung lag, wurde es als Tachykardie definiert (Mosing 2016). Ab einer inneren Körpertemperatur von unter 37 °C wurde der Fall als Hypothermie eingeordnet (Armstrong et al. 2005). Zu den verwendeten Notfallmedikamenten, die während der Narkose bei der Hündin zum Einsatz kamen, zählen Atropin, Glycopyrrolat, Dopamin, Ephedrin, Dopamin, Lidocain, Neostigmin, und Tranexamsäure. Alle Notfallmaßnahmen wurden nach dem Ermessen der zuständigen Anästhesist:innen angewandt. Als kolloidale Lösung wurde Hydroxyethylstärke als Bolus appliziert.

Die Reanimationsmaßnahmen bei den Welpen umfassten je nach Ausmaß der

Lebensschwäche Schleimabsaugung, sublinguale Naloxon Applikation, Sauerstoffangebot über eine Maske, Intubation, Herz-Kreislauf-Massagen, Doxapram-, und Atropin Applikationen.

### 3.4 Durchführung der Anästhesie

Nach der Ankunft an der Klinik wurde jede Hündin gynäkologisch-geburtshilflich untersucht. Die Entscheidung zur Sectio wurde von den Gynäkolog:innen mit Zustimmung der Patientenbesitzer:innen getroffen. Nach der Überweisung an die Klinik für Kleintierchirurgie wurde von den Anästhesist:innen eine präanästhetische Untersuchung durchgeführt. Alle Tiere wurden vor der Einleitung über eine Sauerstoffmaske präoxygeniert und bekamen vom Zeitpunkt der Einleitung bis zum vollständigen Erwachen eine Infusion mit einer Vollelektrolytlösung. Je nach Zustand des Patienten fand ein Teil der Operationsvorbereitung (Rasur) bereits am wachen Tier statt. Während der Zeit in Narkose wurden die Tiere mittels Heizdecken gewärmt.

Die Wahl der Medikamente zur Prämedikation, Einleitung, Erhaltung sowie Analgesie fand auf Basis der Erfahrung und Einschätzung der zuständigen Anästhesist:innen statt. Die Einleitung wurde nach Effekt dosiert, bis eine problemlose Intubation möglich war. Erst nach vollständiger Entwicklung aller Welpen wurde die Analgesie mit weiteren Gaben an Opioiden verstärkt. Alle fünf Minuten wurden Blutdruck (systolisch/diastolisch/mittlerer), etCO<sub>2</sub>, Sauerstoffsättigung und Herzfrequenz dokumentiert. Befand sich mindestens ein Parameter außerhalb der definierten Bereiche lag eine Anästhesie-Komplikation vor. Geschah dies während sich noch Welpen im Uterus befanden, lag eine Komplikation mit Welpen vor.

Nach der Entwicklung wurden Maul und Nase der Welpen von Nachgeburtsresten und Schleim befreit. Anschließend wurden die Welpen mit Handtüchern abgetrocknet, klinisch untersucht, und falls notwendig wurden Reanimationsmaßnahmen eingeleitet. Alle stabilen Welpen wurden danach in einem Brutkasten mit Wärme und Sauerstoff versorgt.

Die Aufwachphase verbrachten Muttertier und Welpen in einem überwachten Seitenraum. Die innere Körpertemperatur wurde rektal nach der Operation gemessen. Die Hündinnen wurden mit Einsetzen des Schluckreflexes und Einschätzung der Anästhesist:innen extubiert.

### 3.5 Statistik

Die Auswertung des Datensatzes wurde mit dem Programm R-Version 4.0.3 durchgeführt. Die deskriptive Statistik der Populations- und Anästhesie-Daten wird bei kategorischen Daten als absolute und relative Häufigkeit angegeben. Für die numerischen Parameter sind zusätzlich der Median mit Interquartilem Range (IQR), der Mittelwert und die Minimal- und Maximalwerte dargestellt. Die Risikoanalyse für die Komplikationen und Welpen-Sterblichkeit wurde mittels logistischer Regression berechnet. Die Ergebnisse wurden als p-Wert und als odds-ratio (OR) ausgegeben. Für die kategorischen Prädiktoren wurde im Nachhinein eine Korrektur nach Bonferroni durchgeführt. Als Prädiktoren für die Anästhesie-Komplikationen wurden die Narkosezeit, das verwendete Prämedikations-Medikament, die ASA-Klasse, das Alter der Hündin und die Anzahl der intrauterinen Welpen zu OP-Beginn gewählt. Für die Welpen-Sterblichkeit war das Vorliegen von fetalem Stress, das verwendete Prämedikations-Medikament, die Entwicklungszeit, das Vorliegen von Komplikationen, während die Welpen noch im Uterus waren und die Anzahl der intrauterinen Welpen zu OP-Beginn als Prädiktoren festgelegt. Weitere Einflussfaktoren auf das Entstehen von Komplikationen während der Narkose wurden mittels Exaktem-Fischer-Test überprüft. Diese wurden ebenfalls mittels Bonferroni-Methode überprüft. Da es bei den Einlingsträchtigkeiten immer zu Komplikationen gekommen ist, wurde bei der Wurfgröße eine pseudo-Observation durchgeführt, indem behauptet wurde, dass es auch Einlingsträchtigkeiten ohne Komplikationen gab, um den Zusammenhang zwischen Wurfgröße und Anästhesie-Komplikationen zu überprüfen. Das Signifikanzniveau wurde auf  $p < 0,05$  festgelegt.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Patientenpopulation

Im Studienzeitraum vom 01.01.2015 bis 31.12.2020 wurden bei 220 Hündinnen insgesamt 853 Welpen per Kaiserschnitt entwickelt. Das Alter der Hündinnen reichte von 0,6 bis 12,1 Jahren und lag im Median bei 4,2 (IQR 2,78-5,68). Das Körpergewicht betrug im Median 16 kg (IQR 4,85-29) und hatte eine Range von 1,5 bis 75,0 kg. Von den 215 Hündinnen mit bekannter Rasse wurden 79 (36,7 %) als brachycephal eingestuft. Die drei häufigsten Rassen waren Chihuahua (n = 32, 14,5 %), American Staffordshire Terrier (n = 13, 5,9 %) und Malteser (n = 11, 5,0 %). In 57 (25,9 %) Fällen wurde zunächst versucht, die Welpen mittels konservativer Geburtshilfe zu entwickeln. Bei den anderen Fällen wurde direkt nach der gynäkologisch-geburtshilflichen Untersuchung die Entscheidung zum Kaiserschnitt gefällt. Ein elektiver Kaiserschnitt wurde in 11 Fällen (5 %) durchgeführt. Vorgeburtliche Ultraschalluntersuchungen wurden bei 208/220 (94,5 %) Hündinnen durchgeführt und bei 52,4 % der Feten war fetaler Stress nachweisbar. Fetaler Stress war vor elektiven Kaiserschnitten nicht nachweisbar. Die Entscheidung zur Sectio Porro wurde 111/219 (50,7 %) Mal von den Chirurg:innen oder Patientenbesitzer:innen getroffen (Tabelle 1).

**Tabelle 1:** Demografischer Überblick

	Fälle	Häufigkeit		Fälle	Häufigkeit
Alter	215		Parität	94	
< 3 Jahre	62	28,80%	primipar	47	50,00%
3-5,9 Jahre	106	49,30%	multipar	47	50,00%
>=6 Jahre	47	21,90%	Geburtsphase	219	
Gewicht	219		Phase 0	17	7,80%
<10 kg	84	38,40%	Phase 1	13	5,90%
10,0-39,9 kg	111	50,70%	Phase 2	189	86,30%
>=40,0 kg	24	11,00%	Konservative Geburtshilfe	220	
Brachycephalie	215		Ja	57	25,90%
Ja	79	36,70%	Notfall-Kaiserschnitt	209	95,00%
Rassen-Kategorie*	215		Elektiver Kaiserschnitt	11	5,00%
Toy	67	31,20%	OP-Methode	219	
Small	38	17,70%	Sectio caesarea	108	49,30%
Medium	48	22,30%	Sectio Porro	111	50,70%
Large	43	20,00%	Fetaler Stress	208	
Giant	19	8,80%	Ja	109	52,40%

\*Einteilung nach Körpergröße gemäß des American Kennel Clubs

Vor der Operation wurden in 64/216 (29,6 %) Fällen Welpen auf natürliche Weise zur Welt gebracht. Dabei kam es bei 23/64 (35,9 %) der Geburten zu Todesfällen. Während der Operation wurden bei 201/216 (93,1 %) Hündinnen mindestens ein lebender Welpen entwickelt. In 143/216 (66,2 %) waren alle Welpen am Leben. Post-operativ sind in 13/216 (6,0 %) Fällen Welpen verstorben. Missbildungen traten bei 12,5 % der Würfe auf. Eine Einlingsträchtigkeit kam 25/216 (11,6 %) mal vor. Die Wurfgröße lag im Median bei 4 Welpen (IQR 2-6,25, Range 1-16), wovon im Median 3 Welpen (IQR 1-5, Range 1-16) lebend bei der OP entwickelt wurden. Insgesamt sind durchschnittlich 0,83 Welpen pro Hündin verstorben (Tabelle 2).

Eine Chihuahua-Hündin ist 48 Stunden nach der OP mit dem Verdacht auf Pneumonie verstorben. Die Mortalitätsrate betrug für die Hündinnen 0,45 %.

**Tabelle 2:** Details über die Verteilung von Fällen zu Welpen

	Fälle*	Häufigkeit	Median	Mittelwert	1.IQR	3.IQR	Range
lebende Welpen aus natürlicher Geburt			0	0,7	0	0	0-11
0	167	77,3%					
>=1	49	22,7%					
tote Welpen aus natürlicher Geburt			0	0,16	0	0	0-2
0	193	89,4%					
>=1	23	10,6%					
intrauterine Welpen vor der OP			3	3,95	2	5	1-16
1	41	19,0%					
>1	175	81,0%					
lebende Welpen aus der OP			3	3,47	1	5	1-16
0	15	6,9%					
>=1	201	93,1%					
tote Welpen aus der OP			0	0,48	0	1	0-5
0	143	66,2%					
>=1	73	33,8%					
missgebildete Welpen aus der OP			0	0,13	0	0	0-2
0	189	87,5%					
>=1	27	12,5%					
<i>post-natal</i> verstorbene Welpen			0	0,08	0	0	0-3
0	203	94,0%					
>=1	13	6,0%					
lebende Welpen bei Entlassung			3	3,94	2	6	0-16
0	17	7,9%					
>=1	199	92,1%					
gesamter Welpen-Verlust			0	0,83	0	1	0-7
0	110	50,9%					
>=1	106	49,1%					
Wurfgröße			4	4,77	2	6,25	1-16
1	25	11,6%					
2-8	166	76,9%					
>8	25	11,6%					
Reanimationsmaßnahmen erforderlich							
Ja	80	37,0%					
Nein	136	63,0%					

\* n = 216

## 4.2 Anästhesie

Eine Narkose mit erhöhtem Komplikationsrisiko (ab ASA-Klasse III) wurde 109/218 (50,0 %) mal durchgeführt. Bei 50/204 (24,5 %) Hündinnen waren bereits vor der Narkose kardiovaskuläre Probleme, beispielsweise Dehydratation oder ein schwacher Puls, auffällig. Ein niedriger HTK wurde bei 22,2% der Hündinnen gemessen. Nach der Einleitung der Narkose mussten 79/217 (36,4 %) Hündinnen mit dem Injektionsanästhetikum (Propofol oder Alfaxalon), welches zur Einleitung genutzt wurde, nachdosiert werden, um ein tieferes Narkosestadium zu erreichen (Tabelle 3).

**Tabelle 3:** Übersicht der anästhesie-relevanten Daten

	Fälle	Häufigkeit		Fälle	Häufigkeit
ASA-Klassifikation	218		Antibiotika-Einsatz	220	
1	12	5,50%	Ja	48	21,80%
2	97	44,50%	Beatmungsmethode	217	
3	95	43,60%	Manuell	12	5,50%
4	14	6,40%	Spontan	60	27,60%
präanästhetische	204		Ventiliert	145	66,80%
Komplikationen			Vertiefung der	217	
Kardiovaskulär	50	24,50%	Narkose		
Andere	14	6,90%	Ja	79	36,40%
HTK <sup>A</sup>	144		Kristalloide Boli	217	
Niedrig	32	22,20%	Ja	59	27,20%
Totalprotein <sup>B</sup>	143		Kolloidale Boli	217	
Hoch	23	16,10%	Ja	29	13,40%
Niedrig	20	14,00%	Lokalanästhesie	143	65,90%
Kreatinin <sup>C</sup>	136		Notfall-Medikamente	217	
Hoch	4	2,90%	Ja	32	14,7%

<sup>A</sup> Grenzwerte (37,0-55,00 %). <sup>B</sup> Grenzwerte (6,00-7,50 g/dl). <sup>C</sup> Grenzwerte (0,40-1,20 mg/dl)

Die am häufigsten eingesetzten Arzneimittel zur Prämedikation, Einleitung, Erhaltung und intra-operative Analgesie waren Butorphanol (n = 91, 42,5 %), Propofol (n = 202, 91,8 %), Isofluran (n = 183, 83,2 %) und Fentanyl (n = 123, 86,7 %). Fentanyl wurde ab Januar 2020 nicht mehr zur Prämedikation eingesetzt und nur noch nach der Entwicklung der Welpen zur intraoperativen Analgesie verwendet. Ab diesem Zeitpunkt wurde für die Prämedikation fast ausschließlich Sufentanil oder Butorphanol appliziert. Sufentanil fand auch zunehmend häufig zur intraoperativen Analgesie Anwendung. Die Kombination aus Propofol zur Einleitung und Isofluran zur Erhaltung der Narkose war mit 174/220 (79,1 %) Einsätzen die am häufigsten genutzte Methode. Eine Lokalanästhesie wurde bei 65,9 % der Hündinnen vorgenommen. Der

Splash-Block war mit 77,3 % die häufigste Methode. Dabei wird ein Lokalanästhetikum nach Verschluss der Bauchwand und der ersten Muskelschicht auf die verbleibenden Wundränder geträufelt. Nach einer Einwirkzeit von 90 bis 120 Sekunden findet der weitere Wundverschluss statt. Eine Schnitlinieninfiltration wurde bei 14,9 % der Hündinnen vorgenommen und in 7,8 % der Fälle wurden beide Methoden angewendet. Die verwendeten Lokalanästhetika waren Lidocain (66,6 %), Bupivacain (22,5 %) und Ropivacain (10,8 %). Zur post-operative Analgesie war Buprenorphin mit Meloxicam die meistverwendete Kombination. Für 85/219 (38,8 %) der Hündinnen wurde die alleinige Gabe eines NSAID als ausreichend angesehen. Gewählte NSAIDs waren entweder Meloxicam 43/219 (19,6 %) oder Carprofen 42/219 (19,2 %) (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Medikamente

	Fälle	Häufigkeit
<b>Prämedikation</b>	214	
Butorphanol	91	42,5%
Sufentanil	60	28,0%
Fentanyl	26	12,1%
Methadon	19	8,9%
keine	18	8,4%
<b>Einleitung</b>	220	
Propofol	202	91,8%
Alfaxalon	16	7,3%
Remifentanil	2	0,9%
<b>Erhaltung</b>	220	
Isofluran	183	83,2%
Sevofluran	37	16,8%
<b>Intraoperative Analgesie</b>	217	
Fentanyl	123	56,7%
Sufentanil	44	20,3%
Methadon	33	15,2%
Keine	19	8,8%
<b>Post-operative Analgesie</b>	219	
Buprenorphin + Meloxicam	48	21,9%
Meloxicam	43	19,6%
Carprofen	42	19,2%
Buprenorphin + Carprofen	27	12,3%
Methadon + Carprofen	17	7,8%
Buprenorphin	14	6,4%
Methadon + Meloxicam	14	6,4%

Während der gesamten Anästhesiezeit kam es bei 190/215 (88,4 %) Fällen zu Komplikationen. Die Hypotension (n = 76, 36,9 %) trat am häufigsten auf (Tabelle 5). Das zeigt sich auch darin, dass 59/217 (27,2 %) Hündinnen Boli mit kristalloider und 29/217 (13,4 %) Hündinnen Boli mit kolloidosmotischer Flüssigkeit appliziert wurden (Tabelle 3). Notfallmedikamente fanden in 32/217 (14,7 %) Fällen Verwendung. Ephedrin war mit 12/32 (37,5 %) Einsätzen das meistverwendete Notfallmedikament. Von 206 Anästhesien verliefen 12,1 % komplikationslos. Bei 124 Fällen (60,2%) wurden verschiedene Komplikationen verzeichnet (Tabelle 5). Post-operativ wurde bei 98/190 (51,6 %) Hündinnen eine Hypothermie gemessen. Der Median für die IKT lag bei 37,0 °C (IQR 36,5-37,58, Range 33,6-38,7). Solange die Welpen noch im Uterus waren, traten bei 114/216 (52,8 %) Hündinnen Komplikationen auf. Hierbei war die Hypertension (n = 39, 18,1 %) die häufigste Komplikation gefolgt von der Hyperkapnie (n = 35, 16,2 %) und der Hypotension (n = 31, 14,4 %) (Tabelle 5).

**Tabelle 5:** Anästhesie-Komplikationen

	während Narkosezeit		während Entwicklungszeit	
	Fälle (n = 206)	Häufigkeit	Fälle (n = 216)	Häufigkeit
Komplikationen <sup>A</sup>	181	87,90%	114	52,80%
0 <sup>B</sup>	25	12,10%	102	47,20%
1 <sup>B</sup>	57	27,70%	81	37,50%
2 <sup>B</sup>	64	31,10%	27	12,50%
3 <sup>B</sup>	45	21,80%	6	2,80%
4 <sup>B</sup>	15	7,30%	0	0%
Hypotension	76	36,90%	31	14,40%
Hyperkapnie	64	31,10%	35	16,20%
Hypertension	64	31,10%	39	18,10%
Bradykardie	55	26,70%	12	5,60%
Hypokapnie	48	23,30%	22	10,20%
Tachykardie	21	10,20%	8	3,70%
Hypoxämie	11	5,30%	3	1,40%

<sup>A</sup> Fälle mit mindestens einer Komplikation pro Hündin

<sup>B</sup> Anzahl verschiedener Komplikationen pro Hündin

Von der Ankunft an der Klinik bis zur Einleitung der Narkose hat es im Median 69 Minuten (n = 218, IQR 41-134,2, Range 4-772) gedauert. Die Gesamtanästhesiezeit nahm im Median 72,5 Minuten (n = 218, IQR 60,25-90,0, Range 35-170) in Anspruch. Der Median für die Entwicklungszeit lag bei 25 Minuten (n = 213, IQR 20-32, Range 20-60) (Abbildung 1, Tabelle 6).

**Tabelle 6:** Übersicht über die Zeitparameter

	Fälle	Häufigkeit	Median	Mean	1.IQR	3.IQR	Min	Max
Vorbereitungszeit*	218		69	110,7	41	134,2	4	772
<90 min	132	60,6%	45,5	48,9	35	64	4	89
>=90 min	86	39,4%	163,5	205,5	109,25	234	90	772
Entwicklungszeit*	213		25	26,57	20	32	9	60
<median	91	42,7%	20	18,3	15	20	9	24
>=median	122	57,3%	30	32,8	25	35	25	60
<45 min	199	93,4%						
>=45 min	14	6,6%						
Narkosedauer*	218		72,5	76,98	60,25	90	35	170
<120min	207	95,0%						
>=120min	11	5,0%						

\* Angaben in Minuten

#### 4.3 Risikoanalyse der Anästhesie-Komplikationen

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass Hündinnen mit steigendem Alter zu mehr Komplikationen neigen ( $p = 0,0562$ ). Für die Hypotension konnte ein signifikanter Zusammenhang mit der Anzahl an Welpen im Uterus hergestellt werden ( $p = 0,0225$ ). In Abbildung 2 ist dargestellt, wie sich die Wahrscheinlichkeit für eine Hypotension mit steigender Anzahl intrauteriner Welpen vor OP-Beginn erhöht.

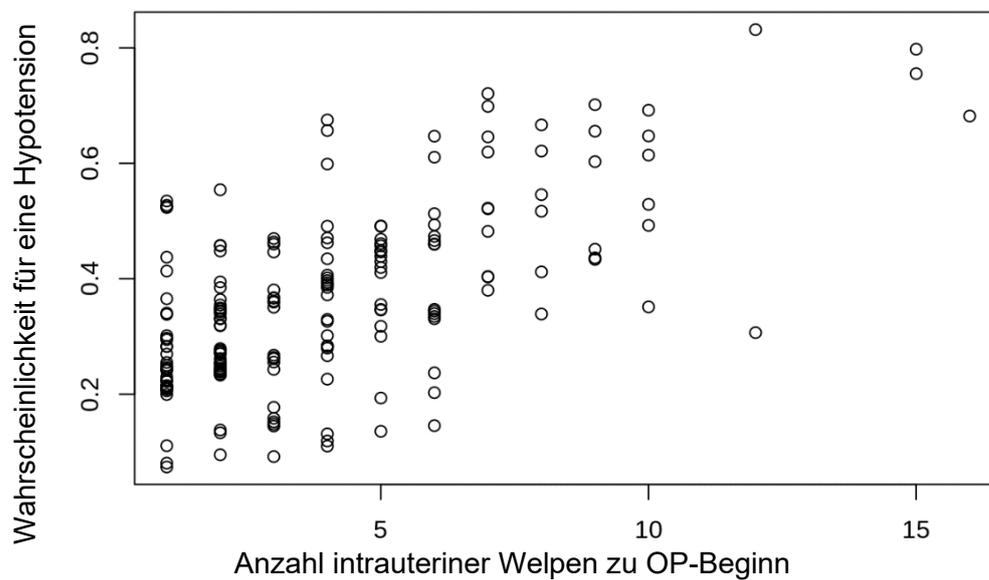
Das Auftreten einer Hypertension wurde vom Alter der Hündin, der Prämedikation mit Sufentanil und der ASA-Klassifikation beeinflusst (Tabelle 7). Je älter die Hündin war, desto wahrscheinlicher war die Ausbildung einer Hypertension ( $p = 0,0079$ ). Hypertensionen traten häufiger bei Hündinnen auf, die mit Fentanyl (OR = 5,518;  $p = 0,0429$ ) oder Methadon (OR = 7,162;  $p = 0,0428$ ) prämediziert wurden, als bei Hündinnen, die Sufentanil als Prämedikation bekamen. Zudem hatten Hündinnen der ASA-Klasse I signifikant häufiger eine Hypertension, als Hündinnen der anderen Risikoklassen (Tabelle 7). Die ASA-Klasse I hatte eine 13,42-fach erhöhte Chance eine Hypertension zu entwickeln als ASA-Klasse II. Verglichen mit den ASA-Klassen III und IV war das Auftreten einer Hypertension noch wahrscheinlicher (OR = 19,35;  $p = 0,0078$  bzw. OR = 47,24;  $p = 0,0078$ ). Dieser Zusammenhang ließ sich für ASA-Klasse II verglichen mit ASA-Klasse III und IV jedoch nicht mehr nachvollziehen.

Des Weiteren hatten Hündinnen der ASA-Klasse III im Vergleich zur ASA-Klasse II eine signifikant höhere Wahrscheinlichkeit eine Hyperkapnie während der Narkose auszubilden ( $p = 0,0235$ ).

Für die Hypokapnie und Bradykardie ließ sich kein Zusammenhang mit den untersuchten Prädiktoren finden.

Die Tachykardie trat mit 21/217 (9,7 %) zu selten auf, um eine logistische Regression durchzuführen.

Auch bei der Hypoxämie kam es zu einer kompletten Separation des Datensatzes, da nur 11/217 (5,1 %) der Hündinnen eine schlechte Sauerstoffsättigung aufwiesen.



**Abbildung 2:** Zusammenhang Hypotension und Anzahl der Welpen vor der OP

**Tabelle 7:** Risikoanalyse der Komplikationen

	p-Wert*		
	Hypotension	Hypertension	Hyperkapnie
Butorphanol vs. Fentanyl	0,5714	1,0000	1,0000
Butorphanol vs. Methadon	1,0000	1,0000	0,2112
Butorphanol vs. Keine Prämedikation	0,6575	1,0000	1,0000
Butorphanol vs. Sufentanil	1,0000	0,0812	0,2112
Fentanyl vs. Methadon	0,6575	1,0000	1,0000
Fentanyl vs. Keine Prämedikation	0,0712	1,0000	1,0000
Fentanyl vs. Sufentanil	0,5714	<b>0,0429*</b>	1,0000
Methadon vs. Keine Prämedikation	1,0000	0,8647	1,0000
Methadon vs. Sufentanil	1,0000	<b>0,0428*</b>	1,0000
Keine Prämedikation vs. Sufentanil	0,6676	1,0000	1,0000
ASA 1 vs. 2	1,0000	<b>0,0161*</b>	1,0000
ASA 1 vs. 3	1,0000	<b>0,0078*</b>	1,0000
ASA 1 vs. 4	1,0000	<b>0,0078*</b>	1,0000
ASA 2 vs. 3	1,0000	0,5905	<b>0,0235*</b>
ASA 2 vs. 4	1,0000	0,4167	1,0000
ASA 3 vs. 4	1,0000	0,5905	1,0000
Narkosezeit	0,6312	0,1138	0,8649
Alter	0,9563	<b>0,0078*</b>	0,6577
intrauterine Welpen vor OP-Beginn	<b>0,0225*</b>	0,2972	0,2774

\*Signifikanzniveau = p-Wert (<0,05)

Unter Anwendung des Exakten-Fisher-Tests ließ sich nach der „Bonferroni-Korrektur“ kein signifikanter Einfluss der folgenden Parameter für das Auftreten einer Komplikation nachweisen (Tabelle 8).

**Tabelle 8:** Komplikationsanalyse mittels Exaktem-Fisher-Test

	p-Wert*		p-Wert*
ASA-Klassifikation	0,4278	Fentanyl-Einsatz	0,2842
Brachycephalie	0,2689	Methadon-Einsatz	1,0000
Rassen-Kategorie <sup>A</sup>	0,6502	Remifentanil-Einsatz	0,5299
Notfall- oder elektiver Kaiserschnitt	1,0000	Alter	0,1009
Konservative Geburtshilfe	0,2194	Geburtsphase	0,4708
Lebende Welpen auf natürliche Weise	0,3227	S.caesarea oder S.Porro	0,6720
Tote Welpen auf natürliche Weise	0,2665	Vorbereitungszeit	0,5076
Antibiotika-Einsatz	0,4519	Entwicklungszeit	0,0106 <sup>B</sup>
Prämedikation-Pharmakon	0,2034	Narkosezeit	0,0328 <sup>B</sup>
Einleitungs-Pharmakon	0,4103	Wurfgröße	0,0355 <sup>C</sup>
Lokalanästhesie	0,1759		

\*Signifikanzniveau = p-Wert (<0,05).

<sup>A</sup> Einteilung nach Körpergröße gemäß des American Kennel Clubs.

<sup>B</sup> Nach „multiple-testing-correction“ nicht mehr signifikant.

<sup>C</sup> Nach „pseudo-observation“ nicht mehr signifikant.

#### 4.4 Welpen-Mortalität

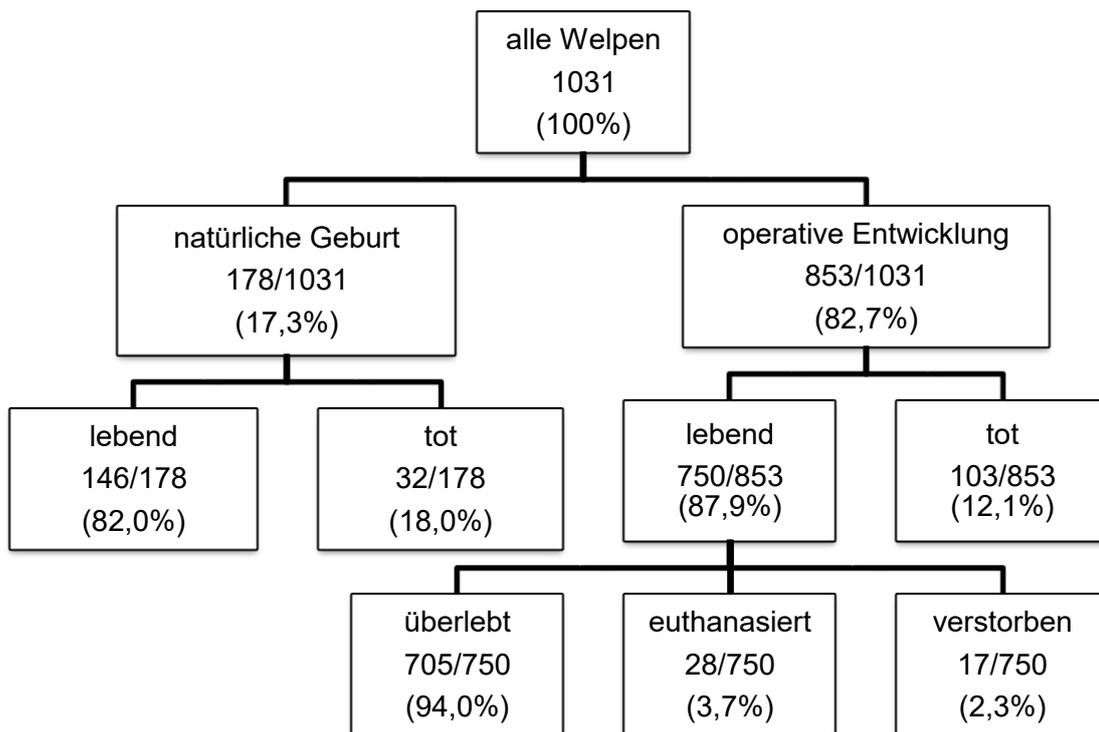
Von 216 Hündinnen wurden insgesamt 1031 Welpen ausgetragen. Dabei kamen 178 (17,3 %) der Welpen via naturalis zur Welt und 853 (82,7 %) wurden mittels Kaiserschnitt entwickelt. Während der Operation konnten 750/853 (87,9 %) lebendige und 103/853 (12,1 %) tote Welpen entwickelt werden. Von den Lebenden wurden 28/750 (3,7 %) aufgrund von Missbildungen euthanasiert und 17/750 (2,3 %) weitere sind innerhalb von sechs Stunden *post operationem* verstorben (Abbildung 3). In 80/216 (37,0 %) Fällen wurden lebensschwache Welpen entwickelt, sodass Reanimationsmaßnahmen notwendig waren. Die Erfolgsquote dieser Maßnahmen lag bei 78,8 %. So konnten 705/750 (94,0 %) der lebendig entwickelten Welpen die Klinik verlassen. Die Mortalitätsrate der per Kaiserschnitt geborenen Welpen lag ohne euthanasierte Welpen bei 14,1 %. Von den per via naturalis geborenen Welpen waren 146/178 (82,0 %) am Leben und 32/178 (18,0 %) kamen tot zur Welt oder sind verstorben. Die Welpen Mortalität lag insgesamt bei 17,5 % (Tabelle 9). Von den 1031 Welpen gab es somit insgesamt 180 Todesfälle. Welpen, die nur noch tot entwickelt werden konnten, machten mit 57,2 % den größten Anteil aus. Die nach der Operation Verstorbenen hatten mit 9,4 % nur einen geringen Beitrag an den Gesamtverlusten (Abbildung 4). Die Sectio Porro wies im Vergleich zur Sectio caesarea eine um 6,2 % höhere Mortalitätsrate auf (Tabelle 10). Der Anteil der Reanimationsmaßnahmen stieg jedoch nur um 1,1 % an.

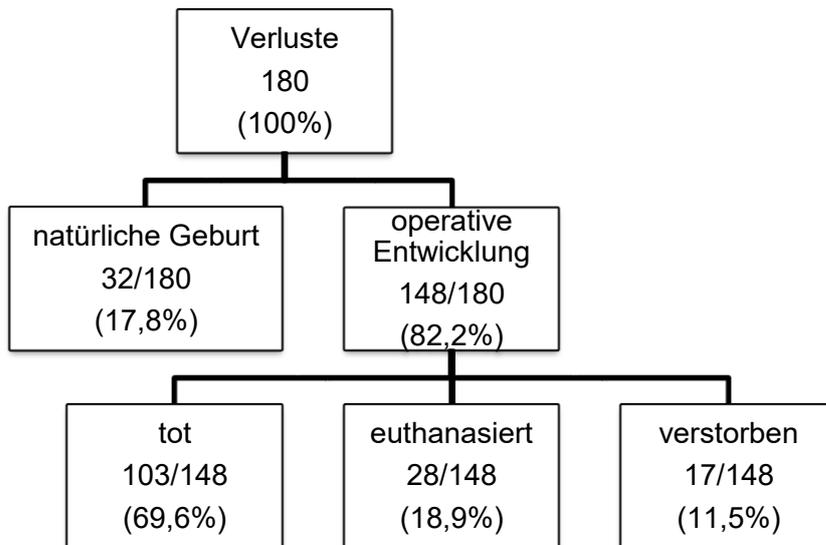
**Tabelle 9:** Mortalitätsraten der Welpen

	alle Welpen (n = 1031)	bei OP entwickelte Welpen (n = 853)
Natürliche Geburt	3,1%	
Tot entwickelt	10,0%	12,1%
Euthanasiert	2,7%	3,3%
Nach OP verstorben	1,6%	2,0%
Gesamt	17,5%	17,4%

**Tabelle 10:** Vergleich Sectio caesarea und Sectio Porro

Welpen aus der OP	Sectio caesarea		Sectio Porro		Gesamt
	Welpen	Verteilung	Welpen	Verteilung	
lebend	414	90,8%	336	84,6%	750
tot	42	9,2%	61	15,4%	103
Gesamt	456	100%	397	100%	853

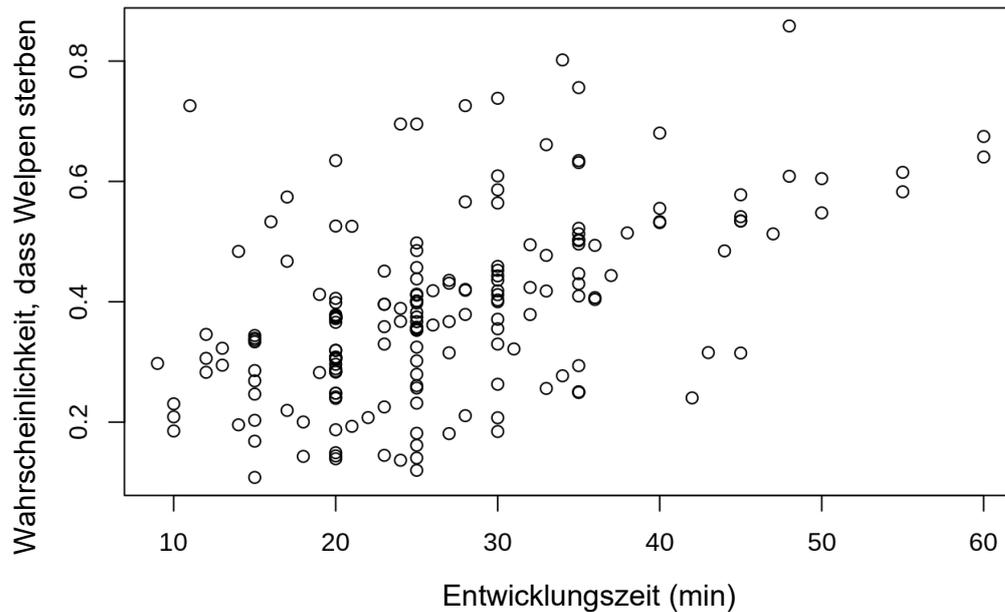
**Abbildung 3:** Verteilung der Welpen



**Abbildung 4:** Verteilung der Welpen-Verluste

#### 4.5 Risikoanalyse Welpen-Sterblichkeit

Einen signifikanten Einfluss darauf, ob Welpen überlebten, konnte nur mit dem Auftreten einer Hypotension während der Entwicklungszeit in Verbindung gebracht werden ( $p = 0,0403$ ). Die Schätzfunktion zeigt die Richtung dieses Zusammenhanges an. Da diese in der vorliegenden Analyse negativ ist, bedeutet es, dass mehr Welpen tot entwickelt wurden oder *post-natal* verstorben sind, wenn keine Hypotension aufgetreten ist. Im Gegenzug bedeutet dies, dass mehr Welpen überlebt haben, wenn die Hündin während der Entwicklungszeit hypotensiv wurde (Tabelle 11). Des Weiteren fällt auf, dass eine längere Entwicklungszeit potentiell zu mehr Verlusten bei den Welpen führt (Abbildung 5). Dies ist jedoch als Trend zu verstehen und stellt keinen signifikanten Zusammenhang dar ( $p = 0,0647$ ). Für alle weiteren ausgewählten Prädiktoren ließ sich ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang für eine erhöhte Welpen-Sterblichkeit finden.



**Abbildung 5:** Zusammenhang zwischen toten Welpen und der Entwicklungszeit

**Tabelle 11:** Risikoanalyse für die Welpen-Sterblichkeit

	Welpen Sterblichkeit	
	Estimate	p-Wert*
Fetaler Stress	0,2398	0,4692
Entwicklungszeit	0,0311	<b>0,0647</b>
Hypotension während Entwicklungszeit	<b>-1,0599</b>	<b>0,0403*</b>
Hypertension während Entwicklungszeit	-0,5925	0,1842
Hypokapnie während Entwicklungszeit	0,3510	0,4914
Hyperkapnie während Entwicklungszeit	0,0618	0,8892
Bradykardie während Entwicklungszeit	0,9442	0,1551
Intrauterine Welpen zu OP-Beginn	0,0066	0,9109
Butorphanol vs. Fentanyl		1,0000
Butorphanol vs. Methadon		0,2655
Butorphanol vs. Keine Prämedikation		1,0000
Butorphanol vs. Sufentanil		1,0000
Fentanyl vs. Methadon		0,3664
Fentanyl vs. Keine Prämedikation		1,0000
Fentanyl vs. Sufentanil		1,0000
Methadon vs. Keine Prämedikation		0,7558
Methadon vs. Sufentanil		0,2288
Keine Prämedikation vs. Sufentanil		1,0000

\*Signifikanzniveau = p-Wert (<0,05)

## 5. Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass es sehr häufig zu Komplikationen während der Anästhesie eines Kaiserschnittes kommt. Am häufigsten traten Hypotensionen auf. Diese stehen im Zusammenhang mit der Anzahl der intrauterinen Welpen vor OP-Beginn und sind nicht von dem Anästhesieprotokoll abhängig. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass die Entwicklungszeit so kurz wie möglich sein sollte, um einem Anstieg der Mortalität bei den Welpen entgegenzuwirken.

Die Entwicklung der Welpen verlief schneller als in früheren Studien (Proctor-Brown et al. 2019). Eine Entwicklungszeit (Einleitung bis OP-Start) von über 45 Minuten wird mit einer 3,3-fachen Chance auf mindestens einen toten Welpen in Verbindung gebracht (Proctor-Brown et al. 2019). Diese Zeit wurde in nur 14/213 (6,6 %) Fällen überschritten, obwohl unsere Definition der Entwicklungszeit noch um den Zeitraum vom OP-Start bis zur vollständigen Entwicklung aller Welpen länger war, als in der Arbeit von Proctor-Brown et al. 2019. Auch die Dauer der Narkose war im Median 20 bis 30 Minuten kürzer als in früheren Arbeiten beschrieben (Proctor-Brown et al. 2019, Schmidt et al. 2021). Ebenfalls ist, ab einer Narkosezeit von 120 Minuten, die Chance auf mindestens einen toten Welpen, um ein 3,7-faches höher (Proctor-Brown et al. 2019). Jedoch wurde auch diese Zeit in nur 11/218 (5,0 %) Fällen überschritten. Bei jedem dritten Kaiserschnitt wurde mindestens ein toter Welpen entwickelt und damit 10 % seltener als an anderer Stelle beschrieben (Proctor-Brown et al. 2019). Auch der fetale Stress kam im Vergleich mit der Studie von Proctor-Brown et al. 2019 in 15 % weniger Fällen vor. In einer Studie mit über 200.000 Welpen wurde die Totgeburtenrate für alle Geburtsarten auf 7,4 % betitelt (Chastant-Maillard et al. 2017). Bei Kaiserschnitten liegt die Totgeburtenrate zwischen 11,65-12,79 % (Cornelius et al. 2019). Mit diesen Ergebnissen stimmt unsere Mortalitätsrate überein. An die niedrigeren Mortalitätsraten von 5,3-8 % (Moon et al. 2000, Metcalfe et al. 2014) konnte jedoch nicht angeschlossen werden. Grund dafür war der hohe Anteil an bereits intrauterin verstorbenen Welpen, der über die Hälfte der Gesamtverluste ausmachte. Wie bereits im Literaturteil beschrieben, ist der größte Einflussfaktor für Welpen-Verluste der Geburtsprozess. Die Dauer der Geburtsphase hat dabei den größten Einfluss (Münnich and Küchenmeister 2009). Je länger die Austreibungsphase dauert, desto mehr Welpen haben eine Hypoxie nach der Geburt oder sind bereits tot (Münnich and Küchenmeister 2009). Wie lange die Hündinnen bereits in Geburt waren, ließ sich in dieser retrospektiven Arbeit nicht rekonstruieren, da die Besitzer:innen entweder unterschiedliche Geburtsanzeichen als Startwerte nannten oder der Geburtsbeginn

erst spät bemerkt wurde.

Der Einsatz der Anästhetika stimmt mit den Empfehlungen der Literatur überein (Claude and Meyer 2016, Kraus 2016). Fand die Einleitung mittels Propofol und die Erhaltung mit Isofluran in früheren Arbeiten in 30 % der Fälle Anwendung, zeigt die vorliegende Arbeit, dass der Anteil auf 79,1 % gestiegen ist (Moon et al. 2000). Es wurden keine Arzneimittel verwendet, die nachweislich die Welpen-Sterblichkeit erhöhen (Moon et al. 2000, Pascoe and Moon 2001, Luna et al. 2004). Die Erfolgsquote der Reanimationsmaßnahmen befindet sich in einem Bereich, der auch von anderen Autoren erreicht werden konnte. In der Literatur sind Erfolgsquoten der Reanimationsmaßnahmen von 75 %, 92 % und 95 % beschrieben (Veronesi et al. 2009, Doebeli et al. 2013, Batista et al. 2014). Ein einprägsames Schema zur Welpen-Reanimation ist bei Traas (2008) zu finden.

Die Anästhesiekomplikationen während der Entwicklungszeit hatten keinen Einfluss auf das Überleben der Welpen. Paradoxerweise kam es bei Kaiserschnitten ohne Hypotension signifikant öfter zu Totgeburten oder *postnatal* verstorbenen Welpen als in Fällen, bei denen während der Entwicklungszeit Hypotensionen auftraten. Das Ergebnis steht im Kontrast zu den Empfehlungen der Literatur, die besagt, dass eine Hypotension bei der Hündin zu verhindern ist, da der Blutdruck der intrauterinen Welpen nicht autonom geregelt wird und eine schlechtere Blutversorgung zur Hypoxie des Nachwuchses führt und es infolgedessen zu mehr Verlusten kommen kann (Pascoe and Moon 2001, Claude and Meyer 2016). Meiner Meinung nach besteht für den signifikanten Zusammenhang keine kausale Ursache, weshalb er ohne klinische Relevanz ist.

Im Vergleich zur Entwicklungszeit kam es während der verbleibenden Narkosezeit nach der Entwicklung der Welpen bei mehr Fällen zu Komplikationen. Die Hypotension war hier die häufigste Anästhesiekomplikation, was mit den Ergebnissen von Proctor-Brown et al. 2019 konform ist. Mögliche Gründe dafür sind, dass erst nachdem alle Welpen entwickelt waren weitere Opioide zur intraoperativen Analgesie eingesetzt wurden. In über der Hälfte der Fälle kam Fentanyl zum Einsatz, welches dafür bekannt ist, Herzfrequenz und Blutdruck zu senken (Askitopoulou et al. 1985). Des Weiteren führt eine Erhaltung der Anästhesie mit Isofluran und Fentanyl, wie es in unserer Studie häufig zum Einsatz kam, signifikant öfter zur Hypotension als eine Erhaltung mittels Propofol und Fentanyl (Iizuka et al. 2013). Die Prämedikation mit Fentanyl hatte in unserer Arbeit jedoch keinen signifikanten Einfluss auf das Vorkommen einer Hypotension. Aufgrund zu geringer Fallzahlen ließ sich ein Einfluss der intraoperativen Analgetika auf die Komplikationen nicht statistisch auswerten. Ein weiterer Punkt, der eine Erklärung für das häufige Auftreten von Hypotensionen sein kann, ist, dass trächtige

Hündinnen mit stärkerem Blutdruckabfall und niedrigeren Herzfrequenzen auf Blutverluste reagieren als nicht trächtige Tiere (Brooks and Keil 1994). Grund dafür sind die angesprochenen Veränderungen in der Physiologie trächtiger Hündinnen. Daher sind bei Blutverlust oder sinkendem MAP kolloidale Lösungen das Mittel der Wahl (Claude and Meyer 2016). Aus unseren Ergebnissen geht zudem hervor, dass eine hohe Zahl intrauteriner Welpen vor OP-Beginn die Wahrscheinlichkeit für Hypotensionen signifikant erhöht. Weiter ist bekannt, dass der HTK in Abhängigkeit zur Wurfgröße signifikant sinkt (Kaneko et al. 1993). In unserer Arbeit wurden bei 22 % der Hündinnen ein zu niedriger HTK gemessen. Dies stellt einen großen Unterschied zu elektiven Kaiserschnitten dar, wo nur 2,4 % der Hündinnen einen Wert unter 37 % hatten (de Cramer et al. 2016).

Auffallend ist, dass die Verwendung von Sufentanil bei der Prämedikation im Vergleich zu Fentanyl und Methadon die Wahrscheinlichkeit für eine Hypertension signifikant verringert. Hypertensionen während der Anästhesie entstehen unter anderem durch eine zu flache Anästhesie, Schmerzempfindung, eine leichte Hypoxämie oder Hyperkapnie, eine metabolische Azidose oder durch systemische Vorerkrankungen (Egger 2016). Dabei spielt die Aktivierung des sympathischen Nervensystems eine entscheidende Rolle (Egger 2016). Sufentanil ist ein  $\mu$ -Agonist, der eine stärkere analgetische Potenz als Methadon und Fentanyl besitzt (Kerr 2016). Mit der schwächeren Analgesie ließe sich die höhere Wahrscheinlichkeit für Hypertensionen in Hündinnen, denen Fentanyl oder Methadon als Prämedikation appliziert wurden, erklären. Theoretisch müssten dann Hündinnen ohne Prämedikation und jene, die Butorphanol bekommen haben, ebenfalls öfter Hypertensionen bekommen als die, die Sufentanil bekamen. Hier konnte jedoch kein Zusammenhang festgestellt werden.

Hündinnen in ASA-Klasse I zeigten signifikant öfter eine Hypertension als jene in anderen ASA-Klassen. Diesen Zusammenhang konnte eine Studie mit über 1.200 Hunden nicht feststellen (Redondo et al. 2007). Es ist jedoch auffällig, dass Hypertensionen in diesen Studienergebnissen nur zu 2,2-6,1 % vorkamen und somit deutlich seltener als in der vorliegenden Arbeit. Ein Zusammenhang zwischen ASA-Klasse II und III in Bezug auf eine Hyperkapnie wurde dort nicht untersucht, allerdings gab es zwischen den Risikoanästhesien (ASA-Klasse III & IV) (Portier and Ida 2018) und der ASA-Klasse I ebenfalls keinen signifikanten Zusammenhang in Bezug auf Hyperkapnien. Im Gegensatz zu unserer Studie fanden Redondo et al. 2007 signifikant mehr Hypokapnien und Hypotensionen in den Risikoklassen verglichen mit ASA-Klasse I. In Bezug auf die Inzidenz der Hypothermie und ein gehäuftes Auftreten von Hypoxämien in den Risikoklassen konnte eine Übereinstimmung mit den Daten von Redondo et al. 2007 festgestellt werden.

Die Stärken der vorliegenden Arbeit liegen in der umfangreichen Sammlung diverser Parameter, die mit der Anästhesie in Zusammenhang stehen. Dank der ausführlichen Dokumentation aller Anästhesiekomplikationen liegt eine gute Datenlage für die deskriptive Statistik vor. Es ist jedoch zu beachten, dass es sich um ein retrospektives Studiendesign handelt. Um eine genauere Aussage über den Effekt der unterschiedlichen Prämedikations-, Einleitungs-, und Erhaltungsanästhetika auf die Welpenvitalität treffen zu können, wären Daten über die Beurteilung der Welpen gemäß des Apgar-Scores zu festen Zeitpunkten nach der Entwicklung notwendig gewesen (Veronesi et al. 2009). Diese Werte lagen jedoch nur für wenige der dokumentierten Fälle vor und wurden daher nicht in die Auswertung mit einbezogen. Die Ultraschalluntersuchung ist ein gutes Werkzeug, um die Situation der Welpen vor der OP evaluieren zu können und gegebenenfalls ein schnelles weiteres Handeln einzuleiten (Runcan 2019). Dank einer Ultraschalluntersuchung bei nahezu jeder Hündin vor dem Kaiserschnitt, lagen viele Ergebnisse für die Beurteilung des fetalen Stresses vor der OP vor. Es muss jedoch in Betracht gezogen werden, dass sich die fetale Herzfrequenz durch Uteruskontraktionen kurzfristig verringern kann. Niedrige Herzfrequenzen sind daher zu reevaluieren, um eine falsch niedrige Messung auszuschließen (Lopate 2008). Außerdem muss zwischen natürlicher Variabilität der Herzfrequenz, die zur Geburt hin stärker wird, und einer permanent erniedrigten/erhöhten Herzfrequenz, die Hypoxie anzeigen kann, unterschieden werden.

Es wäre interessant, in weiteren Studien den Zusammenhang zwischen einer Epiduralanästhesie mit Allgemeinanästhesie (Propofol, Isofluran) und zwei verschiedenen Prämedikationen (z.B. Sufentanil oder Butorphanol) und Allgemeinanästhesie (Propofol, Isofluran) im Hinblick auf Anästhesie-Komplikationen und Welpen-Mortalität zu untersuchen.

Abschließend lässt sich sagen, dass ein besonderes Augenmerk auf den Blutdruck der Hündin gelegt werden sollte, wenn aus der Anamnese oder aus bildgebenden Untersuchungen bekannt ist, dass viele Welpen zu erwarten sind. Zudem unterstützt die vorliegende Arbeit die bereits bekannten Daten, dass eine kurze Zeitspanne von Einleitung der Narkose bis zur Entwicklung der Welpen zu weniger Verlusten während des Kaiserschnitts führt.

## 6. Zusammenfassung

Kaiserschnitte stellen besondere Anforderungen an die Anästhesie, da sowohl die Bedürfnisse der Hündin als auch die der Welpen beachtet werden müssen. Einerseits muss die Narkose für die Hündin tief genug sein, andererseits soll es nicht zu einer Depression der Welpen kommen, damit diese nach der Entwicklung schnell anfangen zu atmen. Um die Depression der Welpen so gering wie möglich zu halten, werden nur sehr kurz wirksame Anästhetika eingesetzt und die Entwicklung der Welpen so schnell wie möglich durchgeführt. Der wichtigste Einfluss auf das Überleben der Welpen ist jedoch eine möglichst kurze Geburtsphase und ein rasches Eingreifen, falls es zur Dystokie kommt.

In dieser Arbeit wurden Anästhesieprotokolle von 220 Hündinnen retrospektiv analysiert. Das Ziel war, zu evaluieren, welche Anästhesieverfahren zum Einsatz kamen und wie sich diese auf die Narkosestabilität der Hündinnen und die Vitalität der Welpen auswirkten.

Die häufigsten Anästhetika für Prämedikation, Einleitung, Erhaltung und intraoperative Analgesie waren Butorphanol 42,5 %, Propofol 91,8 %, Isofluran 83,2 % und Fentanyl 56,7 %. Notfall-Medikamente wurden in 14,7 % der Fälle eingesetzt. In 87,9 % der Anästhesien kam es zu Komplikationen. Dabei machten während der Narkosezeit die Hypotension (36,9 %) und während der Entwicklungszeit die Hypertension (18,1 %) den jeweils größten Anteil aus. Einen signifikanten Einfluss auf die Hypotension hatte die Anzahl intrauteriner Welpen vor OP-Beginn ( $p = 0,0225$ ). Die Hypertension trat signifikant öfter bei alten Hündinnen auf ( $p = 0,0078$ ). Eine Prämedikation mit Sufentanil führte im Vergleich zu Methadon und Fentanyl seltener zu Hypertensionen ( $p = 0,0428$ ;  $p = 0,0429$ ). In der ASA-Klasse I war die Wahrscheinlichkeit für Hypertensionen verglichen mit ASA-Klasse II, III und IV signifikant höher ( $p = 0,0161$ ;  $p = 0,0078$ ;  $p = 0,0078$ ). Bei 33,8 % der Kaiserschnitte wurden tote Welpen entwickelt. Reanimationsmaßnahmen waren in 37,0 % der Fälle notwendig und hatten eine Erfolgsquote von 78,8 %. Die Totgeburtenrate betrug 12,1 %, wobei die Gesamtmortalität bei 17,4 % lag. Für die Mortalität der Welpen ließ sich kein Faktor finden, der in der Mehrzahl der Fälle ursächlich war. Jedoch zeigte sich ein Trend ( $p = 0,0647$ ), dass eine lange Entwicklungszeit die Wahrscheinlichkeit für tote Welpen erhöht.

## 7. Conclusion

Anesthesia for caesarean section has special requirements as both the needs of the bitch and puppies have to be considered. On the one hand anesthesia for the bitch must be deep enough to provide a surgical tolerance, on the other hand puppies should not be depressed, so they can start breathing and moving quickly after their development. In order to keep the depression of the puppies as low as possible only short acting anesthetics should be used and the puppies developed as fast as possible. However, a high impact on puppy survival is a short birth phase and rapid intervention if dystocia occurs.

In this work, anesthesia protocols of 220 dams with cesarean section were retrospectively analyzed to evaluate the applied anesthetic protocol and if there is an impact on anesthetic stability and puppy mortality.

Drugs most commonly used for premedication, induction, maintenance und analgesia during surgery were Butorphanol (42,5 %), Propofol (91,8 %), Isofluran (83,2 %) and Fentanyl (56,7 %), respectively. Emergency-drugs were needed in 14,7 % of the cases. Complications occurred in 87,9 % of anesthesia cases. Hypotension (36,9 %) was the most common complication during anesthesia. The number of puppies *intra uteri* at start of the surgery had a significant influence on the occurrence of hypotension ( $p = 0,0225$ ), whereas hypertension could significantly be associated with the age of the dam ( $p = 0,0078$ ) and the use of Sufentanil as premedication. Furthermore, in ASA-Classification two, three and four the likelihood of hypertension ( $p = 0,0161$ ;  $p = 0,0078$ ;  $p = 0,0078$ ) was significantly higher compared to ASA-Classification one. Stillborn puppies were developed in 33,8 % of surgeries. In 37,0 % of the cases resuscitation of neonates was necessary and had a success rate of 78,8 %. The overall puppy mortality rate was 17,4 % including 12,1 % stillbirths. No factor was identified that proved to be causative for most cases of mortality. However, a long development time was trending for an increase of neonatal mortality ( $p = 0,0647$ ).

## 8. Literaturverzeichnis

- Alef M. 2017. Anästhesie für die Sectio caesarea beim Hund – ein evidenzbasierter Ansatz. Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere / Heimtiere, 45(01):27–38.
- Alef M, März M, Salomon F-V, Oechtering G. 2003. Bolustechnik mit einem Lokal-anästhetikum. kleintier konkret, 1.
- Alonge S, Melandri M. 2019. Effect of delivery management on first-week neonatal outcome: How to improve it in Great Danes. Theriogenology, 125:310–316.
- Armstrong SR, Roberts BK, Aronsohn M. 2005. Perioperative hypothermia. Journal of Veterinary Emergency and Critical Care, 15(1):32–37.
- Askitopoulou H, Whitwam JG, Al-Khudhairi D, Chakrabarti M, Bower S, Hull CJ. 1985. Acute Tolerance to Fentanyl during Anesthesia in Dogs. Anesthesiology, 63(3):255–261.
- Batista M, Moreno C, Vilar J, Golding M, Brito C, Santana M, Alamo D. 2014. Neonatal viability evaluation by Apgar score in puppies delivered by cesarean section in two brachycephalic breeds (English and French bulldog). Animal Reproduction Science, 146(3–4):218–226.
- Bergström A, Nødtvedt A, Lagerstedt A-S, Egenvall A. 2006. Incidence and breed predilection for dystocia and risk factors for cesarean section in a Swedish population of insured dogs. Veterinary surgery : VS, 35(8):786–91.
- Biddle D, Macintire DK. 2000. Obstetrical emergencies. Clinical Techniques in Small Animal Practice, 15(2):88–93.
- Brooks VL, Keil LC. 1994. Hemorrhage decreases arterial pressure sooner in pregnant compared with nonpregnant dogs: role of baroreflex. American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology, 266(4):H1610–H1619.
- Caulkett N, Read M, Fowler D, Waldner C. 2003. A comparison of the analgesic effects of butorphanol with those of meloxicam after elective ovariohysterectomy in dogs. The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne, 44(7):565–70.
- Chastant-Maillard S, Guillemot C, Feugier A, Mariani C, Grellet A, Mila H. 2017. Reproductive performance and pre-weaning mortality: Preliminary analysis of 27,221 purebred female dogs and 204,537 puppies in France. Reproduction in Domestic Animals, 52:158–162.

- Claude A, Meyer RE. 2016. Anaesthesia for Caesarean section and for the pregnant patient. BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia. 366–375, British Small Animal Veterinary Association;
- Conde Ruiz C, del Carro AP, Rosset E, Guyot E, Maroiller L, Buff S, Portier K. 2016. Alfaxalone for total intravenous anaesthesia in bitches undergoing elective caesarean section and its effects on puppies: a randomized clinical trial. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 43(3):281–290.
- Conze T, Jurczak A, Fux V, Socha P, Wehrend A, Janowski T. 2020. Survival and fertility of bitches undergoing caesarean section. *Veterinary Record*, 186(13):416–416.
- Cornelius AJ, Moxon R, Russenberger J, Havlena B, Cheong SH. 2019. Identifying risk factors for canine dystocia and stillbirths. *Theriogenology*, 128:201–206.
- de Cramer KGM, Joubert KE, Nöthling JO. 2016. Hematocrit changes in healthy periparturient bitches that underwent elective cesarean section. *Theriogenology*, 86(5):1333–1340.
- de Cramer KGM, Joubert KE, Nöthling JO. 2017. Puppy survival and vigor associated with the use of low dose medetomidine premedication, propofol induction and maintenance of anesthesia using sevoflurane gas-inhalation for cesarean section in the bitch. *Theriogenology*, 96:10–15.
- Dias RSG, Soares JHN, Castro D dos S e, Gress MAK de A, Machado ML, Otero PE, Ascoli FO. 2018. Cardiovascular and respiratory effects of lumbosacral epidural bupivacaine in isoflurane-anesthetized dogs: The effects of two volumes of 0.25% solution. *PLOS ONE*, 13(4):e0195867.
- Dimço E, Abeshi J, Lika E, Dharmo G. 2013. Effect of pregnancy in hematological profile of dogs. *Albanian j. agric. sci*, 12(2):159–162.
- Doebeli A, Michel E, Bettschart R, Hartnack S, Reichler IM. 2013. Apgar score after induction of anesthesia for canine cesarean section with alfaxalone versus propofol. *Theriogenology*, 80(8):850–854.
- Dog Breeds - Types Of Dogs - American Kennel Club.
- Egger CM. 2016. Anaesthetic complications, accidents and emergencies. BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia. 428–444, British Small Animal Veterinary Association;

- Fusi J, Faustini M, Bolis B, Veronesi MC. 2020. Apgar score or birthweight in Chihuahua dogs born by elective Caesarean section: which is the best predictor of the survival at 24 h after birth? *Acta Veterinaria Scandinavica*, 62(1):39.
- Fux V. 2016. Evidenzbasierte Auswertung und klinische Untersuchungen zur Durchführung und Prognose der operativen Geburtshilfe beim Hund. *Otto-Behaghel-Str.* 8, 35394  
Gießen: Justus-Liebig-Universität.
- Günzel-Apel A-R. 2018. Geburtshilflicher Untersuchungsgang. *Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere.* 285–294, Stuttgart, DE: Enke;
- Hopper K, Powell LL. 2013. Basics of Mechanical Ventilation for Dogs and Cats. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 43(4):955–969.
- Iizuka T, Kamata M, Yanagawa M, Nishimura R. 2013. Incidence of intraoperative hypotension during isoflurane–fentanyl and propofol–fentanyl anaesthesia in dogs. *The Veterinary Journal*, 198(1):289–291.
- Kaneko M, Nakayama H, Igarashi N, Hirose H. 1993. Relationship between the Number of Fetuses and the Blood Constituents of Beagles in Late Pregnancy. *Journal of Veterinary Medical Science*, 55(4):681–682.
- Keller S, Michel E, Reichler I. 2014. Hunde- und Katzenwelpen – Erstversorgung nach spontaner und assistierter Geburt. *kleintier konkret*, 17(02):3–9.
- Kerr CL. 2016. Pain management I: systemic analgesics. *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia.* 124–142, British Small Animal Veterinary Association;
- Kraus BH. 2016. Anesthesia for the caesarean section in the dog. *Veterinary Focus*, 26(1):24–31.
- Lizarraga I, Janovyak E, Beths T. 2013. Comparing lidocaine, bupivacaine and a lidocaine–bupivacaine mixture as a metacarpal block in sheep. *The Veterinary Journal*, 197(2):515–518.
- Lopate C. 2008. Estimation of gestational age and assessment of canine fetal maturation using radiology and ultrasonography: A review. *Theriogenology*, 70(3):397–402.
- Luna SPL, Cassu RN, Castro GB, Teixeira Neto FJ, Silva JR, Lopes MD. 2004. Effects of four anaesthetic protocols on the neurological and cardiorespiratory variables of puppies born by caesarean section. *Veterinary Record*, 154(13):387–389.

- Martin-Flores M, Anderson JC, Sakai DM, Campoy L, Cheong SH, Romano M, Gleed RD. 2019. A retrospective analysis of the epidural use of bupivacaine 0.0625-0.125% with opioids in bitches undergoing cesarean section. *The Canadian veterinary journal = La revue veterinaire canadienne*, 60(12):1349–1352.
- Martin-Flores M, Moy-Trigilio KE, Campoy L, Gleed RD. 2021. Retrospective study on the use of lumbosacral epidural analgesia during caesarean section surgery in 182 dogs: Impact on blood pressure, analgesic use and delays. *Veterinary Record*, 188(8):no-no.
- Mathews KA. 2008. Pain Management for the Pregnant, Lactating, and Neonatal to Pediatric Cat and Dog. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 38(6):1291–1308.
- Meola SD. 2013. Brachycephalic Airway Syndrome. *Topics in Companion Animal Medicine*, 28(3):91–96.
- Metcalfe S, Hulands-Nave A, Bell M, Kidd C, Pasloske K, O'Hagan B, Perkins N, Whitem T. 2014. Multicentre, randomised clinical trial evaluating the efficacy and safety of alfaxalone administered to bitches for induction of anaesthesia prior to caesarean section. *Australian Veterinary Journal*, 92(9):333–338.
- Michel E, Reichler IM. 2008. Kaiserschnitt bei Hund und Katze. *Kleintierpraxis*, 53(8):490–500.
- Moon P, Erb H, Ludders J, Gleed R, Pascoe P. 2000. Perioperative risk factors for puppies delivered by cesarean section in the United States and Canada. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 36(4):359–368.
- Moon PF, Erb HN, Ludders JW, Gleed RD, Pascoe PJ. 1998. Perioperative management and mortality rates of dogs undergoing cesarean section in the United States and Canada. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 213(3):365–9.
- Moon-Massat PF. 2003. Cesarean Section. *Textbook of small animal surgery*. third 3. 2597–2602, Philadelphia, PA: Saunders;
- Moon-Massat PF, Erb HN. 2002. Perioperative Factors Associated With Puppy Vigor After Delivery by Cesarean Section. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 38(1):90–96.
- Mosing M. 2016. General principles of perioperative care. *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*. 13–23, British Small Animal Veterinary Association;

- Münnich A, Küchenmeister U. 2009. Dystocia in Numbers - Evidence-Based Parameters for Intervention in the Dog: Causes for Dystocia and Treatment Recommendations. *Reproduction in Domestic Animals*, 44(SUPPL. 2):141–147.
- Murrell JC. 2016. Pre-anaesthetic medication and sedation. *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*. 170–189, British Small Animal Veterinary Association;
- O'Neill DG, O'Sullivan AM, Manson EA, Church DB, Boag AK, McGreevy PD, Brodbelt DC. 2017. Canine dystocia in 50 UK first-opinion emergency-care veterinary practices: prevalence and risk factors. *Veterinary Record*, 181(4):88–88.
- O'Neill DG, O'Sullivan AM, Manson EA, Church DB, McGreevy PD, Boag AK, Brodbelt DC. 2019. Canine dystocia in 50 UK first-opinion emergency care veterinary practices: clinical management and outcomes. *Veterinary Record*, 184(13):409–409.
- Pascoe PJ, Moon PF. 2001. Periparturient and Neonatal Anesthesia. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 31(2):315–341.
- Portier K, Ida KK. 2018. The ASA Physical Status Classification: What Is the Evidence for Recommending Its Use in Veterinary Anesthesia?—A Systematic Review. *Frontiers in Veterinary Science*, 5(AUG).
- Prévot A, Mosig D, Martini S, Guignard J-P. 2004. Nimesulide, a Cyclooxygenase-2 Preferential Inhibitor, Impairs Renal Function in the Newborn Rabbit. *Pediatric Research*, 55(2):254–260.
- Proctor-Brown LA, Cheong SH, Diel de Amorim M. 2019. Impact of decision to delivery time of fetal mortality in canine caesarean section in a referral population. *Veterinary Medicine and Science*, 5(3):336–344.
- Redondo JI, Rubio M, Soler G, Serra I, Soler C, Gómez-Villamandos RJ. 2007. Normal Values and Incidence of Cardiorespiratory Complications in Dogs During General Anaesthesia. A Review of 1281 Cases. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 54(9):470–477.
- Roos J, Maenhoudt C, Zilberstein L, Mir F, Borges P, Furthner E, Niewiadomska Z, Nudelmann N, Fontbonne A. 2018. Neonatal puppy survival after planned caesarean section in the bitch using aglepristone as a primer: A retrospective study on 74 cases. *Reproduction in Domestic Animals*, 53:85–95.
- Runcan E. 2019. Diagnostic imaging: an essential tool in the successful management of canine dystocia. *Veterinary Record*, 184(13):406–408.

- Schauvliege S. 2016. Patient monitoring and monitoring equipment. *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*. 77–96, British Small Animal Veterinary Association;
- Schmidt K, Feng C, Wu T, Duke-Novakovski T. 2021. Influence of maternal, anesthetic, and surgical factors on neonatal survival after emergency cesarean section in 78 dogs: A retrospective study (2002 to 2020). *The Canadian veterinary journal = La revue vétérinaire canadienne*, 62(9):961–968.
- Schubert A-K, Wiesmann T, Neumann T, Annecke T. 2020. Wahl des Anästhesieverfahrens zur Sectio caesarea. *Der Anaesthesist*, 69(3):211–222.
- Smith FO. 2007. Challenges in small animal parturition—Timing elective and emergency cesarian sections. *Theriogenology*, 68(3):348–353.
- Spigset O, Hägg S. 2000. Analgesics and Breast-Feeding. *Paediatric Drugs*, 2(3):223–238.
- Tønnessen R, Borge KS, Nødtvedt A, Indrebø A. 2012. Canine perinatal mortality: A cohort study of 224 breeds. *Theriogenology*, 77(9):1788–1801.
- Traas AM. 2008a. Surgical management of canine and feline dystocia. *Theriogenology*, 70(3):337–342.
- Traas AM. 2008b. Resuscitation of canine and feline neonates. *Theriogenology*, 70(3):343–348.
- Uhlig A, Rüsse M. 1982. Schnittentbindung bei der Hündin. *Tierärztliche Praxis*, 10(1):119–124.
- Veronesi MC, Panzani S, Faustini M, Rota A. 2009. An Apgar scoring system for routine assessment of newborn puppy viability and short-term survival prognosis. *Theriogenology*, 72(3):401–407.
- Vilar JM, Batista M, Pérez R, Zagorskaia A, Jouanisson E, Díaz-Bertrana L, Rosales S. 2018. Comparison of 3 anesthetic protocols for the elective cesarean-section in the dog: Effects on the bitch and the newborn puppies. *Animal Reproduction Science*, 190:53–62.
- Waddell LS. 2000. Direct blood pressure monitoring. *Clinical Techniques in Small Animal Practice*, 15(3):111–118.

Wehrend A, Röcken F, Bostedt H, Nolte I, Braun J, Günzel-Apel A-R, Arlt S, Blaschzik S, Blendinger K. 2011. Sectio caesarea bei Hund und Katze Empfehlungen zum Geburtsmanagement bei Hund und Katze. Deutsches Tierärzteblatt, 2.

White LD, Hodsdon A, An GH, Thang C, Melhuish TM, Vlok R. 2019. Induction opioids for caesarean section under general anaesthesia: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. International Journal of Obstetric Anesthesia, 40:4–13.

## 9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitstrahl.....	15
Abbildung 2: Zusammenhang Hypotension und Anzahl der Welpen vor der OP .....	26
Abbildung 3: Verteilung der Welpen .....	29
Abbildung 4: Verteilung der Welpen-Verluste .....	30
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen toten Welpen und der Entwicklungszeit .....	31

## 10. Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1: Demografischer Überblick .....</b>	<b>19</b>
<b>Tabelle 2: Details über die Verteilung von Fällen zu Welpen.....</b>	<b>21</b>
<b>Tabelle 3: Übersicht der anästhesie-relevanten Daten .....</b>	<b>22</b>
<b>Tabelle 4: Medikamente.....</b>	<b>23</b>
<b>Tabelle 5: Anästhesie-Komplikationen.....</b>	<b>24</b>
<b>Tabelle 6: Übersicht über die Zeitparameter .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabelle 7: Risikoanalyse der Komplikationen.....</b>	<b>27</b>
<b>Tabelle 8: Komplikationsanalyse mittels Exaktem-Fisher-Test.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabelle 9: Mortalitätsraten der Welpen.....</b>	<b>29</b>
<b>Tabelle 10: Vergleich Sectio caesarea und Sectio Porro .....</b>	<b>29</b>
<b>Tabelle 11: Risikoanalyse für die Welpen-Sterblichkeit.....</b>	<b>31</b>

### **Danksagung**

Herzlich bedanken möchte ich mich bei meiner Betreuerin Dr<sup>in</sup> Nora Thormann für die umfassende Betreuung, Unterstützung und hilfreichen Anregungen.

Weiters bin ich Herrn Emmanouil Lyrakis für die statistische Auswertung und Erläuterungen dankbar.

Frau Ao. Univ. Prof<sup>in</sup> Dr<sup>in</sup> Sabine Schäfer-Somi möchte ich für die Begutachtung und die dafür aufgewendete Zeit danken.