

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinische Abteilung für Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin
(Leiterin: Univ. Prof. Drⁱⁿ med.vet. Martina Mosing)

**Anästhesie beim Kaiserschnitt bei der Katze - Literaturüberblick
sowie retrospektive Datenanalyse der Anästhesieprotokolle für den
Kaiserschnitt bei der Katze an der Veterinärmedizinischen
Universität Wien (2015 – 2022)**

A retrospective single-centre analysis of chosen anesthesia protocols for feline cesarean section at the Veterinary University of Vienna (2015 – 2022) and an overview of recent recommendations in literature

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Magdalena Rössler

Wien, Dezember 2024

Betreuerin: Drⁱⁿ. med.vet. Nora Thormann
Klinische Abteilung für Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin
Department für Kleintiere und Pferde

Begutachterin: Ao. Univ.-Prof. Drⁱⁿ. med.vet. Sabine Schäfer-Somi
Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie sowie Plattform für
Besamung und Embryotransfer

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit mit dem Titel „Anästhesie beim Kaiserschnitt bei der Katze - Literaturüberblick sowie retrospektive Datenanalyse der Anästhesieprotokolle für den Kaiserschnitt bei der Katze an der Veterinärmedizinischen Universität Wien (2015 – 2022)“ selbstständig und ohne unerlaubtes Hilfsmittel geschrieben habe. Alle verwendeten Quellen sind in dem Literaturverzeichnis angegeben. Die Arbeit wurde von mir eigenständig verfasst und wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Wien, 2024

Magdalena Rössler

1 Inhaltsverzeichnis

2	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....	6
3	ZUSAMMENFASSUNG	7
4	ABSTRACT.....	8
5	EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG.....	9
6	LITERATURÜBERSICHT	9
6.1	PHYSIOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN WÄHREND DER TRÄCHTIGKEIT	9
6.2	DYSTOKIE.....	10
6.3	INDIKATION FÜR EINEN KAISERSCHNITT	10
6.4	ANÄSTHESIE BEIM KAISERSCHNITT	10
6.4.1	<i>Vorbereitung.....</i>	11
6.4.2	<i>Monitoring.....</i>	12
6.4.3	<i>Prämedikation</i>	12
6.4.4	<i>Einleitung.....</i>	12
6.4.5	<i>Erhaltung.....</i>	13
6.4.6	<i>Lokalanästhesie</i>	13
6.4.7	<i>Analgesie.....</i>	14
6.4.8	<i>Antagonisten</i>	14
6.4.9	<i>Notfallmedikation.....</i>	14
6.5	POSTOPERATIVES MANAGEMENT DER WELPEN	15
6.6	POSTOPERATIVES MANAGEMENT DER KÄTZIN.....	16
7	MATERIAL UND METHODEN	17
7.1	LITERATURERCHE	17
7.2	DATENERHEBUNG	17
7.3	ERFASSTE DATEN	17
7.3.1	<i>Definitionen</i>	18
7.4	STATISTISCHE AUSWERTUNG.....	20
8	ERGEBNISSE.....	22
8.1	PATIENTEN	22
8.2	KITTEN	22
8.3	ANÄSTHESIE	23
8.3.1	<i>Prämedikation</i>	23
8.3.2	<i>Einleitung.....</i>	24
8.3.3	<i>Lokalanästhesie</i>	24
8.3.4	<i>Erhaltung.....</i>	25
8.3.5	<i>Intraoperative Medikamentengabe.....</i>	25
8.4	KOMPLIKATIONEN.....	26

8.4.1	Notfallmedikamente.....	26
8.5	POSTOPERATIVE ANALGESIE	26
9	RISIKOANALYSE.....	27
10	DISKUSSION	29
11	LITERATURVERZEICHNIS.....	32
12	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	35
13	TABELLENVERZEICHNIS	36

2 Abkürzungsverzeichnis

ASA	American Society of Anesthesiologists
Apgar(-Score)	Atmung, Puls, Grundtonus, Aussehen, Reflexe
eTCO ₂	endtidal CO ₂
NSAIDs	Non-steroidal anti-inflammatory drugs (Nicht-steroidale Antirheumatika)
TIS	Tierinformationssystem

3 Zusammenfassung

Bei Kaiserschnitten ist es von entscheidender Bedeutung die Anästhesie sorgfältig anzupassen, um Komplikationen zu minimieren oder idealerweise zu verhindern. Eine effektive Analgesie für die Katze ist dabei von großer Bedeutung. Dabei ist jedoch besondere Vorsicht bei der Wahl plazentagängiger Medikamente geboten, um die Kitten so wenig wie möglich zu beeinflussen.

In dieser Studie wurden über einen Zeitraum von 01.01.2015 bis 31.12.2022 Anästhesieprotokolle von Kaiserschnitten bei der Katze an der Veterinärmedizinischen Universität Wien untersucht. Besonderes Merkmal wurde auf die Medikamentengabe, Komplikationen und Welpenmortalität gelegt. Ziel dieser Arbeit war es zu untersuchen, ob die Verabreichung bestimmter Medikamente, aufgetretene Komplikationen während der Anästhesie oder die Anästhesiedauer einen signifikanten Einfluss auf die Kittenmortalität hat. Für die Prämedikation wurde am häufigsten Butorphanol (38,57%) und Sufentanil (28,57%) verwendet, 14,29% erhielten keine Prämedikation. Bei der Einleitung wurde zu 74,29% Propofol und zu 25,71% Alfaxalon verwendet. Als Erhaltung wurde zu 82,86% Isofluran als Inhalationsnarkose angewandt.

91,42% der 70 Fälle hatten Komplikationen während der Anästhesie, wobei eine Hypothermie am häufigsten auftrat (57,14%), gefolgt von Bradykardie (61,54%) und Hyperkapnie (28,57%). Die statistische Auswertung ergab keinen signifikanten Einfluss der verschiedenen Prämedikationen auf die Kittensterblichkeit. Auch hinsichtlich der Operationsdauer konnte keine signifikante Verbindung zur Welpensterblichkeit nachgewiesen werden. Allerdings zeigte die logistische Regression eine signifikant niedrigere Welpensterblichkeit bei der Verabreichung von Alfaxalon im Vergleich zu Propofol, mit einem p-Wert von 0,03.

4 Abstract

In caesarean sections in cats, it is crucial to carefully adjust the anesthesia to minimize or ideally prevent complications. Effective analgesia for the cat is essential, though special caution must be taken in selecting drugs, as most of them cross the placenta, to minimize any impact on the kittens.

This study analyzed anesthesia protocols for feline caesarean sections at the University of Veterinary Medicine Vienna over the period from 1st January 2015 to 31st December 2022. The primary focus was on drug administration, complications and kitten mortality. The aim of this research was to investigate whether the administration of certain drugs had a significant impact on kitten mortality.

For premedication, butorphanol (38.57%) and sufentanil (28.57%) were most commonly used, while 14.29% of the cats received no premedication. Induction was achieved with propofol in 71.42% of cases and alfaxalone in 25.72%. For maintenance, isoflurane was applied as inhalation anesthesia in 82.86% of the cases.

Complications during anesthesia occurred in 91.42% of the 70 cases, with hypothermia being the most frequent (57.14%), followed by bradycardia (45.71%) and hypercapnia (28.57%).

Statistical analysis showed no significant effect of different premedications on kitten mortality. Furthermore, no significant correlation between the duration of the surgery and kitten mortality was found. However, logistic regression revealed a significantly lower kitten mortality rate with the administration of alfaxalone compared to propofol, with a p-value of 0.0319.

5 Einleitung und Fragestellung

Die häufigsten Gründe für Kaiserschnitte sind Dystokie und Schweregeburten. Frühzeitige chirurgische Eingriffe können zu besseren Überlebenschancen der Kitten und einer schnelleren Genesung der Katze führen (1). Jedoch muss man aufgrund der Trächtigkeit die damit verbundenen physiologischen Veränderungen beim Anästhesiemanagement berücksichtigen (2).

Bei dieser Arbeit wurden 75 Anästhesien bei Kaiserschnitten bei der Katze an der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von 01.01.2015 bis 31.12.2022 untersucht. Das Ziel dieser retrospektiven Studie war, einen Überblick über die angewandten Anästhesieprotokolle, Operationszeiten und aufgetretenen Komplikationen während der Anästhesie zu erhalten, um mithilfe dieser Aufzeichnungen einen möglichen Einfluss auf die Welpenmortalität erkennen zu können.

Im Speziellen wurde durch ein binomiales Regressionsmodell untersucht, ob die eingesetzte Prämedikation, die gewählten Medikamente zur Einleitung, aufgetretene Komplikationen während der Anästhesie oder die Operationsdauer einen Einfluss auf die Wahrscheinlichkeit für verstorbene Welpen haben.

6 Literaturübersicht

6.1 Physiologische Veränderungen während der Trächtigkeit

Während der Trächtigkeit unterliegt der Körper der Kätzin mehreren physiologischen Veränderungen, welche Auswirkung auf das Anästhesiemanagement haben (3). Diese Veränderungen können hämatologisch, respiratorisch, kardiovaskulär, gastrointestinal, endokrin oder renal sein (4).

Aufgrund der Größenzunahme des Uterus wird der Magen- und Darmtrakt verdrängt und (4) die Magenentleerung ist verzögert. Somit besteht ein erhöhtes Risiko einer Aspirationspneumonie bei trächtigen Tieren (5).

Zusätzlich kommt es zu einer Veränderung der Lungenkapazität, da das Zwerchfell durch die wachsenden Föten nach kranial gedrückt wird, und somit die Kapazität verringert wird. Der Sauerstoffverbrauch steigt um 20% (6). Dadurch erhöht sich das Tidalvolumen um 40% und die Atemfrequenz um 10% (7).

Das Blutvolumen steigt um 40% als Reserve für den Blut- und Flüssigkeitsverlust während der Geburt (6). Das Plasmavolumen steigt während der Trächtigkeit stärker an als das Volumen der roten Blutkörperchen. Dies resultiert in einer relativen Anämie. Das Herzzeitvolumen erhöht sich um 30 bis 50% aufgrund einem erhöhten Schlagvolumen und einer gesteigerten Herzfrequenz (4).

Aufgrund erhöhten Progesteron Konzentrationen, welche positiv auf die GABA-A-Rezeptoren wirken (8) und der hormonell bedingten Schmerzdämpfung durch Östrogen und Progesteron, sind die Anästhesieanforderungen ebenfalls beeinflusst und reduziert während der Trächtigkeit (9).

6.2 Dystokie

Die physiologische Trächtigkeit bei der Katze beträgt 63 bis 65 Tage bei der Katze. Die Geburt des ersten Welpen sollte innerhalb 60 Minuten nach Beginn der Wehen erfolgen und das Intervall zwischen den Geburten der weiteren Kitten sollte höchstens 60 Minuten betragen (10).

Eine Dystokie kommt bei 3,3 bis 5,8% bei Geburten von Katzen vor (11). Diese kann durch funktionelle wie z.B. Wehenschwäche als auch obstruktive (maternal oder fetal) Ursachen bedingt sein. Häufige weitere Gründe sind fetale Fehllagen oder Missbildungen (12). Bei 67,1% der Fälle liegt die Ursache bei der Kätzin. Risikofaktoren sind Alter, Rasse, Wurfgröße und Körpergröße des Patienten (11). Klinisch kann es zu Dehydratation, Hypothermie, Hypovolämie, bis hin zu Toxämie und Schock kommen (3). Bei einer Dystokie handelt es sich um einen Notfall der lebensbedrohlich für Kätzin und Kitten sein kann (12).

6.3 Indikation für einen Kaiserschnitt

Indikationen für einen Kaiserschnitt bei der Katze umfassen Situationen, in denen nicht genügend Reaktion nach der Verabreichung von Oxytocin erfolgt, Anzeichen für fetalen Stress erkennbar sind, wie z.B. eine erhöhte Herzfrequenz der Welpen oder ein besonders großer Wurf vorliegt. Die physiologische Herzfrequenz der Welpen zum Geburtstermin liegt zwischen 170-230 Schlägen/Minute. Bei einer Hypoxie steigt die Herzfrequenz zunächst an und fällt dann wieder ab. Herzfrequenzen unter 150 Schlägen/Minute gelten als Alarmsignal für Hypoxie und wenn die Herzfrequenz unter 100 Schläge/Minute sinkt sollte sofort ein Notfallkaiserschnitt durchgeführt werden (13).

Bei Kätzin mit Dystokie ist bei über 70% eine primäre Uterusatonie dafür verantwortlich. Fehlende Bauchkontraktionen und zu schwache Wehen sind dadurch nicht ausreichend für den Geburtsvorgang. Ein grünlich-brauner Vaginalausfluss, der auf eine Plazentalösung hinweist, stellt eine weitere Indikation für einen Notkaiserschnitt dar, da die Föten in diesem Fall schnell absterben können (13).

Eine Indikation für einen elektiven Kaiserschnitt bei der Katze wäre ein zu enger Geburtskanal durch alte Beckenfrakturen oder wenn die Welpen im Verhältnis zur Mutter zu groß sind. Dies betrifft häufig brachycephalen Rassen (13).

6.4 Anästhesie beim Kaiserschnitt

Das Ziel bei der Anästhesie beim Kaiserschnitt ist es, die geringsten medikamentösen Nebenwirkungen zu haben und gleichzeitig die optimalen Operationskonditionen zu schaffen (3). Alle Anästhetika und Analgetika können die Plazenta schnell passieren. Medikamente mit

hoher Lipidlöslichkeit können die Plazentaschranke problemlos passieren und diffundieren passiv zum Fötus. Auch der Blutfluss spielt eine entscheidende Rolle, da er die Geschwindigkeit bestimmt, wie schnell ein Medikament die Plazentaschranke passieren kann (14). Daher sollte der Einsatz von diversen Anästhetika auf das Nötigste reduziert werden, da Nebenwirkungen der Anästhesie wie Atemdepression, Hypoxämie, Hypoventilation, und Hypotonie eine Gefahr für die Kätzin als auch die Nachkommen darstellt (3).

Oft ist der Kaiserschnitt ein Notfalleingriff, weswegen der Magen häufig nicht komplett leer durch eine präoperative Nahrungskarenz ist. Dadurch ist die Gefahr der Aspirationspneumonie durch Regurgitieren erhöht (4). Durch die physiologischen Veränderungen während der Trächtigkeit ist es unerlässlich so schnell wie möglich nach der Anästhesieeinleitung zu intubieren, um die Atemwege zu sichern (2). Dies ist von großer Bedeutung, da eine postoperative Pneumonie durch Regurgitieren zum Tod führen kann (4). In einer Studie von Moon (1998) lag die maternale Mortalitätsrate von Hündinnen bei 56% aufgrund von Aspirationspneumonien durch die verzögerte Magenentleerung (15). Die Verabreichung eines Antiemetikums, wie zum Beispiel Maropitant (1mg/kg s.c.), kann dem Auftreten von Regurgitation ebenfalls entgegenwirken (4).

6.4.1 Vorbereitung

Eine allgemeine klinische Untersuchung der Kätzin vor der Operation ist unerlässlich, um mögliche systemische Erkrankungen auszuschließen (5). Mithilfe der ASA-Klassifizierung kann man die Patienten nach ihrem klinischen Zustand in 5 Gruppen einteilen und somit das perioperative Risiko einschätzen (16).

Ein abdominaler Ultraschall kann darüber hinaus eine Aussage über die mögliche Anzahl der Föten sowie deren Viabilität liefern (4). Mithilfe des Ultraschalls kann man die Herzfrequenz der Föten beurteilen. Eine Herzfrequenz unter 180 Schlägen pro Minute deutet auf Stress der Föten hin. Bei einer Herzfrequenz unter 160 Herzschlägen pro Minute sollte ein Notfallkaiserschnitt durchgeführt werden, da dies auf eine Hypoxämie hindeutet (11).

Durch die klinische Untersuchung des Patienten vor Operationsbeginn kann eingeschätzt werden, ob der Patient stabil genug für eine Anästhesie ist. Dadurch kann die Anästhesietechnik an den Zustand des Patienten angepasst werden (3).

Eine Verkürzung der Narkosezeit sollte angestrebt werden. Dies lässt sich, sofern die Katze es zulässt, durch das Scheren und Reinigen der Operationsstelle vor der Einleitung der Anästhesie erreichen. Ebenfalls sollte der Operateur vor der Einleitung vor Ort sein und die benötigten Geräte und Instrumente vorbereitet sein (3).

Die Präoxygenierung vor der Prämedikation bzw. Einleitung ist wegen der physiologischen Veränderungen während der Trächtigkeit sehr empfehlenswert (4).

Bei der Lagerung ist darauf zu achten, dass der Tisch nicht gekippt wird und der Kopf nicht der tiefste Punkt ist, da dies zusätzliches Gewicht auf das Zwerchfell ausübt und somit die Ventilation beeinträchtigen kann (3).

6.4.2 Monitoring

Perioperativ sollte regelmäßig die Anästhesietiefe kontrolliert werden. Dies ist durch klinisches Monitoring wie die Stellung des Bulbus, Kontrolle des Kiebertonus und die Reaktion auf Stimulationen während der Operation möglich. Weiters kann man durch apparatives Monitoring wichtige Vitalparameter kontrollieren. Hierbei gibt das Pulsoxymeter Auskunft über die Pulsfrequenz und Sauerstoffsättigung, welche über 95% sein sollte. Der Kapnograph zeigt den endtidalen CO₂ (eTCO₂) an. Der Blutdruck kann oszillometrisch oder mit einem Doppler gemessen werden. Da Hypothermie eine häufige Komplikation während Operationen ist sollte die innere Körpertemperatur regelmäßig überprüft werden. Perioperative Hypothermie kann sich ebenfalls auf die Welpen übertragen und zu niedrigeren Apgar Scores führen (4).

6.4.3 Prämedikation

Medikamente, welche in der Lage sind die Blut-Hirn-Schranke zu überwinden, können auch die Plazentaschranke passieren. Deshalb ist es möglich, dass fast alle verabreichten Medikamente während der Operation Auswirkungen auf die Nachkommen haben (4).

Opioide wie Methadon oder Buprenorphin werden oft zur Analgesie eingesetzt. Methadon wird bevorzugt verwendet, da man dieses bei den Welpen einfach antagonisieren kann, falls diese zum Beispiel Bradykardie zeigen. Es wird jedoch empfohlen Opioide erst nach der Entwicklung der Welpen zu verabreichen (4).

Xylazin und andere alpha-2-Agonisten sind bei Kleintieren während der Trächtigkeit beziehungsweise in Geburt nicht empfohlen (2). Auch Moon et. al (2000) beschreibt eine erhöhte neonatale Mortalität bei Verwendung von Xylazin (17). Jedoch beschreibt Brodbelt et. al (2008), dass neuere alpha2-Agonisten keine Auswirkung auf die Mortalität der Welpen haben (18). Trotzdem kann durch die Gabe dieser Medikamente eine Vasokonstriktion und ein vermindertes Herzzeitvolumen entstehen und die Mutter und Föten negativ beeinflussen (4). Azepromazin hat eine langanhaltende Wirkungsdauer und irreversible Wirkung und sollte deshalb vorsichtig angewendet werden. Weiters kann es über die vasodilatorische Wirkung eine Hypotension bei Dehydratation oder Blutverlust bewirken (4). Smith (2012) betont, dass Alpha-2-Adrenozeptor-Agonisten wie Xylazin und Medetomidin, Barbiturate wie Thiopental und ebenso Ketamin oder Methoxyfluran nicht zur Anästhesie beim Kaiserschnitt eingesetzt werden sollten (11).

6.4.4 Einleitung

In einer Studie von Doebeli (2013) wurde die Mortalitätsrate der Hündinnen und deren Welpen nach einem Kaiserschnitt untersucht. Dabei wurde der Einfluss von entweder Alfaxalon oder Propofol als Einleitung der Anästhesie miteinander verglichen. Die Studie ergab keine

signifikanten Unterschiede bei der Sterberate der Muttertiere und der Überlebensrate der Welpen, jedoch einen höheren Apgar Score der Welpen bei der Gabe von Alfaxalon (19). Daher ist Alfaxalon das Medikament der Wahl, auch wenn es derzeit lediglich Studien für Hunde und nicht für Katzen gibt (4).

Propofol wird aufgrund des schnellen Wirkungseintritts und der gleichzeitigen kurzen Wirkungsdauer gerne zur Anästhesieeinleitung verwendet (5).

Ketamin wird häufig in Kombination mit Midazolam oder Diazepam eingesetzt (4). Studien haben jedoch gezeigt, dass diese Kombination zu neurologischen Depressionen bei den Kitten führen kann (20).

Es gibt wenige Studien über den Einsatz von Alpha2-Adrenorezeptor-Agonisten, wie Medetomidin oder Dexmedetomidin, bei Hunden und Katzen während der Trächtigkeit, weshalb von diesen abgeraten wird (21).

6.4.5 Erhaltung

Inhalative Anästhetika müssen nur zu einem geringen Teil verstoffwechselt werden, um aus dem Körper ausgeschieden zu werden. Halogenierte Wirkstoffe führen zur Entspannung der Gebärmutter, wodurch die Manipulation der Föten in-utero erleichtert wird (3). Jedoch wird Isofluran und Sevofluran gegenüber Halothan vorgezogen (11). Inhalative Anästhetika sollten stets mit der minimal erforderlichen Dosis verabreicht werden, bis die Welpen entwickelt sind, da es dadurch zu einer Vasodilatation der Kätzin, zu einem verminderten uterinen Blutfluss und infolgedessen zu einer neonatalen Depression führen kann (5).

Inhalative Anästhetika haben eine atemdepressive Auswirkung was zu Hyperkapnie führen kann. Die Atemdepression unterliegt einer Verringerung des Minutenvolumens. Sevofluran und Desfluran haben einen geringeren depressiv wirkenden Einfluss im Vergleich zu Isofluran (22).

6.4.6 Lokalanästhesie

Lokalanästhesie zusätzlich zur Allgemeinanästhesie trägt dazu bei, Schmerzen zu kontrollieren und den Bedarf an zusätzlicher Analgesie während der Operation zu reduzieren (23). Der Vorteil der Lokalanästhesie ist die geringe Auswirkung auf die Föten (3).

Lokalanästhetika können als Infiltrationsanästhesie rund um die Inzisionsstelle appliziert werden. Zusätzlich wirken sie auch postoperativ analgetisch (24). Bei der Infiltration wird Lidocain mit einer Dosierung von 2mg/kg entlang der ventralen Mittellinie appliziert (5).

Eine weitere Technik der Lokalanästhesie ist der sogenannte „Splash-Block“ wobei ein Lokalanästhetikum, meistens Lidocain, auf die Inzisionsstelle aufgetropft wird (23).

Für die Epiduralanästhesie wird ebenfalls Lidocain verwendet, mit einer Dosierung von 2-3 mg/kg, wobei das Volumen 6ml nicht überschreiten sollte (5). Die Epiduralanästhesie hat bezüglich der Analgesie eine bessere Wirkung im Gegensatz zur Schnitlinieninfiltration, welche lediglich lokal wirkt (3). Die Epiduralanästhesie wirkt zwar stark analgetisch, jedoch

kann der Patient ohne Allgemeinanästhesie auf Druck und Manipulation reagieren. Weitere Risiken bei der Epiduralanästhesie bestehen in verbleibenden motorischen Defekten und dem Risiko der Hypotension (4).

6.4.7 Analgesie

Der Einsatz von Analgetika während der Trächtigkeit bei Katzen ist wenig erforscht und es fehlen klinischen Studien, die die Sicherheit ihrer Anwendung beschreiben. Durch die physiologischen Veränderungen, wie zum Beispiel erhöhter Körperfettanteil und Gesamtkörperwasser, kann die Aufnahme und Verteilung der Medikamente, sowie deren Metabolisierung beeinträchtigt sein (25).

Die Anwendung von Opioiden vor oder während der Einleitung verringert den Bedarf an Narkotika und Inhalationsanästhetika. Bei den Opioiden wird Methadon bevorzugt, da dies leicht antagonisiert werden kann bei den Kitten, sobald diese entwickelt sind (4). Bei Studien aus der Humanmedizin zeigte Buprenorphin bei einmaliger Gabe eine geringe transplazentare Übertragung. Fentanyl übertritt schnell die Plazentaschranke, jedoch ist die Rate bei Sufentanil höher. Nach der Entwicklung der Welpen beim Kaiserschnitt sollte man auf Apathie achten, und wenn nötig die Wirkung des Opioids antagonisieren (25).

NSAIDs werden während der Trächtigkeit und der Laktation grundsätzlich nicht empfohlen, jedoch gilt eine einmalige Injektion nach dem Kaiserschnitt als vertretbar. Es gibt keine Studien zur Sicherheit oder möglichen Nebenwirkungen der neuer zugelassenen NSAIDs, wie Meloxicam, Carprofen, Firocoxib usw. bei trächtigen Katzen. Nach Erfahrungen des Ontario Veterinary College konnte bei einer einmaligen Verabreichung von Meloxicam 0,1mg/kg i.v. nach dem Kaiserschnitt keine Beeinträchtigungen bei den Nachkommen hergestellt werden in Zusammenhang mit der NSAID Gabe. Möglicherweise sind auch weitere zugelassene NSAIDs geeignet, jedoch wurden in dieser Studie keine COX-2-Hemmer verwendet (25).

6.4.8 Antagonisten

Beim Einsatz von Opioiden beim Muttertier sollte jederzeit der passende Antagonist bereit liegen. Es wird empfohlen den Antagonisten nach der Geburt sublingual den Neugeborenen zu verabreichen, sobald sie beim Kaiserschnitt entwickelt sind (25). Bei Opioiden ist der passende Antagonist Naloxon. Dieser wirkt bei μ - und κ -Opioidrezeptoren (26).

6.4.9 Notfallmedikation

Bei neugeborenen Welpen kann man im Falle eines Notfalls Medikamente am besten intravenös in die Vena jugularis oder in die Nabelvene, manche Medikamente sublingual, oder intraossär am proximalen Femur, Humerus oder an der proxiomedialen Tibia verabreichen. Bei der Nabelvene sollte man Medikamente mit kleinem Volumen verdünnen da dort wenig Blutfluss vorhanden ist. Bei einem Herzstillstand trotz Sauerstoffgabe und Herzdruckmassage kann Epinephrin (0,1-0,3 mg/kg i.v. oder i.o.) appliziert werden (24).

Doxapram, ein zentrales Stimulans, hat eine nicht eindeutig geklärte Wirkweise. Der Einsatz sollte die Atmung des Neugeborenen stimulieren (24). Obwohl es häufig als Atmungsstimulans eingesetzt wird, ist es weder zur Wiederbelebung von Neugeborenen in der Humanmedizin empfohlen noch gibt es wissenschaftlichen Belege zur Anwendung in der Veterinärmedizin. Da die Wirkung bei Hypoxämie reduziert ist, ist die Beeinflussung der Atmung bei apnoischen Patienten fraglich (5).

Um Opioide, welche der Mutter vor dem Kaiserschnitt verabreicht wurden, bei den Kitten zu antagonisieren kann Naloxon (0,1 mg/kg i.v., s.c., i.m. oder sublingual) gegeben werden (24). Bei Welpen, die noch keine 14 Tage alt sind, hat Atropin wenig bis keinen Effekt auf die Herzfrequenz, insbesondere bei Welpen unter 11 Tagen. Die Bradykardie bei Neonaten ist oft ein Resultat der myokardialen Hypoxie. Eine Erhöhung der Herzfrequenz führt zu einem erhöhten Sauerstoffverbrauch, was bei einer vorliegenden Hypoxämie zu myokardialen Schäden führen kann (24).

6.5 Postoperatives Management der Welpen

Nach der Entwicklung der Kitten sollten die Vitalparameter wie Herzfrequenz, Atemfrequenz und Schleimhautfarbe beurteilt werden. Es sollten Flüssigkeiten abgetrocknet und aus dem Maul möglicherweise abgesaugt werden, die Nabelschnur abgeklemmt und bei Blutungen ligiert werden. Durch das Abreiben der Föten wird die Haut stimuliert und die Atmung gefördert. Falls die Kätzin Opioide zur Prämedikation erhalten hat, sollte den Kitten Naloxon sublingual verabreicht werden. Die Kitten sollten bis zur Zusammenführung mit der Mutter bei 32 Grad Celsius Umgebungstemperatur gewärmt werden und es kann zusätzlich Sauerstoff zugeführt werden (3). Der Apgar Score erleichtert die Einschätzung des klinischen Zustands der Kitten direkt nach der Geburt und ermöglicht frühzeitiges Eingreifen, wenn nötig (27). Der Apgar Score wird seit den 1950er Jahren in der Humanmedizin verwendet und ist bis heute die beste Methode, um die Vitalität von Neugeborenen zu beurteilen und eine Prognose der Überlebensrate zu formulieren. Hierbei werden die Parameter wie folgt beurteilt: Atmung, Puls, Grundtonus, Aussehen, Reflexe. Diese werden eine Minute und 5 Minuten nach der Geburt bewertet. Die Benotung erfolgt von 0 bis 10, wobei alle Werte unter 3 kritisch einzustufen sind und eine medizinische Intervention benötigen, bei 4 bis 6 sollten die Welpen medizinisch überwacht werden und Welpen mit einem Apgar Score über 7 haben einen unbedenklichen klinischen Zustand (28).

Bei einer Studie wurden die Kitten von 7 Katzen, davon 19 natürlich geborene und 13 per Kaiserschnitt entwickelte Kitten, anhand dieses Schemas untersucht. Es wurden die Reflexe, innere Körpertemperatur, Blutglukose, SpO₂ und Gewicht bewertet und nach 5, 10 und 60 Minuten ermittelt. Die Ergebnisse der Studie zeigten eine geringere Vitalität bei Kitten geboren durch einen Kaiserschnitt im Gegensatz zu einer vaginalen Geburt. Jedoch würde ein angepasster Apgar Score für Katzen bevorzugt werden (27).

6.6 Postoperatives Management der Kätzin

Nach der Operation muss die Kätzin gereinigt und getrocknet werden. Wenn möglich kann man gegebenenfalls die Anästhetika antagonisieren. Eine schnelle Erholung der Mutter ist wichtig, um sie ehestmöglich mit den Kitten zusammenzuführen. Manche Muttertiere zeigen nach der Anästhesie unvorhersehbares Verhalten gegenüber den Kitten. In diesem Fall sollte man sie trotzdem trinken lassen aber danach trennen. Die Nähte können nach 7 bis 10 Tagen entfernt werden (3).

7 Material und Methoden

7.1 Literaturrecherche

Zur Recherche von Studien über Anästhesien für Kaiserschnitte bei der Katze wurden die Datenbanken „Pubmed“, „ScienceDirect“ und „Google Scholar“ verwendet. Es wurden sowohl deutschsprachige als auch englischsprachige Artikel gesucht. Der Suchzeitraum befindet sich zwischen Jänner und Februar 2024.

Folgende Suchbegriffe wurden verwendet:

- „ANESTHESIA“ + „CAT“ + „CESAREAN“
- „ANESTHESIA“ + „CAT“ + „PREGNANT“
- „FELINE“ + „ANESTHESIA“
- „FELINE“ + „CESAREAN“
- „FELINE“ + „CESAREAN“ + „SECTION“
- „FELINE“ + „CESAREAN“ + „ANESTHESIA“
- „CAT“ + „PREGNANT“
- „CAT“ + „ANALGESIA“
- „CAT“ + „C-SECTION“
- „CAT“ + „DYSTOCIA“

Die Einleitung wurde auf Basis der in der Literaturrecherche gefundenen Artikel formuliert. Diese Quellen lieferten unterschiedliche Einsichten und den aktuellen wissenschaftlichen Stand zur Anästhesie beim Kaiserschnitt bei der Katze. Insgesamt wurden 24 Artikel für die Literaturübersicht verwendet, wovon 18 Kleintiere, also Hund und Katze, behandelten, vier Artikel über Hunde und lediglich 2 Artikel spezifisch über die Katze waren. Allerdings wurden in den 18 Artikeln oftmals deutlich mehr über Hunde beschrieben.

7.2 Datenerhebung

In dieser retrospektiven Studie wurden insgesamt 75 Kaiserschnittanästhesien bei der Katze, welche an der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von 01.01.2015 bis 31.12.2022 durchgeführt wurden, untersucht. Die Daten wurden mithilfe des Tierspitalinformationssystem (TIS) gesammelt und in einer Excel-Tabelle in verschiedene Kategorien eingeteilt.

7.3 Erfasste Daten

Die Daten wurden unterteilt in demographisch, Anästhesie-relevant und Kitten-spezifisch. Die Patienten-spezifischen Daten beinhalten Rasse, Alter, Gewicht, Brachycephalie und ASA-Klassifizierung. Die Anästhesie-spezifische Daten wurden in folgende Gruppen unterteilt:

- Prämedikation

- Einleitung
- Lokalanästhesie
- Intra-operativ verabreichte Medikamente inklusive Notfallmedikation
- Erhaltung
- Art der Ventilation
- Infusionsmanagement
- Post-operativ verabreichte Medikamente
 - NSAIDs
 - Opiode
- Komplikationen
 - Hypoxämie
 - Hypo- und Hypertension
 - Hypo- und HyperEtCO₂
 - Brady- und Tachykardie
 - Hypothermie
- Kitten-spezifisch
 - Gesamtanzahl
 - Lebendig-geboren
 - Tot-geboren
 - Durch Kaiserschnitt lebendig-geboren
 - Durch Kaiserschnitt tot-geboren
 - Postoperativ verstorben/euthanasiert
- Zeitparameter
 - Operationsdauer
 - Anästhesiedauer

7.3.1 Definitionen

Die Parameter des apparativen Monitorings wie Herzfrequenz, systolischer, diastolischer und mittlerer arterieller Blutdruck, Sauerstoffsättigung, EtCO₂, Atemfrequenz, Art der Ventilation sowie innere Körpertemperatur während der Anästhesie wurden alle 5 Minuten im Anästhesieprotokoll dokumentiert. Ebenso wurden die Parameter des klinischen Monitorings wie Lidreflex, Schleimhautfarbe und kapilläre Füllungszeit, im gleichen Zeitintervall kontrolliert. Bei Vorkommen von Komplikationen, das heißt Abweichungen von physiologischen Werten wurde dies in der Excel-Tabelle mit „Ja“ festgehalten.

Bei der Herzfrequenz wurde der Wert der prä-anästhetischen Untersuchung als Ausgangswert genommen. War dieser Wert während der Anästhesie um 20% vermindert zählte dies als

Bradykardie. Als Tachykardie galten alle Werte, die um 20% über dem Ausgangswert lagen (29).

Bei dieser Studie wurde der systolische, diastolische und mittlere arterielle Blutdruck notiert. Als Hypotension wurden alle Werte des mittleren arteriellen Blutdrucks unter 65mmHg definiert (30) und als Hypertension alle Werte über 120mmHg (30).

Die Sauerstoffsättigung wurde mittels Pulsoxymetrie gemessen. Betrug ein Wert weniger als 95%, das bedeutet, dass der p_aO_2 unter 80mmHg liegt, wurde die Katze als hypoxämisch eingestuft (30).

Mittels Kapnometrie wurde der $eTCO_2$ -Wert gemessen, wobei der physiologische Wert zwischen 30-45mmHg liegt (25). Alle Abweichungen wurden als Hypo- bzw. Hyperkapnie gewertet.

Als Hypothermie galt eine Temperaturabweichung von $-1^{\circ}C$ von der physiologischen Temperatur, das inkludiert alle Werte unter $37^{\circ}C$ (30).

Bei der Ventilation wurde zwischen spontaner Atmung und manueller bzw. maschineller Druckbeatmung unterschieden, wobei die Druckbeatmung nur gewertet wurde, wenn diese während der Operationszeit kontinuierlich durchgeführt wurde.

Bei Notfallkaiserschnitten von Katzen, die davor noch nicht in der Klinik vorstellig waren, wurde davor meistens ein Ultraschall gemacht, um die Kittenvitalität und -anzahl festzustellen. Von manchen Katzen wurden davor auch Röntgenbilder angefertigt, um die genaue Anzahl der Kitten mit Sicherheit zu ermitteln.

Die Anzahl der Kitten wurde unterteilt in Gesamtanzahl, Kitten die via naturales, also auf natürlichem Weg geboren wurden und Kitten, die dabei tot geboren wurden. Weiters wurden die lebend- und totgeborenen Kitten, welche durch den Kaiserschnitt entwickelt wurden, notiert. Kitten die nach der Operation verstorben oder euthanasiert wurden, wurden zusammengefasst und gezählt.

Aus den Anästhesieprotokollen wurde sowohl die Anästhesiedauer, d.h. von der Einleitung bis zur Extubation als auch die Dauer der Operation, d.h. vom Hautschnitt bis zur letzten Naht, festgehalten (s. Abbildung 1). Die Zeit, die es brauchte, vom Hautschnitt beginnend, bis alle Kitten geboren waren, wurde ebenso erfasst.



Abbildung 1: Zeitparameter der Operation und Anästhesie

Da der Großteil an Kaiserschnitten im Notdienst durchgeführt wurde, sind einige Anästhesieprotokolle unvollständig. Fehlende Daten wurden mit „n/a“ in der Tabelle festgehalten.

7.4 Statistische Auswertung

Die statistische Analyse wurde von Emmanouil Lyrakis, PhD in R (R Version 4.1.2) durchgeführt (32). Die Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit, mindestens ein totes Kätzchen zu haben, wurden mithilfe eines binären logistischen Regressionsmodells ((function *glm*, option ‘family = binomial(link = “logit”)’) ausgewertet. Die Katzensterblichkeit wurde mit „0“ (keine toten Kätzchen) und „1“ (mindestens ein totes Kätzchen) gewertet. Prämedikation, Einleitungsmedikamente, Anzahl der Komplikationen und Dauer der Operation wurden als festgesetzte Effekte angepasst.

Die gesammelten Daten der 75 Anästhesieprotokolle bei Kaiserschnitten bei Katzen durchgeführt an der Veterinärmedizinischen Universität Wien im Zeitraum von 01.01.2015 bis 31.12.2022 wurden für die statistische Analyse berücksichtigt. Bei Katzen, die im festgelegten Zeitraum mehr als einmal einen Kaiserschnitt hatten, wurde aus statistischen Gründen nur ein Fall mit einbezogen. Somit blieben 70 Fälle für die Statistik übrig. Darüber hinaus wurden aufgrund fehlender Daten zu Prämedikation, Einleitung, Komplikationen, Operationsdauer und verstorbener Kitten während der statistischen Analyse weitere Fälle von der Auswertung ausgeschlossen, somit konnten nur 47 Protokolle in das oben genannte statistische Modell aufgenommen werden.

Die Multikollinearität zwischen den festgesetzten Effekten wurde über Varianzinflationsfaktoren (Paket *car*, Version 3.1-1, Funktion *vif*) bewertet (33). Es wurde keine Multikollinearität beobachtet. Paarweise Vergleiche zwischen den Niveaus jedes kategorischen festen Effekts (Prämedikation und Induktion) wurden über die *emmeans* auf der Logit-Skala durchgeführt (Paket *emmeans*, Version 1.8.5, Funktion *emmeans*, Option ‘pairwise ~ fixed effect’) (34). Vorhergesagte Wahrscheinlichkeiten und Quotenverhältnisse wurden über dieselbe Funktion extrahiert (Funktion *emmeans*, Optionen ‘pairwise ~ fixed effect, type = „response“)). Paarweise Vergleiche zwischen den verschiedenen Prämedikation wurden für multiple Tests mit der Tukey-Methode korrigiert.

Die Fragestellung für die Auswertung war, ob die eingesetzten Medikamente zur Prämedikation oder Einleitung, während der Anästhesie aufgetretene Komplikationen oder die Anästhesiedauer einen Einfluss auf die Welpensterblichkeit haben.

Die Risikoanalyse für die Komplikationen während der Anästhesie und der Welpensterblichkeit wurde mittels binomialer Regression berechnet. Bei der logistischen Regressionsanalyse wird

überprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen mehreren unabhängigen Variablen (Prämedikation, Einleitung, aufgetretene Komplikationen, Anästhesiedauer) und einer abhängigen Variablen (Wahrscheinlichkeit eines toten Welpen) gibt.

Dies wurde mit folgender Formel durchgeführt:

```
glm(formula = SurgeryLostKitties01 ~ PreMed1_opioids + Induction1 + Complications + SurgeryDuration, family = binomial(link = "logit"), data = datasub)
```

8 Ergebnisse

8.1 Patienten

Von den 70 angegebenen Rassen waren Britisch Kurzhaar und Europäisch Kurzhaar am häufigsten vertreten mit jeweils 21 (30%) Katzen. Zudem kamen Maine Coon in 7 (10%) Fällen und Ragdoll in 4 (5,7%) Fällen vor. Das Durchschnittsalter betrug 2,5 Jahre, wobei die jüngste Kätzin 0,6 und die Älteste 10 Jahre alt war. Der Mittelwert beim Gewicht lag bei 4,34 Kilogramm mit einer Abweichung von 0,96 Kilogramm.

8.2 Kitten

Die meisten Katzen haben zwischen drei bis fünf Kitten ausgetragen und die gesamte Kittenanzahl liegt bei 260 bei 70 dokumentierten Fällen. Bei 12/70 (17,14%) Fällen wurde eines und bei 12/70 Fällen (17,14%) wurden zwei Kitten auf natürlichem Wege vor dem Kaiserschnitt lebendig geboren; in Summe 57/270 (21,92%) Kitten. Während der natürlichen Geburt vor der Operation sind 31 (11,92%) Kitten tot geboren worden. Während der Operation konnten insgesamt 142/260 (54,62%) Kitten lebend entwickelt werden, jedoch wurden ebenso 30/260 (11,54%) Kitten tot per Kaiserschnitt entwickelt. Postoperativ sind 26/260 (10%) Kitten verstorben oder euthanasiert worden. Damit sind es 173/260 (66,54%) Kitten welche überlebten (s. Abbildung 2).

Bei 64/70 (91,43%) Kaiserschnitten sind Komplikationen beim Muttertier aufgetreten. Es wurden zwei Operationen ohne Komplikationen während der Anästhesie und ohne Verlust von Kitten durchgeführt. Bei 22/70 (31,43%) Fällen sind Kitten verstorben entwickelt worden mit dem Vorkommen von Komplikationen. Jedoch sind bei 19 Operationen nur lebendige Kitten geboren worden trotz Komplikationen während der Operation.

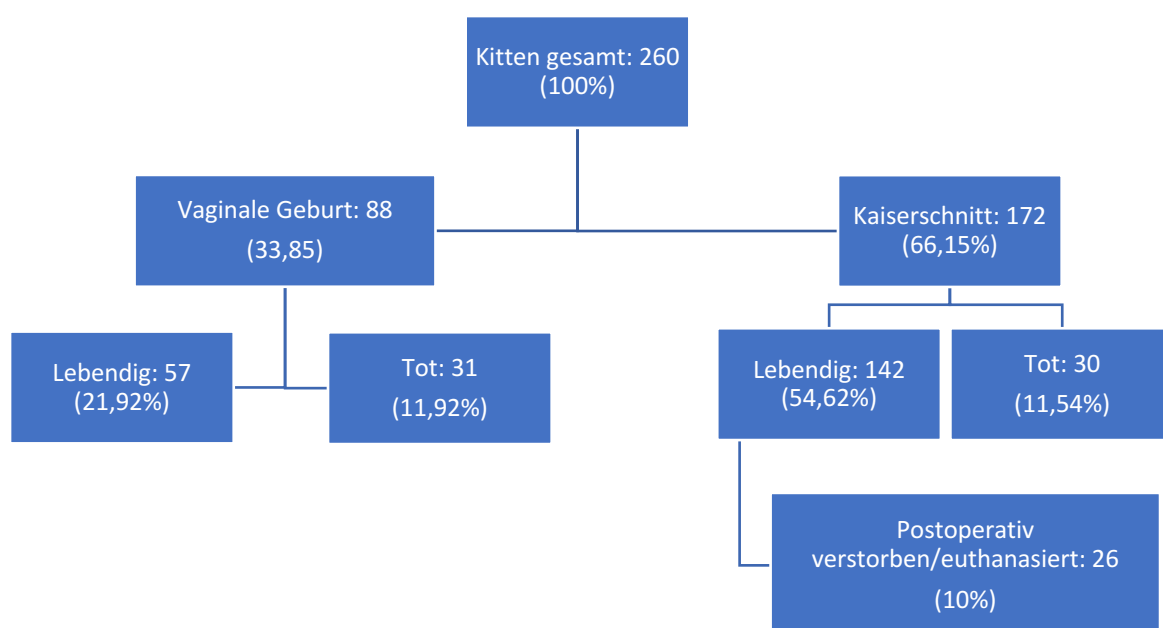


Abbildung 2: Verteilung der Kitten

8.3 Anästhesie

8.3.1 Prämedikation

Die am häufigsten verwendete Prämedikation war Butorphanol 0,1-0,3 mg/kg (27/70, 38,57%) oder Sufentanil 0,0005-0,001 mg/kg (20/70, 28,57%). In 10 Fällen wurde keine Prämedikation verwendet, und in den restlichen Fällen wurde Methadon (0,2-0,4 mg/kg), Fentanyl (0,005 mg/kg) oder auch Remifentanyl eingesetzt (s. Abbildung 3). Wurde nur ein einzelner Wirkstoff für die Prämedikation eingesetzt, erfolgte dessen Verabreichung intravenös.

Auch Kombinationen aus mehreren Wirkstoffen wurden für die Prämedikation eingesetzt. Dabei wurde in drei Fällen Butorphanol zusammen mit Alfaxalon verabreicht. Jeweils einmal kamen folgende Kombinationen zum Einsatz: Methadon und Dexmedetomidin, Methadon mit Dexmedetomidin und Ketamin, Methadon mit Dexmedetomidin und Alfaxalon, Fentanyl mit Alfaxalon, sowie eine Kombination aus Sufentanil mit Alfaxalon und Dexmedetomidin (s. Tabelle 1). Diese Kombinationen aus mehreren Wirkstoffen wurden in allen Fällen intramuskulär verabreicht.

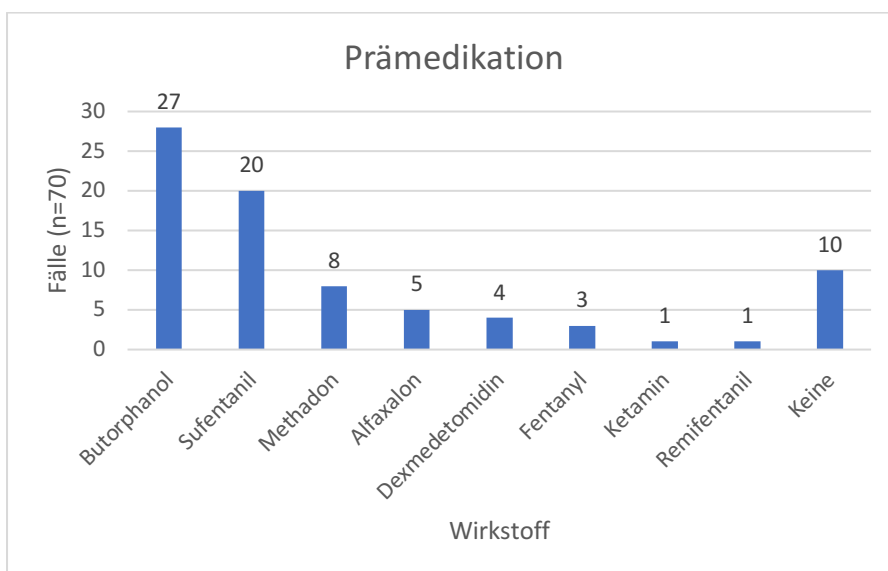


Abbildung 3: Medikamente für die Prämedikation

Wirkstoffe			Fälle (n)
Opioide	Alpha-2-Rezeptor-Agonist	Sonstige	
Butorphanol		Alfaxalon	3
Methadon	Dexmedetomidin		1
Methadon	Dexmedetomidin	Ketamin	1
Methadon	Dexmedetomidin	Alfaxalon	1
Fentanyl		Alfaxalon	1
Sufentanil	Dexmedetomidin	Alfaxalon	1

Tabelle 1: Kombinationen Prämedikation

8.3.2 Einleitung

Bei der Einleitung wurden lediglich zwei verschiedene Medikamente verwendet, wobei Propofol bei 52/70 (74,29%) Patienten eingesetzt wurde und somit das Häufigste ist. Alfaxalon (0,3-4 mg/kg) wurde in 18/70 (25,71%) Fällen verwendet. In zwei Fällen wurde Propofol gemeinsam mit Midazolam, und in einem Fall Propofol mit Fentanyl zur Einleitung verwendet (s. Tabelle 2).

Einleitung

	Fälle	Häufigkeit (%)
Propofol	50	71,43
Alfaxalon	18	25,71
Midazolam	2	2,86
Fentanyl	1	1,43

Tabelle 2: Verteilung der Medikamente für die Einleitung

8.3.3 Lokalanästhesie

Bei 15/70 (21,43%) Katzen wurde ein Splash Block durchgeführt, bei 11/70 (15,71%) eine Infiltration und bei einer Katze eine Epiduralanästhesie (s. Abbildung 4). 34/70 (48,57%) Katzen haben eine Lokalanästhesie mit Lidocain bekommen. Bei 9/70 (12,86%) Katzen wurde Ropivacain verwendet und bei 5 (7,14%) Bupivacain (s. Abbildung 5).

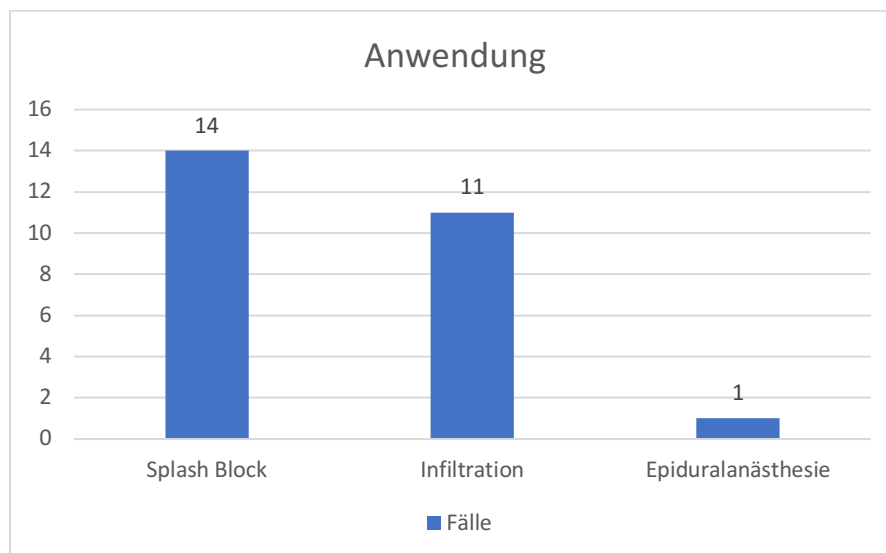


Abbildung 4: Anwendungsart der Lokalanästhesie

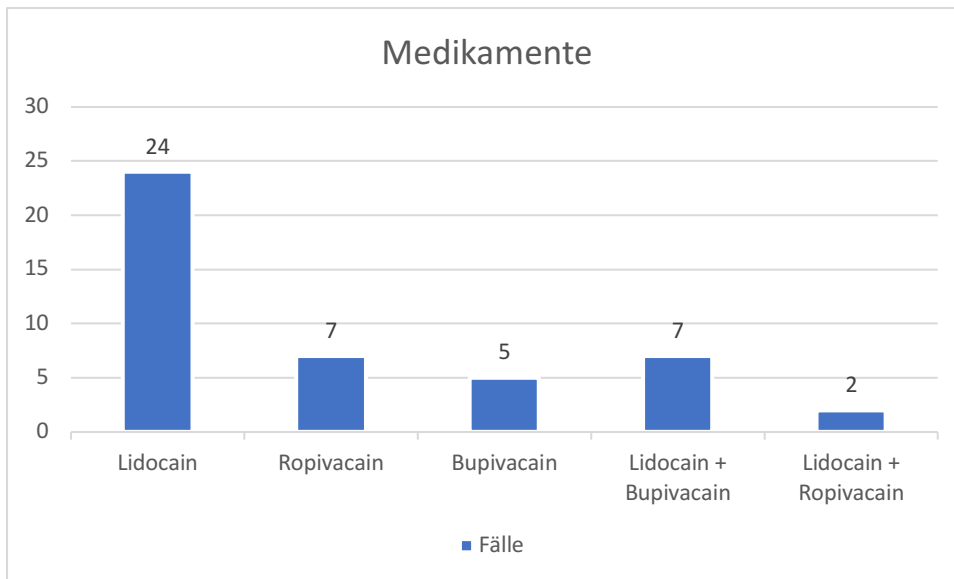


Abbildung 5: Medikamente für die Lokalanästhesie

8.3.4 Erhaltung

Die Inhalationsnarkose zur Erhaltung wurde zu 82,86% (58/70) mit Isofluran durchgeführt. Bei 17,14% wurde Sevofluran (12/70) verwendet (s. Tabelle 3).

Erhaltung

	Fälle	Häufigkeit (%)
Isofluran	58	82,86
Sevofluran	12	17,14

Tabelle 3: Verteilung der Medikamente für die Erhaltung

8.3.5 Intraoperative Medikamentengabe

Falls die Anästhetietiefe oder die Analgesie während der Operation nicht ausreichend war, wurde in ein paar Fällen nachdosiert. Bezüglich Analgesie wurde intravenös in 22/70 (31,43%) Fällen Fentanyl als Dauertropfinfusion gegeben, Sufentanil bei 16/70 (22,86%) Katzen und in einem Fall Remifentanyl. Zusätzlich bekamen 23/70 (32,86%) einen Fentanyl Bolus und 9/70 (12,86%) einen Sufentanil Bolus verabreicht. Ob dies erst nach der Entwicklung der Welpen verabreicht wurde, ist aus den Anästhesieprotokollen nicht zu entnehmen, da oftmals die Zeit, wenn alle Kitten geboren waren, nicht dokumentiert ist. Die Dauertropfinfusionen der Opiode wurden jedoch nicht bereits zu Beginn der Operation gestartet, weshalb man annehmen kann, dass diese erst nach der Entwicklung der Kitten verabreicht wurden.

7/70 (10%) Katzen haben zusätzlich Propofol injiziert bekommen. 4/70 (5,71%) Katzen wurde Dexmedetomidin, 2/70 (2,86%) Patienten wurde Alfaxalon und einer Katze wurde Ketamin verabreicht.

8.4 Komplikationen

In 64/70 (91,42%) Fällen sind Komplikationen während der Anästhesie aufgezeichnet worden (s. Abbildung 6). 40/70 (57,14%) Patienten zeigten während des Kaiserschnitts eine Hypothermie, welche somit die häufigste Komplikation in dieser Studie war. In 32 Fällen (61,54%) zeigten Katzen während der Operation eine Bradykardie und 37 (69,81%) eine Tachykardie. Hypotension des mittleren arteriellen Blutdrucks war bei 16/70 (22,86%) Patienten der Fall und Hypertension bei 18/70 (25,71%). Mithilfe der Kapnographie wurde bei 17/70 (24,29%) Katzen eine Hypokapnie festgestellt, 20/70 (28,57%) Katzen zeigten eine Hyperkapnie. Eine Hypoxämie lag bei 3 Patienten, das heißt in 4,29% der Fälle vor.

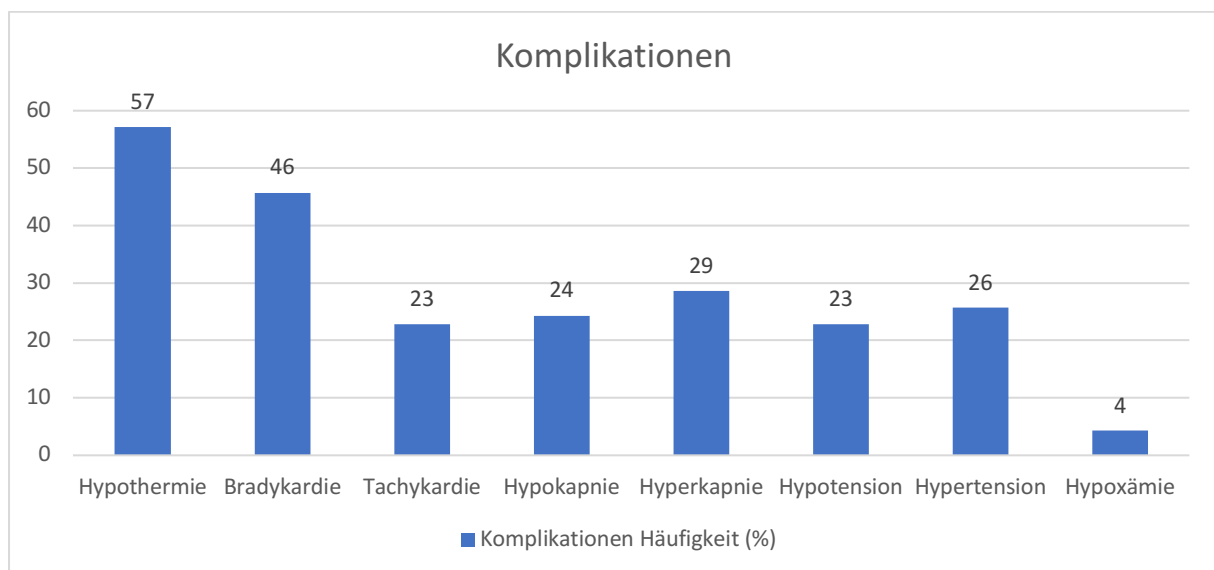


Abbildung 6: Komplikationen während der Anästhesie- und Operationszeit

8.4.1 Notfallmedikamente

Notfallmedikamente wurden in 6/70 (8,57%) Fällen angewandt. Ephedrin war das häufigste Medikament, welches 4 (5,71%) Mal eingesetzt wurde. Dopamin und Noradrenalin wurde jeweils nur einmal (1,43%) verwendet.

8.5 Postoperative Analgesie

Postoperativ haben 66/70 (94,23%) Katzen Metacam verabreicht bekommen. 57/70 (81,43%) haben ein Opioid injiziert bekommen, wobei 48/70 (68,57%) Buprenorphin und 9/70 (12,86%) Methadon bekommen haben. Bei 51 (72,86%) Katzen wurde sowohl ein NSAID als auch ein Opioid gegeben.

9 Risikoanalyse

In dieser Studie wurde mittels binärem logistischen Regressionsmodell die Wahrscheinlichkeit berechnet, ob mindestens ein Kätzchen während dem Kaiserschnitt verstirbt, im Zusammenhang mit der Prämedikation, Einleitung oder dem Auftreten von Komplikationen während der Anästhesie, sowie der Anästhesiedauer. Für die Analyse wurde ein Signifikanzniveau von $p < 0,05$ festgelegt. Um mögliche Abweichungen durch Mehrfachvergleiche zu minimieren, wurden die ermittelten Werte mittels Tukey-Methode korrigiert.

```
## Call:
## glm(formula = SurgeryLostKitties01 ~ PreMed1_opioids + Induction1 +
##       Complications + SurgeryDuration, family = binomial(link = "logit"),
##       data = datasub)
```

```
## Coefficients:
##               Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
## (Intercept)    -2.259469   1.433817  -1.576   0.1151
## PreMed1_opioidsSufentanil -0.534213   0.761194  -0.702   0.4828
## PreMed1_opioidsNone    -1.441888   1.006023  -1.433   0.1518
## Induction1Propofol     1.958843   0.912792   2.146   0.0319 *
## Complications     0.360737   0.287724   1.254   0.2099
## SurgeryDuration     0.008146   0.021456   0.380   0.7042
```

Beim Vergleich zwischen der Prämedikation mit Butorphanol, Sufentanil oder keiner Prämedikation zeigte sich in dieser Studie kein signifikanter Einfluss auf die Welpensterblichkeit.

Die Analyse der Einleitungsmedikamente ergab einen signifikanten Unterschied in der Wahrscheinlichkeit, dass ein Welpen verstirbt zwischen den verwendeten Wirkstoffen Alfaxalon und Propofol. Die Gabe von Alfaxalon führte zu einer signifikant geringeren Wahrscheinlichkeit, dass ein Welpen verstirbt im Vergleich zu Propofol, welches sich durch einen p-Wert von 0,0319 zeigte (s. Abbildung 10). Laut Statistik ist demnach die Wahrscheinlichkeit eines toten Kätzchens bei der Einleitung mit Alfaxalon in dieser Studie erniedrigt.

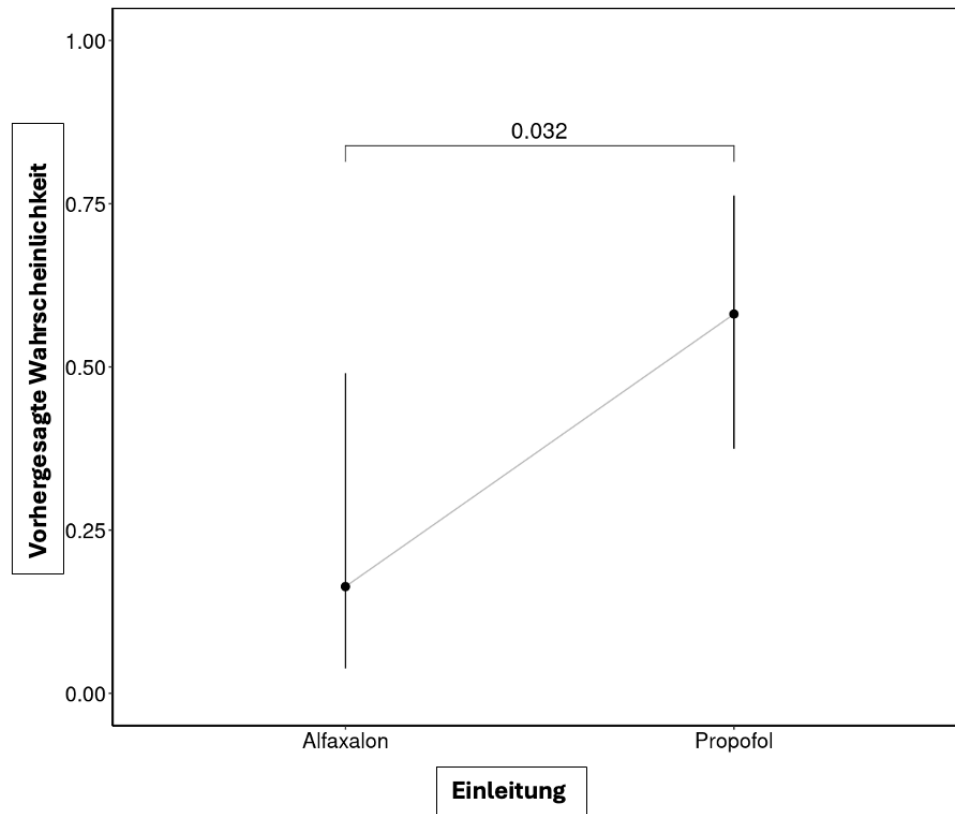


Abbildung 7: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit der Welpensterblichkeit in Zusammenhang mit der Einleitung

contrast	odds.ratio	SE	df	null	z.ratio	p.value
Alfaxalon / Propofol	0.1410215	0.1287233	Inf	1	-2.14599	0.0318738

Aufgetretene Komplikationen während der Anästhesie sowie die Anästhesiedauer zeigten in dieser Untersuchung keinen Einfluss auf eine erhöhte Wahrscheinlichkeit eines Welpen zu versterben.

10 Diskussion

In dieser Studie wurden 75 Kaiserschnitte an der Veterinärmedizinischen Universität Wien von 01.01.2015 bis 31.12.2022 untersucht. Aus der Datenanalyse lässt sich schließen, dass es sehr häufig bei Kaiserschnitten bei Katzen zu Komplikationen während der Anästhesie kommt. Als häufigste Komplikation lag eine Hypothermie, gefolgt von einer Bradykardie vor.

Bei Robertson (2016) wird Alfaxalon als Einleitungsmedikament empfohlen (4). Unsere Datenanalyse zeigte einen häufigeren Einsatz von Propofol im Gegensatz zu Alfaxalon (71,42%). Interessanterweise ging jedoch auch aus der binomialen Regressionsanalyse unserer Daten hervor, dass beim Einsatz von Alfaxalon im Vergleich zu Propofol die Wahrscheinlichkeit eines Welpen zu versterben signifikant reduziert ist. In einer Studie von Kaiserschnitten bei Hunden konnten ebenfalls höhere Apgar Scores nach der Geburt festgestellt werden, wenn die Anästhesie mit Alfaxalon im Gegensatz zu Propofol eingeleitet wurde (19). Hier wäre eine vergleichbare Studie mit Katzen und Apgar Scores nach der Geburt interessant, um möglicherweise Empfehlungen auszusprechen.

Medikamente wie Alpha-2-Adrenozeptor-Agonisten und Barbiturate, welche laut Literatur für die Anästhesie beim Kaiserschnitt bei Hunden generell nicht empfohlen werden (18) wurden in unserer Studie nur in vier Fällen eingesetzt, nämlich der Alpha-2-Agonist Dexmedetomidin. Es wurde zwei Mal in Kombination mit Methadon, einmal mit Methadon und Ketamin und einmal mit Sufentanil und Alfaxalon eingesetzt. Bezüglich der Welpensterblichkeit fehlten bei einem Fall leider die Aufzeichnungen, bei einem Fall starb der einzige Welpen beim Kaiserschnitt, bei einem Fall überlebte der einzige Welpen beim Kaiserschnitt und bei einem Fall sind 3 von 4 Welpen vaginal und lebendig geboren worden und das letzte Kätzchen ist beim Kaiserschnitt tot entwickelt worden. Um hier eine fundierte Aussage zu machen sind leider zu wenige Fälle in dieser Studie beschrieben.

Anästhesiekomplikationen und Dauer der Operation hatten in dieser Analyse keinen Einfluss auf die Welpensterblichkeit. Nichtsdestotrotz ist es empfehlenswert die Anästhesie- und Operationsdauer so kurz wie möglich zu halten (3). In einer Studie von Schmidt et. al (2021) wurde bei 78 Notfallkaiserschnitten bei Hunden ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Welpensterblichkeit und einer Anästhesiedauer von über 80 Minuten beobachtet (35).

In Studien zeigte sich eine Totgeburtenrate von Katzen von 5% bis 11,8% bei physiologischen Geburten (36). Bei Kaiserschnitten zeigte sich eine Sterberate von 58% (37). In einer Studie wurden 35 Fälle von Katzen mit Dystokie untersucht, wovon 13 einen Kaiserschnitt hatten. 23% der Kitten, die per Kaiserschnitt zur Welt kamen, verstarben. Die hohe Anzahl der Totgeburten lässt annehmen, dass Dystokie einen signifikanten Einfluss auf die Welpenmortalität hat (38). Leider gab es keine Angaben zum Anästhesieregime in dieser Studie. Ein Zusammenhang der niedrigen Überlebensrate lässt sich jedoch mit fetalem Stress oder dem Einfluss von diverser Medikamentenverabreichung vermuten. Dabei kann auch die

längere Zeitspanne bis zur Entwicklung wegen Vorbereitungszeit und Anästhesie einen Einfluss haben (38).

In unserer Studie lag die Sterberate der Kitten bei 11,23% bei der natürlichen Geburt und 10,87% während dem Kaiserschnitt. Verglichen mit der vorher genannten Studie ist die Sterberate bei unserer Studie um einiges geringer. Aufgrund der fehlenden anästhesiespezifischen Daten lässt sich jedoch ein möglicher Vergleich und Zusammenhang schwer interpretieren und die Anzahl der Fälle in unserer Studie ist fast vier Mal so hoch. Die Mortalität der Kitten welche postoperativ verstorben oder euthanasiert wurden liegt bei 9,24% in unserer Studie. Da es leider wenige Daten zum Allgemeinzustand der Kitten nach der Geburt gibt, zum Beispiel mithilfe eines Apgar-Scores, ist es schwierig diese Zahl zu interpretieren. Durch verbesserte Anästhesieprotokolle und neuer Anästhetika, war es möglich in den letzten Jahren die Mortalitätsrate für Mutter und Nachkommen zu reduzieren (4). Allerdings bräuchte es größere prospektive Studien mit der Anwendung der neueren Medikamente um dies zu bestätigen (4).

In dieser Studie gab es drei brachycephale Katzen, nämlich Perserkatzen. Bei einer der Katzen wurde ein Welpen vaginal und tot geboren, während zwei weitere Welpen per Kaiserschnitt entwickelt wurden, allerdings ebenfalls tot. Im zweiten Fall wurden alle 3 Welpen lebendig per Kaiserschnitt entwickelt. Beim dritten Fall fehlen vollständigen Aufzeichnungen zur Welpensterblichkeit. Um einen Zusammenhang zwischen brachycephalen Rassen und der Welpenmortalität bei Kaiserschnitten herzustellen, wären jedoch deutlich mehr Fälle erforderlich. Da in dieser Studie der Großteil der untersuchten Katzen Britisch Kurzhaar (32,86%) waren, könnte es in zukünftigen Untersuchungen hilfreich sein, ein Gradierungssystem einzuführen, um den Grad der Brachycephalie bei den Katzen zu dokumentieren. Dadurch ließe sich ein möglicher Zusammenhang präziser untersuchen und besser nachvollziehen.

Die größte Limitation der Studie war die hohe Anzahl fehlender Daten während der Anästhesie, insbesondere hinsichtlich aufgetretener Komplikationen sowie der Anzahl lebender und verstorbener Kitten, welche während der Operation entwickelt wurden oder post-operativ verstorben sind. Ein Kaiserschnitt bei Katzen stellt nahezu immer einen Notfalleingriff dar, wohingegen bei Hunden elektive Eingriffe häufiger vorkommen. Da im Notdienst weniger Personal vor Ort ist, lässt sich dadurch das Auftreten unvollständiger oder fehlender Aufzeichnungen erklären. Daher war es oft der Fall, dass die klinische Untersuchung und die Aufzeichnungen im Anästhesieprotokoll unvollständig ausgefüllt wurden. Zudem fehlten häufig Informationen darüber, ob Kitten nach der Entlassung möglicherweise noch verstorben sind. Dies lässt sich teilweise dadurch erklären, dass die meisten Patienten als Notfall an die Klinik kommen und für die Nachuntersuchung zu ihrem Haustierarzt zurück überwiesen wurden.

Aufgrund der teils fehlenden Daten konnten lediglich 45 Fälle von den ursprünglichen 75 Kaiserschnitten in die Risikoanalyse einbezogen werden.

Eine Herausforderung bei der Literaturrecherche bestand darin, passende Studien und Artikel über Katzen zu finden, da die Mehrzahl der vorhandenen Arbeiten über Hunde berichten.

Für eine aussagekräftigere Studie wäre eine größere Anzahl an Patienten sowie besser dokumentierte Fälle wünschenswert. Dies inkludiert die Voruntersuchung des trächtigen Patienten, der präanästhetischen Untersuchung vor dem Kaiserschnitt, der korrekten Dokumentation im Anästhesieprotokoll sowie die Kittenanzahl inklusive Information darüber nach der Entlassung. Die Zeitspanne vom Beginn der Wehen bis zur vollständigen Geburt aller Kitten mithilfe eines Kaiserschnitts konnte in dieser Studie leider nicht erfasst werden. Dafür wäre eine genaue Aufklärung der Besitzer als auch eine sorgfältige Dokumentation im System erforderlich gewesen. Zusätzlich könnte man genauere Parameter der Welpen nach der Geburt dokumentieren, um die Viabilität festzustellen und in die Studie miteinfließen zu lassen. Mithilfe des Apgar Scores kann eine einheitliche Evaluierung des Zustands der Kitten nach der Geburt dokumentiert werden und ein schnelles Eingreifen ermöglicht werden (27).

Zusammenfassend kann man sagen, dass das signifikante Ergebnis der logistischen Regression mit der geringeren Kittenmortalität beim Einsatz von Alfaxalon im Gegensatz zu Propofol als Einleitung weiter untersucht werden könnte. Hierbei könnte man in einer prospektiven Studie zwei gleich große Gruppen von Katzen mit gleicher Prämedikation jeweils eines der Medikamente verabreichen, um möglicherweise ein aussagekräftigeres Ergebnis zu erhalten.

11 Literaturverzeichnis

1. Smith FO. (2007). Challenges in small animal parturition—Timing elective and emergency cesarian sections. *Theriogenology*, 68(3):348–353.
2. Pascoe, P. J., & Moon, P. F. (2001). Periparturient and Neonatal Anesthesia. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 31(2), 315–341.
3. Gilroy, B. A., & DeYoung, D. J. (1986). Cesarean Section: Anesthetic Management and Surgical Technique. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 16(3), 483–494.
4. Robertson, S. (2016). Anaesthetic management for caesarean sections in dogs and cats. *In Practice*, 38(7), 327–339.
5. Jutkowitz, L. A. (2005). Reproductive emergencies. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 35(2), 397–420.
6. Kabu, M., Tunc, A. C. (2024). *Current Research and Treatment in Animals*. Livre de Lyon.
7. Claude, A. & M. R. E. (2016). Chapter 26: Anaesthesia for Caesarean section and for the pregnant patient. In: Duke-Novakovski T, de Vries M. & Seymour C. (eds), *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia & Analgesia* (Vol. 3).
8. Erden V, Yangin Z, Erkalp K et al. (2005) Increased progesterone production during the luteal phase of menstruation may decrease anesthetic requirement. *Anesthesia and Analgesia* 101, 1007–1011.
9. Gintzler AR and Liu NJ (2001) The maternal spinal cord: biochemical and physiological correlates of steroid-activated antinociceptive processes. *Progress in Brain Research* 133, 83–97
10. Purohit, G. N., & Gaur, M. (2004). DYSTOCIA AND ITS MANAGEMENT IN THE BITCH AND QUEEN-A REVIEW. In *Journal of Canine Practice and Research* (Vol. 4).
11. Smith, F. O. (2012). Guide to Emergency Interception During Parturition in the Dog and Cat. In *Veterinary Clinics of North America - Small Animal Practice* (Vol. 42, Issue 3, pp. 489–499).
12. Holst, B. S., Axné, E., Öhlund, M., Möller, L., & Egenvall, A. (2017). Dystocia in the cat evaluated using an insurance database. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 19(1), 42–47.
13. England, G. C. W. (2019): *Veterinary Reproduction and Obstetrics, Caesarean Hysterotomy in Dogs and Cats*, 10. Auflage, Elsevier, 330-332
14. World Small Animal Veterinary Association. Adapted from Mathews K, et al. Guidelines for recognition, assessment and treatment of pain. *Journal of Small Animal Practice* 2014; 55: E10–E68 and produced by The British Small Animal Veterinary Association.

15. 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. *J Am Vet Med Assoc.* 1;213(3):365-9. PMID: 9702224.
16. Irlbeck, T., Zwißler, · B, & Bauer, · A. (2017). ASA-Klassifikation Wandel im Laufe der Zeit und Darstellung in der Literatur. *Der Anaesthesist*, 66, 5–10.
17. 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.
18. Brodbelt, D. C., Pfeiffer, D. U., Young, L. E. & Wood, J. L. (2008) Results of the confidential enquiry into perioperative small animal fatalities regarding risk factors for anesthetic- related death in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 233, 1096-1104.
19. Doebeli, A., Michel, E., Bettschart, R., Hartnack, S., & Reichler, I. M. (2013). Apgar score after induction of anesthesia for canine cesarean section with alfaxalone versus propofol. *Theriogenology*, 80(8), 850–854.
20. Moon-Massat PF. (2003). Cesarean Section. *Textbook of small animal surgery*. third 3. 2597– 2602, Philadelphia, PA: Saunders.
21. Mathews, K., & Sinclair, M. (2018). Analgesia and anesthesia for pregnant cats and dogs. *Analgesia and Anesthesia for the Ill or Injured Dog and Cat*, 279.
22. Pang D. (2016). Chapter 15: Inhalant anaesthetic agents. In: Duke-Novakovski T, de Vries M. & Seymour C. (eds), *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia & Analgesia* (Vol. 3).
23. Cicirelli, V., Lacalandra, G. M., & Aiudi, G. G. (2022). The effect of splash block on the need for analgesia in dogs subjected to video-assisted ovariectomy. *Veterinary Medicine and Science*, 8(1), 104–109.
24. Traas, A. M. (2008). Resuscitation of canine and feline neonates; Surgical management of canine and feline dystocia. *Theriogenology*, 70(3), 343–342.
25. 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.
26. Kerr C. L. (2016). Chapter 10: Pain Management I: systemic analgesics. In: Duke-Novakovski T, de Vries M. & Seymour C. (eds), *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia & Analgesia* (Vol. 3).
27. Híbaru, P. da M. F. L. A. F. de S. C. T. M. L. (2022). Topics in the routine assessment of newborn kitten vitality: Apgar score, reflexes and complementary assessments. 34–42.

28. Veronesi, M. C. (2016). Assessment of canine neonatal viability—the Apgar score. *Reproduction in Domestic Animals*, 51, 46–50.
29. Mosing M. (2016). General principles of perioperative care. *BSAVA Manual of Canine and Feline Anaesthesia and Analgesia*. 13–23, British Small Animal Veterinary Association.
30. Eberspächer-Schweda, E. (2020). *AnästhesieSkills : Perioperatives Management bei Klein-, Heim- und Großtieren* (Vol. 2).
31. American Animal Hospital Association. (2020). *2020 AAHA anesthesia and monitoring guidelines for dogs and cats: Hypertension*. Abgerufen am [04.11.2024], von <https://www.aaha.org/resources/2020-aaha-anesthesia-and-monitoring-guidelines-for-dogs-and-cats/troubleshooting-anesthetic-complications/hypertension/>.
32. R Core Team (2024) 'R: A Language and Environment for Statistical Computing', R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Available at: <https://www.r-project.org/>.
33. Fox, J. and Weisberg, S. (2019) 'An {R} Companion to Applied Regression, Third Edition', Thousand Oaks CA: Sage., p. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Comp>. Available at: <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/>.
34. Lenth, R. V. (2023) 'emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means', R package version 1.8.5, p. <https://cran.r-project.org/package=emmeans>. Available at: <https://cran.r-project.org/package=emmeans>.
35. Schmidt, K., Feng, C., Wu, T., & Duke-Novakovski, T. (2021). Article Influence of maternal, anesthetic, and surgical factors on neonatal survival after emergency cesarean section in 78 dogs: A retrospective study (2002 to 2020). In *CVJ* (Vol. 62).
36. Fournier, M. C. M. M. G. C.-M. (2016). Epidemiological analysis of reproductive performances and kitten mortality rates in 5,303 purebred queens of 45 different breeds and 28,065 kittens in France | Enhanced Reader.
37. Robbins M A, M. H. S. (1994). En bloc ovariohysterectomy as a treatment for dystocia in dogs and cats.
38. Bailin, H. G., Thomas, L., & Levy, N. A. (2022). Retrospective evaluation of feline dystocia: clinicopathologic findings and neonatal outcomes in 35 cases (2009–2020). *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 24(4), 344–350.

12 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitparameter der Operation und Anästhesie	19
Abbildung 2: Verteilung der Kitten.....	22
Abbildung 3: Medikamente für die Prämedikation.....	23
Abbildung 4: Anwendungsart der Lokalanästhesie	24
Abbildung 5: Medikamente für die Lokalanästhesie.....	25
Abbildung 6: Komplikationen während der Anästhesie- und Operationszeit	26
Abbildung 7: Vorhergesagte Wahrscheinlichkeit der Welpensterblichkeit in Zusammenhang mit der Einleitung.....	28

13 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Kombinationen Prämedikation.....	23
Tabelle 2: Verteilung der Medikamente für die Einleitung.....	24
Tabelle 3: Verteilung der Medikamente für die Erhaltung	25