

Aus dem klinischen Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinisches Zentrum für Kleintiere

(Betreuerin: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Eva Schnabl-Feichter, Dipl. ECVS)

Die Therapieoptionen der kranialen Kreuzbandruptur bei der Katze: eine systematische Literaturübersicht

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Leonie-Marie Hyden

Wien, im März 2025

Betreuerin: Univ.Prof. Dr.med.vet. Eva Schnabl-Feichter, Dipl. ECVS
Klinisches Zentrum für Kleintiere/Kleintierchirurgie
Department für Kleintiere und Pferde
Veterinärmedizinische Universität Wien

Begutachter: PD Dr.med.vet. Balazs Geric, PhD
Zentrum für Pathobiologie
Department für Biologische Wissenschaften und Pathobiologie
Veterinärmedizinische Universität Wien

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorgelegte Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle übernommenen Textstellen aus fremden Quellen wurden kenntlich gemacht.

Ich habe die entscheidenden Arbeiten selbst durchgeführt und alle zuarbeitend Tätigen mit ihrem Beitrag zur Arbeit angeführt.

Die vorliegende Arbeit wurde nicht an anderer Stelle eingereicht oder veröffentlicht.

Wien, am 1.2.2025

Leonie-Marie Hyden

ZUSAMMENFASSUNG

Die kraniale Kreuzbandruptur bei Katzen ist im Gegensatz zum Hund eine seltene orthopädische Erkrankung, die jedoch durch Lahmheit und Gelenkinstabilität erhebliche Auswirkungen auf die Lebensqualität der betroffenen Tiere haben kann. Ziel dieser systematischen Literaturübersicht war es, die verschiedenen Therapieoptionen – konservative, extra- und intrakapsuläre Techniken sowie Korrekturosteotomien – hinsichtlich ihrer klinischen und radiologischen Ergebnisse, der Komplikationsraten und der Einschätzung der Besitzer:innen zu analysieren und zu vergleichen.

Die Literaturrecherche erfolgte nach PRISMA-Richtlinien in Datenbanken wie PubMed, Scopus und ScienceDirect sowie weiteren Quellen. Nach dem Screening und der Bewertung der Studien wurden gemäß definierten Kriterien insgesamt 14 Studien in die Analyse einbezogen. Diese wurden nach den Evidenzlevel-Kriterien des Journal of Bone and Joint Surgery (Wright et al., 2003) klassifiziert, wobei der Großteil retrospektive Fallserien umfasste.

Die Ergebnisse zeigen, dass biomechanische Verfahren wie die Tibial Plateau Leveling Osteotomy und die Tibial Tuberosity Advancement bei schweren Instabilitäten vielversprechende Ergebnisse liefern. Extrakapsuläre Techniken, wie der fabelotibiale Fadenzügel, erwiesen sich als weniger invasiv und geeigneter bei moderaten Instabilitäten. Konservative Ansätze führten oft zu einer klinischen Verbesserung, waren jedoch mit einer höheren Arthroseentwicklung assoziiert. Insgesamt war die Datenlage begrenzt, und es fehlen qualitativ hochwertige Vergleichsstudien.

Die vorliegenden Ergebnisse verdeutlichen den Bedarf an weiteren prospektiven, randomisierten Studien mit standardisierten Bewertungsparametern, um langfristige klinische und radiologische Ergebnisse bewerten und vergleichen zu können. Die Wahl der Therapie sollte individuell erfolgen und Faktoren wie die Gelenkinstabilität, das Aktivitätsniveau und die Präferenzen der Besitzer:innen berücksichtigen.

ABSTRACT

Cranial cruciate ligament rupture in cats is a rare orthopedic condition compared to dogs, yet it significantly impacts the quality of life of affected animals due to lameness and joint instability. This systematic review aimed to analyze and compare various treatment options – conservative, extra- and intracapsular techniques, as well as corrective osteotomies – in terms of their clinical and radiological outcomes, complication rates, and owner assessments.

The systematic literature search followed PRISMA guidelines and was conducted in databases such as PubMed, Scopus, and ScienceDirect, along with other sources. After screening and evaluation based on defined criteria, a total of 14 studies were included in the analysis. These studies were classified according to the levels of evidence established by the Journal of Bone and Joint Surgery (Wright et al., 2003), with the majority being retrospective case series.

The results indicate that biomechanical procedures, such as Tibial Plateau Leveling Osteotomy and Tibial Tuberosity Advancement, show promising outcomes for severe instabilities. Extracapsular techniques, such as the fabellotibial suture, proved less invasive and more suitable for moderate instabilities. Conservative approaches often resulted in clinical improvement but were associated with a higher rate of osteoarthritis progression. Overall, the available data were limited, and high-quality comparative studies are lacking.

The findings highlight the need for further prospective, randomized studies with standardized evaluation parameters to assess and compare long-term clinical and radiological outcomes. Treatment decisions should be individualized, considering joint instability, the activity level of the cat, and owner preferences.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG	
ABSTRACT	
ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	
1. EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG	1
2. LITERATURÜBERSICHT	3
2.1. ANATOMISCHE GRUNDLAGEN DES KNIEGELENKS	3
2.1.1. Das Kniekehlgelenk	3
2.1.2. Das Kniescheibengelenk	4
2.1.3. Muskulatur	4
2.2. BIOMECHANIK DES KNIEGELENKS	5
2.3. ÄTIOLOGIE DES KRANIALEN KREUZBANDRISSSES	6
2.4. DIAGNOSE.....	8
2.4.1. Klinisch-orthopädische Untersuchung	8
2.4.2. Bildgebende Diagnostik.....	10
2.5. THERAPIEMÖGLICHKEITEN	11
2.5.1. Konservative Therapie.....	11
2.5.2. Chirurgische Therapie	12
3. MATERIAL UND METHODE	17
3.1. LITERATURSUCHE.....	17
3.2. LITERATURAUSWAHL.....	18
3.3. KRITERIEN ZUR EINTEILUNG IN EVIDENZLEVEL	20
3.4. EINTEILUNG DER ERGEBNISSE	21
4. ERGEBNISSE	22
4.1. INKLUDIERTER STUDIEN	22
4.2. EINTEILUNG DER STUDIEN IN EVIDENZLEVEL	25
4.2.1. Konservative Therapie.....	25
4.2.2. Extrakapsuläre Techniken	25

4.2.3.	Intrakapsuläre Techniken	26
4.2.4.	Korrekturosteotomien	26
4.3.	KLINISCHE ERGEBNISSE	27
4.3.1.	Konservative Therapie.....	27
4.3.2.	Extrakapsuläre Techniken	28
4.3.3.	Intrakapsuläre Techniken	30
4.3.4.	Korrekturosteotomien	31
4.4.	RADIOLOGISCHE ERGEBNISSE.....	33
4.4.1.	Konservative Therapie.....	33
4.4.2.	Extrakapsuläre Techniken	33
4.4.3.	Intrakapsuläre Techniken	33
4.4.4.	Korrekturosteotomien	34
4.5.	KOMPLIKATIONEN	36
4.5.1.	Konservative Therapie.....	36
4.5.2.	Extrakapsuläre Techniken	36
4.5.3.	Intrakapsuläre Techniken	37
4.5.4.	Korrekturosteotomien	37
4.6.	ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE	39
5.	DISKUSSION	41
6.	LITERATURVERZEICHNIS	46
7.	ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	51
8.	TABELLENVERZEICHNIS.....	52

Abkürzungsverzeichnis

CCWO	Cranial Closing Wedge Osteotomy
CT	Computertomographie
CTT	Cranial Tibial Thrust
FMPI	Feline Musculoskeletal Pain Index
krKB	kraniales Kreuzband
Lig.	Ligamentum
M.	Musculus
MRT	Magnetresonanztomographie
RCT	Randomized Controlled Trial
ROM	Range of Motion
TPA	Tibial Plateau Angle
TPLO	Tibial Plateau Leveling Osteotomy
TTA	Tibial Tuberosity Advancement

1. Einleitung und Fragestellung

Die Ruptur des krKB wird beim Hund als häufigste Ursache für eine Hinterhandlahmheit beschrieben und ist dadurch ein zentrales Forschungsthema in der Kleintierorthopädie (1). Im Vergleich dazu hat diese Erkrankung bei der Katze eine deutlich geringere Prävalenz und bisher weitaus weniger Beachtung in der Forschung gefunden (2,3). Das kraniale Kreuzband übt eine wichtige stabilisierende Funktion aus, indem es die Hyperextension des Kniegelenkes, eine übermäßige Einwärtsrotation der Tibia und die kraniale Translation der Tibia relativ zum Femur verhindert (4). Verletzungen und Rupturen des Bandes führen somit zu Schmerzen, Gelenksergüssen, Gelenkinstabilität und infolge zu Osteoarthritis (4). Auch wenn die Gründe für das im Vergleich zum Hund seltenere Auftreten bei der Katze noch nicht abschließend geklärt sind, sind Unterschiede in der Anatomie als mögliche Ursache anzusehen. Während bei Katzen das krKB größer und stärker ausgebildet ist als das kaudale, verhält sich die Situation bei Hunden umgekehrt (4). Die geringere Prävalenz könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass Lahmheiten bei Katzen schwerer zu erkennen sind und manchmal auch ohne Behandlung bei einem Teil der Tiere nicht mehr sichtbar oder bemerkbar sind (5).

Während beim Hund fortschreitende degenerative Veränderungen des krKB die häufigste Ursache für die darauffolgende Ruptur sind, wird bei Katzen meistens von einer akut traumatischen Genese ausgegangen (6). Polytraumatische Kniegelenksverletzungen kommen häufiger als isolierte Rupturen des krKB vor, da die meisten Traumata auch andere Strukturen des Knies in Mitleidenschaft ziehen (3). In den vergangenen Jahren häuften sich Hinweise darauf, dass auch bei der Katze degenerative Veränderungen eine Rolle im Geschehen der krKB-Ruptur spielen könnten. Die wenigen histologischen Studien dazu liefern jedoch widersprüchliche Ergebnisse (7,8).

Schon lange gilt die chirurgische Versorgung der Ruptur des krKB als empfohlene Therapie beim Hund, da konservative Versuche unzufriedenstellende Ergebnisse erbracht haben (1). Bei Katzen gibt es neben den Studien, die mit verschiedenen chirurgischen Therapiemöglichkeiten gute Erfolge erzielt haben (5,9,10), auch einige wenige, die eine konservative Therapie als zufriedenstellend bewerten (1,11). Die chirurgischen Versorgungsmöglichkeiten bei der Katze ähneln denen des Hundes und lassen sich grob in intra- und extrakapsuläre Techniken sowie Korrekturosteotomien einteilen (12). Die oft eingesetzten biomechanischen Operationstechniken Tibial Plateau Leveling Osteotomy (TPLO) und Tibial Tuberosity Advancement (TTA) gelten beim Hund im Vergleich zu den

extrakapsulären Methoden als überlegen (13). Ihre Anwendung bei Katzen wurde in der Literatur bisher jedoch nur selten beschrieben (14). Publikationen aus den letzten Jahren deuten aber darauf hin, dass auch bei Katzen die biomechanischen Techniken geeignete Optionen für die Behandlung von krKB-Rupturen sein könnten (9,15,16). Bisher fehlen vergleichende Studien, die die verschiedenen chirurgischen Therapien systematisch gegenüberstellen.

Das Ziel dieser Diplomarbeit ist es, den aktuellen Wissensstand zu dem Thema darzustellen sowie die Ergebnisse der Studien, die sich mit den konservativen und chirurgischen Versorgungsmethoden der Erkrankung beschäftigen, zusammenzufassen und zu vergleichen.

Auf Grundlage der vorangegangenen Überlegungen lässt sich folgende Forschungsfrage formulieren: Welche der derzeit angewandten Therapien zeigt in Bezug auf klinisch funktionelles Ergebnis, radiologisches Ergebnis, subjektive Einschätzung der Besitzer:innen sowie peri- und postoperative Komplikationsrate die besten Resultate?

Von der Forschungsfrage lässt sich folgende Hypothese ableiten: Die biomechanischen Operationstechniken TPLO und TTA sind in Bezug auf klinisch funktionelles Ergebnis und Komplikationsrate den intra- und extrakapsulären sowie konservativen Methoden überlegen.

2. Literaturübersicht

2.1. Anatomische Grundlagen des Kniegelenks

Das Kniegelenk setzt sich aus dem Kniekehlgelenk (*Articulatio femorotibialis*) und dem Kniescheibengelenk (*Articulatio femoropatellaris*) zusammen (17).

2.1.1. Das Kniekehlgelenk

Das Kniekehlgelenk wird vom *Condylus lateralis* und *Condylus medialis* des *Os femoris* und der *Facies articularis proximalis* der Tibia gebildet. Es handelt sich dabei um ein inkongruentes, bikondyläres Spiralgelenk (17). Zwischen den Gelenkflächen der Tibiakondylen ragt eine Erhebung (*Eminentia intercondylaris*) empor, welche wiederum durch die *Area intercondylaris centralis* in zwei Höcker geteilt wird. Kaudal sind die beiden Kondylen durch die *Incisura poplitea* separiert (17). Um die Inkongruenz zwischen den Gelenkflächen auszugleichen, befinden sich zwei halbmondförmige Faserknorpel, die Menisken, zwischen den Femurkondylen und der Tibia. Die primären Bewegungsrichtungen des bikondylären Gelenks sind Beugung und Streckung. Durch den besonderen Aufbau des Kniegelenks sind jedoch auch leichte Dreh- und Gleitbewegungen möglich (17).

Die Menisken sind durch je ein kraniales und ein kaudales Halteband an der Tibia befestigt. Am kaudalen Ende des lateralen Meniskus gibt es zusätzlich das *Ligamentum (Lig.) meniscofemorale*, welches diesen am Femur fixiert. Das *Lig. transversum genus* verbindet die beiden Menisken untereinander an ihren kranialen Polen (18).

Zu den Bändern des Kniekehlgelenks zählen die Seitenbänder (*Ligamenta collateralia*) und die Kreuzbänder (*Ligamenta cruciata genus*) (17). Das *Lig. collaterale laterale* entspringt vom *Epicondylus lateralis femoris*, überquert die Ursprungssehne des *Musculus (M.) popliteus* und setzt am Fibulakopf sowie am lateralen Tibiakondylus an. Das *Lig. collaterale mediale* hat seinen Ursprung am *Epicondylus medialis femoris* und endet etwas distal des medialen Tibiakondylus (17). Das mediale Kollateralband weist Verwachsungen mit der Gelenkkapsel und dem medialen Meniskus auf (18).

Die Kreuzbänder befinden sich zentral in der *Fossa intercondylaris* des Femurs, zwischen den beiden Gelenksäcken des Kniekehlgelenks (18). Dort werden sie von der Synovialmembran der Gelenkkapsel abgedeckt und liegen somit zwar intraartikulär, aber extrasynovial (17). Das kraniale Kreuzband entspringt kaudal an der Innenfläche des lateralen Femurkondylus, zieht nach kraniodistal und inseriert an der *Area intercondylaris cranialis* der Tibia (18). Es besteht

aus zwei funktionellen Anteilen, dem kleineren kranio-medialen Anteil und dem größeren kaudolateralen Anteil (19). Das kaudale Kreuzband hat seinen Ursprung an der Innenfläche des medialen Femurkondylus, zieht nach kaudodistal und endet an der *Area intercondylaris caudalis* und der *Incisura poplitea* (22).

Die *Membrana fibrosa* der geräumigen Gelenkkapsel umschließt die Femurkondylen vollständig und heftet sich an den Gelenkrändern und den Menisken an. Die Synovialmembran bildet zwei Gelenksäcke, die in offener Verbindung zueinander stehen. Die Gelenkkapsel des Kniekehlgelenks umschließt zudem die Gelenke zwischen dem Femur und den *Ossa sesamoidea musculi gastrocnemii*, auch *Fabellae* genannt. Diese befinden sich kaudal direkt oberhalb der Femurkondylen in den Ursprungssehnen der Köpfe des *M. gastrocnemius* (17). Häufig ist die mediale *Fabella* bei der Katze nicht verknöchert und somit auf Röntgenaufnahmen nicht sichtbar (13).

2.1.2. Das Kniescheibengelenk

Die Knochenstrukturen, die das Kniescheibengelenk bilden, sind die *Trochlea ossis femoris* und die *Patella*, ein Sesambein, das in die Ansatzsehne des *M. quadriceps femoris* eingelagert ist. Aufgrund des Gleitens der Gelenkfläche der *Patella* auf der *Trochlea* des Femurs wird das Kniescheibengelenk auch als Schlittengelenk bezeichnet (17).

Zu den Bändern des Kniescheibengelenks zählen das Kniescheibenband (*Ligamentum patellae*) sowie die Haltebänder der Kniescheibe (*Retinacula patellae*). Bei Letzteren handelt es sich um Verstärkungen der Gelenkkapsel. Bei Hund und Katze entsprechen die *Retinacula* dem *Lig. femoropatellare mediale* und dem *Lig. femoropatellare laterale*, die als dünne Faserzüge von den seitlichen Rändern der *Patella* zu den *Fabellae* ziehen (17).

Das *Ligamentum patellae*, welches dem distalen Teil der Ansatzsehne des *M. quadriceps femoris* entspricht, zieht von der Kniescheibenspitze zur *Tuberositas tibiae* (17).

Die Gelenkkapsel des Kniescheibengelenks ist größer und weitläufiger als die des Kniekehlgelenks. In proximaler Richtung bildet die Kapsel eine Ausbuchtung unter die Sehne des *M. quadriceps femoris*. Zwischen dem Kniescheibenband und der Gelenkkapsel befindet sich der infrapatellare Fettkörper (17).

2.1.3. Muskulatur

Zu den Muskeln, die das Kniegelenk primär bewegen, zählen der *M. quadriceps femoris* und der *M. popliteus* (17). Der Quadrizepsmuskel ist der wichtigste Strecker des Kniegelenks und

besteht aus vier Köpfen, die in eine gemeinsame Ansatzsehne zusammenlaufen und an der *Tuberositas tibiae* inserieren (18). Der kleine *Musculus popliteus* befindet sich kaudal des Kniegelenks (18). Während er traditionell als Beuger des Kniegelenks betrachtet wurde, wird heute eher von einer geringfügigen Streckwirkung ausgegangen. Zudem wirkt er als Pronator des Unterschenkels und scheint eine wichtige Rolle im Rahmen der Propriozeption zu spielen (17). Zahlreiche weitere Muskeln der Hintergliedmaße sind an der Bewegung des Kniegelenks mitbeteiligt. Insbesondere die kaudalen Oberschenkelmuskeln *M. biceps femoris*, *M. semitendinosus* und *M. semimembranosus* fungieren als Strecker und/oder Beuger des Kniegelenks (17).

2.2. Biomechanik des Kniegelenks

Das Kniegelenk befindet sich bei Hunden und Katzen immer in einer Beugstellung. Während der kaudale Winkel des Gelenks bei Hunden nie größer als 150° ist, kann er bei Katzen erheblich größer sein (17). Die Bauweise des Kniegelenks bedingt, dass das Kniekehlgelenk und das Kniescheibengelenk nicht unabhängig voneinander beweglich sind. Da die Kniescheibe durch das *Lig. patellae* mit der Tibia verbunden ist, wirkt sich jede Bewegung des Kniekehlgelenks auch auf das Kniescheibengelenk aus. Wenn sich das Kniekehlgelenk beugt und streckt, führen die Femurkondylen eine Kombination aus Roll- und Gleitbewegungen auf den Menisken aus, während die Menisken selbst auf der proximalen Gelenkfläche der Tibia gleiten (17).

Die Seitenbänder und Kreuzbänder sind die primären Stabilisatoren des Kniegelenks, während die Menisken, die Gelenkkapsel sowie die Muskeln und Sehnen, die das Gelenk umspannen, zu den sekundären Stabilisatoren gehören (13,17).

Die Innenrotation der Tibia wird durch die Kollateralbänder und die Kreuzbänder begrenzt. Bei Streckung des Kniegelenks verhindern hauptsächlich die Seitenbänder die Innenrotation, während bei Beugung vor allem die Kreuzbänder diese Bewegung einschränken (17). Die Kollateralbänder hemmen zudem die Außenrotation der Tibia und die Varus- und Valgusbildung des Kniegelenks (13,17). Neben der Beschränkung der Innenrotation verhindert das krKB die Hyperextension des Kniegelenks und begrenzt die kraniale Verlagerung der Tibia relativ zum Femur (19). Das kaudale Kreuzband hingegen verhindert die kaudale Translation der Tibia (13).

Bei der Belastung der Hintergliedmaße eines Tieres entsteht eine Kraft zwischen dem Bein und dem Boden, die zu einer tibialen Kompression führt. Diese Kompression wird durch die aktive Muskelkraft bestimmter Muskelgruppen verstärkt, die das Tibiaplateau gegen die Kondylen des Femurs drücken, und wird zusätzlich durch die anatomische Form (Konformation) der Tibia beeinflusst. So kommt es zu einer kranialen Translation der proximalen Tibia (20). Diese nach kranial gerichtete Kraft wird in der englischen Literatur als *cranial tibial thrust* (CTT) bezeichnet und ist entscheidend für das sogenannte Schubladenphänomen. Dabei handelt es sich um eine abnormale Beweglichkeit der Tibia relativ zum Femur, die bei Kniegelenken mit rupturiertem krKB auftritt (21). Der CTT wird durch verschiedene Mechanismen neutralisiert: Einerseits durch den Zug der Kniegelenksflexoren des Oberschenkels (aktive Komponenten) und andererseits durch das kraniale Kreuzband und das Kaudalhorn des medialen Meniskus (passive Komponenten) (20). Die Stärke und das Ausmaß der Vorwärtsbewegung der Tibia hängen sowohl von der Intensität der Kompression als auch vom Winkel des Tibiaplateaus ab (20). So führt ein steilerer Winkel zu einem stärkeren CTT und somit zu einer ausgeprägteren Vorwärtsbewegung (21). Durch Anpassungen des Tibiaplateauwinkels (*tibial plateau angle*, TPA) kann die kraniale Bewegung der Tibia gezielt beeinflusst werden (20).

2.3. Ätiologie des kranialen Kreuzbandrisses

Auch wenn die Ursache für eine kraniale Kreuzbandruptur bei der Katze nicht in allen Fällen offensichtlich ist, wird hauptsächlich von einer traumatischen Ätiologie ausgegangen. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um Autounfälle, Abstürze aus großen Höhen oder auch Kämpfe mit anderen Tieren (4). Bewegungen wie eine plötzliche Hyperextension, eine verstärkte Innenrotation der Tibia bei gebeugtem Kniegelenk oder eine übermäßige Krafteinwirkung auf das Band können zur Ruptur des krKB führen (4). Der Anteil an Katzen, bei denen die Verletzung des Kreuzbandes sicher auf ein traumatisches Ereignis zurückzuführen ist, beträgt je nach Studie zwischen 16 % und 80 % (22). Bei traumatischen Verletzungen sind häufig nicht nur das krKB, sondern mehrere Bandstrukturen des Knies und/oder die Menisken betroffen (23). Je nach Studie wurde das Auftreten von Meniskusläsionen bei Katzen mit krKB-Ruptur mit Zahlen zwischen 18 % und 67 % angegeben, meistens handelte es sich dabei um mediale Meniskusverletzungen (2,9,24,25).

In den letzten Jahren häufen sich jedoch Berichte über scheinbar spontane, isolierte Rupturen des kranialen Kreuzbandes. Viele der betroffenen Tiere sind Wohnungskatzen, bei denen traumatische Ursachen als unwahrscheinlich galten und von den Besitzer:innen nicht beobachtet wurden (8,23). Diese Fälle deuten darauf hin, dass auch eine degenerative Ätiologie bei Katzen eine Rolle spielen könnte – ähnlich wie beim Hund, bei dem degenerative Veränderungen als Hauptursache für Kreuzbandrisse gelten. Auch beim Hund ist die zugrunde liegende Ätiopathogenese trotz intensiver Forschung noch nicht abschließend geklärt. Sie gilt als komplex und multifaktoriell, mit Risikofaktoren wie Rasse, Alter, Geschlecht, Kastrationsstatus und Körpergewicht (26). Einige Studien deuten darauf hin, dass die Neigung des Tibiaplateaus ein wichtiger prädisponierender Faktor für die Entwicklung einer krKB-Ruptur sein könnte (27). Welche Rolle diese Faktoren bei Katzen spielen, ist bislang wenig erforscht. Es gibt jedoch Hinweise, dass Übergewicht auch bei Katzen einen bedeutenden Risikofaktor darstellt (7,8,23). Darüber hinaus wurde in einer Studie aus dem Jahr 2009 der Tibiaplateauwinkel von gesunden Katzen mit dem von Katzen mit krKB-Ruptur verglichen. Dabei zeigte sich, dass betroffene Tiere häufig einen höheren TPA aufwiesen, was als potenzieller prädisponierender Faktor angesehen wurde (28). Eine spätere Untersuchung aus dem Jahr 2018 konnte jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den TPA-Werten gesunder und erkrankter Tiere feststellen (27).

Ein weiterer Hinweis auf eine degenerative Komponente ist, dass viele Katzen schon zum Zeitpunkt der Diagnosestellung radiologische Arthrose-Anzeichen im Kniegelenk aufweisen. In der Studie von Mindner et al. zeigten 91 % der untersuchten Gelenke mittel- bis hochgradige Anzeichen von Osteoarthritis, obwohl die Katzen meist mit akut auftretender Lahmheit vorgestellt wurden, was gegen eine traumatische und für eine degenerative Genese spricht (9). Histologische Untersuchungen liefern allerdings widersprüchliche Ergebnisse: Während in einer Studie von 2005 an einem felines Kreuzband degenerative Veränderungen festgestellt wurden, wie sie auch beim Hund bekannt sind (7), zeigte eine 2017 durchgeführte Untersuchung von 19 kranialen Kreuzbändern keine vergleichbaren degenerativen Prozesse (8). Die genaue Ätiologie des krKB-Risses der Katze wird also weiterhin kontrovers diskutiert.

Partielle Rupturen des krKB treten bei Katzen seltener auf als bei Hunden, was auf die meist traumatische Genese zurückzuführen sein könnte. Darüber hinaus kann vermutet werden, dass viele Katzen mit partiellen Rissen nur geringe oder keine klinischen Symptome zeigen, welche von Besitzer:innen nicht bemerkt werden (4,24). Auch das Vorkommen bilateraler Rupturen bei Katzen ist in der Literatur selten beschrieben. Während bei Hunden von 20–50 %

ausgegangen wird, hat die Studie von Boge et al. eine Prävalenz von 14 % bei der Katze angegeben (2).

2.4. Diagnose

Die Diagnose einer kranialen Kreuzbandruptur kann meist schon mithilfe von Anamnese und orthopädischer Untersuchung gestellt werden. Bildgebende Verfahren, insbesondere die Röntgenuntersuchung, spielen jedoch eine wichtige Rolle bei der Bestätigung der Verdachtsdiagnose sowie beim Ausschluss von Differentialdiagnosen (25).

2.4.1. Klinisch-orthopädische Untersuchung

Katzen, die ein Trauma erlitten haben, müssen vor einer orthopädischen Untersuchung allgemein klinisch untersucht werden, um lebensbedrohliche Zustände wie einen Pneumothorax, abdominale Blutungen, ein Schockgeschehen etc. auszuschließen (4,29).

Die klinischen Symptome eines Tieres mit krKB-Ruptur können sich, je nachdem, ob es in einem akuten oder bereits chronischen Stadium vorgestellt wird, unterscheiden. Häufig zeigen Katzen mit akut-traumatischen krKB-Rissen eine mittel- bis hochgradige Lahmheit, Gelenkschwellung und Schmerzen bei Manipulation, insbesondere bei Extension des Kniegelenks (25,29). Die Lahmheit kann sich bei einigen Katzen nach Ruhephasen verbessern, bei Aktivität verschlechtert sich das Gangbild jedoch meist wieder (4). In chronischen Fällen können Muskelatrophie sowie eine periartikuläre Verdickung durch Hypertrophie von fibrösem Gewebe primär im medialen Gelenkbereich (das sogenannte „buttress sign“) an der betroffenen Extremität auftreten (19,25). Diese Verdickung ist jedoch meist weniger prominent ausgeprägt als beim Hund (4). Zudem bleibt bei Katzen eine Instabilität des Kniegelenks, anders als beim Hund, auch in chronischen Fällen häufig bestehen (4). Bei Manipulation des Kniegelenks kann eine Krepitation spürbar sein (4). Ein fühl- oder hörbares Klickgeräusch beim Strecken des gebeugten Gelenks kann auf eine Meniskusläsion hindeuten, wobei das Fehlen eines solchen Geräuschs eine Verletzung nicht ausschließt. Meniskusläsionen werden häufig erst im Rahmen einer Arthroskopie oder Arthrotomie diagnostiziert (29,30).

Die Diagnose der krKB-Ruptur basiert auf zwei wesentlichen orthopädischen Tests, dem Schubladentest und dem Tibiakompressionstest, mit welchen die Verschieblichkeit der Tibia nach kranial in Relation zum Femur dargestellt werden kann (19).

2.4.1.1. Schubladentest

Der Schubladentest wird in Seitenlage durchgeführt. Bei unruhigen oder angespannten Tieren gestaltet sich die Durchführung des Tests manchmal schwierig, weshalb eine Sedierung oder Allgemeinanästhesie nötig sein kann (30). Die betroffene Gliedmaße befindet sich oben. Mit einer Hand wird der Femur fixiert, indem der Daumen direkt kaudal der lateralen *Fabella* und der Zeigefinger auf der *Patella* zu liegen kommt. Der Daumen der anderen Hand wird hinter dem *Caput fibulae* platziert, während der Zeigefinger auf der *Tuberositas tibiae* ruht. Anschließend wird versucht, die Tibia nach kranial und kaudal zu bewegen. Dies sollte sowohl in Extension, in neutraler Position als auch bei 90° Flexion durchgeführt werden, um partielle Rupturen nicht zu übersehen (30).

2.4.1.2. Tibiakompressionstest

Der Tibiakompressionstest wird ebenso in Seitenlage oder alternativ am stehenden Tier durchgeführt. Dabei fasst eine Hand den *M. quadriceps femoris* von kranial und legt den Zeigefinger so über die Kniescheibe, dass die Fingerspitze auf der *Tuberositas tibiae* zu liegen kommt. Die Gliedmaße soll sich in einer moderaten Streckstellung befinden. Die zweite Hand umfasst den Metatarsus von plantar und beugt das Sprunggelenk, während die gleichzeitige Flexion des Kniegelenks durch die proximale Hand verhindert wird. Liegt eine krKB-Ruptur vor, bewegt sich die *Tuberositas tibiae* und der darauf liegende Zeigefinger bei Flexion des Sprunggelenks nach kranial. Eine Durchführung in verschiedenen Beugewinkeln ist auch hier zur Erkennung partieller Rupturen wichtig (30).

Auch ein „positiver Sitztest“ kann ein Hinweis auf eine krKB-Ruptur sein. Dabei ist das Tier unwillig, das Kniegelenk beim Sitzen vollständig zu beugen und nimmt eine abnormale Sitzposition ein (19).

Zu beachten ist, dass junge Katzen physiologischerweise eine gewisse Laxizität im Kniegelenk aufweisen, weshalb immer ein Vergleich mit der kontralateralen Extremität erfolgen sollte (13). Ist das krKB intakt, kommt es bei der Vorwärtsbewegung der Tibia zu einem abrupten Stopp (19).

Bei einer vollständigen Ruptur ist zumeist eine deutliche Instabilität erkennbar, während partielle Rupturen uneindeutige Ergebnisse liefern können (25). Die Hyperextension des Kniegelenks ist auch bei partiellen Rupturen häufig schmerzhaft (30).

Es ist außerdem von großer Wichtigkeit, isolierte Rupturen des krKB von polytraumatischen Kniegelenksverletzungen zu unterscheiden. Dafür sollten zusätzliche orthopädische

Untersuchungen durchgeführt werden, um die Intaktheit der Seitenbänder und des kaudalen KB zu überprüfen. Sind multiple Bänder betroffen, zeigt sich häufig eine deutliche Subluxation oder auch eine vollständige Luxation des Femorotibialgelenks (25).

2.4.2. Bildgebende Diagnostik

Mittels einer Röntgenuntersuchung können in vielen Fällen typische Zeichen einer krKB-Ruptur gesehen werden. Zusätzlich ist sie wichtig, um das Vorhandensein und den Grad von Arthrose zu bestimmen sowie andere Differentialdiagnosen wie Frakturen oder Neoplasien auszuschließen (19). Radiologische Untersuchungen sollen von beiden Extremitäten erfolgen, um Veränderungen im Seitenvergleich besser beurteilen zu können (29).

In akuten Fällen ist häufig ein Gelenkserguss und eine damit einhergehende Kompression des infrapatellaren Fettkörpers sichtbar (19). Weitere mögliche Anzeichen sind eine Subluxation des Kniegelenks und die in mediolateralen Aufnahmen zu sehende Distalverlagerung des *Os sesamoideum musculi poplitei* (25). Bei chronischen Rupturen des krKB kann es zu osteophytären Zubildungen vor allem am proximalen Ende der Kniescheibe und der Trochlea des Femurs sowie am mediodorsalen Rand der Tibia kommen (13). Auch die Ausbildung von Enthesiophyten ist möglich (25). Zu beachten ist, dass die Patella bei der Katze im Vergleich zum Hund distal spitz zulaufend ist, was auf Röntgenbildern nicht mit Enthesiophyten verwechselt werden darf (12). Intraartikuläre Mineralisationen sind bei Katzen ein häufiger Befund. Größere Mineralisierungen treten oft im Zusammenhang mit Osteoarthritis und Kreuzbandrupturen auf und sind typischerweise im Fettkörper und der Gelenkkapsel lokalisiert. Kleinere Mineralisierungen, die meist im vorderen Horn des medialen Meniskus vorkommen, müssen jedoch nicht zwangsläufig mit Kreuzbandverletzungen verbunden sein (12). Da diese Meniskusmineralisierungen häufig ohne klinische Symptome auftreten, werden sie im alternden felines Kniegelenk eher als Zufallsbefund betrachtet (6,25).

Ultraschall kann als nicht-invasive Diagnosemethode eingesetzt werden und liefert Informationen über die das Gelenk umgebenden Weichteilstrukturen und über intraartikuläre Strukturen, wie die Menisken und die Kreuzbänder (12). Während der Einsatz einer Magnetresonanztomographie (MRT) und Computertomographie (CT) bei Hunden in der Diagnostik von krKB-Rupturen beschrieben wird, gibt es nur wenige Berichte über deren Anwendung bei Katzen. Aufgrund der geringen Größe von Katzen ist der Einsatz von fortschrittlichem und teurem Equipment erforderlich, um ausreichend hochauflösende Bilder

zu erhalten. Nachteile sind außerdem die hohen Kosten, die begrenzte Verfügbarkeit von geeigneten Geräten und die Notwendigkeit einer Anästhesie (12).

2.5. Therapiemöglichkeiten

Wie bereits in der Einleitung erwähnt, lassen sich die Therapieoptionen der kranialen Kreuzbandruptur bei der Katze im Wesentlichen mit denen des Hundes vergleichen. Neben der konservativen Therapie stehen chirurgische Verfahren zur Verfügung, bei denen das instabile Kniegelenk entweder durch intrakapsuläre, extrakapsuläre oder Osteotomie-Techniken stabilisiert wird (12). Ziel aller Behandlungsansätze ist es, die durch die Gelenkinstabilität bedingte Lahmheit und Schmerzen zu lindern sowie die Mobilität und Funktion der betroffenen Extremität zu verbessern (9).

Während bei polytraumatisierten Kniegelenken mit mehrfachen Band- und/oder Meniskusverletzungen die chirurgische Versorgung eindeutig empfohlen wird, gibt es keinen klaren Konsens darüber, wie isolierte krKB-Risse der Katze behandelt werden sollen (7). Die früher häufig ausgesprochene Empfehlung zur konservativen Therapie für Katzen mit krKB-Ruptur basiert auf einer nur sehr kleinen Anzahl veröffentlichter Fälle und Studien (1,11). Heutzutage ist die chirurgische Versorgung in den meisten Fällen zu bevorzugen. Neben der Annahme, dass die chirurgische Stabilisierung zu einer schnelleren Funktionsrückkehr führt, spricht auch die hohe Inzidenz von Meniskusverletzungen bei krKB-Rupturen für die chirurgische Therapie, um so Meniskusläsionen mittels Arthrotomie oder Arthroskopie erkennen und behandeln zu können (24,25). Zudem könnte die chirurgische Versorgung das Fortschreiten degenerativer Gelenkveränderungen verlangsamen oder minimieren (13). Der extrakapsuläre Fadenzügel ist die am häufigsten verwendete Methode bei der Katze. Biomechanische Operationstechniken wie die TPLO und TTA gelten beim Hund als effektiver als extrakapsuläre Techniken. Studien zur Anwendung dieser Methoden bei Katzen sind jedoch nur spärlich vorhanden und vergleichende Studien fehlen gänzlich (13).

2.5.1. Konservative Therapie

Die konservative Therapie bei Katzen mit einer kranialen Kreuzbandruptur besteht in erster Linie aus einer strikten Bewegungseinschränkung über einen Zeitraum von etwa sechs Wochen. Besonders in den ersten zwei bis drei Wochen soll auf eine besonders strenge Reduktion der Aktivität geachtet werden. Bei übergewichtigen Katzen sollte parallel eine

Gewichtsreduktion angestrebt werden (12). Begleitend wird die kurzzeitige Gabe von nichtsteroidalen Antiphlogistika empfohlen, um Schmerzen und Entzündungen zu lindern (13).

Es existieren nur wenige Studien, die die Wirksamkeit des konservativen Managements bei krKB-Ruptur der Katze untersuchen (25). Auch wenn sich die klinisch sichtbare Lahmheit bei vielen Katzen innerhalb von sechs Wochen verbessert und die Gliedmaßenfunktion wiederhergestellt zu sein scheint, bleibt zumeist eine Instabilität des Kniegelenks bestehen (30). Damit einhergehend erhöht sich das Risiko eines rascheren und massiveren Fortschreitens von degenerativen Gelenkveränderungen (25).

2.5.2. Chirurgische Therapie

Die meisten für Hunde beschriebenen chirurgischen Verfahren können auch bei Katzen angewendet werden. Häufig werden jedoch extrakapsuläre Methoden bevorzugt, da sie im Vergleich zu den intrakapsulären Techniken und Korrekturosteotomien einfacher, weniger invasiv und kostengünstiger sind (31).

Unabhängig von der gewählten chirurgischen Methode sollte zunächst eine Gelenkexploration zur Inspektion der Menisken mittels Arthrotomie oder Arthroskopie durchgeführt werden (19). Der Zugang zum Kniegelenk kann über einen medialen oder lateralen parapatellaren Schnitt erfolgen. Nach der Inspektion der Gelenkstrukturen werden die Überreste des rupturierten KB entfernt, und bei vorhandenen Meniskusläsionen wird eine partielle Meniskektomie durchgeführt. Anschließend wird das Gelenk verschlossen, sofern die Stabilisierungstechnik keinen offenen Zugang erfordert (13,19).

2.5.2.1. Extrakapsuläre Techniken

Bei den extrakapsulären Versorgungsmethoden gibt es viele verschiedene Techniken, die zur Stabilisierung des Kniegelenks eingesetzt werden (19).

Am häufigsten wird der fabelotibiale Fadenzügel verwendet, der ursprünglich 1970 von DeAngelis und Lau beschrieben und seitdem mehrfach modifiziert wurde (31). Eine bedeutende Weiterentwicklung ist die Identifizierung sogenannter „quasi-isometrischer“ Punkte am Kniegelenk. Diese Punkte zeichnen sich dadurch aus, dass ihr Abstand bei verschiedenen Gelenkwinkeln nahezu konstant bleibt. Dadurch wird die Fadenspannung gleichmäßig aufrechterhalten, was zu einer stabilen Gelenkfunktion führt, ohne das Bewegungsausmaß (*Range of Motion*, ROM) zu beeinträchtigen. Es hat sich gezeigt, dass die Platzierung des Fadens zwischen der *Fabella* und einem Punkt 4 mm proximal der Insertion der Patellarsehne die geringsten Längenveränderungen während der Gelenkbewegung

aufweist (31). Beim fabellotibialen Fadenzügel wird eine Naht zwischen Femur und Tibia so angebracht, dass sie von kaudoproximal nach kraniodistal verläuft, ähnlich dem natürlichen Verlauf des krKB. Ziel dieser extrakapsulären Technik ist es, die Kranialverschiebung und übermäßige Innenrotation der Tibia zu begrenzen und die auf das Gelenk wirkenden Kräfte zu stabilisieren, bis sich periartikuläres fibröses Gewebe gebildet hat (5,12). Der Faden wird um die laterale *Fabella* gelegt und durch einen vorgebohrten Knochenkanal im kranioproximalen Bereich der *Tuberositas tibiae* geführt oder alternativ am distalen Anteil des *Lig. patellae* fixiert (13,31). Statt der Befestigung am Sesambein ist auch eine Fixierung des Fadens mittels Knochenanker kaudal am lateralen Femurkondylus möglich. Diese Methode erfordert weniger Freilegung, reduziert das Risiko einer Nervenkompression und ermöglicht eine isometrischere Positionierung der Naht (12). Als Nahtmaterial wird meist ein nicht-resorbierbares Monofilament in den Größen 0 bis 2-0 verwendet (4). Während die Naht festgezogen wird, wird das Kniegelenk in moderater Beugung und leichter Außenrotation gehalten. Sobald kein Schubladenphänomen mehr nachweisbar ist, wird die Naht durch Verknoten oder durch *Crimping* gesichert. Zum Abschluss wird die laterale Faszie überlappend verschlossen, gefolgt vom Verschluss des subkutanen Gewebes und der Haut (12,13).

Eine weitere, relativ neue extrakapsuläre Stabilisierungsmethode für Katzen ist die in einer Studie aus dem Jahr 2019 beschriebene Transposition des *M. biceps femoris* (32). Über einen kraniolateralen Zugang zum Kniegelenk erfolgt ein Schnitt, der sich vom distalen Drittel des Femurs bis zum proximalen Drittel der Tibia erstreckt. Nach der Präparation des subkutanen Gewebes wird die Aponeurose des *M. biceps femoris* dargestellt. Zunächst wird der Ansatz des Muskels von seinem Ursprungsort gelöst. Anschließend wird ein Schnitt an der Stelle vorgenommen, an der der kraniale Rand des Bizepsmuskels auf den kaudalen Rand des *M. vastus lateralis* trifft. Durch einen weiteren Schnitt im kaudodistalen Bereich wird ein dreieckiger Muskellappen präpariert. Das gestreckte Kniegelenk ermöglicht die Verlagerung des präparierten Lappens, der so nahe wie möglich am Ansatzpunkt des *Lig. patellae* an der *Tuberositas tibiae* fixiert wird. Dadurch wird bei jeder Kontraktion des *M. biceps femoris* eine Stabilisierung des Kniegelenks analog zur Funktion des kranialen Kreuzbandes erzielt (32).

2.5.2.2. Intrakapsuläre Techniken

Die intraartikuläre Rekonstruktion besteht darin, körpereigenes Gewebe (Autotransplantat) oder Fremdmaterial (Allotransplantat) durch das Gelenk zu führen, um die ursprüngliche Ausrichtung und Funktion des krKB nachzuahmen (33). Das Ziel dieser Techniken ist es,

sowohl die kraniale Translation der Tibia zu beseitigen als auch eine volle ROM zu ermöglichen (20).

Bei den intrakapsulären Methoden wird das Gewebe entweder durch das Gelenk gezogen (über die „over-the-top“-Technik) oder durch vorgebohrte Kanäle im Oberschenkel- oder Schienbein geführt. Am häufigsten verwendet man dabei körpereigene *Fascia lata* (30). Das Transplantat wird durch das Kniegelenk geführt, um Femur und Tibia zu verbinden und so das native krKB annähernd zu ersetzen. Diese Technik wurde in der Vergangenheit häufig bei Hunden angewendet, hat jedoch in dieser Spezies an Popularität verloren. Es ist möglich, dieses Verfahren bei Katzen durchzuführen, allerdings sind die Berichte darüber begrenzt (12).

Synthetische Materialien werden eher selten eingesetzt, weil sie dazu neigen, sich mit der Zeit zu dehnen oder zu reißen. Außerdem besteht bei synthetischen Materialien ein erhöhtes Risiko für Entzündungen oder Infektionen (30).

Der Vorteil der intrakapsulären Verfahren liegt darin, dass sie die ursprüngliche Position und Funktion des Kreuzbands am besten nachbilden. Ihre Nachteile bestehen in der größeren Invasivität und der Möglichkeit, dass das eingesetzte Gewebe an Stabilität verliert oder versagt (30).

2.5.2.3. Korrekturosteotomien

Korrekturosteotomien zielen darauf ab, das Kniegelenk biomechanisch so zu verändern, dass die bei der Belastung der Gliedmaße entstehenden Scherkräfte neutralisiert werden und somit die kraniale Subluxation der Tibia verhindert wird (12,19). Zu den gängigen Methoden zählen die TPLO, die TTA sowie die Cranial Closing Wedge Osteotomy (CCWO) (12).

Mittels TPLO und CCWO wird das Tibiaplateau nahezu senkrecht zur Längsachse der Tibia positioniert, sodass kein CTT ausgeübt wird. Bei der TTA wird der Ansatz des *Lig. patellae* so verändert, dass dieser sich senkrecht zur Gelenkfläche der Tibia befindet. Auch hier verhindert man eine Vorwärtsbewegung der Tibia, die durch Kontraktion des *M. quadriceps femoris* bei Belastung der Extremität entstehen würde (12). Zu beachten ist, dass ein direkt postoperativ durchgeführter Schubladentest weiterhin positiv ausfällt. Der Tibiakompressionstest hingegen soll während der orthopädischen Untersuchung negativ sein. Im Laufe der Zeit entwickelt sich eine Kapselfibrose, die zu einer weiteren Reduktion der Vorwärtsbewegung der Tibia führt (19). Besonders bei Katzen mit traumatischen Kreuzbandrupturen sollte überprüft werden, ob eine Osteotomie alleine ausreicht, um das Gelenk ausreichend zu stabilisieren. In Fällen mit

ausgeprägter Instabilität kann es notwendig sein, die Osteotomie mit einer extrakapsulären Naht, wie dem fabelotibialen Fadenzügel, zu kombinieren (23,25).

Eine konsequente Bewegungseinschränkung, einschließlich Käfigruhe für vier bis sechs Wochen, ist nach Durchführung einer Osteotomie unerlässlich, um schwerwiegende Komplikationen wie Implantatversagen oder Tibiafrakturen zu vermeiden (25). Der Fortschritt der Knochenheilung wird durch Röntgenaufnahmen überwacht, um eine adäquate Heilung sicherzustellen (30).

Das Ziel der TPLO ist es, den nach kaudodistal abfallenden TPA in eine neutrale Position zu bringen, um den CTT zu verhindern. Bei Hunden hat sich gezeigt, dass ein Endwinkel von 5° bis 6,5° angestrebt werden sollte. Eine übermäßige Korrektur des Winkels sollte vermieden werden, um eine zu große Belastung des kaudalen KB zu verhindern (19). Die Durchführung einer TPLO bei Katzen ist technisch anspruchsvoller als bei Hunden, da die kleinere Anatomie und die spröderen Knochen der Katze besondere Herausforderungen darstellen (23).

Vor dem Eingriff wird mithilfe präoperativer Röntgenaufnahmen der Tibiaplateauwinkel jedes Patienten sowie der notwendige Rotationswinkel berechnet. Der Zugang zur proximalen Tibia erfolgt durch einen medialen Schnitt. Die Muskelansätze werden vom Knochen gelöst, wobei darauf geachtet werden muss, dass das mediale Seitenband intakt bleibt (19). Eine Führungsvorrichtung (*Jig*) kann bei der Operation verwendet werden, um den Knochen korrekt zu schneiden, ihn während der Operation zu stabilisieren und das Bein richtig auszurichten. Ihre Verwendung führt jedoch zu mehr Gewebeschäden und verlängert die Operationszeit (9). Mit einem biradialen Sägeblatt wird die Osteotomie durchgeführt, die es ermöglicht das Tibiaplateau in den gewünschten Winkel zu drehen. Anschließend wird der Knochen mit einer TPLO-Platte fixiert (19). Die tiefe Faszie, die oberflächliche Faszie und das Unterhautgewebe werden mit resorbierbarem Faden und fortlaufender Nahttechnik vernäht. Die Haut wird entweder mit einem nicht-resorbierbaren Faden oder mit Hautklammern verschlossen (30).

Es ist zu beachten, dass die TPLO zwar die kraniale Translation der Tibia effektiv reduziert, jedoch nicht zur signifikanten Verminderung der tibialen Innenrotation führt (16).

Die TTA ist eine weitere Operationstechnik zur Eliminierung des CTT bei Ruptur des krKB. Das Ziel dieser Methode ist es, den Ansatz des Kniescheibenbandes so weit nach kranial zu verlagern, dass dieses und die Gelenkfläche der Tibia in einem 90°-Winkel zueinander stehen. Durch diese biomechanische Veränderung werden die Scherkräfte zwischen Tibia und Femur neutralisiert. Ähnlich wie bei der TPLO erfolgt eine gründliche präoperative Planung anhand

von Röntgenaufnahmen. Diese dienen zur Berechnung des Tibiaplateauwinkels und zur Bestimmung der notwendigen Vorverlagerung der *Tuberositas tibiae* (19).

Der chirurgische Zugang zur proximalen Tibia erfolgt medial. Dabei werden die Aponeurosen der im Operationsgebiet ansetzenden Muskeln vom kraniomedialen Bereich der *Tuberositas tibiae* abgelöst. Anschließend werden die proximalen Ansatzpunkte für die TTA-Platte am Schienbeinkamm vorgebohrt. Mit einer Sagittalsäge wird die *Tuberositas tibiae* vom Schaft des Knochens getrennt. Am proximalen Ende der Osteotomie wird ein *Cage*, eine spezielle Metallstruktur von zuvor bestimmter Größe, platziert, um den Knochen in seiner neuen Position zu halten. Die *Tuberositas tibiae* wird mit einer Spannungsplatte (TTA-Platte) fixiert, um die Stabilität zu gewährleisten. In den entstandenen Spalt wird ein autologes oder allogenies Knochentransplantat eingebracht, um die Heilung des Knochens zu fördern (19). Der Verschluss der Schichten erfolgt wie bei der TPLO (30).

Die CCWO basiert auf demselben biomechanischen Prinzip wie die TPLO. Bei dieser Technik verändert jedoch die tiefer angesetzte Osteotomie die Position der *Tuberositas tibiae*, was eventuell zu Problemen im Streckmechanismus des Kniegelenks führen kann. Dennoch ist sie eine geeignete Methode für Jungtiere mit noch offenen Epiphysenfugen sowie für solche mit einem sehr steilen TPA (30).

Auch bei der CCWO werden präoperative Röntgenaufnahmen zur Bestimmung des TPA durchgeführt. Ein medialer Hautschnitt wird auf Höhe der geplanten Osteotomie gesetzt. Diese sollte so nah wie möglich am Kniegelenk erfolgen, um die biomechanische Wirkung zu maximieren und das Frakturrisiko zu minimieren. Nach der Freilegung der Tibia wird ein Knochenkeil entlang der zuvor markierten Osteotomielinien mit einer geraden Säge entfernt. Anschließend werden die Knochenfragmente reponiert und mit einer passenden Knochenplatte fixiert. Zum Abschluss werden auch hier die Gewebeschichten wie bei der TPLO verschlossen (30).

3. Material und Methode

3.1. Literatursuche

Diese Literaturübersicht wurde gemäß den PRISMA-Richtlinien 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) durchgeführt, um eine transparente und nachvollziehbare Berichterstattung der Literatursuche, Studienauswahl, Datenerhebung und -bewertung sicherzustellen (34). Für die systematische Literaturrecherche wurden die Online-Datenbanken PubMed, Scopus, ScienceDirect, Web of Science sowie vetmedseeker (Suchmaschine der Universitätsbibliothek der Veterinärmedizinische Universität Wien) verwendet. Google Scholar diente ergänzend zur Identifikation von Fachliteratur und theoretischen Quellen. Neben wissenschaftlichen Artikeln wurden auch Fachbücher, bezogen über die Universitätsbibliothek der Veterinärmedizinischen Universität Wien, zur Recherche theoretischer Grundlagen verwendet.

Die Recherche fand von September bis Oktober 2024 statt und wurde sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache durchgeführt. Anhand vorab definierter Suchbegriffe (Tab. 1) wurde nach Studien gesucht, die sich mit der chirurgischen oder konservativen Behandlung von krKB-Rupturen bei Katzen beschäftigen. Zusätzlich wurde in den Referenzlisten der gefundenen Studien nach weiteren relevanten Publikationen gesucht. Folgende Tabelle (Tab. 1) gibt einen Überblick über die Suchkriterien der Literaturrecherche.

Tab. 1: Liste der Suchkriterien

Parameter	Suchkriterium
Suchzeitraum	September–Oktober 2024
Sprache	Deutsch Englisch
Suchmaschinen	PubMed Scopus ScienceDirect Web of Science vetmedseeker

Suchbegriffe	cranial cruciate ligament AND cat cranial cruciate ligament AND (cat OR feline) cranial cruciate ligament AND (cat OR feline) AND (surgery OR treatment) stifle AND surgery AND (cat OR feline) TPLO AND (cat OR feline) Kreuzbandriss Katze
Weiteres	Suche in Referenzen der gefundenen Studien Ein Artikel von Betreuerin bereitgestellt

TPLO = Tibial Plateau Leveling Osteotomy

3.2. Literatúrauswahl

Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurden Studien eingeschlossen, die Kurz- und/oder Langzeitergebnisse nach konservativer oder chirurgischer Behandlung der krKB-Ruptur bei der Katze dokumentierten. Diese Studien mussten Informationen zu mindestens einem der folgenden Parameter liefern: postoperatives Gangbild, Gelenksstabilität, Muskelatrophie, Knochenheilung und Arthroseentwicklung (radiologische Befunde), Zufriedenheit der Besitzer:innen sowie peri- und/oder postoperative Komplikationen.

Im Rahmen der systematischen Literaturrecherche in den Datenbanken wurden insgesamt 2.034 potenziell relevante Studien identifiziert. Nach der Entfernung von Duplikaten mithilfe des Literaturverwaltungsprogrammes Zotero blieben 656 Studien für das erste Screening übrig. In diesem Screening wurden die Titel und Abstracts der Studien geprüft, wobei 634 aufgrund mangelnder Relevanz ausgeschlossen wurden. Zu den Ausschlusskriterien zählten *ex vivo*-Studien, Arbeiten, die in einer anderen Sprache als Deutsch oder Englisch verfasst waren, Studien zu anderen Spezies (wie Mensch, Hund, Kaninchen, Frettchen) und solche, die sich mit anderen Themenbereichen wie Anästhesie, Schmerzmanagement oder anderen orthopädischen Erkrankungen (z. B. Osteoarthritis, Patellaluxation, Frakturen) befassten.

Nach dem Screening verblieben 22 Studien, deren Volltexte angefordert wurden. Bei zwei dieser Studien war der Volltext nicht verfügbar, da er entweder nicht zugänglich war oder nur in einer anderen Sprache als Deutsch oder Englisch vorlag. Somit wurden 20 Studien in die detaillierte Analyse einbezogen. Darüber hinaus wurde eine zusätzliche relevante Studie über die Referenzliste identifiziert, und eine weitere Studie wurde von der Betreuerin dieser Arbeit zur Verfügung gestellt.

Von den 22 geprüften Volltexten wurden acht Studien ausgeschlossen. Die Gründe für den Ausschluss waren eine unzureichende Datenbasis (z. B. zu kurze Fallberichte), das Vorliegen von Polytraumata (Ruptur mehrerer Bänder des Kniegelenks oder zusätzliche Verletzungen wie Patellaluxationen), die Fokussierung auf andere Verletzungsmechanismen wie Avulsionen, sowie Studien, die sich primär auf andere Spezies konzentrierten oder keine spezifischen Ergebnisse für Katzen präsentierten.

Eine detaillierte Übersicht des gesamten Auswahlprozesses ist im folgenden PRISMA-Flow-Diagramm (Abb. 1) dargestellt.

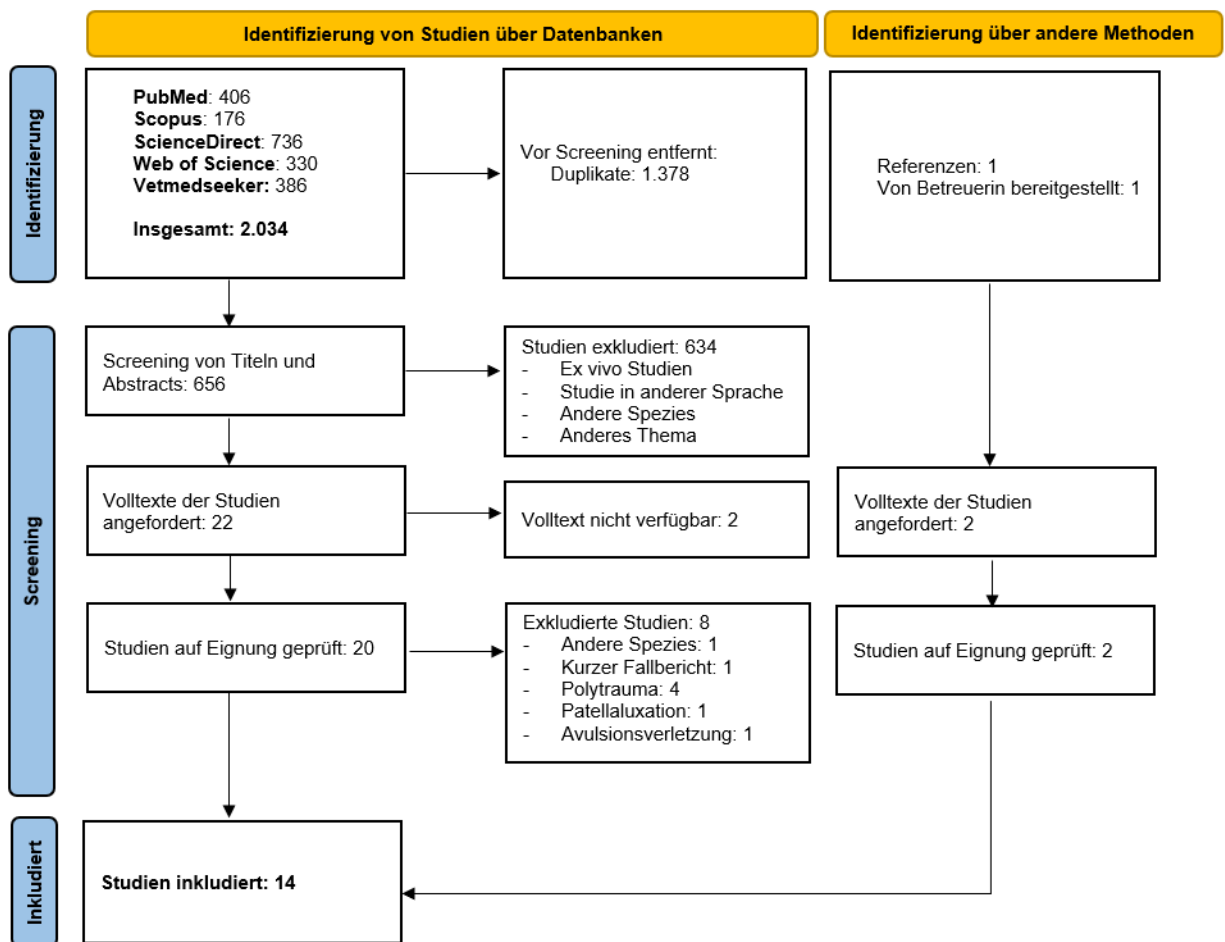


Abb. 1: PRISMA-Flow-Diagramm des Studienauswahlprozesses

Quelle: Angepasst nach Page MJ, et al. BMJ 2021;372:n71. doi: 10.1136/bmj.n71.

Dieses Werk steht unter der Lizenz CC BY 4.0. Zur Ansicht der Lizenz: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

3.3. Kriterien zur Einteilung in Evidenzlevel

Zur Beurteilung der wissenschaftlichen Evidenz der inkludierten Studien wurden diese nach den Kriterien, welche 2003 im Journal of Bone and Joint Surgery publiziert wurden, in vier verschiedene Studientypen und in fünf Evidenzlevel eingeteilt (35). Die vier beschriebenen Studientypen umfassen: therapeutische Studien (Untersuchung der Wirksamkeit von Behandlungen), prognostische Studien (Bewertung des Krankheitsverlaufs oder des Einflusses von Prognosefaktoren), diagnostische Studien (Untersuchung von diagnostischen Tests) sowie ökonomische Studien (Bewertung der Kosten von Behandlungen oder Entwicklung von Entscheidungsmodellen).

Da in der vorliegenden Arbeit ausschließlich therapeutische und prognostische Studien inkludiert wurden, sind in der folgenden Tabelle (Tab. 2) nur die Evidenzlevel-Kriterien für diese beiden Studientypen dargestellt.

Tab. 2: Evidenzlevel-Kriterien nach Wright et al. (35)

Evidenzlevel	Therapeutische Studien	Prognostische Studien
Level 1	<ul style="list-style-type: none"> • Randomisierte kontrollierte Studien (RCT) • Systematische Übersichten² von Level-I-RCT (homogene Studien) 	<ul style="list-style-type: none"> • Prospektive Studien¹ • Systematische Übersichten² von Level-I-Studien
Level 2	<ul style="list-style-type: none"> • Prospektive Kohortenstudien³ • RCT von niedriger Qualität (z. B. < 80 % Follow-Up) • Systematische Übersichten² von: <ol style="list-style-type: none"> a. Level-II-Studien b. Nicht-homogenen Level-I-Studien 	<ul style="list-style-type: none"> • Retrospektive Studien⁴ • Studien mit unbehandelten Kontrollgruppen aus früheren RCT • Systematische Übersichten² von Level-II-Studien
Level 3	<ul style="list-style-type: none"> • Fall-Kontroll-Studien⁵ • Retrospektive Kohortenstudien⁴ • Systematische Übersichten² von Level-III-Studien 	k.A.
Level 4	<ul style="list-style-type: none"> • Fallserien (ohne Kontrollgruppe oder mit historischer Kontrollgruppe) 	<ul style="list-style-type: none"> • Fallserien
Level 5	<ul style="list-style-type: none"> • Expertenmeinungen 	<ul style="list-style-type: none"> • Expertenmeinungen

1. Alle Tiere wurden zu einem einheitlichen Zeitpunkt im Verlauf ihrer Erkrankung aufgenommen, wobei mindestens 80 % der Tiere nachverfolgt wurden.
2. Eine Analyse der Ergebnisse aus zwei oder mehr vorangegangenen Studien.
3. Behandelte Tiere wurden mit einer Kontrollgruppe an Tieren verglichen, die zur gleichen Zeit und in derselben Institution behandelt wurden.
4. Die Studie wurde nach der Durchführung der Behandlung begonnen.
5. Patienten mit einem spezifischen Ergebnis (als „Fälle“ bezeichnet) wurden mit Patienten ohne dieses Ergebnis verglichen (als „Kontrollen“ bezeichnet).

RCT = Randomized Controlled Trial

3.4. Einteilung der Ergebnisse

Um die Studienergebnisse zu strukturieren und vergleichbar zu machen, wurden eine Richtlinie von Cook et al. (36) herangezogen. Für die zeitliche Einteilung der Ergebnisse gelten folgende Definitionen:

- Perioperative Ergebnisse: 0–3 Monate
- Kurzzeitergebnisse: 3–6 Monate
- Mittelfristige Ergebnisse: 6–12 Monate
- Langzeitergebnisse: über 12 Monate

Zur Festlegung des Schweregrads der in den Studien dokumentierten Komplikationen wurden die folgenden, ebenfalls von Cook et al. (36) veröffentlichten, Kategorien verwendet:

- Katastrophal: Komplikationen, die zu permanenter Funktionsunfähigkeit, zum Tod oder zur Euthanasie führen
- Schwer: Komplikationen, die eine chirurgische oder medizinische Intervention erfordern
- Leicht: Komplikationen, bei welchen keine zusätzlichen Interventionen notwendig sind (z. B. Serome, Hämatome)

Zwei der inkludierten Studien verwendeten den Feline Musculoskeletal Pain Index (FMPI), ein validiertes Instrument zur Bewertung chronischer Schmerzen und der Lebensqualität bei Katzen (37). Boge et al. (2) verwendeten die vollständige FMPI-Version, bestehend aus 18 Fragen zur Aktivität (Skala: -1 bis 4), zwei Fragen zu Schmerz (Skala: 0 bis 4) und einer Frage zur Lebensqualität (Skala: 0 bis 3). Stoneburner et al. (1) nutzten die Kurzversion mit einer Skala von 0 bis 4 pro Frage. Ein niedriger Gesamtwert zeigte jeweils geringere Schmerzbelastung an.

4. Ergebnisse

4.1. Inkludierte Studien

Insgesamt konnten 14 Studien eingeschlossen werden, die sich mit den Therapieoptionen der Ruptur des krKB bei Katzen befassen und Angaben zu mindestens einem der folgenden Parameter machen: klinische Ergebnisse, radiologische Befunde, Zufriedenheit der Besitzer:innen oder Komplikationsrate. Zwei Studien untersuchten konservative Behandlungsmethoden, während eine Studie die Langzeitergebnisse von chirurgisch und konservativ behandelten Katzen verglich. Drei der eingeschlossenen Studien berichteten über die Anwendung extrakapsulärer Verfahren und zwei über intrakapsuläre Therapiemethoden. Sechs Studien zu Korrekturosteotomien wurden identifiziert, davon drei zur TPLO, eine zur TTA und eine zur CCWO. Bei einer Studie wurden TPLO und CCWO kombiniert angewendet. Die folgenden Tabellen (Tab. 3–6) geben einen Überblick über die eingeschlossenen Studien und beinhalten deren Kurzzusammenfassungen.

Tab. 3: Studien zur konservativen Versorgung

Studie	Kurzzusammenfassung
Boge et al. (2020): "Cranial cruciate ligament disease in cats: an epidemiological retrospective study of 50 cats"	Die retrospektive Studie analysierte 50 Katzen mit krKB-Riss, die entweder konservativ oder mit fabelotibialen Fadenzügel behandelt wurden. Zur Beurteilung chronischer Schmerzen im Langzeitverlauf wurde der FMPI verwendet (2).
Scavelli, Schrader (1987): "Nonsurgical management of rupture of the cranial cruciate ligament in 18 cats"	In dieser Studie wurde die konservative Behandlung von krKB-Rissen bei 18 Katzen retrospektiv untersucht. Die Ergebnisse wurden durch klinische und radiologische Nachuntersuchungen sowie Befragungen der Besitzer:innen bewertet (11).
Stoneburner et al. (2022): "Conservative nonsurgical treatment for cranial cruciate ligament disease"	In der retrospektiven Studie wurden Follow-Up-Daten von 18 konservativ behandelten Katzen mit krKB-Riss erhoben. Die Nachuntersuchungen erfolgten durch Interviews der Besitzer:innen mithilfe eines zweiteiligen Fragebogens. Der erste Teil erfasste kurzzeitige Ergebnisse, während der zweite Teil langfristige Ergebnisse anhand des FMPI bewertete (1).

FMPI = Feline Musculoskeletal Pain Index, krKB = kraniales Kreuzband

Tab. 4: Studien zur extrakapsulären Versorgung

Studie	Kurzzusammenfassung
Boge et al. (2020): "Cranial cruciate ligament disease in cats: an epidemiological retrospective study of 50 cats"	Diese retrospektive Studie analysierte 50 Katzen mit krKB-Riss, die entweder konservativ oder mit fabellotibialen Fadenzügel behandelt wurden. Zur Beurteilung chronischer Schmerzen im Langzeitverlauf wurde der FMPI verwendet (2).
Harasen (2005): "Feline cranial cruciate rupture: 17 cases and a review of the literature"	Die Studie untersuchte retrospektiv 17 Katzen mit krKB-Ruptur, die mittels fabellotibialen Fadenzügel versorgt wurden. Die postoperative Nutzung des operierten Beins wurde durch Befragungen der Besitzer:innen sowie durch klinische Bewertungen erfasst (7).
Kılıç, Derincegöz (2012): "Surgical treatment of rupture of the anterior cruciate ligament in a cat caused by dog bite"	Diese Fallstudie beschreibt die Versorgung eines krKB-Risses bei einer Katze nach einem Hundebiss mit fabellotibialen Fadenzügel. Postoperative Ergebnisse wurden anhand von klinischen Nachuntersuchungen bewertet (38).
Şen (2019): "Clinical and radiological evaluation of the treatment of cranial cruciate ligament rupture in cats with the Musculus biceps femoris transposition technique"	In der prospektiven Studie wurden acht Katzen mit krKB-Ruptur mittels <i>M. biceps femoris</i> -Transposition versorgt. Postoperative klinische und radiologische Nachuntersuchungen wurden durchgeführt (32).

FMPI = Feline Musculoskeletal Pain Index, krKB = kraniales Kreuzband

Tab. 5: Studien zur intrakapsulären Versorgung

Studie	Kurzzusammenfassung
Lee et al. (2022): "Stifle joint reconstruction technique using fascia lata in a cat with cranial cruciate ligament rupture"	In dieser Fallstudie wird die intrakapsuläre Rekonstruktion des krKB bei einer Katze unter Verwendung von <i>Fascia lata</i> dargestellt. Postoperative Ergebnisse wurden anhand klinischer und radiologischer Nachuntersuchungen dokumentiert (33).
Matis, Köstlin (1978): "Zur Kreuzbandruptur bei der Katze"	Die Studie beschreibt retrospektiv den intrakapsulären Bandersatz bei 17 Katzen mit krKB-Ruptur mittels synthetischem Material oder <i>Fascia lata</i> . Klinische und radiologische Nachuntersuchungen wurden durchgeführt (29).

krKB = kraniales Kreuzband

Tab. 6: Studien zur Versorgung mit Korrekturosteotomien

Studie	Kurzzusammenfassung
Aleksiewicz et al. (2022): "Application of a triangular saw guide in cranial tibial wedge osteotomy in ten cats"	Die prospektive Studie untersuchte den Einsatz einer dreieckigen Sägeführung zur Durchführung einer CCWO bei zehn Katzen mit krKB-Ruptur. Postoperative Ergebnisse wurden durch klinische Nachuntersuchungen und radiologische Bewertungen erhoben (39).
Hoots, Petersen (2005): "Tibial Plateau Leveling Osteotomy and Cranial Closing Wedge Osteotomy in a cat with cranial cruciate ligament rupture"	In dieser Fallstudie wurde bei einer Katze mit krKB-Ruptur und einer ausgeprägten Tibia-Deformität eine Kombination aus TPLO und CCWO durchgeführt. Die postoperativen Ergebnisse wurden durch klinische und radiologische Nachuntersuchungen bewertet (10).
Matis et al. (2010): "TPLO in the cat"	Die Studie analysierte retrospektiv die Ergebnisse von 29 TPLO-Eingriffen bei 28 Katzen. Bei vier Tieren wurde ein fabellotibialer Fadenzügel für zusätzliche Stabilität verwendet. Nachuntersuchungen mit Erfassung der Komplikationsrate und der Langzeitergebnisse wurden durchgeführt (23).
Mindner et al. (2016): "Tibial Plateau Leveling Osteotomy in eleven cats with cranial cruciate ligament rupture"	In dieser prospektiven Studie wurden die Ergebnisse der TPLO bei elf Katzen mit krKB-Ruptur untersucht. Der chirurgische Verlauf, intra- und postoperative Komplikationen sowie die Ergebnisse des Kurzzeit-Follow-Ups wurden dokumentiert (9).
Perry, Fitzpatrick (2010): "Tibial Tuberosity Advancement in two cats with cranial cruciate ligament deficiency"	Die Fallstudie beschreibt die Versorgung von krKB-Rupturen mittels TTA bei zwei Katzen. Durch klinische und radiologische Nachuntersuchungen wurden postoperative Ergebnisse und Komplikationen erfasst (40).
Tamburro et al. (2020): "Clinical outcomes and stifle osteoarthritis assessment of nine cats before and after Tibial Plateau Leveling Osteotomy"	In der prospektiven Studie wurden neun Katzen mit krKB-Ruptur mittels TPLO versorgt. Die postoperative Heilung, Arthroseentwicklung und mögliche Komplikationen wurden anhand von Nachuntersuchungen bewertet (15).

CCWO = Cranial Closing Wedge Osteotomy, krKB = kraniales Kreuzband, TPLO = Tibial Plateau Leveling Osteotomy, TTA = Tibial Tuberosity Advancement

4.2. Einteilung der Studien in Evidenzlevel

Insgesamt 14 Studien zur Behandlung der krKB-Ruptur bei der Katze wurden ausgewertet. Diese wurden zuerst in therapeutische und prognostische Studien eingeteilt, wobei 13 Studien als therapeutische klassifiziert wurden. Alle 13 wurden dem Evidenzlevel IV zugeteilt, da sie Fallserien oder klinische Fallberichte darstellten, die ohne Kontrollgruppen durchgeführt wurden. Darüber hinaus wurde eine Studie als prognostische Studie klassifiziert, welche den Evidenzlevel II erreichte.

Die folgenden Tabellen (Tab. 7–10) geben eine Übersicht der analysierten Studien geordnet nach Therapiemethode, Studientyp, Evidenzlevel und Studiendesign.

4.2.1. Konservative Therapie

Boge et al. (2) führten eine retrospektive Kohortenstudie durch, die sowohl chirurgische als auch konservative Behandlungen verglich und als prognostische Studie dem Evidenzlevel II zugeteilt wurde. Scavelli und Schrader (11) und Stoneburner et al. (1) waren retrospektive Fallserien ohne Kontrollgruppen und wurden daher als therapeutische Studien dem Evidenzlevel IV zugeordnet.

Tab. 7: Einteilung in Evidenzlevel – konservativ

Studie	Studientyp	Evidenzlevel	Studiendesign
Boge et al. (2020)	Prognostisch	Level II	Retrospektive Kohortenstudie
Scavelli und Schrader (1987)	Therapeutisch	Level IV	Retrospektive Fallserie
Stoneburner et al. (2022)	Therapeutisch	Level IV	Retrospektive Fallserie

4.2.2. Extrakapsuläre Techniken

Die Studie von Boge et al. (2) wurde als prognostische Studie Level II eingestuft. Bei der Studie von Harasen (7) handelt es sich um eine retrospektive Fallserie, bei Kılıç und Derincegöz (38) um einen klinischen Fallbericht und bei Şen (32) um eine prospektive Fallserie. Diese Studien wurden jeweils als therapeutische Studien Level IV eingestuft.

Tab. 8: Einteilung in Evidenzlevel – extrakapsulär

Studie	Studientyp	Evidenzlevel	Studiendesign
Boge et al. (2020)	Prognostisch	Level II	Retrospektive Kohortenstudie
Harasen (2005)	Therapeutisch	Level IV	Retrospektive Fallserie
Kılıç und Derincegöz (2012)	Therapeutisch	Level IV	Klinischer Fallbericht
Şen (2019)	Therapeutisch	Level IV	Prospektive Fallserie

4.2.3. Intrakapsuläre Techniken

Sowohl der klinische Fallbericht von Lee et al. (33) als auch die retrospektive Fallserie von Matis und Köstlin (29) wurden dem Evidenzlevel IV als therapeutische Studien zugeordnet.

Tab. 9: Einteilung in Evidenzlevel – intrakapsulär

Studie	Studientyp	Evidenzlevel	Studiendesign
Lee et al. (2022)	Therapeutisch	Level IV	Klinischer Fallbericht
Matis und Köstlin (1978)	Therapeutisch	Level IV	Retrospektive Fallserie

4.2.4. Korrekturosteotomien

Aleksiewicz et al. (39) führten eine prospektive Fallserie zur CCWO durch, während Hoots und Petersen (10) einen Fallbericht zur Kombination von TPLO und CCWO vorlegten. Matis et al. (23) erstellten eine retrospektive Fallserie zur TPLO, wohingegen Mindner et al. (9) und Tamburro et al. (15) prospektive Daten zur TPLO erhoben. Perry und Fitzpatrick (40) untersuchten in einem Fallbericht die Anwendung der TTA. Obwohl einige der Studien prospektiv angelegt waren, fehlte allen eine Kontrollgruppe, weshalb sie alle dem Evidenzlevel IV für therapeutische Studien zugeordnet wurden.

Tab. 10: Einteilung in Evidenzlevel – Osteotomie

Studie	Studientyp	Evidenzlevel	Studiendesign
Aleksiewicz et al. (2022)	Therapeutisch	Level IV	Prospektive Fallserie
Hoots und Petersen (2005)	Therapeutisch	Level IV	Klinischer Fallbericht
Matis et al. (2010)	Therapeutisch	Level IV	Retrospektive Fallserie
Mindner et al. (2016)	Therapeutisch	Level IV	Prospektive Fallserie
Perry und Fitzpatrick (2010)	Therapeutisch	Level IV	Klinischer Fallbericht
Tamburro et al. (2020)	Therapeutisch	Level IV	Prospektive Fallserie

4.3. Klinische Ergebnisse

4.3.1. Konservative Therapie

Alle drei Studien zur konservativen Therapie liefern Angaben zu klinischen Ergebnissen. Insgesamt lagen für 48 der 64 konservativ behandelten Katzen Informationen zum klinischen Behandlungserfolg vor.

Boge et al. (2) führten die Nachuntersuchungen ausschließlich über Befragungen der Besitzer:innen mittels FMPI durch. Von 28 konservativ behandelten Katzen konnten für zwölf Follow-Up-Daten erhoben werden. Dabei zeigte sich ein durchschnittlicher FMPI-Score von 0,5, was auf geringere Anzeichen chronischer Schmerzen im Vergleich zu chirurgisch behandelten Katzen hindeutet.

In der Studie von Scavelli und Schrader (11) wurden 16 der 18 Katzen nach durchschnittlich 20,5 Monaten zur Nachuntersuchung vorgestellt, bei zwei Tieren erfolgte das Follow-Up telefonisch. Bei 14 von 16 Katzen (87,5 %) konnte ein mildes bis moderates Schubladenphänomen und Verdickungen im medialen Kniegelenksbereich festgestellt werden. Die Lahmheit der Katzen verbesserte sich nach durchschnittlich fünf Wochen, wobei die Zeitspanne von einer Woche bis zu 16 Wochen reichte. Alle Tiere erreichten ein normales Gangbild und eine normale Gliedmaßenfunktion.

Stoneburner et al. (1) dokumentierten, dass 15 von 18 Katzen (83,3 %) innerhalb von drei Monaten eine normale Mobilität ohne Lahmheit wiedererlangt haben. Bei zwölf dieser 15 Katzen war innerhalb der ersten zwei Monate keine Lahmheit mehr sichtbar. Eine Katze benötigte länger als drei Monate, um lahmheitsfrei zu werden, und bei zwei Tieren stellte sich keine vollständige Funktion mehr ein. Bezogen auf langfristige Ergebnisse gaben 94 % der Besitzer:innen an, dass sie das Ergebnis als gut bis exzellent empfanden. Der durchschnittliche FMPI-Score von 0,29 weist auf minimale oder keine chronischen Schmerzen hin. Nur zwei Katzen wiesen höhere Scores auf, die mit Komorbiditäten in Zusammenhang gebracht wurden.

Die klinischen Ergebnisse sind in Tab. 11 dargestellt. Aufgrund fehlender Angaben zu kurz- und mittelfristigen Ergebnissen wurden diese nicht in die Tabelle inkludiert.

Tab. 11: Klinische Ergebnisse der konservativen Studien

Studie	Perioperative Ergebnisse (0–3 Monate)	Langzeitergebnisse (> 12 Monate)
Boge et al. (2020)	k.A.	<ul style="list-style-type: none"> • Medianer FMPI-Score von 0,5 für 12 konservativ behandelte Katzen
Scavelli und Schrader (1987)	<ul style="list-style-type: none"> • Wiederherstellung des Gangs nach durchschnittlich 4,8 Wochen 	<ul style="list-style-type: none"> • Positives Schubladenphänomen und periartikuläre Verdickungen bei 14/16 Katzen (87,5 %) • Normales Gangbild und normale Gliedmaßenfunktion bei allen Katzen
Stoneburner et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> • 12/15 Katzen (80 %) innerhalb der ersten zwei Monate lahmheitsfrei • 15/18 Katzen (83,3 %) innerhalb von 3 Monaten lahmheitsfrei 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei 2 Katzen keine vollständige Rückkehr zur Funktion • 94 % der Besitzer:innen bewerteten das Ergebnis als gut bis exzellent • medianer FMPI-Score von 0,29

FMPI = Feline Musculoskeletal Pain Index

4.3.2. Extrakapsuläre Techniken

Alle vier Studien zu den extrakapsulären Therapiemethoden beschreiben klinische Resultate. Insgesamt wurden 39 Katzen mit extrakapsulären Techniken therapiert, wovon für 28 Tiere klinische Ergebnisse dokumentiert sind. Aus der Studie von Harasen (7) wurden nur die Daten der Katzen mit isolierten krKB-Rupturen in die Auswertung einbezogen.

In der Studie von Boge et al. (2) wurden die Langzeitergebnisse der Katzen, die mittels fabellotibialen Fadenzügel versorgt wurden, anhand des FMPI-Scores erfasst. Für zwölf der

22 chirurgisch behandelten Katzen lagen Follow-Up-Daten vor. Für diese ergab sich ein durchschnittlicher FMPI-Score von 5. Unter ihnen befanden sich auch zwei Tiere mit multiplen Kniegelenksverletzungen, die einen höheren Score von durchschnittlich 13 aufwiesen. Laut den Autor:innen blieb der statistische Unterschied zwischen den Gruppen der konservativ und chirurgisch behandelten Katzen auch nach Ausschluss dieser beiden Tiere signifikant (2).

Die klinischen Ergebnisse wurden bei Harasen (7) durch Interviews mit den Katzenbesitzer:innen erhoben. Für sieben der acht Katzen lagen Follow-Up-Daten vor. Die Nachbeobachtungszeiten reichten dabei von zwei Monaten bis zu sechs Jahren nach der Versorgung mit fabelotibialen Fadenzügel. Alle Besitzer:innen bewerteten die Funktion des operierten Beins auf einer Skala von null bis fünf, wobei „null“ für vollständige Entlastung und „fünf“ für normale Nutzung des Beines stand. Die Bewertungen lagen bei allen Tieren bei „vier“ oder „fünf“. Zwei Katzen zeigten eine leichte Steifheit beim Aufstehen. Die normale Nutzung der operierten Gliedmaße stellte sich im Durchschnitt nach 16 Tagen wieder ein.

Kılıç und Derincegöz (38) beobachteten den frühen postoperativen Verlauf nach der Versorgung einer Katze mit fabelotibialen Fadenzügel. Zwei Wochen nach dem Eingriff belastete das Tier beide Hintergliedmaßen vorsichtig. Angaben zu Langzeitergebnissen liegen nicht vor.

In der Studie von Şen (32) wurden acht Katzen, die mit der *M. biceps femoris*-Transposition behandelt wurden, an den Tagen zehn, 30, 60 und 90 hinsichtlich Lahmheit sowie weiterer Parameter wie ROM und Schmerzempfindlichkeit untersucht. Bereits am Tag 30 wiesen 87,5 % der Katzen nur noch eine milde oder keine Lahmheit mehr auf. Nach 90 Tagen zeigten sieben von acht Katzen keine Lahmheit mehr, und auch die anderen Parameter lagen im Normalbereich. Eine Katze, bei der zusätzlich eine Meniskusverletzung vermutet wurde, zeigte weiterhin eine milde Lahmheit sowie eingeschränkte ROM und leichte Schmerzhaftigkeit bei Palpation.

Die Ergebnisse sind in Tab. 12 dargestellt. Aufgrund fehlender Angaben zu kurz- und mittelfristigen Ergebnissen wurden diese nicht in der Tabelle berücksichtigt

Tab. 12: Klinische Ergebnisse der extrakapsulären Studien

Studie	Perioperative Ergebnisse (0–3 Monate)	Langzeitergebnisse (> 12 Monate)
Boge et al. (2020)	k.A.	<ul style="list-style-type: none"> Medianer FMPI-Score von 5 für 12 chirurgisch behandelte Katzen

Harasen (2005)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Tage–5 Wochen post-OP: Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion nach durchschnittlich 16,3 Tagen 	<ul style="list-style-type: none"> • Gute bis sehr gute Gliedmaßenfunktion in 7/7 Katzen (100 %) • 2 Katzen zeigten leichte Steifheit beim Aufstehen
Kılıç und Derincegöz (2012)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Wochen post-OP: Katze belastete Gliedmaße vorsichtig 	k.A.
Şen (2019)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 Tage post-OP: 7/8 Katzen (87,5 %) zeigten milde oder keine Lahmheit • 90 Tage post-OP: keine Lahmheit, vollständige ROM und kein Palpationsschmerz bei 7/8 Katzen (87,5 %) 	k.A.

FMPI = Feline Musculoskeletal Pain Index, ROM = Range of Motion

4.3.3. Intrakapsuläre Techniken

Beide Studien zur intrakapsulären Versorgung dokumentieren klinische Ergebnisse. Insgesamt wurden acht Katzen mit intrakapsulären Methoden behandelt, für sieben Tiere liegen Informationen zum Behandlungserfolg vor. Aus der Studie von Matis und Köstlin (29) wurden lediglich die Katzen mit isolierter krKB-Ruptur in die Auswertung einbezogen, während Fälle mit multiplen Verletzungen ausgeschlossen wurden.

Die Katze in der Studie von Lee et al. (33) begann zwei Wochen nach der Operation, die betroffene Extremität wieder zu belasten. Zwei Monate postoperativ zeigte sie ein unauffälliges Gangbild ohne Lahmheit. Bei der Nachuntersuchung nach 22 Monaten wies die Katze weiterhin eine normale Beinbelastung und ein normales Gangbild auf.

In der Studie von Matis und Köstlin (29) wurden sechs der sieben Katzen nach durchschnittlich zwölf Monaten (zwischen zwei und 24 Monaten postoperativ) nachuntersucht. Fünf Katzen waren dabei lahmheitsfrei. Eine Katze zeigte eine mittelgradige Lahmheit, die auf eine vermutlich iatrogene Patellaluxation zurückzuführen war. Zudem lag eine eingeschränkte Beweglichkeit im Sinne einer Beuge- und/oder Streckhemmung des Kniegelenks vor. Die übrigen Tiere wiesen eine normale Beweglichkeit des Gelenks auf.

Die Ergebnisse sind in Tab. 13 dargestellt. Angaben zu kurzfristigen Ergebnissen fehlen und wurden daher nicht in der Tabelle berücksichtigt.

Tab. 13: Klinische Ergebnisse der intrakapsulären Studien

Studie	Perioperative Ergebnisse (0–3 Monate)	Mittelfristige Ergebnisse (6–12 Monate)	Langzeitergebnisse (> 12 Monate)
Lee et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Wochen post-OP: Belastung der Extremität • 2 Monate post-OP: Katze war lahmheitsfrei 	k.A.	<ul style="list-style-type: none"> • 22 Monate post-OP: Normale Belastung der Gliedmaße und normaler Gang
Matis, Köstlin (1978)	<ul style="list-style-type: none"> • 1/6 Katzen (16,7 %) mittelgradig lahm, verminderte ROM 	<ul style="list-style-type: none"> • 3/6 Katzen (50 %) lahmheitsfrei, normale ROM 	<ul style="list-style-type: none"> • 2/6 Katzen (33,3 %) lahmheitsfrei, normale ROM

ROM = Range of Motion

4.3.4. Korrekturosteotomien

Fünf der sechs Studien zu den Korrekturosteotomien liefern Angaben zu klinischen Ergebnissen. Tamburro et al. (15) fokussierten sich primär auf radiologische Ergebnisse. Insgesamt wurden 52 Katzen mittels Osteotomie behandelt, von 45 Tieren wurden Follow-Up-Daten erhoben.

In der Studie von Aleksiewicz et al. (39) zeigte sich bei der Mehrheit der Katzen eine deutliche Verbesserung der Lahmheit innerhalb der ersten drei Monate nach der CCWO-Operation. Bereits nach zwei Monaten waren 50 % der Katzen lahmheitsfrei. Nach drei Monaten zeigten 70 % der Katzen keine Lahmheit mehr, während bei den restlichen 30 % eine milde Lahmheit festgestellt wurde.

Die Katze aus dem Fallbericht von Hoots und Petersen (10), die mit einer Kombination aus TPLO und CCWO versorgt wurde, zeigte zehn Tage nach der Operation eine moderate Lahmheit bei nahezu normaler Gelenkbeweglichkeit. Nach einem Monat war eine milde, konstant auftretende Lahmheit mit normalem Bewegungsumfang festzustellen. Nach drei Monaten trat die Lahmheit nur noch mild und intermittierend auf. Vier Monate nach der Operation war die Katze vollständig lahmheitsfrei.

In der Studie von Matis et al. (23) wurden 21 von 28 Katzen nachuntersucht. Bei den acht Katzen, die sechs Wochen nach der TPLO reevaluiert wurden, zeigte sich eine geringgradige Lahmheit und Muskelatrophie. Die Besitzer:innen berichteten, dass die Tiere bereits kurz nach der Operation in der Lage waren, auf Möbel und andere erhöhte Objekte zu springen.

Mindner et al. (9) stellten zehn Tage nach TPLO eine moderate Lahmheit bei drei Katzen und eine milde Lahmheit bei acht Tieren fest. Nach vier bis zwölf Wochen waren drei Katzen lahmheitsfrei, während die anderen eine milde Lahmheit aufwiesen. Zusätzlich wurde eine leichte Gelenkergussbildung festgestellt, jedoch war der volle Bewegungsumfang des Gelenks erhalten. Die Besitzer:innen berichteten bei der letzten Nachuntersuchung über ein hohes Maß an Komfort und Mobilität bei allen Katzen, obwohl bei sieben Katzen ein positiver „Sitztest“ vorlag.

Im Fallbericht von Perry und Fitzpatrick (40) zeigten die mit TTA behandelten Katzen drei bis vier Wochen nach der Operation nur noch eine milde Lahmheit. Nach sechs Wochen zeigte die erste Katze keine Anzeichen von Lahmheit mehr, das Gelenk war stabil und schmerzfrei. Die zweite Katze benötigte aufgrund einer Komplikation zwölf Wochen, bis sie vollständig lahmheitsfrei war, wies jedoch bei Nachuntersuchungen nach drei und neun Monaten ebenfalls volle Beweglichkeit und Schmerzfreiheit im Kniegelenk auf. Nach 15 Monaten berichteten die Besitzer:innen von einer vollständigen Wiederherstellung der Funktion, einschließlich Aktivitäten wie das Klettern auf Bäume und Zäune. Ein positiver „Sitztest“ blieb bei der ersten Katze weiterhin bestehen.

Eine Übersicht der Ergebnisse ist in Tab. 14 dargestellt. Aufgrund fehlender Angaben zu mittelfristigen Ergebnissen wurden diese nicht in der Tabelle inkludiert.

Tab. 14: Klinische Ergebnisse der Studien zu Osteotomien

Studie	Perioperative Ergebnisse (0–3 Monate)	Kurzzeitergebnisse (3–6 Monate)	Langzeitergebnisse (> 12 Monate)
Aleksiewicz et al. (2022)	<ul style="list-style-type: none"> • 2 Monate post-OP: 5/10 Katzen (50 %) lahmheitsfrei • 3 Monate post-OP: 7/10 Katzen (70 %) lahmheitsfrei • 3/10 Katzen (30 %) zeigten milde Lahmheit 	k.A.	k.A.
Hoots et al. (2005)	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Monat post-OP: milde Lahmheit, normale ROM 	<ul style="list-style-type: none"> • 4,5 Monate post-OP: Katze war lahmheitsfrei 	k.A.
Matis et al. (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • 6 Wochen post-OP: Großteil der 8 Katzen zeigte milde Lahmheit und Muskelatrophie 	k.A.	k.A.

Mindner et al. (2016)	<ul style="list-style-type: none"> • 10 Tage post-OP: 3/11 moderate Lahmheit (27,3 %) 8/11 milde Lahmheit (72,7 %) • 4–12 Wochen post-OP: 3/11 lahmheitsfrei (27,3 %) 8/11 milde Lahmheit (72,7 %) • Positiver Sitztest bei 7/11 Katzen (63,6 %) 	k.A.	k.A.
Perry, Fitzpatrick (2010)	<ul style="list-style-type: none"> • 3–4 Wochen post-OP: Milde Lahmheit bei beiden Katzen • 6–12 Wochen post-OP: Keine Lahmheit, normale ROM, schmerzfrei 	k.A.	<ul style="list-style-type: none"> • 15 Monate post-OP: vollständige Funktionsrückkehr • Positiver Sitztest bei einer Katze

ROM = Range of Motion

4.4. Radiologische Ergebnisse

4.4.1. Konservative Therapie

Von den drei Studien, die sich mit konservativer Versorgung befassten, liefert nur jene von Scavelli und Schrader (11) Ergebnisse zu radiologischen Veränderungen. Bei den Nachuntersuchungen nach durchschnittlich 20,5 Monaten wurden bei 14 von 16 Katzen beide Kniegelenke radiologisch untersucht. Zwölf Tiere wiesen Anzeichen von Osteoarthrose auf, wobei in allen Gelenken intraartikuläre Mineralisationen sichtbar waren. Bei sieben Katzen konnten zudem osteophytäre Zubildungen festgestellt werden.

4.4.2. Extrakapsuläre Techniken

Postoperative Röntgenuntersuchungen wurden nur in einer der vier Studien zur extrakapsulären Therapie durchgeführt. In der Studie von Şen (32) wurden Aufnahmen an den Tagen zehn, 30, 60 und 90 nach der Operation angefertigt, wobei keine der Katzen in diesem Zeitraum radiologische Anzeichen von Osteoarthrose aufwies.

4.4.3. Intrakapsuläre Techniken

In der Studie von Lee et al. (33) wurden 22 Monate postoperativ Röntgenaufnahmen angefertigt. Dabei waren keine Anzeichen einer degenerativen Gelenkerkrankung im untersuchten Kniegelenk erkennbar.

Matis und Köstlin (29) konnten bei vier von sechs nachuntersuchten Katzen im Zeitraum von zwei bis 24 Monaten postoperativ degenerative Gelenkveränderungen feststellen. Zwei Tiere

zeigten Veränderungen im Anfangsstadium, während bei zwei Katzen bereits ein fortgeschrittenes Stadium diagnostiziert wurde. Bei zwei Katzen konnten keine Anzeichen von Osteoarthrose festgestellt werden.

4.4.4. Korrekturosteotomien

Alle sechs Studien zur Versorgung mittels Osteotomien liefern radiologische Ergebnisse zu postoperativer Knochenheilung und/oder der Entwicklung von Osteoarthrose.

In der Studie von Aleksiewicz et al. (39) wurde die Knochenheilung der zehn behandelten Katzen monatlich bewertet. Einen Monat postoperativ wiesen 70 % der Katzen eine zufriedenstellende Heilung auf, während bei 30 % die Heilung als schlecht eingestuft wurde. Zwei Monate postoperativ zeigten 80 % der Katzen eine gute Heilung und 20 % eine zufriedenstellende Heilung. Nach drei Monaten hatten 40 % eine sehr gute Heilung, 50 % der Katzen zeigten eine gute Heilung und 10 % wiesen eine zufriedenstellende Heilung auf.

Im Fallbericht von Hoots et al. (10) zeigten Röntgenaufnahmen nach einem Monat eine frühe Heilung an den Osteotomiestellen. Nach drei Monaten waren diese vollständig verheilt.

Bei Matis et al. (23) zeigten fünf der sieben Katzen, die langfristig über ein bis fünf Jahre nachuntersucht wurden, eine ausgeprägte Arthrose im Kniegelenk, wobei drei dieser Fälle bereits präoperativ betroffen waren. Die übrigen Katzen wiesen keine oder nur geringe Anzeichen degenerativer Gelenkerkrankungen auf.

In der Studie von Mindner et al. (9) wurde sowohl die Knochenheilung als auch die Arthroseprogression beurteilt. Bei der ersten radiologischen Nachuntersuchung vier bis acht Wochen nach der TPLO-Operation zeigten die Röntgenbilder noch unterschiedliche Fortschritte in der Knochenheilung. Sechs bis zwölf Wochen nach der Operation hatten alle Katzen eine ausgezeichnete Knochenheilung erreicht. Osteoarthrose wurde bereits präoperativ bei allen elf Katzen diagnostiziert, wobei 91 % eine moderate bis schwere Ausprägung aufwiesen. In drei Fällen wurde postoperativ eine Verschlechterung der Arthrose beobachtet.

Im Fallbericht von Perry und Fitzpatrick (40) zeigten die Röntgenaufnahmen sechs Wochen postoperativ in beiden Fällen eine zufriedenstellende Heilung der Osteotomiestellen.

In der Studie von Tamburro et al. (15) wurde der Schweregrad der Osteoarthrose vor der Operation mit dem Schweregrad ein Jahr danach verglichen. Acht von neun Katzen wiesen präoperativ geringgradige Arthrose auf, während bei einer Katze moderate degenerative

Veränderungen festgestellt wurden. Nach einem Jahr verschlechterte sich die Arthrose bei zwei Tieren leicht, jedoch ergab die statistische Analyse keinen signifikanten Unterschied im Vergleich zum Ausgangszustand.

Folgende Tabelle (Tab. 15) bietet eine Übersicht zu den radiologischen Ergebnissen der Studien.

Tab. 15: Radiologische Ergebnisse der Studien

Studie	Untersuchungszeitpunkt postoperativ	Radiologischer Befund postoperativ
Konservative Therapie		
Scavelli und Schrader (1987)	20,5 Monate	Anzeichen von Arthrose bei 12/14 Katzen (85,7 %)
Extrakapsuläre Techniken		
Şen (2019)	10, 30, 60, 90 Tage	Keine Anzeichen von Arthrose bei 8/8 Katzen (100 %)
Intrakapsuläre Techniken		
Lee et al. (2022)	22 Monate	Keine Anzeichen von Arthrose
Matis, Köstlin (1978)	2–24 Monate	Arthrose bei 4/6 Katzen (66,7 %): <ul style="list-style-type: none"> • Anfängliches Stadium bei 2/6 Katzen (33,3 %) • Fortgeschrittenes Stadium bei 2/6 Katzen (33,3 %)
Korrekturosteotomien		
Aleksiewicz et al. (2022)	1–3 Monate	Gute bis sehr gute Knochenheilung bei 9/10 Katzen (90 %) drei Monate post-OP
Hoots et al. (2005)	1, 3 Monate	Vollständige Knochenheilung nach 3 Monaten
Matis et al. (2010)	1–5 Jahre	Ausgeprägte Arthrose bei 5/7 Katzen (71,4 %) (3 bereits präoperativ betroffen)

Mindner et al. (2016)	4–12 Wochen	Exzellente Knochenheilung nach 6–12 Wochen bei allen Katzen 3/11 Katzen (27,3 %) zeigten Arthroseprogression
Perry, Fitzpatrick (2010)	6 Wochen	Zufriedenstellende Heilung der Osteotomiestellen
Tamburro et al. (2020)	1 Jahr	Leichte Arthroseprogression bei 2/9 Katzen (22,2 %)

4.5. Komplikationen

4.5.1. Konservative Therapie

In allen drei Studien zur konservativen Therapie wurden Komplikationen dokumentiert. Stoneburner et al. (1) berichteten, dass zwei von 18 Katzen (11,1 %) Komplikationen entwickelten, die eine medizinische Intervention erforderlich machten. Eine Katze zeigte eine Verschlechterung der Lahmheit, die mit zusätzlichen Schmerzmitteln behandelt werden musste. Eine weitere Katze erhielt sechs Sitzungen mit Kaltlasertherapie zur Behandlung anhaltender Beschwerden.

In der Studie von Boge et al. (2) entwickelten zwei von 28 konservativ behandelten Katzen (7,1 %) nach durchschnittlich 13 Monaten eine bilaterale Erkrankung mit Ruptur des krKB der kontralateralen Gliedmaße.

Scavelli und Schrader (11) dokumentierten bei 14 von 16 Katzen (87,5 %) klinische Anzeichen einer chronischen Gelenkinstabilität und bei zwölf von 14 Katzen (85,7 %) radiologische Hinweise auf Arthrose.

4.5.2. Extrakapsuläre Techniken

Eine von vier Studien zu extrakapsulären Therapiemethoden berichtet über Komplikationen. In der Studie von Boge et al. (2) entwickelten fünf von 22 Tieren (22,7 %) nach durchschnittlich 21 Monaten einen krKB-Riss am kontralateralen Kniegelenk. Bei vier von 17 Katzen mit isolierter krKB-Ruptur (23,5 %) traten postoperative Komplikationen auf, darunter neurologische Defizite der Hinterhand, eine postoperative Meniskusverletzung, ein

Wundserom und moderate bis schwere chronische Lahmheiten. Zwei dieser Katzen mussten erneut operiert werden.

4.5.3. Intrakapsuläre Techniken

Von den beiden Studien zur intrakapsulären Versorgung berichtet eine über Komplikationen. Matis et al. (29) stellten fest, dass bei einer von sechs intraartikulär versorgten Katzen (16,7 %) eine mittelgradige Lahmheit aufgrund einer Patellaluxation nach lateral auftrat, die vermutlich durch eine zu starke Faszienraffung verursacht wurde. Eine zweite Operation war zur Korrektur der Patellaluxation erforderlich.

4.5.4. Korrekturosteotomien

Komplikationen wurden in fünf von sechs Studien zu Osteotomien beschrieben.

In der Studie von Aleksiewicz et al. (39) kam es bei fünf von zehn Katzen (50 %) zu Komplikationen. Dazu zählten oberflächliche Wundinfektionen bei drei Tieren, welche mit Antibiotika behandelt wurden, und eine verlängerte Wunddrainage bei zwei Katzen.

In der Studie von Matis et al. (23) traten bei fünf von 21 Tieren (23,8 %) Komplikationen auf. Zu diesen zählten ein Implantatausriss, eine Avulsion der *Tuberositas tibiae* und eine sekundäre Ruptur des medialen Seitenbandes, die auf technische Fehler während der Operation zurückzuführen waren. Bei zwei Tieren war das postoperative Ergebnis unbefriedigend, da eine gleichzeitig vorherrschende Ruptur des kaudalen KB übersehen wurde und das Gelenk folglich instabil war.

Mindner et al. (9) berichteten sowohl von intra- als auch postoperativen Komplikationen bei insgesamt acht von elf Katzen (72,7 %). Intraoperative Komplikationen bei fünf Katzen (45,5 %) umfassten suboptimale Plattenpositionierung, minimale Ungenauigkeiten bei Durchführung der Osteotomie und eine proximale Fibulafraktur, die jedoch keinen Einfluss auf die Heilung hatten. Postoperativ entwickelten drei Katzen leichte Komplikationen (27,3 %), wovon zwei eine milde Desmitis des *Lig. patellae* aufwiesen und ein Tier eine Wundinfektion entwickelte. Diese Komplikationen konnten konservativ behandelt werden und beeinträchtigten die langfristige Heilung nicht.

Im Fallbericht von Perry und Fitzpatrick (40) führte eine Schraubenlockerung bei einer Katze zu einer geringgradig verlagerten Avulsionsfraktur der *Tuberositas tibiae*. Die Schraube wurde unter Sedierung durch einen kleinen Einschnitt entfernt.

Tamburro et al. (15) dokumentierten bei einer von neun Katzen (11,1 %) zehn Tage postoperativ das Auftreten eines Seroms.

Folgende Tabelle (Tab. 16) beinhaltet eine Übersicht der Komplikationen inklusive einer Einteilung des Schweregrades nach den Richtlinien von Cook et al (36).

Tab 16.: Komplikationen

Studie	Komplikation	Schweregrad
Konservative Therapie		
Boge et al. (2020)	Ruptur des kontralateralen KB bei 2/28 Katzen (7,1 %)	schwer
Scavelli und Schrader (1987)	Instabilität des Gelenks bei 14/16 Katzen (87,5 %) Arthrose bei 12/14 Katzen (85,7 %)	leicht
Stoneburner et al. (2022)	Verschlechterung/Persistieren der Lahmheit bei 2/18 Katzen (11,1 %)	schwer
Extrakapsuläre Techniken		
Boge et al. (2020)	Ruptur des kontralateralen KB bei 5/22 Katzen (22,7 %) Postoperative Komplikationen bei 4/17 Katzen (23,5 %): neurologische Defizite, Meniskusverletzung, Serom, chronische Lahmheit	leicht–schwer
Intrakapsuläre Techniken		
Matis, Köstlin (1978)	iatrogene Patellaluxation bei 1/6 Katzen (16,7 %)	schwer
Korrekturosteotomien		
Aleksiewicz et al. (2022)	Oberflächliche Wundinfektionen/verlängerte Wunddrainage bei 5/10 Katzen (50 %)	leicht–schwer
Matis et al. (2010)	Implantatausriss, Avulsion der <i>Tuberositas tibiae</i> , Ruptur des medialen Kollateralbandes bei 5/21 Katzen (23,8 %)	schwer

Mindner et al. (2016)	Suboptimale Plattenpositionierung, Fibulafaktur, milde Desmitis des <i>Lig. patellae</i> , oberflächliche Wundinfektion bei 8/11 Katzen (72,7 %)	leicht–schwer
Perry, Fitzpatrick (2010)	Schraubenlockerung mit Avulsionfraktur der <i>Tuberositas tibiae</i> bei 1/2 Katzen (50 %)	schwer
Tamburro et al. (2020)	Wundserom bei 1/9 Katzen (11,1 %)	leicht

KB = Kreuzband

4.6. Zusammenfassung der Ergebnisse

Da nicht alle Studien zu konservativen Verfahren Angaben zur Lahmheit im perioperativen Zeitraum liefern, ist eine Gesamtbewertung der Wirksamkeit dieser Methode in Bezug auf die Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion schwierig. In zwei Studien wurde jedoch berichtet, dass der Großteil der konservativ behandelten Katzen innerhalb von drei Monaten zum normalen Gangbild zurückkehrte. Bei Nachuntersuchungen zeigte sich in einer Studie, dass über 85 % der Katzen eine persistierende Gelenksinstabilität sowie radiologische Anzeichen degenerativer Gelenkveränderungen aufwiesen, die als langfristige Folgen dieser Behandlungsmethode bewertet wurden (11). Die durch Besitzer:innen mittels FMPI erhobenen Schmerzbewertungen ergaben niedrige Scores von 0,3–0,5, was auf ein geringes Ausmaß chronischer Schmerzen hinweist (1,2).

In den Studien zu extra- und intrakapsulären Verfahren lagen für 35 von 47 behandelten Katzen klinische Follow-Up-Daten vor, wobei bei 23 Tieren der Verlauf der Lahmheit dokumentiert wurde. Von diesen 23 Tieren waren 15 Katzen (65 %) innerhalb der ersten drei Monate lahmheitsfrei. Die in einer Studie mittels FMPI erhobene Bewertung chronischer Schmerzen ergab für Tiere, welche mit fabellotibialen Fadenzügel behandelt wurden, einen Score von 5, was auf mäßige Schmerzen hindeutet. Dieselbe Studie dokumentierte postoperative Komplikationen bei 23,5 % der Katzen, wobei sowohl leichte als auch schwere Komplikationen beobachtet werden konnten (2). In nur einer der vier Studien zu extrakapsulären Verfahren wurden postoperativ radiologische Untersuchungen durchgeführt, bei denen keine der untersuchten Katzen Anzeichen von Osteoarthritis zeigte (32). In den beiden Studien zur intrakapsulären Versorgung wurden alle Katzen radiologisch

nachuntersucht. Dabei wiesen vier von sieben (57 %) Hinweise auf fortschreitende degenerative Gelenkveränderungen auf (29,33).

In den Studien zu den Osteotomien, die klinische Ergebnisse untersuchten, wurden insgesamt 52 Katzen behandelt, von denen 32 im perioperativen Zeitraum nachuntersucht wurden. Bei zwölf dieser nachuntersuchten Tiere (37,5 %) wurde dokumentiert, dass sie innerhalb von drei Monaten vollständig lahmheitsfrei waren. Für 27 von 40 radiologisch nachuntersuchten Katzen lagen Angaben zur Arthroseentwicklung vor. Zehn dieser Tiere (37 %) wiesen radiologische Anzeichen degenerativer Gelenkveränderungen auf, die entweder im Vergleich zum präoperativen Zustand fortgeschritten sind oder sich postoperativ neu entwickelt haben. Insgesamt wurden bei 20 von 53 Katzen (38 %) Komplikationen dokumentiert, wobei etwa die Hälfte dieser Fälle durch intraoperative technische Fehler, wie eine ungeeignete Implantatpositionierung, verursacht wurden.

5. Diskussion

Die vorliegende systematische Literaturübersicht untersucht die Effektivität und Limitationen der derzeit angewandten Therapiemethoden zur Behandlung der krKB-Ruptur bei der Katze. Basierend auf der Hypothese, dass biomechanische Operationstechniken wie TPLO und TTA hinsichtlich klinischer Ergebnisse und Komplikationsraten den intra- und extrakapsulären sowie konservativen Methoden überlegen sind, wurde eine kritische Analyse der verfügbaren Literatur durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass die Hypothese nicht bestätigt werden konnte. Obwohl biomechanische Verfahren theoretische Vorteile bieten, erzielten auch andere Methoden vergleichbare klinische Ergebnisse. Zudem war die Komplikationsrate bei biomechanischen Verfahren nicht durchgängig niedriger als bei anderen Therapieformen.

Obwohl die konservative Therapie in allen untersuchten Studien prinzipiell gute klinische Resultate lieferte, gibt es einige limitierende Faktoren. Bei zwei der drei Studien wurden die Ergebnisse ausschließlich subjektiv durch die Besitzer:innen bewertet. Das Fehlen tierärztlich erhobener und radiologischer Daten erschwert eine objektive Einschätzung von tatsächlicher Gelenkfunktion und Arthroseentwicklung. Scavelli und Schrader (11) argumentierten, dass die konservative Therapie bei Katzen aufgrund ihrer geringeren Körpermasse und ihrer Fähigkeit zur Gewichtsentslastung besonders gut geeignet sei. Unklar blieb jedoch, inwiefern sich die häufig persistierende Kniegelenksinstabilität und die Arthroseprogression langfristig auf die Lebensqualität und Gliedmaßenfunktion der betroffenen Tiere ausgewirkt haben. Boge et al. (2) wiesen darauf hin, dass die höhere Rate an postoperativen Komplikationen und die durchschnittlich schlechteren FMPI-Werte bei chirurgisch behandelten Katzen die Entscheidung zugunsten konservativer Ansätze begünstigen könnten. Die Autor:innen konnten jedoch nicht ausschließen, dass die erhöhte Komplikationsrate bei den chirurgisch versorgten Katzen zum Teil auf geringe Erfahrungsniveaus der Operateur:innen zurückzuführen waren. Darüber hinaus ist ein Selektionsbias möglich, da keine Angaben zur Schwere der Lahmheit bei Erstvorstellung vorlagen und weniger schwer betroffene Katzen möglicherweise bevorzugt konservativ behandelt wurden. Dies könnte wiederum Auswirkungen auf die FMPI-Werte gehabt haben, was bei der Interpretation der Ergebnisse berücksichtigt werden sollte.

Chirurgische Verfahren führten meist zu schnellen funktionellen Verbesserungen und zeigten vielversprechende Ergebnisse über verschiedene Zeiträume. Die intrakapsulären Techniken wurden in der vorliegenden Literatur nur selten beschrieben. Die Ergebnisse von Matis und Köstlin (29) aus 1978 sind aufgrund des Alters der Publikation und seitheriger Fortschritte in

der orthopädischen Chirurgie kritisch zu betrachten. Zusätzlich zur erhöhten Invasivität im Vergleich zu extrakapsulären Techniken zeigte eine Studie aus dem Jahr 2018, dass die intrakapsuläre Stabilisierung mittels *Fascia lata* biomechanisch weniger effektiv war als der fabelotibiale Fadenzügel, da sie bei höheren Belastungen keine ausreichende Stabilität gewährleisten konnte (41). Trotz dieser Nachteile bieten intrakapsuläre Techniken das Potenzial, die ursprüngliche Funktion und Position des Kreuzbands nachzubilden, was ihre Anwendung in Einzelfällen rechtfertigen könnte.

Die häufig erfolgreich eingesetzte extrakapsuläre Methode des fabelotibialen Fadenzügels kann ebenso Herausforderungen mit sich bringen. Die anatomische Größe des distalen Femurs und der lateralen *Fabella* sowie die möglicherweise schwachen Verbindungen des Sesambeines und des umgebenden Gewebes können dazu führen, dass der proximale Verankerungspunkt der Naht versagt (42). Eine alternative Möglichkeit ist der Einsatz von Knochenankern, die sich in biomechanischen Studien als ebenso effektiv erwiesen haben (5). Unter den extrakapsulären Techniken ist die Transposition des *M. biceps femoris* eine relativ neue Methode zur Behandlung von krKB-Rupturen bei Katzen, die minimalinvasiv sowie kostengünstig ist und ohne Verwendung von Implantaten auskommt (32). Mit ihren guten klinischen Ergebnissen scheint sie für isolierte Rupturen eine geeignete Option zu sein, allerdings fehlen bisher Angaben zu Langzeitergebnissen und zur Vergleichbarkeit mit bereits etablierten Techniken.

Die Korrekturosteotomien bieten den Vorteil, die kraniale Translation der Tibia biomechanisch zu eliminieren, was langfristig eine Stabilisierung der Gelenkfunktion ermöglicht und das Voranschreiten von Osteoarthritis verlangsamen soll. Studien bei Katzen, die diese Verlangsamung belegen, fehlen jedoch. Ein steiler TPA als Risikofaktor für krKB-Rupturen befürwortet das Einsetzen der Korrekturosteotomien (9). Gute Erfolge *in vivo* stehen jedoch im Gegensatz zu *ex vivo*-Studien (14,43), die mittels Kadavermodellen weder bei der TPLO noch bei der TTA einen stabilisierenden Effekt nachweisen konnten. Die in den Studien verwendeten Modelle wurden jedoch stark simplifiziert und sind daher biomechanisch nur eingeschränkt auf den lebenden Organismus übertragbar. Wesentliche Faktoren wie aktive Muskelkontraktionen fehlten in den Modellen, obwohl diese eine zentrale Rolle bei der Stabilisierung des Kniegelenks spielen (14,43). Korrekturosteotomien wie die TPLO und TTA sind bei Katzen aufgrund der kleineren Anatomie und der spröderen Knochen mit spezifischen Herausforderungen und Risiken verbunden. Bei der TPLO besteht ein erhöhtes Risiko für Avulsionsfrakturen der *Tuberositas tibiae*, insbesondere durch die Sprungneigung von Katzen

und die damit verbundenen hohen Zugkräfte (23). Die bei der TTA auftretenden Komplikationen sind vor allem auf die Verwendung von für die Katze relativ zu großen Implantaten und die kleinere, weniger robuste *Tuberositas tibiae* zurückzuführen (22). Vor allem bei Katzen mit traumatischen Rupturen und starker Instabilität muss darauf geachtet werden, ob Osteotomien der Tibia alleine zur Gelenksstabilisierung ausreichend sind, oder ob eine zusätzliche extrakapsuläre Versorgung notwendig ist (23).

Ein wesentlicher Aspekt bei der Interpretation der Ergebnisse der intra- und extrakapsulären Verfahren sowie der Korrekturosteotomien ist die begrenzte Anzahl der nachuntersuchten Tiere in den Studien. Die berichteten Raten von Katzen, die innerhalb eines bestimmten Zeitraums lahmheitsfrei waren, basieren ausschließlich auf diesen nachuntersuchten Tieren und spiegeln daher möglicherweise nicht die tatsächliche Situation der gesamten Studienpopulation wider. Es besteht die Möglichkeit, dass die Ergebnisse durch eine selektive Nachuntersuchung verzerrt wurden, beispielsweise wenn Tiere mit ungünstigem Heilungsverlauf nicht erneut vorgestellt wurden. Dadurch könnten sowohl die tatsächliche Rate der Lahmfreiheit als auch die Häufigkeit degenerativer Gelenkveränderungen über- oder unterschätzt werden. Die höchste Arthroseentwicklung wurde bei konservativ behandelten Katzen beobachtet, wobei Scavelli und Schrader (11) zeigten, dass 85,7 % der nachuntersuchten Tiere radiologische Anzeichen einer Arthrose aufwiesen. Die Ergebnisse der anderen Therapieformen sind aufgrund stark variierender Zahlen schwer vergleichbar, insbesondere da nicht alle Studien radiologische Nachuntersuchungen durchführten und die Nachuntersuchungszeiträume uneinheitlich waren. Die höchsten Komplikationsraten traten bei den Osteotomien auf, insbesondere in der Studie von Mindner et al. (9), in der bei 72,7 % der Tiere Komplikationen auftraten. Diese waren jedoch größtenteils auf intraoperative, technische Fehler bei der Durchführung der TPLO zurückzuführen.

Bezogen auf die Gesamtheit der inkludierten Studien ist ein zentraler Kritikpunkt die überwiegende Retrospektivität, die zu Verzerrungen durch Recall Bias und fehlende Standardisierung bei der Datenerhebung führen könnte. Die Bewertung der Ergebnisse erfolgte häufig subjektiv, beispielsweise durch Fragebögen, während objektive klinische Methoden wie Ganganalysen fehlten. Zudem waren die Stichprobengrößen in fast allen Studien klein, wodurch die statistische Aussagekraft und Generalisierbarkeit der Ergebnisse erheblich vermindert wird. Ein weiteres bedeutendes Defizit liegt im Fehlen von Langzeitdaten. Obwohl einige Studien längere Nachbeobachtungszeiten dokumentieren, basierten diese wiederum oft auf subjektiven Angaben und nicht auf standardisierten Beurteilungen, die die

Arthroseprogression und langfristige Gelenksfunktion genauer erfassen könnten. Ein häufiges Problem war das Fehlen von Vergleichsgruppen. Vergleichsstudien zwischen chirurgischen und konservativen Ansätzen sowie zwischen verschiedenen chirurgischen Methoden fehlen nahezu vollständig. Dies erschwert eine Beurteilung der Überlegenheit bestimmter Ansätze, beispielsweise der TPLO gegenüber dem fabelotibialen Fadenzügel. Die unterschiedlichen Nachuntersuchungszeiträume tragen zur Heterogenität der Studien bei und beeinträchtigen ebenfalls die Vergleichbarkeit der Resultate.

Bei der Einteilung der Studien in Evidenzlevel war die Mehrheit dem Evidenzlevel IV zuzuordnen, da sie retrospektive Fallserien oder Fallberichte ohne Kontrollgruppen darstellten. Nur wenige Studien wiesen prospektive Studiendesigns auf, die methodisch höher einzustufen waren, jedoch ebenfalls keine Kontrollgruppen beinhalteten. Insgesamt zeigt sich, dass keine der eingeschlossenen Studien den Goldstandard eines randomisierten kontrollierten Studiendesigns erfüllen konnte. Die Analyse der Evidenzlevel verdeutlicht daher, dass ein dringender Bedarf an methodisch hochwertigeren Studien besteht, die sich mit den Therapiemethoden der krKB-Ruptur bei der Katze befassen.

Zukünftige Forschung sollte prospektive, randomisierte Studien mit größeren Stichproben und standardisierten Parametern umfassen, die verschiedene Therapiemethoden direkt miteinander vergleichen. Die Integration validierter Bewertungssysteme wie Lahmheitsscores und Ganganalysen könnte die Aussagekraft und Vergleichbarkeit der Ergebnisse erheblich verbessern. Langzeitdaten über mehrere Jahre hinweg wären zudem von großer Bedeutung, um das Fortschreiten von degenerativen Gelenkveränderungen und die langfristigen Resultate der Therapiemethoden beurteilen zu können.

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterstreichen die Bedeutung eines individualisierten Therapieansatzes bei der Behandlung von krKB-Rupturen bei Katzen. Aufgrund des Fehlens direkter Vergleichsstudien kann keine allgemeingültige Empfehlung für eine spezifische Methode ausgesprochen werden. Die Wahl der Therapie sollte sich nach dem Grad der Gelenksinstabilität, dem Aktivitätsniveau der Katze, möglichen Begleiterkrankungen sowie den finanziellen und persönlichen Präferenzen der Besitzer:innen richten.

Zusammenfassend lässt sich daher sagen, dass konservative Ansätze bei gering ausgeprägter Instabilität, isolierter krKB-Ruptur und hohem Narkoserisiko eine Therapieoption darstellen können. Dabei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass degenerative Veränderungen im Gelenk vermutlich schneller voranschreiten und häufig gleichzeitig weitere

Verletzungen, wie Meniskusläsionen, vorhanden sind. Gerade in solchen Fällen ist eine chirurgische Therapie zu empfehlen, um die Gelenkfunktion nachhaltig zu sichern. Biomechanische Verfahren wie die TPLO oder TTA können vor allem bei jungen, aktiven oder übergewichtigen Katzen mit schwerer Instabilität in Betracht gezogen werden. Extrakapsuläre Techniken sind aufgrund ihrer geringeren Invasivität und der relativ einfachen Durchführbarkeit verglichen mit Osteotomiemethoden eine gute Alternative. Auch die Kombination verschiedener Methoden, z.B. der TPLO mit einem fabelotibialen Fadenzügel, ist möglich und insbesondere für die Versorgung instabiler Gelenke geeignet. Letztlich ist eine fundierte Beratung der Tierhalter:innen und eine sorgfältige Abwägung der Vor- und Nachteile jeder Methode essenziell, um die bestmögliche Therapie für den jeweiligen Patienten zu gewährleisten.

6. Literaturverzeichnis

1. Stoneburner RM, Howard J, Gurian EM, Jones SC, Karlin WM, Kieves NR. Conservative nonsurgical treatment for cranial cruciate ligament disease can be an effective management strategy in cats based on validated owner-based subjective assessment in some cases. *Javma* 2022; 260(12):1471–4. doi: 10.2460/javma.22.01.0009.
2. Boge GS, Engdahl K, Moldal ER, Bergström A. Cranial cruciate ligament disease in cats: an epidemiological retrospective study of 50 cats (2011-2016). *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2020; 22(4):277–84. Verfügbar unter: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10814672/>.
3. Umphlet RC. Feline stifle disease. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 1993; 23(4):897–913. doi: 10.1016/s0195-5616(93)50090-6.
4. McLaughlin RM. Surgical diseases of the feline stifle joint. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2002; 32(4):963–82. doi: 10.1016/s0195-5616(02)00021-9.
5. Sousa R de, Sutcliffe M, Rousset N, Holmes M, Langley-Hobbs SJ. Treatment of cranial cruciate ligament rupture in the feline stifle. Biomechanical comparison of a standard fabella-tibial suture and lateral sutures placed between quasi-isometric points. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 2015; 28(6):401–8. doi: 10.3415/VCOT-14-05-0078.
6. Voss K, Karli P, Montavon PM, Geyer H. Association of mineralisations in the stifle joint of domestic cats with degenerative joint disease and cranial cruciate ligament pathology. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2017; 19(1):27–35. doi: 10.1177/1098612X15606774.
7. Harasen GLG. Feline cranial cruciate rupture. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 2005; 18(04):254–7. doi: 10.1055/s-0038-1632963.
8. Wessely M, Reese S, Schnabl-Feichter E. Aetiology and pathogenesis of cranial cruciate ligament rupture in cats by histological examination. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2017; 19(6):631–7. doi: 10.1177/1098612X16645142.
9. Mindner JK, Bielecki MJ, Scharvogel S, Meiler D. Tibial plateau levelling osteotomy in eleven cats with cranial cruciate ligament rupture. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2016; 29(6):528–35. doi: 10.3415/VCOT-15-11-0184.

10. Hoots EA, Petersen SW. Tibial plateau leveling osteotomy and cranial closing wedge ostectomy in a cat with cranial cruciate ligament rupture. *Journal of the American Animal Hospital Association* 2005; 41(6):395–9. doi: 10.5326/0410395.
11. Scavelli D, Schrader C. Nonsurgical management of rupture of the cranial cruciate ligament in 18 cats. *Journal of the American Animal Hospital Association* 1987; 23(3):337–40. Verfügbar unter:
https://eurekamag.com/research/001/644/001644058.php?srsIid=AfmBOoobVDurMUI moRnkljadjfhUmZ1T_QuQZb-eSBVlcnOq76xxjDhZ.
12. Scott H, Marti JM, Witte P. *Feline orthopedics*. Second edition. Boca Raton, FL: CRC Press; 2021.
13. Montavon PM, Voss K, Langley-Hobbs SJ, Hrsg. *Feline orthopedic surgery and musculoskeletal disease*. Edinburgh, New York: Mosby; 2009.
14. Bilmont A, Retournard M, Asimus E, Paliarne S, Autefage A. Effect of Tibial Plateau Levelling Osteotomy on Cranial Tibial Subluxation in the Feline Cranial Cruciate Deficient Stifle Joint: An Ex Vivo Experimental Study. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 2018; 31(4):273–8. doi: 10.1055/s-0038-1653960.
15. Tamburro R, Collivignarelli F, Falerno I, Cerasoli I, Vignoli M. Clinical Outcomes and Stifle Osteoarthritis Assessment of Nine Cats Before and After Tibial Plateau Levelling Osteotomy. *Acta Veterinaria* 2020; 70(3):346–54. doi: 10.2478/acve-2020-0026.
16. Bartolomé i Gadea P, Coppola M. Combination of TPLO, medial and lateral augmentation techniques for the treatment of traumatic stifle luxation in a cat. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports* 2024; 10(1):20551169241247439. doi: 10.1177/20551169241247439.
17. Salomon F-V, Geyer H, Gille U, Hrsg. *Bewegungsapparat*. In: *Anatomie für die Tiermedizin*. 4., aktualisierte Auflage: Georg Thieme Verlag; 2020. Verfügbar unter: https://vetcenter.thieme.de/ebooks/cs_12304484#/ebook_cs_12304484_cs647.
18. König HE, Liebich H-G, Hrsg. *Veterinary Anatomy of Domestic Animals: Textbook and Colour Atlas*. 7th, updated and extended edition. Stuttgart: Thieme; 2020.
19. DeCamp CE, Déjardin LM, Johnston SA, Schaefer SL. Brinker, Piermattei and Flo's handbook of small animal orthopedics and fracture repair. Fifth edition. St. Louis, Mo: Elsevier; 2016.

20. Slocum B, Slocum TD. Tibial plateau leveling osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice* 1993; 23(4):777–95. doi: 10.1016/s0195-5616(93)50082-7.
21. Todorović AZ, Macanović MVL, Mitrović MB, Krstić NE, van Bree HJJ, Gielen IMLV. The Role of Tibial Plateau Angle in Canine Cruciate Ligament Rupture-A Review of the Literature. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 2022; 35(6):351–61 [Stand: 28.08.2024]. Verfügbar unter: <https://www.thieme-connect.com/products/ejournals/pdf/10.1055/s-0042-1750316.pdf>.
22. Bula E, Perry KL. Tibial tuberosity transposition advancement for treatment of concomitant cranial cruciate ligament rupture and medial patellar luxation in four feline stifles. *Journal of Feline Medicine and Surgery Open Reports* 2021; 7(2):20551169211044695. doi: 10.1177/20551169211044695.
23. Matis U, Holz I and Brühshwein A. TPLO in the cat. *Proceedings of the 3rd World Veterinary Orthopaedic Congress; 2010 Sept 15–18; Bologna, Italy*, pp 145–146. 2010.
24. Ruthrauff CM, Glerum LE, Gottfried SD. Incidence of meniscal injury in cats with cranial cruciate ligament ruptures. *Can Vet J* 2011; 52(10):1106–10.
25. Langley-Hobbs SJ, Schnabl-Feichter E. Complications Associated with Feline Cranial Cruciate Ligament Techniques. In: Ben-Amotz R, Hrsg. *Complications in Canine Cranial Cruciate Ligament Surgery*. Newark: John Wiley & Sons Incorporated; 2022. S. 261–85 (AVS Advances in Veterinary Surgery Ser).
26. Taylor-Brown FE, Meeson RL, Brodbelt DC, Church DB, McGreevy PD, Thomson PC et al. Epidemiology of Cranial Cruciate Ligament Disease Diagnosis in Dogs Attending Primary-Care Veterinary Practices in England. *Veterinary Surgery* 2015; 44(6):777–83. doi: 10.1111/vsu.12349.
27. Arruda AFD, Muzzi LA, Lacreata Junior AC, Muzzi RA, Sampaio GR, Moreira SH et al. Radiographic assessment of the proximal tibial angles in dogs and cats with and without cranial cruciate ligament rupture. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 2018; 38(6):1190–5. doi: 10.1590/1678-5150-PVB-4732.
28. Schnabl E, Reese S, Lorinson K, Lorinson D. Measurement of the tibial plateau angle in cats with and without cranial cruciate ligament rupture. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2009; 22(2):83–6. doi: 10.3415/vcot-07-12-0112.

29. Matis U, Köstlin R. Zur Kreuzbandruptur bei der Katze. *Der praktische Tierarzt* 1978; 59(8):582–8.
30. Fossum TW, Hrsg. *Small animal surgery*. Fifth edition. Philadelphia, PA: Elsevier; 2019.
31. Sousa RJR de, Knudsen CS, Holmes MA, Langley-Hobbs SJ. Quasi-isometric points for the technique of lateral suture placement in the feline stifle joint. *Veterinary Surgery* 2014; 43(2):120–6. doi: 10.1111/j.1532-950X.2014.12090.x.
32. Şen İ. Clinical and Radiological Evaluation of the Treatment of Cranial Cruciate Ligament Rupture in Cats with the Musculus Biceps Femoris Transposition Technique. *Acta Veterinaria* 2019; 69(3):300–11. doi: 10.2478/acve-2019-0025.
33. Lee H-Y, Shia W-Y, Hsu T-H, Lee W-M. Stifle joint reconstruction technique using fascia lata in a cat with cranial cruciate ligament rupture. *The Thai Journal of Veterinary Medicine* 2022; 52(2):397–401. doi: 10.56808/2985-1130.3231.
34. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *Journal of Clinical Epidemiology* 2021; 134:178–89. Verfügbar unter: [https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356\(21\)00073-1/fulltext](https://www.jclinepi.com/article/S0895-4356(21)00073-1/fulltext).
35. Wright JG, Swiontkowski MF, Heckman JD. Introducing levels of evidence to the journal. *J Bone Joint Surg Am* 2003; 85(1):1–3.
36. Cook JL, Evans R, Conzemius MG, Lascelles BDX, McIlwraith CW, Pozzi A et al. Proposed definitions and criteria for reporting time frame, outcome, and complications for clinical orthopedic studies in veterinary medicine. *Veterinary Surgery* 2010; 39(8):905–8. doi: 10.1111/j.1532-950X.2010.00763.x.
37. Enomoto M, Lascelles BDX, Robertson JB, Gruen ME. Refinement of the Feline Musculoskeletal Pain Index (FMPI) and development of the short-form FMPI. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2022; 24(2):142–51. doi: 10.1177/1098612X211011984.
38. Kılıç N, Derincegöz O.Ö. Surgical Treatment of Rupture of the Anterior Cruciate Ligament in a Cat Caused by Dog Bite. *ACTA SCIENTIAE VETERINARIAE* 2012; 40(2):1059. Verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/234034541_Surgical_Treatment_of_Rupture_of_the_Anterior_Cruciate_Ligament_in_a_Cat_Caused_by_Dog_Bite.

39. ALEKSIEWICZ R, LUTNICKI K, TUREK W. Application of a triangular saw guide in cranial tibial wedge osteotomy in ten cats. *Medycyna Weterynaryjna* 2022; 78(4):194–8. Verfügbar unter:
https://www.researchgate.net/publication/358729888_Application_of_a_triangular_saw_guide_in_cranial_tibial_wedge_osteotomy_in_ten_cats.
40. Perry K, Fitzpatrick N. Tibial tuberosity advancement in two cats with cranial cruciate ligament deficiency. *Vet Comp Orthop Traumatol* 2010; 23(3):196–202. doi: 10.3415/VCOT-09-02-0014.
41. Kneifel W, Borak D, Bockstahler B, Schnabl-Feichter E. Use of a custom-made limb-press model to assess intra- and extracapsular techniques for treating cranial cruciate ligament rupture in cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery* 2018; 20(4):271–9. doi: 10.1177/1098612X17704562.
42. KUNKEL KAR, BASINGER RR, SUBER JT, GERARD PD. Evaluation of a transcondylar toggle system for stabilization of the cranial cruciate deficient stifle in small dogs and cats. *Vet Surg* 2009; 38(8):975–82. doi: 10.1111/j.1532-950X.2009.00563.x.
43. Retournard M, Bilmont A, Asimus E, Palierne S, Autefage A. Effect of tibial tuberosity advancement on cranial tibial subluxation in the feline cranial cruciate deficient stifle joint: An ex vivo experimental study. *Res Vet Sci* 2016; 107:240–5. doi: 10.1016/j.rvsc.2016.06.005.

7. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PRISMA-Flow-Diagramm des Studiensauswahlprozesses	19
--	----

8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Liste der Suchkriterien.....	17
Tabelle 2: Evidenzlevel-Kriterien nach Wright et al.....	20
Tabelle 3: Studien zur konservativen Versorgung.....	22
Tabelle 4: Studien zur extrakapsulären Versorgung	23
Tabelle 5: Studien zur intrakapsulären Versorgung	23
Tabelle 6: Studien zur Versorgung mit Korrekturosteotomien	24
Tabelle 7: Einteilung in Evidenzlevel – konservativ	25
Tabelle 8: Einteilung in Evidenzlevel – extrakapsulär	26
Tabelle 9: Einteilung in Evidenzlevel – intrakapsulär.....	26
Tabelle 10: Einteilung in Evidenzlevel – Osteotomie.....	27
Tabelle 11: Klinische Ergebnisse der konservativen Studien	28
Tabelle 12: Klinische Ergebnisse der extrakapsulären Studien.....	29
Tabelle 13: Klinische Ergebnisse der intrakapsulären Studien	31
Tabelle 14: Klinische Ergebnisse der Studien zu Osteotomien	32
Tabelle 15: Radiologische Ergebnisse der Studien.....	35
Tabelle 16: Komplikationen.....	38

Danksagung

Einen herzlichen Dank möchte ich meiner Betreuerin Univ. Prof. Dr. med. vet. Eva Schnabl-Feichter, Dipl. ECVS, für ihre wertvolle Unterstützung, ihre Verlässlichkeit und die stets raschen Rückmeldungen aussprechen.

Zudem gilt mein besonderer Dank meinen Freunden und meiner Familie, ohne deren stetige Begleitung und Unterstützung ich nicht da wäre, wo ich heute bin.