

Aus der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik
am Zentrum für klinische Tiermedizin
Lehrstuhl für Allgemeine und Spezielle Chirurgie
einschließlich Augenkrankheiten
der Tierärztlichen Fakultät
Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. Dr. med. vet. habil. U. Matis

Die Luxatio patellae beim Hund
– Behandlung und Ergebnisse in den Jahren 1999 bis 2008

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

von
Tamta Oboladze
aus
Tbilissi, Georgien

München 2010

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Referentin: Univ.-Prof. Dr. Matis

Koreferent: Priv.-Doz. Dr. Maierl

Tag der Promotion: 24. Juli 2010

Meiner Familie

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	1
2. Literaturübersicht.....	3
2.1. Topografische und funktionelle Anatomie des Kniegelenks.....	3
2.1.1. Das Kniekehlgelenk.....	3
2.1.1.1. Knochen.....	3
2.1.1.2. Menisken.....	6
2.1.1.3. Bänder.....	6
2.1.1.4. Gelenkkapsel.....	7
2.1.2. Das Kniescheibengelenk.....	8
2.1.2.1. Knochen.....	8
2.1.2.2. Bänder.....	9
2.1.2.3. Gelenkkapsel.....	10
2.1.3. Das Tibiofibulargelenk.....	10
2.1.4. Muskulatur und Faszien des Kniegelenks.....	10
2.1.5. Blutgefäßversorgung.....	13
2.1.6. Innervation.....	13
2.1.7. Gelenkknorpel.....	14
2.2. Biomechanik.....	16
2.2.1. Biomechanik des Kniegelenks.....	16
2.2.2. Bewegung der Hintergliedmaßen.....	18
2.2.3. Bewegung im Kniegelenk.....	19
2.3. Formen der Luxatio patellae.....	21
2.3.1. Luxatio patellae traumatica.....	21
2.3.2. Luxatio patellae congenita medialis.....	22
2.3.3. Luxatio patellae congenita lateralis.....	23
2.4. Pathophysiologie der Luxatio patellae.....	24
2.4.1. Pathophysiologie der Luxatio patellae traumatica.....	24
2.4.2. Pathophysiologie der Luxatio patellae congenita medialis.....	24
2.4.3. Pathophysiologie der Luxatio patellae congenita lateralis.....	29
2.5. Diagnose der Luxatio patellae.....	31
2.6. Therapie der Luxatio patellae.....	35
2.6.1. Konservative Verfahren.....	36

2.6.2. Operative Verfahren.....	36
2.6.2.1. Desmotomie, Faszien- und Gelenkkapseldopplung....	37
2.6.2.2. Faden- und Faszienzügel.....	38
2.6.2.3. Mobilisierung des M. quadriceps femoris.....	39
2.6.2.4. Trochleaplastiken.....	39
2.6.2.5. Trochleavertiefung durch Knorpelresektion.....	40
2.6.2.6. Subchondrale Trochleavertiefung.....	40
2.6.2.7. Trochleakeilvertiefung.....	40
2.6.2.8. Transposition der Tuberositas tibiae.....	41
2.6.2.9. Fibulakopftransposition.....	43
2.6.2.10. Patellektomie.....	44
2.6.2.11. Korrekturosteotomie.....	44
2.6.2.12. Arthrodesse des Kniegelenks.....	45
2.7. Ganganalyse.....	46
3. Material und Methoden.....	49
3.1. Auswahl der Hunde.....	49
3.2. Orthopädische Untersuchung.....	49
3.3. Röntgenologische Untersuchung.....	51
3.4. Ganganalytische Untersuchung.....	56
4. Ergebnisse.....	59
4.1. Häufigkeit.....	59
4.2. Rasseverteilung.....	59
4.3. Geschlechtsverteilung.....	62
4.4. Altersverteilung.....	63
4.5. Luxationsformen.....	64
4.6. Operationsverfahren.....	68
4.7. Ergebnisse der orthopädischen und röntgenologischen Untersuchung.....	72
4.7.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung.....	72
4.7.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung.....	75
4.7.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.....	78

4.8. Ergebnisse der ganganalytischen Untersuchung	81
4.8.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung.....	83
4.8.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung.....	86
4.8.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.....	88
4.9. Tiefe der Trochlea ossis femoris.....	91
4.10. Progression der Arthrose unter Betrachtung der Operationstechnik.....	92
4.11. Einstufung der Hunde.....	93
4.11.1. Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung.....	93
4.11.2. Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung.....	95
4.11.3. Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.....	96
4.11.4. Einstufung der Hunde.....	97
4.12. Komplikationen.....	100
5. Diskussion.....	101
5.1. Rasse-, Alters- und Geschlechtsverteilung.....	101
5.2. Luxationsrichtung.....	102
5.3. Operationsverfahren.....	103
5.4. Ergebnisse der orthopädischen und röntgenologischen Untersuchung.....	104
5.4.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung.....	104
5.4.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung.....	105
5.4.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.....	107
5.5. Ergebnisse der ganganalytischen Untersuchung.....	109
5.5.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung.....	109

5.5.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung.....	110
5.5.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.....	111
5.6. Tiefe der Trochlea ossis femoris.....	112
5.7. Progression der Arthrose und Einstufung der Hunde.....	113
6. Zusammenfassung.....	118
7. Summary.....	121
8. Quellenverzeichnis.....	124
9. Danksagung.....	136

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Art.	Articulatio
bzw.	beziehungsweise
cm	Centimeter
engl.	englisch
Fz	vertikale Bodenreaktionskraft
GA	Gonarthrose
GT	Gonotrochlose
HD	Hüftgelenkdysplasie
Kg	Kilogramm
KGW	Körpergewicht
lat.	lateinisch
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
M.	Musculus
m.	musculi
m	Meter
m/s	Meter pro Sekunde
Mm.	Musculi
N.	Nervus
Nr.	Nummer
postop	postoperativ
präop	präoperativ
qm	Quadratmeter
ROM	Rang of Motion
sek	Sekunde
Tab.	Tabelle

1. Einleitung

Die Patellaluxation als Verlagerung der Kniescheibe aus ihrer normalen Position in der Trochlea ossis femoris stellt eine der häufigsten kongenitalen Missbildungen des Hundes dar (Denny, 1996). Sie kann ebenfalls Folge einer traumatischen Kapselruptur, einer in Fehlstellung verheilten Fraktur oder Begleitphänomen einer vorderen Kreuzbandruptur sowie Luxatio ossis femoris sein (Matis, 2005).

Die kongenitale Patellaluxation wird häufig beim Junghund diagnostiziert, muss jedoch nicht von Geburt an mit klinischen oder morphologischen Veränderungen einhergehen (Brinker et al., 2006). Mit 75–80 % dominieren bei der angeborenen Form die medialen Luxationen, wovon hauptsächlich Miniatur- und Zwergrassen betroffen sind (Harasen, 2006; L`Eplattenier und Montavon, 2002; Roush, 1993).

Ein gehäuftes Auftreten wurde bei den Rassen Klein- und Zwergpudel, Yorkshire Terrier, Chihuahua, Pekinese, Boston Terrier, Foxterrier, Französischer Bulldogge, Griffon, Japan Chin, King Charles Spaniel, Papillon, Pommeranian, Chow Chow, Shar-Pei und dem Appenzeller Sennenhund beschrieben.

Lediglich 20–25 % der kongenitalen Kniescheibenverlagerungen treten als laterale Luxationen auf, von denen vorwiegend Hunde mittlerer und großer Rassen betroffen sind (Hayes et al., 1994; L`Eplattenier und Montavon, 2002; Remedios et al., 1992). Als prädisponiert gelten Pudeln, Cockerspaniel, Irischer Setter, Malamute, Boxer, Flat-Coated Retriever und Pyrenäenberghund.

Bei Katzen sind Patellaluxationen insbesondere kongenitalen Ursprungs weitaus seltener (Harasen, 2006). Hier wurden Devon Rex und Abessinierkatzen als gehäuft betroffen beschrieben.

Da Kniescheibenverlagerungen meist auf einer komplexen Anatomie der Hintergliedmaße beruhen, muss die Therapie der Art und dem Schweregrad der Luxation angepasst sein (Matis, 2005 b). In jüngerer Zeit werden zunehmend Korrekturosteotomien von Femur und/oder Tibia im Sinne einer Achsenkorrektur der Beckengliedmaße empfohlen.

Ziel dieser Dissertation ist es, die in den Jahren 1999–2008 in der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München mit

einer Patellaluxation vorgestellten Hunde zu erfassen und das Behandlungsergebnis bei diesen Patienten anhand klinischer, röntgenologischer und ganganalytischer Nachuntersuchungen retrospektiv zu analysieren.

2. Literaturübersicht

2.1. Topografische und funktionelle Anatomie des Kniegelenks

Das Kniegelenk, *Articulatio genus*, setzt sich aus dem primär gewichtstragenden Kniekehlgelenk, *Articulatio femorotibialis*, dem Kniescheibengelenk, *Articulatio femoropatellaris* und der proximalen Verbindung zwischen Schien- und Wadenbein, *Articulatio tibiofibularis proximalis*, zusammen (König und Liebich, 2001). Die Gelenke sind nach Evans und Hermanson (1993 a) in ihrer Bewegung voneinander abhängig. Da die Patella aber über das Ligamentum mit der Tibia verbunden ist, bewegt sie sich immer mit dem Kniekehlgelenk mit.

2.1.1. Das Kniekehlgelenk

Das Kniekehlgelenk (*Articulatio femorotibialis*) ist ein inkongruentes, unvollkommenes Wechselgelenk, in dem die stark gekrümmten *Condyli ossis femoris* mit den *Condyli tibiae* artikulieren (König und Liebich, 2001). Es wird von Vollmerhaus et al. (1994) als Rollgleitgelenk charakterisiert. Die Inkongruenz der gegenüberliegenden Gelenkflächen wird an jedem Kondylus durch einen Meniskus (*Meniscus articularis*) ausgeglichen. Neben der Streck- und Beugebewegung sind durch die Verschiebbarkeit der Menisken auch Rotationsbewegungen in geringem Maße möglich (unvollkommenes Wechselgelenk). Im Kniekehlgelenk artikulieren der Oberschenkelknochen, *Os femoris* und die Unterschenkelknochen, *Tibia* und *Fibula*, miteinander.

2.1.1.1. Knochen

Der Femur ist der kräftigste Knochen des Hundes und bei gut proportionierten Hunderassen etwas kürzer als die Tibia (Nickel et al., 2001). Das distale Endstück des Femurs wird durch die beiden kaudal vortretenden Gelenkknollen, *Condylus*

lateralis und Condylus medialis, beherrscht. Die axialen Anteile beider Kondylen artikulieren direkt mit der Gelenkfläche des Tibiaplateaus, die abaxialen Abschnitte hingegen mit den beiden Menisken. Der mediale Kondylus ist kleiner als der laterale und sowohl in sagittaler als auch in transversaler Ebene konvex (Evans und Hermanson, 1993 a). Der laterale Kondylus ist ebenfalls in beiden Ebenen konvex, jedoch stärker gekrümmt. Die beiden Kondylen werden durch eine tiefe Zwischenknorrengrube (Fossa intercondylaris) getrennt, die ihrerseits gegenüber dem Planum popliteum durch die querverlaufende Linea intercondylaris abgesetzt ist (Frewein und Vollmerhaus, 1994).

Die beidseitigen abaxialen Flächen der Kondylen sind als kleine Bandhöcker, Epicondylus lateralis und medialis, als Ansatz für Seitenbänder, Ligg. collateralia, angeraut (Nickel et al., 2001). Der laterale Kondylus zieht dicht am Gelenkrand 2 Muskelgruben ein, kranial eine Fossa extensoria als Ursprungsgebiet des M. extensor digitorum longus und des M. fibularis tertius. Kaudal davon gelegen delt sich die Fossa musculi poplitei als Ursprungsfläche für den M. popliteus, den Kniekehlmuskel, ein (König und Liebich, 2001). Bei Hunden ist die kaudale Fläche eines jeden Kondylus von kleinen, ebenen Gelenkflächen (Facies articularis medialis et lateralis) besetzt, die der Artikulation mit 2 kleinen Sesambeinen (Ossa sesamoidea musculi gastrocnemii, Vesalische Sesambeine) dienen und einzeln in der Ursprungssehne des gleichnamigen Muskels liegen (König und Liebich, 2001). Proximal der medialen und lateralen Fabella tritt eine Beule auf, die Tuberositas supracondylaris medialis und lateralis genannt wird. Dort befindet sich der Ansatz des M. gastrocnemius. Kranial am Femur ist die Kniescheibenrolle, Trochlea ossis femoris, ausgebildet, deren 2 Rollkämme durch eine Rollfurche, Sulcus patellaris, getrennt sind. Der mediale Rollkamm reicht weiter proximal und ist etwas dicker als der laterale. Über der Rollfurche findet sich die Fossa suprapatellaris (Frewein und Vollmerhaus, 1994).

Das proximale Ende der Tibia schließt Artikulationsflächen für die Kondylen des Femurs bzw. der Menisken, aber auch Insertionsflächen für deren Haltebänder und für die Kreuzbänder ein (Nickel et al., 2001). Das Schienbein trägt am proximalen Endstück die beiden kaudal durch den Kniekehlausschnitt, Incisura poplitea, und zentral den Zwischenknorrenfortsatz, Eminentia intercondylaris, getrennte Schienbeinknorren, Condylus lateralis und Condylus medialis. Deren Gelenkflächen,

Facies articularis, liegen etwa auf gleicher Höhe. Die laterale Gelenkfläche ist annähernd rund und größer als die ovoide mediale (Frewein und Vollmerhaus, 1994). Die Eminentia intercondylaris wird durch eine kleine Zwischenfläche (Area intercondylaris centralis) in das Tuberculum intercondylare laterale bzw. mediale geteilt. Kranial dieser zentralen Erhebung vertieft sich die Area intercondylaris cranialis und kaudal die Area intercondylaris caudalis (König und Liebich, 2001). Dem lateralen Kondylus ist kaudolateral eine Facette für die Artikulation mit der Fibula, die Facies articularis fibularis, angeschliffen (Frewein und Vollmerhaus, 1994). Kranial vor den Kondylen zieht in leicht geschwungenem Verlauf die Schienbeinleiste (Margo cranialis). Diese ist in ihrem Verlauf tastbar, sie teilt die Tibia in eine laterale, muskeltragende und in eine mediale, muskelfreie Fläche, die Facies medialis. Die mit Muskeln belegte Facies caudalis zeigt bei stark bemuskelten Tieren eine vom lateralen Kondylus schräg nach medial verlaufende Muskelleiste, die Linea musculi poplitei. Proximal verdickt sich der Margo cranialis zur auffälligen, ebenfalls tastbaren Schienbeinbeule (Tuberositas tibiae). Lateral der Tuberositas tibiae befindet sich der Sulcus extensorius, der als Führungsrinne für die Sehne des M. extensor digitalis longus dient (König und Liebich, 2001).

Die Fibula ist beim Hund ein dünner, abgeplatteter Knochen, der in der Längsrichtung um 90° gedreht ist, sodass proximal eine Dorsal- und Kaudalfläche, distal eine Lateral- und Medialfläche entstehen (Nickel et al., 2001). Das proximale Endstück, Caput fibulae, ist verdickt und reicht nicht bis an das Os femoris, es artikuliert jedoch über die Facies articularis capitis mit dem Condylus lateralis tibiae. Auch das distale Endstück, Malleolus lateralis, ist über die Facies articularis malleoli gelenkig mit der Kochlea der Tibia verbunden. Die laterale, freie Fläche des die Tibia distalwärts überragenden Malleolus lateralis trägt 2 markante Höcker, zwischen denen die schräge Rinne für die Sehne des M. fibularis longus eingeschlossen ist. Kaudal von ihnen ist eine weitere Rinne für die Sehnen der Mm. extensor digitalis lateralis und fibularis brevis ausgespart (Frewein und Vollmerhaus, 1994).

2.1.1.2. Menisken

Der laterale und mediale Meniskus sind 2 faserknorpelige Zwischenscheiben mit keilförmigem Querschnitt an jeder Seite des Kniekehlgelenks, die die Inkongruenz des Kniekehlgelenks mindern (Nickel et al., 2001). Sie liegen, befestigt durch spezielle Haltebänder, zwischen Femur- und Tibiakondylen und wirken als stoßdämpfende, elastische Puffer, die die Druckbelastung der Gelenkflächen besser verteilen und ein Einklemmen der Gelenkkapsel in den Gelenkspalt verhindern. Die Menisken besitzen einen scharfen, konkaven Innenrand und einen dicken, konvexen äußeren Rand (Budras et al., 2004). Der laterale Meniskus ist dicker und größer als der mediale (Arnoczky, 1993; Evans und Hermanson, 1993 b). Während der Beugung gleiten die Menisken nach kaudal, wobei der Innenmeniskus infolge seiner kräftigen Verbindung mit der tiefen Schicht des medialen Seitenbandes und der Gelenkkapsel in seiner Beweglichkeit eingeschränkt ist (Brunnberg, 1989). Letzterer hat dagegen keine Verbindung zum Seitenband, weil sich die Ursprungssehne des M. popliteus dazwischen einschleibt. Lediglich die peripheren 10–15 % des Meniskus sind vaskularisiert. Da die Versorgung über Gefäße nicht ausreichend ist, müssen die zentralen Anteile über Nährstoffdiffusion aus der Gelenkflüssigkeit ernährt werden.

2.1.1.3. Bänder

Jeder Meniskus ist mit 2 Bändern an der Tibia fixiert, einem kranialen und einem kaudalen meniskotibialen Band, Lig. tibiale craniale menisci laterale bzw. mediale und Lig. tibiale caudale menisci laterale bzw. mediale (Nickel et al., 2001). Die kranialen meniskotibialen Bänder kreuzen sich nahe ihres Ansatzes an der kranialen interkondylären Fläche. Das kraniale tibiale Band des medialen Meniskus berührt kranial lateral das kraniale Kreuzband und das kraniale tibiale Band des lateralen Meniskus kaudal lateral das kraniale Kreuzband. Das kaudale tibiale Ligament des medialen Meniskus zieht zum kaudalen Bereich der Area intercondylaris direkt kranial des Ansatzes des kaudalen Kreuzbandes. Das kaudale tibiale Band des

lateralen Meniskus zieht zur Incisura poplitea und inseriert kaudolateral des kaudalen Kreuzbandes (Evans und Hermanson, 1993 a).

Ein weiteres Band, Lig. Meniscofemorale, befestigt den lateralen Meniskus am Femur und verläuft vom kaudalen Horn des lateralen Meniskus zur lateralen Fläche des Condylus medialis ossis femoris (Arnoczky, 1993; Evans und Hermanson, 1993 a). Bei der Streckung ist es gestrafft und bremst dadurch die Kaudalverschiebung des lateralen Meniskus. Dem medialen Meniskus fehlt eine solche Verankerung (Arnoczky, 1993). Die kranialen Winkel der Menisken werden durch das Ligamentum transversum genus verbunden (Nickel et al., 2001).

Das Kniegelenk wird durch die Seitenbänder, Ligg. collateralia laterale et mediale und die Kreuzbänder, Ligamenta cruciata genus, gegen unphysiologische Bewegungen stabilisiert (König und Liebich, 2001). Die Kollateralbänder sind komplett extraartikulär, während die Kreuzbänder intraartikulär, aber extrasynovial liegen.

Die Ligg. collateralia verlaufen zwischen den Bandhöckern von Femur und Tibia bzw. Fibula. Das laterale Kollateralband inseriert am Condylus lateralis tibiae und ist in extremer Beugstellung entspannt, wodurch eine geringe Rotationsbewegung entsteht (Frewein und Vollmerhaus, 1994). Die Ligamenta cruciata genus bestehen aus zwei starken, sich kreuzenden Bändern. Das Lig. cruciatum craniale entspringt an der medialen Seite des Condylus lateralis femoris, zieht zwischen den kranialen Hörnern der Menisken hindurch und setzt an der Area intercondylaris centralis tibiae an. Das Lig. cruciatum caudale nimmt an der Area intercondylaris des medialen Condylus femoris ihren Ursprung und zieht bis zur Incisura poplitea tibiae (König und Liebich, 2001).

2.1.1.4. Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel ist je nach Beanspruchung unterschiedlich stark ausgebildet. Ein Geflecht aus kollagenen, zum Teil elastischen Fasern bildet die festigende äußere Schicht, Stratum fibrosum, die zur Gelenkstabilität beiträgt. Die innere Schicht, Stratum synoviale, ist mit 2 Typen von Synovialzellen ausgekleidet, die

Gelenkschmiere (Synovia) produzieren. Sie ist reich mit Blut- und Lymphgefäßen durchsetzt und übernimmt Stoffwechselfunktionen. Darüber hinaus führt sie Nervenäste und bildet Falten mit zottenartigen Fortsätzen zur Vergrößerung der Sekretions- und Resorptionsoberfläche. Den phagozytierenden Synovialzellen ist es möglich, Blutzellen nach Gelenkblutungen und kleinste Knorpelfragmente bei Arthrosen aufzunehmen.

Die Gelenkhöhlen des Kniekehle- und Kniescheibengelenks kommunizieren untereinander und bilden die größte Gelenkhöhle des Körpers (Evans und Hermanson, 1993 b; Robins, 1990). Die weite Gelenkkapsel der Art. femoropatellaris reicht bis unter die Endsehne des M. quadriceps femoris. Die Art. femorotibialis wird durch ein vom Corpus adiposum infrapatellare ausgehendes und zur Fossa intercondylaris ossis femoris ziehendes Lig. synoviale infrapatellare in einen lateralen und einen medialen Gelenksack unterteilt und umschließt sowohl die Sesambeine als auch die Kondylen vollständig. Außen ist sie fest mit den Menisken verbunden und führt damit abaxial zu einer weiteren Unterteilung in einen proximalen femoro- und einen distalen tibiomeniskalen Anteil. Dadurch ist die freie Kommunikation nur axial möglich.

2.1.2. Das Kniescheibengelenk

Die Articulatio femoropatellaris wird als ein Schlittengelenk (Art. delabens) bezeichnet, bei dem die Kniescheibe in der Gelenkvertiefung des Oberschenkelbeins, der Trochlea ossis femoris, zwischen den 2 Rollkämmen gleitet (Budras et al., 2004).

2.1.2.1. Knochen

Das Kniescheibengelenk wird von der Kniescheibenrolle, Trochlea ossis femoris und der Kniescheibe, Patella, gebildet. Die Kniescheibenrolle befindet sich kranial am

distalen Ende des Femurs und besteht aus 2 Rollkämmen, einem lateralen und einem medialen. Zwischen den Rollkämmen ist eine weite und glatte Furche, Sulcus patellaris, ausgebildet (Frewein und Vollmerhaus, 1994). Die Rollkämme fallen nach außen steil, nach innen sanft ab. Der mediale Rollkamm ist etwas dicker als der laterale (König und Liebich, 2001). Die physiologische Tiefe der Trochlea ossis femoris sollte nach Slocum und Slocum (1993) sowie Roush (1993) annähernd die Hälfte der Patellatiefe betragen. Tomlinson und Constantinescu (1994) fordern gleichfalls mindestens die Hälfte der Patelladicke für eine ausreichend tiefe Trochleafurche. Geführt wird die Patella durch den M. quadriceps, der senkrecht über das Gelenk zieht und mit dem Ligamentum patellae an der Tuberositas tibiae inseriert. Bei Streckung des Kniegelenks erreicht die Patella die Fossa patellaris, mit einem Fettpolster ausgekleidetes Lager am proximalen Ende der Trochlea (Schimke und Paatsama, 1986).

2.1.2.2. Bänder

Die Bänder des Kniescheibengelenks gliedern sich wie folgend: Faszienerstärkungen (Retinacula patellae), Kniescheibenseitenbänder (Ligamentum femoropatellare laterale bzw. mediale) und Kniescheibenbänder (Ligamenta patellae) (König und Liebich, 2001).

Gegen seitliches Abgleiten wird die Kniescheibe durch die Tiefe der Rollfurche und die beiderseits der Kniescheibe verlaufenden Bindegewebsfasern geschützt (Nickel et al., 2001). Diese Faserzüge werden als Retinacula patellae bezeichnet. Beim Fleischfresser entspringen die Ligamenta femoropatellare laterale und mediale aus dem tiefen Fasziensblatt der Ossa sesamoidea m. gastrocnemii. Da sie aber nur schwer aus diesem Fasziensblatt zu trennen sind, stellen sie einen Teil der Retinacula patellae dar (Fritz, 1989). Lig. patellae ist die Endsehne des M. quadriceps femoris, welches das Kniekehlgelenk überspannt und vom Apex der Patella zur Tuberositas tibiae zieht (König und Liebich, 2001).

2.1.2.3. Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel des Kniescheibengelenks ist geräumig, buchtet sich proximal unter das Lig. patellae und nach lateral und medial bis zur Außenfläche der Kondylen aus (Frewein und Vollmerhaus, 1994; Nickel et al., 2001). Dadurch kann sich die Patella in der Trochlea ossis femoris bewegen. Unter der Kniescheibe in Höhe des Kniescheibengelenks liegt der Kniefettkörper, Corpus adiposum infrapatellare. Proximal der Insertionsstelle des Lig. patellae an der Tuberositas tibiae befindet sich ein großer Schleimbeutel, Bursa infrapatellaris (König und Liebich, 2001).

Bei Fleischfressern kommuniziert die Capsula articularis der Articulatio femoropatellaris mit der Capsula articularis der Articulatio femorotibialis (König und Liebich, 2001). Sie bilden die größte Gelenkhöhle des Körpers (Robins, 1990).

2.1.3. Das Tibiofibulargelenk

Die Verbindungen der Tibia mit der Fibula, Articulationes tibiofibulares proximalis und distalis, sind straffe Gelenke, in denen keine Bewegung stattfindet (Nickel et al., 2001). Die engen Gelenkkapseln sind durch Verstärkungszüge gekennzeichnet, die am proximalen Tibiofibulargelenk als Ligamenta capitis fibulae cranialis und caudalis benannt werden. Bewegungen in diesem Gelenk sind nicht messbar. Auch Rotationen um die Längsachse der Knochen finden nicht statt. Drehbewegungen der freien Beckengliedmaße müssen vom Knie- und Sprunggelenk wahrgenommen werden. Die Gelenkhöhle des proximalen Tibiofibulargelenks kommuniziert mit der lateralen Abteilung des Kniekehlgelenks (Frewein und Vollmerhaus, 1994).

2.1.4. Muskulatur und Faszien des Kniegelenks

Die Muskeln haben eine entscheidende Funktion nicht nur für die Bewegung, sondern auch hinsichtlich Stabilität des Kniegelenks.

M. quadriceps femoris

Der Hauptstrecker des Kniegelenks, M. quadriceps femoris, besteht aus 4 Köpfen (König und Liebich, 2001). Sein M. rectus femoris hat seinen Ursprung an der Spina iliaca ventralis caudalis ossis ilii und verläuft an der Facies cranialis des Os femoris nach distal. Der M. vastus medialis entspringt kraniomedial, der M. vastus lateralis kraniolateral und der M. vastus intermedius, als schwächste Portion, zusammen mit dem M. vastus lateralis am Os femoris (Budras et al., 2004). Die Endsehne, in die die Patella eingelagert ist, setzt als Lig. patellae an der Tuberositas tibiae an. Die Patella leitet bei Kontraktion das Körpergewicht gegen die Trochlea ossis femoris, wobei faserknorpelige Anteile seitlich der Patella, die sogenannten Fibrocardilagines parapatellares, die Belastung gleichmäßig auf den Femur verteilen. Bei dieser Anspannung des Muskels wird der Femur nach kaudal und die Tibia nach kraniodorsal verschoben.

M. sartorius

Dieser Muskel ist ebenfalls ein Kniegelenkstrecker (Nickel et al., 2001). Seine Partes cranialis und caudalis entspringen am Tuber coxae und der Crista iliaca und strahlen in die Fascia genus ein bzw. ziehen zur Crista tibiae. Der M. sartorius bildet beim Hund die kraniale Kontur des Oberschenkels.

M. biceps femoris

Er entspringt am Tuber ischiadicum und läuft in Kniegelenksnähe als breite Sehne aus, die mit der Fascia cruris verschmilzt (Nickel et al., 2001). Mit dem Tractus calcaneus lateralis inseriert dieser Muskel auch am Fersenbein. Die Pars cranialis ist Strecker, die Pars caudalis der Beuger des Kniegelenks.

M. gracilis

Mit aponeurotischem Ursprung an der Beckensymphyse strahlt der Muskel als Strecker des Kniegelenks in die Fascia genus ein (Nickel et al., 2001).

M. gastrocnemius

Sein Ursprung liegt mit einem lateralen und einem medialen Kopf kaudodistal am Femur (Nickel et al., 2001). In den Ursprungssehnen findet sich je ein Vesalisches

Sesambein (Fabella). Mit seiner Endsehne, der Achillessehne, endet der M. gastrocnemius am Tuber calcanei. Er wirkt als Kniegelenksbeuger.

M. popliteus

Durch seinen Verlauf in der Kniekehle vom Condylus lateralis ossis femoris zur medialen Tibiaseite wird der M. popliteus zum Kniegelenksbeuger und Pronator des Unterschenkels (Nickel et al., 2001).

M. semimembranosus

Dieser Muskel zieht vom Tuber ischiadicum zum medialen Femur- bzw. Tibiacondylus (Nickel et al., 2001). In der Stützbeinphase als Strecker fungierend, ist er in der Hangbeinphase ein Beuger.

M. semitendinosus

Ebenfalls am Tuber ischiadicum entspringend, inseriert der M. semitendinosus medial an der Tibia und als Tractus calcaneus medialis am Tuber calcanei (Nickel et al., 2001). In der Funktion entspricht er dem M. semimembranosus.

M. flexor digitalis superficialis

Der eigentliche Zehenbeuger gilt als Hilfsbeuger des Kniegelenks. Er entspringt zwischen den Gastrocnemiusköpfen an der Tuberositas supracondylaris lateralis ossis femoris und inseriert an der Phalanx media der Zehen (Nickel et al., 2001). Im Kniebereich werden die oben genannten Muskeln sowie die Patella von der kräftigen Kniefaszie (Fascia genus) überdeckt. Diese geht aus der lateralen und medialen Oberschenkelfaszie (Fascia lata bzw. Fascia femoris medialis) hervor. Diese Faszien tragen auch einen Teil zur Stabilität des Kniegelenks bei. Sie heften sich an der Tuberositas tibiae und an den Tibiakondylen an und gehen distal in die Fascia cruris über.

2.1.5. Blutgefäßversorgung

Die Hauptarterie, welche die Beckengliedmaße mit Blut versorgt, ist die A. iliaca externa (Frewein und Vollmerhaus, 1994). Sie geht nach ihrem Durchtritt durch die Lacuna vasorum in die A. femoralis über, die nach distal verläuft. Die A. femoralis erricht im distalen Drittel des Oberschenkels die Fossa poplitea und wird dort zur A. poplitea. Die Blutversorgung des Kniegelenks erfolgt in der Hauptsache von der Beugeseite her. Im Bereich der Kniekehle entlässt die A. poplitea als distale Fortsetzung der A. femoralis die A. saphena sowie die A. genus descendens und media. Die oberflächlich gelegene A. saphena versorgt medial über ihre Rami articulares mediales vor allem Hautareale und die Gelenkkapsel. Die A. genus descendens gilt als wichtiges Gefäß für den medialen Kniegelenksbereich und den Fettkörper. Sie bildet mit der A. poplitea das Rete articulare bzw. das Rete patellare. Chirurgisch relevant sind hierbei insbesondere die A. poplitea bzw. die direkten Seitenäste in Höhe der Ossa sesamoidea und des M. gastrocnemius (König und Liebich, 2001).

2.1.6. Innervation

Der N. femoralis verzweigt sich nach seinem Eintritt in den M. quadriceps femoris in zahlreiche Rami musculares und entlässt schon im proximalen Femurviertel zusätzlich 1–2 Rami articulares für die kraniale Region der Kniegelenkkapsel (Nickel et al., 2001). Einer dieser Gelenkkapseläste verläuft zunächst zwischen dem M. vastus medialis und dem M. vastus intermedius, tritt im distalen Drittel des Os femoris auf das Periost über und erreicht die Kniegelenkkapsel proximal (Staszuk und Gasse, 2002).

Vom N. saphenus wird ein Ramus articularis im distalen Drittel des Femurs entlassen (Nickel et al., 2001). Dieser Gelenkkapselast kommt zunächst auf dem Bauch des M. vastus medialis zu liegen und wird vom kaudalen Bauch des M. sartorius und der Fascia femoralis medial bedeckt. Der Durchtritt durch die Fascia genus und der Eintritt in die Kniegelenkkapsel erfolgt dann im proximalen Drittel zwischen Apex

patellae und Tuberositas tibiae, kranial des Ligamentum collaterale mediale mit 1–3 einzelnen Aufzweigungsästen (Staszyk und Gasse, 2002).

Aus dem N. obturatorius geht distal des Foramen obturatum ein Ramus articularis für die Kniegelenkkapsel hervor (Nickel et al., 2001). Er verläuft kaudal des M. pectineus und kaudal parallel zum Gelenkkapselast des N. saphenus bis medial an die Kniegelenkkapsel. Kranial des Lig. collaterale mediale treten 1 oder 2 Aufzweigungsäste in die Capsula articularis ein (Staszyk und Gasse, 2002).

Ein Ast des N. fibularis communis isoliert sich auf Höhe des Caput laterale m. gastrocnemii und zieht kaudolateral an die Kniegelenkkapsel (Nickel et al., 2001). Unmittelbar nachdem der N. fibularis communis zwischen die Bäuche der Mm. flexor hallucis longus und fibularis longus gelangt, werden 1 oder 2 Rami articulares laterales in der Region des Fibulakopfs abgegeben (Staszyk und Gasse, 2002).

Aus dem N. tibialis isolieren sich 1–2 Rami articulares, die, zwischen den Ursprungsköpfen des M. gastrocnemius gelegen, in die Mitte der Kniekehle zur Gelenkkapsel und nach distal ziehen und die Strecker des Tarsalgelenks innervieren (Staszyk und Gasse, 2002).

2.1.7. Gelenkknorpel

Die gelenkbildenden Knochen werden von Knorpelschichten überzogen (Nickel et al., 2001). Der Gelenkknorpel besteht aus dem glasartigen (griechisch: hyalos) hyalinen Knorpel, der zusammen mit der Synovia, der Gelenkflüssigkeit, eine weitestgehend reibungsarme Beweglichkeit der Gelenkpartner ermöglicht. In dem hyalinen Knorpel befinden sich weder Blutgefäße noch Nerven. Seine Ernährung erfolgt durch Diffusion, zum einen aus der Synovialflüssigkeit, zum anderen aus den Knochenschichten unterhalb des Knorpels, insbesondere aus dem Markraum. Der intakte Knorpel besteht zu 65–80 % aus Wasser, zu 1–10 % aus den Knorpelzellen (Chondrozyten) und der extrazellulären Matrix (Leonhardt, 1990). Trotz ihres geringen Volumenanteils sind die Knorpelzellen entscheidend für die Erhaltung und Funktion der extrazellulären Matrix. Sie sind sowohl für die Synthese als auch für den

Abbau der Kollagene und Proteoglykane zuständig. Diese sehr stoffwechselaktiven Zellen sind im Gelenkknorpel in verschiedenen Schichten angeordnet.

Der hyaline Gelenkknorpel besteht aus 4 Zonen. In der gelenkspaltnahen Schicht, der Tangentialzone, die starken Dehnungskräften ausgesetzt ist und einen hohen Kollagengehalt aufweist, herrscht eine höhere Zelldichte als in den tieferen Schichten (König und Liebich, 2001). Die Zellen sind spindelförmig angeordnet und verlaufen parallel zur Oberfläche (Badoux, 1975; König und Liebich, 2001). Diese Faserarchitektur bewirkt eine gleichmäßige Verteilung einwirkender Kräfte auf der gesamten Knorpeloberfläche (Badoux, 1975; Hees, 2000; König und Liebich, 2001). Außer der größeren Zugfestigkeit wird durch den hohen Kollagenfaseranteil gleichzeitig eine Diffusionsbarriere aufgebaut, die den Knorpel vor Antikörpern schützt (Setton et al., 1992). In der darunter folgenden Übergangszone nehmen die Chondrozyten eine ovale Form an. Diese Zellen produzieren Protein und Kollagen. Die nächsttiefere Schicht, die Radiärzone, ist die breiteste Zone des hyalinen Knorpels. Hier sind die Zellen hauptsächlich in Säulen angeordnet. Die Mineralisationszone wird von der Radiärzone durch eine basophile Grenzlinie, der sogenannten Tidemark, getrennt. Ihre genaue Funktion ist noch nicht geklärt. In der direkt über dem subchondralen Knochen liegenden Mineralisationszone lagern sich Kalziumkristalle in die extrazelluläre Matrix ein. Die Zellen besitzen hier keine deutliche Orientierung mehr. Die Verkalkungszone hat die Aufgabe den Knorpel auf der subchondralen Knochenplatte zu verankern (Hough et al., 1974).

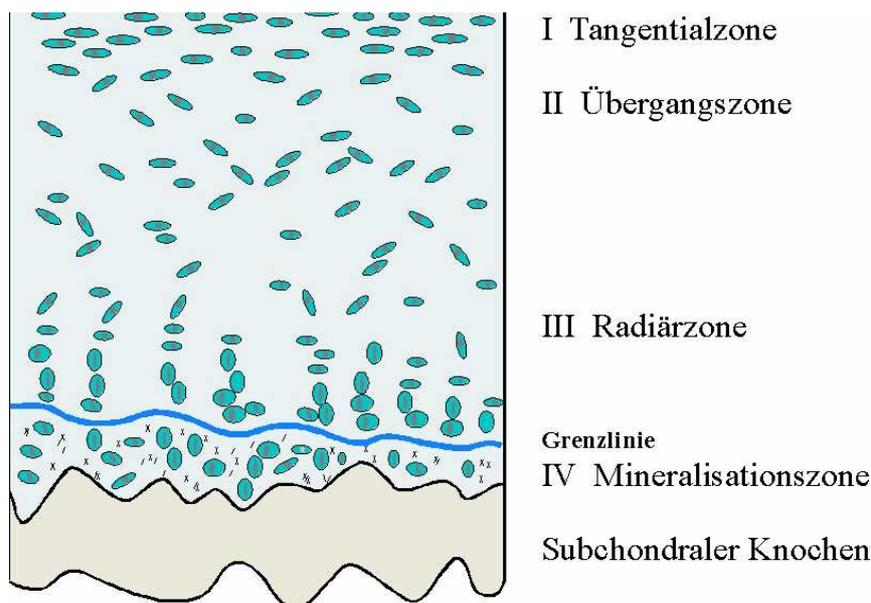


Abb. 1: Schematisierte Darstellung des Gelenkknorpels und der darunterliegenden subchondralen Knochenplatte (aus König und Liebich, 2001).

2.2. Biomechanik

2.2.1. Biomechanik des Kniegelenks

Bei Betrachtung der Bewegung des Kniegelenks müssen das femorotibiale und das femoropatellare Gelenk gemeinsam beachtet werden.

Das Kniekehlgelenk ist wie bereits beschrieben ein inkongruentes Wechselgelenk und als solches vor allem zu Streck- und Beugebewegungen fähig. Jedoch sind aufgrund der Beweglichkeit der Menisken auch Drehbewegungen der Tibia gegen den Femur möglich, weshalb das Kniekehlgelenk auch als unvollkommenes Wechselgelenk bezeichnet wird. Während der Beugung und Streckung des Kniegelenks gleitet die Kniescheibe auf der Trochlea ossis femoris (König und Liebich, 2001).

In der Belastungsphase der Hintergliedmaße treten vor allen Beuge- und Streckbewegungen auf, das heißt Bewegungen in der sagittalen Ebene. Drehbewegungen finden in erster Linie nach Abheben des Fußes in der Schwungphase statt (Robins, 1990). Dabei lassen sich die Innen- und Außenrotation unterscheiden. Die Außenrotation ist unabhängig von der Gliedmaßenstellung nur in sehr geringem Umfang möglich, während die Innenrotation vor allem in Beugestellung des Kniegelenks erfolgen kann. Sie wird von Robins (1990), Koch und Waibl (1999) mit einer Größe von 20–45° angegeben.

Von funktioneller Bedeutung ist die sogenannte Hamstringmuskulatur (Henderson und Milton, 1978). Mit diesem Begriff wird die Ischiokruralmuskulatur bezeichnet, die aus M. biceps femoris, M. gracilis, kaudalem Anteil des M. sartorius und dem zur Tibia ziehenden Bauch des M. semimembranosus besteht und eine wichtige biomechanische Einheit bildet. Die Hamstringmuskulatur bewirkt aufgrund ihrer Insertion bei Kontraktion eine Kaudalverschiebung der Tibia zum Femur (Henderson und Milton, 1978).

Die Funktion der Kniescheibe liegt in der Unterstützung des Streckmechanismus des Kniegelenks in Form einer Verlängerung des M. quadriceps nach distal, wodurch auch der Hebelarm des M. quadriceps verlängert wird (Outerbridge und Dunlop, 1975).

Verschiedene Autoren haben die biomechanischen Verhältnisse des menschlichen Kniegelenks beschrieben. Die dabei erstellten Modelle lassen sich im weiteren Sinne auf das Kniegelenk des Hundes übertragen, da die anatomischen Verhältnisse des menschlichen und caninen Kniegelenks sich im Wesentlichen nur durch das Vorhandensein der Sesambeine des M. gastrocnemius beim Hund und eine unterschiedliche Gliedmaßenstellung, bedingt durch die aufrechte Körperhaltung des Menschen, unterscheiden.

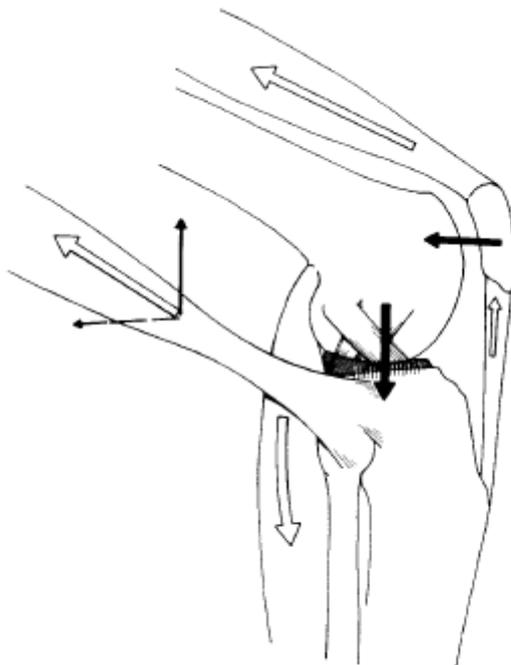


Abb. 2: Biomechanische Verhältnisse des Kniegelenks beim Menschen (aus McLeod und Blackburn, 1980).

Betrachtet man das femoropatellare Gelenk, fällt auf, dass auf die Kniescheibe 2 nahezu gegenläufige Kräfte wirken. Einerseits bedingt die Kontraktur des M. quadriceps einen proximal und kaudal gerichteten Zug an der Patella, andererseits wird die Patella durch das Ligamentum patellae nach distal und kaudal gezogen. Auf die Patella werden daher in erster Linie Druckkräfte ausgeübt. Die entstehende Gelenkkraft des femoropatellaren Gelenks ist in ihrer Größe vom Winkel, den das Kniegelenk einnimmt und von der Zugkraft des M. quadriceps abhängig (Fritz, 1989; Reilly und Martens, 1972). Maquet et al. (1975) beschrieben die Kräfte durch den Zug des M. quadriceps und den Zug des Ligamentum patellae als ungleich. Untersuchungen der Spaltlinien der femoropatellaren Gelenkflächen zeigen vor allem für die Patella individuell stark variierende Muster. Dennoch bestätigen sie, dass auf

die Kniescheibe in erster Linie eine Druckbelastung ausgeübt wird, während in der Trochlea ossis femoris vor allem Dehnungsspannungen auftreten (Riegert, 2004). Durch eine während der Streckung auftretende Rotation der Tibia können die Extensoren des Kniegelenks nicht in einer absolut vertikalen Geraden arbeiten. Es entsteht eine geringgradige Achsenabweichung auf Höhe der Kniescheibe von etwa 10° nach medial. Bestehen zu diesem physiologischen Winkel zudem bereits bei Streckstellung des Kniegelenks anatomische Veränderungen, die typischerweise im Rahmen einer Luxatio patellae auftreten, so erhöhen beide bei Beugung die Luxationsneigung der Kniescheibe (Perot, 1984).

2.2.2. Bewegung der Hintergliedmaßen

Mithilfe ganganalytischer Untersuchungen konnte die während eines Schrittes auftretende Bewegung der Hintergliedmaße und damit des Kniegelenks beschrieben werden. Dabei treten zwar rassebedingte und individuelle Unterschiede auf, eine Grundform der Beugung und Streckung eines Gelenks findet sich jedoch bei allen Hunden wieder. Ein Schritt wird dabei in eine Schwung- und eine Standphase unterteilt.

Kurz nach der maximalen Flexion des Hüftgelenks und der maximalen Extension des Kniegelenks wird die Pfote aufgesetzt (Hottinger et al., 1996). Dabei befindet sich das Sprunggelenk kurz vor seinem ersten Extensionsmaximum. In der nun folgenden Stand- bzw. Belastungsphase werden Knie- und Sprunggelenk kontinuierlich gebeugt, wohingegen das Hüftgelenk gestreckt wird. Gegen Ende der Standphase erfolgt eine Streckung aller großen Gelenke der Hintergliedmaße, um den Körper nach kranial zu beschleunigen. Kurz nach der maximalen Streckung von Hüft- und Sprunggelenk erfolgt das Abfußen. Das Kniegelenk hat dabei sein kleineres Extensionsmaximum erreicht. Während der Schwungphase werden alle 3 Gelenke gebeugt. Knie- und Sprunggelenke werden gegen Ende der Schwungphase erneut gestreckt (Hottinger et al., 1996; Off und Matis, 1997 b).

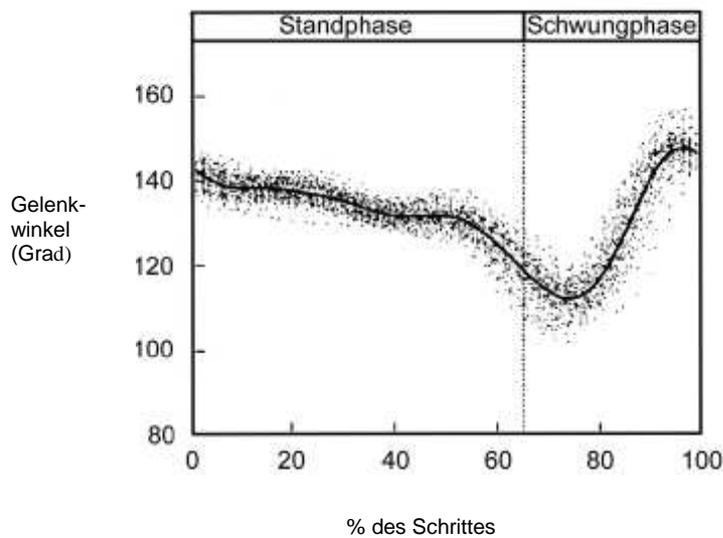


Abb. 3: Verlauf des Kniegelenkwinkels während eines Schrittes (nach Hottinger et al., 1996).

2.2.2. Bewegung im Kniegelenk

Im Verlauf der Beugung während der Standphase (bis ca. 25°) gleiten die Femurkondylen nach dorsal, wobei mit zunehmender Beugung die Gleitbewegungen aufgehoben werden, die Kondylen drehen sich somit auf einer Stelle. Bei maximal gebeugter Stellung liegt die Kontaktfläche zwischen Ober- und Unterschenkelknochen am hinteren Rand des Unterschenkelknochens. Gegen Ende der Standphase spannt sich die Streckmuskulatur an, wodurch die Patella auf der Trochlea ossis femoris nach proximal gleitet, bis sie am proximalsten Ende unterstützt wird. In der folgenden Schwungphase und der damit verbundenen Entlastung der Gliedmaße erfolgen Gleitbewegung und Rotation des Kniegelenks, wobei die Patella wieder nach distal gleitet. Zudem findet während der Beugung eine Dorsalbewegung vor allem des beweglicheren lateralen Meniskus statt. Die Patella wird dabei von der Fascia lata lateral und der femoralen Faszie medial auf der Trochlea ossis femoris gehalten. Dazu tragen auch das mediale und laterale Femoropatellarband bei (L'Eplattenier und Montavon, 2002). Liegen physiologische anatomische Verhältnisse vor, so liegen M. quadriceps femoris, Patella, Trochlea ossis femoris, Ligamentum patellae und Tuberositas tibiae auf einer Geraden (Brinker et al., 2006; Hulse, 1981; Roush, 1993).

Im Stand beträgt der Kniegelenkwinkel 125–155°, wobei rasse- und individuell bedingte Unterschiede auftreten (Hottinger et al., 1996). Der Bewegungsumfang des Kniegelenks liegt bei etwa 40° mit einem maximalen Streckungswinkel von 130–155° und einem maximalen Beugungswinkel von 90° (Adrian et al., 1966; Arnoczky und Marshall, 1977; Hottinger et al., 1996; Koch und Waibl, 1999; Unkel-Mohrman, 1999). Verschiedenste ganganalytische Studien haben gezeigt, dass von einer Symmetrie zwischen dem rechten und linken Bein eines Gliedmaßenpaares ausgegangen werden kann (Budsberg et al., 1993; Gillette und Zebas, 1999). Bei physiologisch gestrecktem Kniegelenk ist eine Innenrotation der Tibia von etwa 6° sowie eine Außenrotation von etwa 5° möglich (Arnoczky und Marshall, 1977).

2.3. Formen der Luxatio patellae

Eine Luxation (lat. luxare „verrenken“, engl: dislocation) oder Verrenkung ist ein vollständiger Kontaktverlust gelenkbildender Knochenenden und stellt grundsätzlich eine schwere Schädigung eines Gelenks dar (Pschyrembel, 2007).

Ätiologisch unterscheidet man die erworbene Patellaluxation (Luxatio patellae traumatica) und die angeborene Patellaluxation (Luxatio patellae congenita), wobei sich die Patella nach medial, nach lateral und in seltenen Fällen auch in beide Richtungen verlagern kann (Brinker et al., 2006; Matis, 2005 a). Funktionell wird eine habituelle von einer stationären Luxation differenziert. Bei der habituellen Form ist die Patella primär in situ und im Falle einer Luxation findet die Reposition spontan in der nächstfolgenden Bewegungsphase statt, während dies bei der stationären Form erst nach mehreren Bewegungsabläufen oder durch manuelle Manipulation eintritt (temporär stationäre Luxation) bzw. es zu keiner Reposition kommt (permanente stationäre Luxation).

2.3.1. Luxatio patellae traumatica

Unter der erworbenen Form versteht man vor allem die traumatisch bedingte Patellaluxation, aber auch solche Formen, die als Folge kniegelenkferner Erkrankungen auftreten, wie in Fehlstellung verheilte Frakturen oder die Luxatio ossis femoris (Brinker et al., 2006; Harrison, 1975; Matis, 2005 a; Kodituwakku, 1962; Schmidtke, 1981).

Traumatische Luxationen treten in der Regel nach medial auf und sind aufgrund ihrer Ätiologie meist einseitig und stets akut schmerzhaft, da es bei einer traumatischen bedingten Kniescheibenverlagerung zu Kapsel- bzw. Bandrupturen, Knorpel-, Knochen-, Gefäß- und Nervenverletzungen kommen kann (Brinker et al., 2006; Pschyrembel, 2007). Diese Form der Patellaluxation tritt weitgehend alters- und rasseunabhängig auf, wobei vorhandene Instabilitäten bzw. Veränderungen in der Anatomie der Gliedmaße das Auftreten einer traumatischen Kniescheibenverlagerung begünstigen können (Brinker et al., 2006).

2.3.2. Luxatio patellae congenita medialis

Die Luxatio patellae congenitalis medialis gehört zu den häufigsten Kniegelenkserkrankungen des Hundes (Priester, 1972). Im Vergleich zur Luxation nach lateral stellt sie beim Hund 75–80 % aller Kniescheibenverlagerungen dar und tritt bei 20–25 % der betroffenen Hunde bilateral auf. Prädisponiert scheinen Zwerg- und Miniaturhunderassen, wie Pudel, Chihuahua und Yorkshire Terrier, zu sein (Brinker et al., 2006; Denny, 1996).

Tiere mit kongenitaler Patellaluxation fallen in der Regel bereits in jungem Alter mit einem Schwerpunkt um den 5. Lebensmonat durch eine intermittierende Lahmheit auf (Denny, 1996; Loeffler 1964). Schweregrad und Zeitpunkt des Auftretens bestimmen das Ausmaß der entstehenden Skelettveränderungen, je früher sich das Krankheitsbild manifestiert, desto stärker sind die anatomischen Veränderungen (Hulse, 1981; Nunamaker, 1985). Jedoch kann die Störung der Gliedmaßenfunktion stark variieren. Habituelle Patellaluxationen sind nicht selten Zufallsbefund in einer klinischen Untersuchung. Die Veränderungen im Gangbild fallen dem Besitzer nicht als Lahmheit auf. Dabei manifestiert sich bei Hunden im Rahmen der habituellen Patellaluxation ein typisches Gangbild: Im Moment der Luxation entlastet der Hund die Gliedmaße vollständig. Das Kniegelenk ist dabei nach medial gedreht und stark gebeugt (Dämmrich et al., 1975). Aufgrund der luxierten Kniescheibe kann der Streckmechanismus des Kniegelenks nicht mehr greifen und eine Kraftübertragung auf den Unterschenkel findet nicht mehr statt. Manche Hunde strecken die betroffene Gliedmaße im Moment der Luxation nach kaudal, wodurch die Kniescheibe unter Umständen reponiert wird (Rodenbeck, 1971). Ist die Kniescheibe auf die Trochlea ossis femoris zurückgeglitten, läuft der Hund häufig lahmheitsfrei weiter. Im Rahmen der habituellen Patellaluxation treten weniger stark ausgeprägte pathologisch-anatomischen Veränderungen auf.

Die stationäre Luxation patellae congenita medialis führt zu einer erheblichen Beeinträchtigung der Gliedmaßenfunktion, die Kniegelenke sind nach medial gedreht und können nicht gestreckt werden. Zudem laufen betroffene Hunde mit aufgekrümmtem Rücken (Loeffler und Meyer, 1961; Rodenbeck, 1971; Vierheller, 1959). Hebt man den Hund hoch, überkreuzen die Hinterbeine und die Sprunggelenkshöcker zeigen nach außen (Mackey und McCune, 1967; Rudy, 1974).

2.3.3. Luxatio patellae congenita lateralis

Die laterale Patellaluxation ist selten (Matis, 2005 b). Der Anteil der lateralen Luxation an allen Kniescheibenverlagerungen beträgt 5–24 % (Kodituwakku, 1962; Endres, 1977; Hulse, 1981; Hoffmann, 1983). Sie kommt zwar bei groß- und kleinwüchsigen Hunderassen gleichermaßen vor, jedoch scheinen große Hunde, insbesondere Flat-Coated-Retriever, für diese Erkrankung prädisponiert zu sein (Brinker et al., 2006; Denny, 1996; Hulse, 1981; Roush, 1993; Rudy, 1974). Nach Rudy (1974) sind zudem Hunde der Rassen Deutsche Dogge, Berner Sennenhund und Irischer Wolfshund prädisponiert. Häufig tritt die Erkrankung in einem Lebensalter von 5–6 Monaten auf und stellt eine erhebliche Beeinträchtigung der Gliedmaße dar. Die betroffenen Tiere heben sich in der Regel durch eine X-Beinigkeitsstellung (Genu valgum) hervor. Im Fall der Luxatio patellae congenita lateralis lässt sich die Patella normalerweise manuell auf den Rollkamm reponieren (Denny, 1996).

2.4. Pathophysiologie der Luxatio patellae

2.4.1. Pathophysiologie der Luxatio patellae traumatica

Ursächlich liegt hier ein traumatisches Ereignis vor, sodass die auftretenden Schäden abhängig von dessen Schwere und Art sind (Loeffler, 1964). Dennoch ist die Prognose in der Regel günstig.

2.4.2. Pathophysiologie der Luxatio patellae congenita medialis

Im Rahmen der kongenitalen Kniescheibenverlagerung treten verschiedene pathologische Veränderungen der Anatomie der Hintergliedmaße auf (Matis, 2005 b). Neben einer seitlich verlagerten Zugrichtung des M. quadriceps, einer Schwäche der Kniegelenkscapsel und der Bänder treten Veränderungen des Skelettes auf. Diese skelettalen Veränderungen lassen sich von proximal nach distal weiter untergliedern in eine nicht korrekte Winkelung des Femurkopfs und- halses (Coxa vara, Coxa valgum), eine Längsachsendlrehung des Femurs, eine Krümmung des distalen Femurschafts, eine Hypoplasie der Trochlea ossis femoris und der beiden Femurkondylen, einer Krümmung des proximalen Tibiaschafts und einer Deviation der Tuberositas tibiae. Welche dieser Anomalien Ursprung oder Folge der Patellaluxation sind, konnte noch nicht ausreichend geklärt werden (Matis, 2005 b). Sie wurden jedoch vielfach ausführlich beschrieben und es wurden verschiedenste Theorien zur Ätiologie aufgestellt (Endres, 1977, Gustaffson et al., 1969; Hulse, 1981; Kodituwakku, 1962; Loeffler, 1964; Olmstead, 1981; Pearsen und Ramsey, 1963; Putnam, 1968). Lör (1999) festigte mittels computertomografischer Untersuchungen der Rotations- und Torsionsverhältnisse der Beckengliedmaße von Hunden die Annahme, dass die Knochendeformation sekundär zu einer pathologischen Krafteinwirkung der Muskeln und Bänder entsteht.

Im Falle einer permanent stationären Kniescheibenverlagerung kommt es zu einer Kontraktur der Kniegelenksbeuger (Niemand und Suter, 2001; Loeffler und Meyer, 1961; Singleton, 1969; Vierheller, 1959) und des M. quadriceps, der durch die verlagerte Patella seine Streckfunktion verliert und dadurch zum Beuger des Gelenks

werden kann. Eine laterale Überdehnung der Fascia lata, des Retinaculum patellae und der Gelenkkapsel tritt zeitgleich mit einer Verkürzung der medialen Weichteile auf, sodass die Patella nicht auf die Trochlea reponiert werden kann.

Folgende anatomische Veränderungen der betroffenen Hintergliedmaßen sind beschrieben:

Coxa vara

Darunter versteht man eine nicht korrekte Winkelung des Femurkopfs und- halses bezogen auf den Schaft des Femurs (Putnam, 1968). Man spricht auch vom **Centrum-Collum-Diaphysen-Winkel**, da die genannten Punkte die beiden den Winkel bildenden Geraden beschreiben. Die Ursache liegt unter Umständen in einer Fehlbelastung und einem dadurch bedingtem Absinken des Caput ossis femoris und des Collum ossis femoris nach ventral (Putnam, 1968). Diese Veränderungen können zum Teil bereits in einem Alter von 4–6 Monaten nachgewiesen werden. Eine weitere Theorie der Ätiologie ist ein verzögertes Wachstum der Epiphyse bzw. ein verfrühter Epiphysenfugenschluß (Hulse, 1981). Andere Autoren konnten bei ihren Patienten das Vorliegen einer fehlerhaften Winkelung nicht bestätigen (Vasseur, 1993).

Mediale Verlagerung des M. quadriceps femoris

Die Verlagerung der Quadrizepsmuskulatur entsteht durch eine Außenrotation der distalen Femurabschnitte, einer Varusdeformität des Femurs sowie einer Innenrotation der Tibia. Infolge dieser Achsenabweichungen verlagert sich die Zugkraft des M. quadriceps auf die Gliedmaßeninnenseite (Löer, 1999). Der Ansatz an der Tuberositas tibiae und die damit verbundene Innenrotation des Unterschenkels gemeinsam mit der nach lateral verlagerten femoralen Gleitfläche, führen zur Luxation der Patella. Unabhängig, ob die Verlagerung der Muskulatur als primärer oder als sekundärer Auslöser der Kniescheibenverlagerung beurteilt wird, ist sie entscheidend für die Entwicklung weiterer Deformationen. Jedoch hängt es vom Entwicklungsgrad des Skelettes ab, wie stark es von den einwirkenden Kräften modelliert wird (Hulse, 1995; Putnam, 1968). Die Deformationen können so ausgeprägt sein, dass eine korrekte Gliedmaßenfunktion nicht mehr möglich ist. Im fortgeschrittenen Stadium ist der M. quadriceps unfähig, das Knie zu strecken und

fixiert es mit zunehmender Kontraktur, Atrophie und Fibrosierung in einer Dauerflexion (Fritz, 1989; Überreiter, 1966).

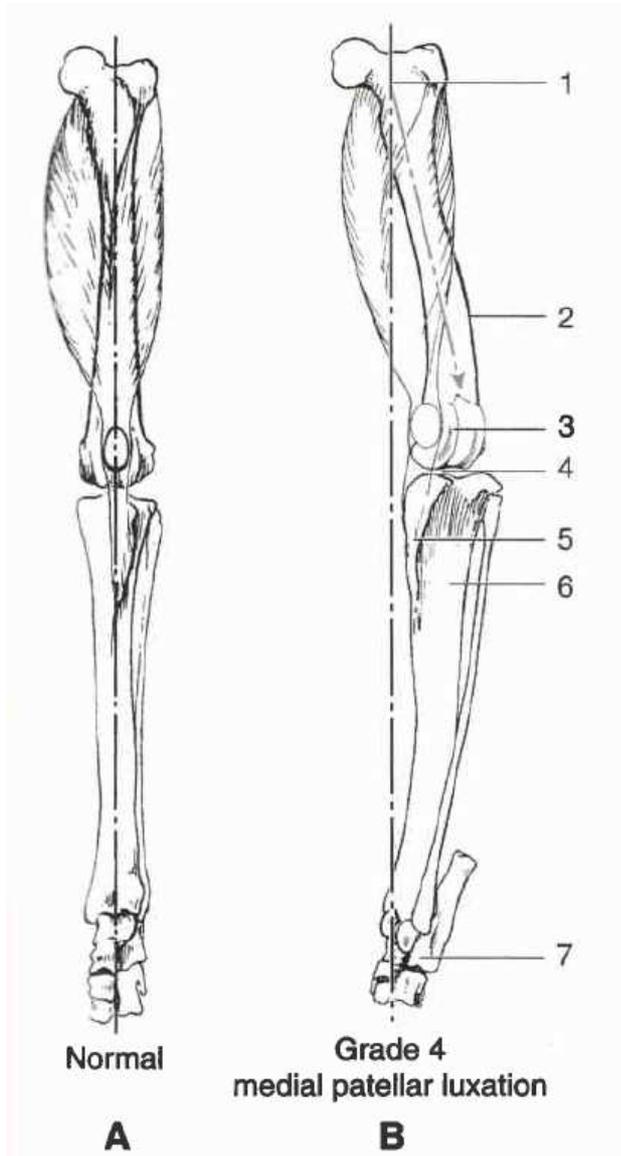


Abb. 4: Muskuläre und skelettale Veränderungen im Rahmen der Luxatio patellae medialis (aus Brinker et al., 2006).

A: physiologische Beckengliedmaße

B: pathologische Beckengliedmaße
(Luxatio patellae Grad IV)

1. Coxa vara
2. Torsion des distalen Femurs (Genu varum)
3. flache Trochlea ossi femoris
4. hypoplastischer Condylus ossis femoris medialis
5. Innenrotation der Tibia
6. Verbiegung der proximalen Tibia
7. Innenrotation des Fußes

Laterale Torsion und Biegung des distalen Femurs

Die Wachstumsfugen eines jungen Hundes reagieren auf Veränderungen der Belastungsart, -richtung und -stärke des Knochens. Dies trägt zur Entwicklung eines funktionellen Knochens bei. Die auftretenden Zug- und Druckspannungen beeinflussen somit das Wachstum unter Umständen auch negativ. Wirken Kräfte nicht parallel auf eine Wachstumsfuge ein, so kann sich mit der Zeit die Wachstumsrichtung des Knochens im Sinne von Seitenabweichungen und Achsenknicken verändern (Arkin und Katz, 1956). Im Rahmen der Luxatio patellae treten nach lateral gerichtete Druckkräfte auf, sodass es im Laufe des Wachstums zu einer lateralen Torsion und Biegung des distalen Femuranteils kommen kann. Hulse (1981) begründet die Außenbiegung des Femurs mit einem verkleinerten Femurkopf-Femurhals-Winkel (Anteversionswinkel). Dabei kommt es als Folge des verkleinerten Anteversionswinkels zu einem erhöhten Druck auf den medialen Anteil der distalen Femurepiphysenfuge, wodurch die Proliferation der Chondroblasten im Bereich der Metaphyse und des hyalinen Gelenkknorpels gehemmt wird. Der mediale Femurkondylus wird hypoplastisch, wohingegen der entlastete laterale Kondylus einem vermehrten Wachstum unterliegt. Daraus entwickelt sich eine laterale Verbiegung des distalen Femurs.

Hypoplasie der Trochlea ossis femoris

Der Zusammenhang zwischen der Luxatio patellae und der Hypoplasie der Trochlea ossis femoris ist unklar. Manche Autoren halten eine flache Gleitrinne für die Ursache der Kniescheibenverlagerung (Henschel et al., 1981; Kodituwakku, 1962). Andere betrachten die hypoplastische Gleitrinne als Folge der Luxation (De Angelis, 1971; Hutter et al., 1983; Putnam, 1968; Shuttleworth, 1935; Singleton, 1969). Zudem wird ein rezessiver Erbgang als Ursache der flachen Trochlea ossis femoris diskutiert (Kodituwakku, 1962).

Gustaffson et al. (1969) zeigten in einer Studie an jungen Beaglen einen Zusammenhang zwischen der Verabreichung von Östradiolbenzoat und der hypoplastischen Gleitrinne bzw. einem verkleinerten Femurhalswinkel auf. Östradiolbenzoat kann das Wachstumshormon an der Proliferationszone der Epiphysenfuge in seiner Funktion stören, sodass ein mangelhaftes Knorpelwachstum und infolgedessen eine Unterentwicklung der Rollkämme und der Trochlea auftritt. Eine vermehrte Östradiolproduktion der von Patellaluxation betroffenen Hunde während der Wachstumsphase konnte allerdings bisher nicht nachgewiesen (Hulse, 1981) werden.

Eine weitere Theorie postuliert die Entstehung der hypoplastischen Trochlea ossis femoris aufgrund eines fehlenden formativen Reizes durch die Patella, wenn diese nicht physiologisch auf der Trochlea gleitet (De Angelis, 1971; Hutter et al., 1983; Shuttleworth, 1935). Allerdings fanden Henschel et al. (1981) bei patellektomierten Beagles trotz des nicht vorhandenen formativen Reizes eine physiologisch ausgebildete Gleitrinne. Damit unterstrichen sie die Möglichkeit einer erblichen Komponente in der Entstehung der hypoplastischen Trochlea ossis femoris.

Rotationsinstabilität des Kniegelenks

Wie bereits beschrieben erfolgt bei Beugung des Kniegelenks physiologischerweise eine Innenrotation der Tibia (Robins, 1990). Im Rahmen des Krankheitsbilds der Kniescheibenverlagerung kommt es zu Veränderungen der Belastungsverhältnisse des Kniegelenks. Vor allem an der proximalen Tibia kann es dadurch zu einer zusätzlichen Innenrotation und Biegung kommen. Die pathologische Innenrotation wird durch die Dehnung der Anteile des lateralen Stützapparats, zum Beispiel der Gelenkkapsel, infolge einer medialen Luxatio patellae ermöglicht. Die zunehmende Rotationsinstabilität verstärkt die Luxationsneigung der Patella (Paar, 1987). Die Instabilität ihrerseits begünstigt nicht nur die Kniescheibenverlagerung, sondern auch die Entstehung einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes (sekundärer Kreuzbandriss). Die genannten Punkte können zu einer Ausdehnung der Sekundärarthrosen auch auf das Femorotibialgelenk führen (Nunamaker, 1985; Paatsama, 1980; Whittick, 1975).

Deformationen der Tibia

Bereits erwähnt wurde die pathologische Innenrotation der Tibia aufgrund der veränderten biomechanischen Verhältnisse im Rahmen der Luxatio patellae. Neben der verstärkten Innenrotation führt der nach medial verlagerte Zug des M. quadriceps zusammen mit der Verdrehung zwischen Femur und Tibia zu einer lateralen Verbiegung der proximalen Tibia beim wachsenden Hund. Die Hunde laufen zuerst mit einwärts gerichteter Pfote und auswärts gerichteter Ferse. Um sich einen ungehinderten Bewegungsablauf zu ermöglichen, drehen die Tiere die Gliedmaße vermehrt nach lateral. Der somit auftretende dauerhafte Torsionsstress auf die distale Epiphysenfuge führt zu einer anatomischen Anpassung, der Verbiegung der proximalen Tibia (Hulse, 1981; Löer, 1999).

2.4.3. Pathophysiologie der Luxatio patellae congenita lateralis

Diese Form der Luxatio patellae tritt sowohl bei klein- als auch bei großwüchsigen Hunden auf, im Falle der kleinwüchsigen Hunde meist in fortgeschrittenem Alter. Bei großen Rassen manifestiert sich die Erkrankung hingegen häufig bereits im Wachstum und wird nicht selten von einer Hüftgelenksdysplasie begleitet (Arnoczky und Tarvin, 1983; Löer, 1999; Olmstead, 1981; Rudy, 1974). Die laterale Kniescheibenverlagerung geht seltener mit skelettalen und muskulären Veränderungen einher als die Luxation nach medial (Olmstead, 1981). Im Folgenden werden die möglichen skelettalen und muskulären Anomalien genannt:

Coxa valga

Wie bei der medialen Luxatio patellae kann der Femurkopfhalswinkel verändert sein (Brinker et al., 2006). Statt einem verkleinerten trifft man auf einen vergrößerten Anteversions- und Inklinationswinkel im Sinne einer Coxa valga (Brinker et al., 2006; Olmstead, 1981).

Mediale Torsion und Biegung des distalen Femurs

Im Gegensatz zur medialen Patellaluxation kommt es bei der lateralen Kniescheibenverlagerung zur medialen Torsion und Biegung des distalen Femurs (Brinker et al., 2006). Diese entsteht durch Hypoplasie des lateralen Condylus ossis femoris aufgrund der oben beschriebenen Belastungsveränderungen und deren Wirkung auf die Wachstumsfuge.

Rotation und Deformation der Tibia

Die Luxatio patellae lateralis geht mit einer ausgeprägten X-Beinigkeits (Genu valgum) einher. Die Tibia unterliegt einer Außendrehung und Deformation nach lateral.

Laterale Verlagerung des M. quadriceps femoris

Die Verlagerung der Quadrizepsmuskulatur entsteht infolge einer Innenrotation der distalen Femurabschnitte, einer Valgusdeformität des Femurs sowie einer Außenrotation der Tibia (Brinker et al., 2006; Olmstead, 1981). Infolge dieser Achsenabweichungen verlagert sich die Zugkraft des M. quadriceps auf die Gliedmaßeninnenseite nach lateral. Der mediale Anteil des M. quadriceps (M. vastus

medialis) wird als letzter Anteil der Quadricepsgruppe entwickelt und ist der erste dieser Gruppe, der einer Atrophie unterliegt. Daher diskutieren Hulse (1981) und Olmstead (1981) eine Hypoplasie des M. vastus medialis als Ursache der lateralen Kniescheibenverlagerung.

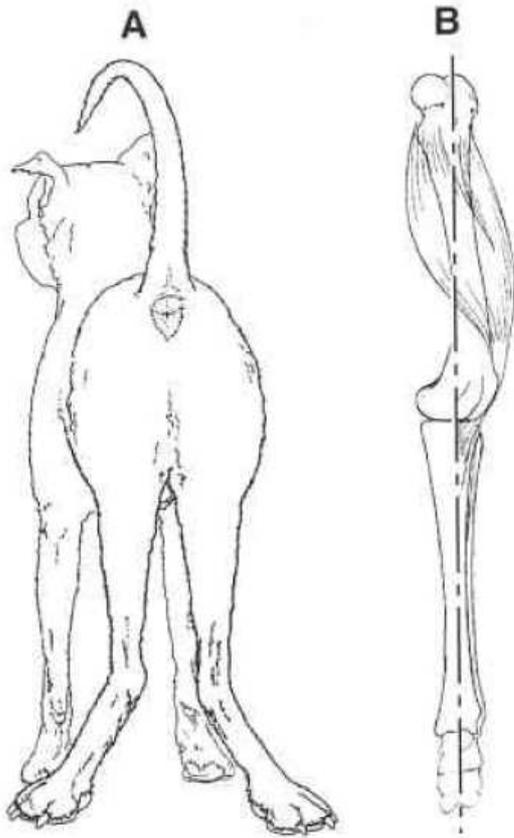


Abb. 5: Gliedmaßenstellung bei der Luxatio patellae lateralis (aus Brinker et al., 2006).

A: Ansicht eines betroffenen Hundes von kaudal

B: muskuläre und skelettale Veränderungen

2.5. Diagnose der Luxatio patellae

Die orthopädische Untersuchung des Hundes im Zusammenhang mit dem Vorbericht ergibt in den meisten Fällen einen eindeutigen Befund, dabei ist vor allem die Palpation der Kniescheibe selbst aussagekräftig (Koch et al., 1998; Matis, 2005 b), obwohl die Untersuchung des betroffenen Kniegelenks in der Regel nicht stark schmerzhaft ist und eine vermehrte Gelenkfüllung in der Regel weder palpatorisch noch röntgenologisch nachgewiesen werden kann (Matis, 2005 b; Nunamaker, 1985).

Die spezielle Untersuchung des Kniegelenks findet zuerst am stehenden Tier statt, damit die Untersuchung beider Kniegelenke zeitgleich und seitenvergleichend vorgenommen werden kann (Matis, 2005 b). Später wird die Palpation des Gelenks in verschiedenen Graden der Beugung fortgesetzt. Aufgrund des chronischen Verlaufs und der damit bedingten geringen Schmerzhaftigkeit wird eine eingehende Palpation mit Ausnahme der traumatischen Luxatio patellae von den Hunden akzeptiert. Neben der Beurteilung der Patella muss die Funktion der Seiten- und Kreuzbänder betrachtet werden (Matis, 2005 b).

Für die Überprüfung auf das Vorliegen einer medialen Luxatio patellae wird das Kniegelenk am seitlich liegenden Tier gestreckt, während der distale Gliedmaßenanteil nach innen rotiert wird (Koch und Montavon, 1997; Matis, 2005 a). In dieser Position lässt sich die Patella am leichtesten nach medial verlagern. Demgegenüber lässt sich die Kniescheibe am leichtesten bei Beugung des Kniegelenks und Exorotation der distalen Gliedmaßenanteile nach lateral luxieren (Brinker et al., 2006; Koch und Montavon, 1997; Matis, 2005 a).

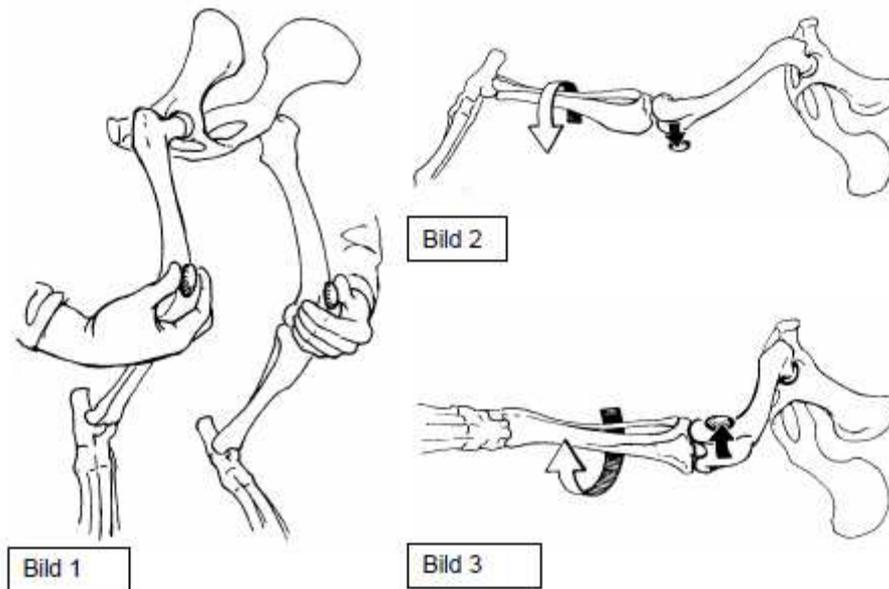


Abb. 6: Untersuchung der Hinterbeine auf Vorliegen einer Luxatio patellae am stehenden Tier (Bild 1), bei Endorotation (Bild 2) und Exorotation (Bild 3) am liegenden Tier (aus Koch und Montavon, 1997).

Physiologischerweise lässt sich die Kniescheibe nur wenig nach medial bzw. lateral verschieben (Matis, 2005 a). Somit liegt im Falle der Luxierbarkeit der Patella in jedem Fall ein pathologischer Befund vor. Darüber hinaus sollte überprüft werden, inwieweit Patella, Trochlea ossis femoris und Tuberositas tibiae auf einer Geraden liegen. Dazu wird der Hund auf den Rücken gelegt und durch Beugung und Streckung der Hintergliedmaße wird beurteilt, in welchem Umfang die Tuberositas tibiae von dieser Geraden abweicht (Matis, 2005 a; Weber, 1992). Eine röntgenologische Untersuchung ist für eine Diagnosestellung nicht nötig, sie zeigt jedoch den Grad der skelettalen Veränderungen auf und ist daher für die Wahl der therapeutischen Mittel unerlässlich (Koch und Montavon, 1997; Matis, 2005 b).

Einteilung der Luxatio patellae anhand der palpatorischen Untersuchung

Die Luxatio patellae lässt sich abhängig vom Maß der klinischen und anatomischen Veränderungen in 4 Grade untergliedern (Koch und Montavon, 1997). Diese sind wie folgt beschrieben:

Grad I: Habituelle Patellaluxation mit intermittierender Lahmheit. Die Kniescheibe kann zwar in Streckstellung der Gliedmaße leicht verlagert werden, jedoch bewegt sie sich bei Beugung des Kniegelenks auf die Trochlea ossis femoris zurück. Die Tuberositas tibiae verlässt die Gliedmaßenachse nur in geringem Umfang (15°) und es treten in der Regel weder klinische Lahmheiten noch eine Krepitation auf. Dennoch sind die betroffenen Tiere besonders anfällig für Kapselrupturen (Denny, 1996; Matis, 2005 a; Putnam, 1968; Singleton, 1969).

Grad II: Häufige Form der Luxatio patellae, bei der die Patella für eine gewisse Zeit stationär luxiert bleibt (Brinker et.al., 2006; Denny, 1996; Matis, 2005 a; Putnam, 1968; Singleton, 1969). Bei dem 2. Grad der Erkrankung ist es möglich, die Kniescheibe bei gestreckter Gliedmaße zu luxieren, im Unterschied zu Grad I reponiert sich die Kniescheibe jedoch erst in Endgraden der Beugung spontan. Oberschenkel- und Unterschenkelknochen sind $15\text{--}30^\circ$ gegeneinander rotiert. Aufgrund der höheren Beweglichkeit der Kniescheibe kann es zudem zu einer spontanen Verlagerung kommen, wodurch die Entwicklung einer Gonotrochlose gefördert wird. Eine geringgradige Abduktion der Sprunggelenke ist erkennbar und es kommt zu einer vermehrten Belastung der Vorderbeine.

Grad III: Im 3. Grad der Luxatio patellae liegt eine temporär-stationäre Kniescheibenverlagerung nach medial vor (Brinker et.al., 2006; Denny, 1996; Matis, 2005 a; Putnam, 1968; Singleton, 1969). Zwar kann die Kniescheibe bei gestreckter Gliedmaße manuell auf den Rollkamm zurück verlagert werden, doch begibt sie sich in der Bewegung sofort in ihre luxierte Position zurück. Es besteht eine Deviation der Tuberositas tibiae von bis 60° und eine erhebliche Achsenabweichung der Gliedmaße ist erkennbar, da sowohl der M. quadriceps als auch die Tuberositas tibiae nach medial verschoben sind. Zudem bewegt sich das Sprunggelenk von einer abduzierten Position bei Beugung des Beines in eine adduzierte Position bei Streckung der Gliedmaße. Durch die verringerte Beweglichkeit der Kniescheibe im Vergleich zu Grad II treten seltener Gonotrochlosen auf, allerdings führen die veränderten Muskelkräfte zu vermehrt auftretenden Kreuzbandrissen. Häufig leiden die Tiere zudem an einer Trochleahypoplasie Unter dem Druck der luxierten Patella bildet sich im Laufe der Zeit eine Pseudotrochlea aus.

Grad IV: Die schwerste Form der Luxatio patellae bedingt eine permanent verlagerte Kniescheibe (Brinker et al., 2006; Matis, 2005 a; Putnam, 1968; Singleton, 1969). Diese lässt sich auch manuell nicht auf den Rollkamm reponieren. Femur und Tibia sind bis zu 90° gegeneinander gedreht und es besteht eine hochgradige Achsenabweichung der Gliedmaße. Bei Hunden, die bereits als Welpen diesen Schweregrad aufwiesen, erfolgt durch den fehlenden Reiz der Patella auf die Trochlea ossis femoris keine Ausformung selbiger. M. quadriceps und Tuberositas tibiae sind zu einem solchen Maß nach medial verlagert, dass der M. quadriceps seine Streckfunktion nicht mehr wahrnehmen kann, sondern zum zusätzlichen Beuger des Kniegelenks wird. Dadurch kann es zur Kontraktur der Beugemuskulatur kommen, die eine Streckung des Gelenks gänzlich unmöglich macht. Durch eine erhebliche Umverlagerung der Belastung auf die Vordergliedmaßen atrophiert die Muskulatur der Beckengliedmaßen.

Nicht unerwähnt bleiben darf, dass diese Einteilung vor allem für die Luxatio patellae congenita medialis gilt. Verschiedene Autoren haben Modifikationen und Ergänzungen in dieser Einteilung vorgenommen, da in der Einteilung von Putnam (1968) und Singleton (1969) die Stellung des Hundes zum Untersucher und die Abgrenzung der Grade untereinander nicht eindeutig beschrieben wird (Hulse, 1981; Weber, 1992).

Mit der Luxatio patellae können weitere orthopädische Erkrankungen, wie eine aseptische Femurkopfnekrose (Legg-Calve-Perthes-Disease) und Kreuzbandruptur, einhergehen (De Angelis, 1971; Henschel et al., 1981; Matis, 1973). Sie müssen im Rahmen des Untersuchungsgangs ausgeschlossen werden. Wie bereits erwähnt kann zudem zur medialen Patellaluxation eine Neigung zur Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale beobachtet werden.

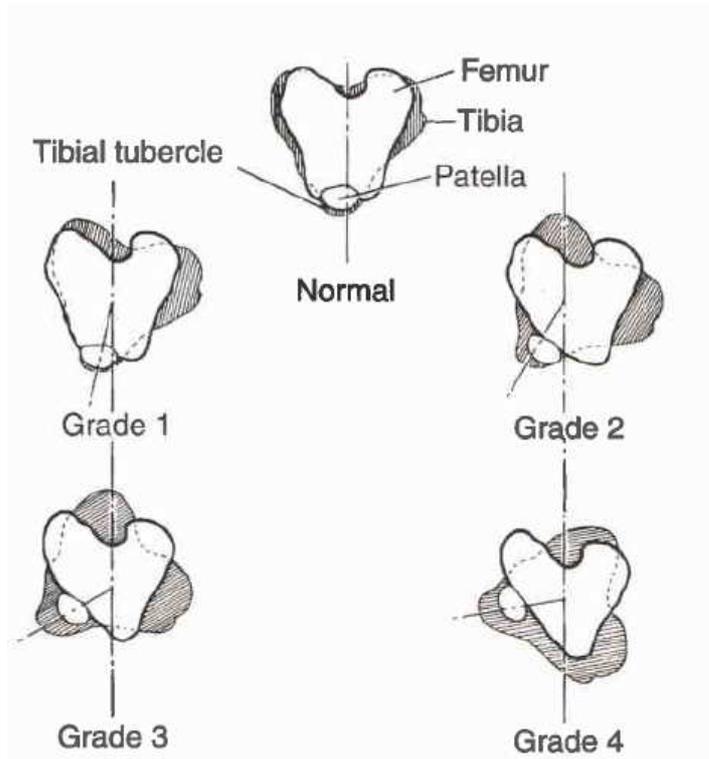


Abb. 7: Drehung des Femurs gegen die Tibia im Rahmen der unterschiedlichen Grade der Luxatio patellae (aus Brinker et al., 2006).

2.6. Therapie der Luxatio patellae

Die Therapie der Luxatio patellae wird erheblich durch den vorliegenden Grad der Erkrankung bestimmt und befasst sich in der Regel mit der Therapie der nach medial verlagerten Wirkungsrichtung des M. quadriceps, der Hypoplasie der Trochlea ossis femoris und der Deformierung von Femur und Tibia (Brinker et al., 2006; Matis, 2005 b). Ziel der Behandlung ist die Wiederherstellung der Gliedmaßenfunktion. Dazu reichen in der Regel Veränderungen der Weichteile des Kniegelenks nicht aus, sondern es sind Korrekturen der skelettalen Anomalien nötig. Hierfür werden häufig mehrere Operationstechniken miteinander kombiniert. In seltenen Fällen reicht eine konservative Therapie aus.

2.6.1. Konservative Verfahren

Aufgrund der geringen Erfolgsaussichten wird die konservative Therapie von den meisten Autoren abgelehnt. Shuttleworth (1935) und De Angelis und Hohn (1970) sprechen einer Behandlung bestehend aus scharfer Einreibung, Bewegungstherapie, Ruhigstellung, kutanem Punktbrennen, lokaler unspezifischer Reiztherapie mit lokaler Applikation einer gewebereizenden Lösung und hyperämisierenden Salben jede Wirksamkeit ab.

Nach Paatsama und Kärkkäinen (1981) und Riser et al. (1969) kann eine konservative Therapie vor allem bei der lateralen Kniescheibenverlagerung großwüchsiger Rassen durch eine Limitierung der Nahrungsaufnahme, gezielter Bewegung sowie durch hormonelle Wachstumshemmung einer luxationsfördernden Fehlentwicklung des Bewegungsapparats (Genu valgum) entgegenwirken.

2.6.2. Operative Verfahren

Nach Brinker et al. (2006) können die verschiedenen Operationstechniken in Weichteil- und Knochenoperationen untergliedert werden. De Angelis und Hohn (1970) sowie Brunberg (1989) unterscheiden die operativen Verfahren in stabilisierende und rekonstruierende Techniken. Dabei zählen die Korrekturen an den Weichteilen des Kniegelenks zu den stabilisierenden Techniken. Sie lassen die Ursachen der Luxation unberührt. Korrekturmaßnahmen am Knochen haben jedoch das Ziel, die Ursache der Kniescheibenverlagerung aufzuheben. Sie werden daher als rekonstruierend bezeichnet. Eine alleinige Anwendung von Weichteiloperationen unterliegt daher strengen Indikationen und sollte auf den 1. Grad der Luxatio patellae beschränkt bleiben (Brinker et al., 2006; Fritz, 1989).

Das Prinzip der Rekonstruktionsmaßnahmen an den Weichteilen beruht auf einem erhöhten Zug an der Patella einerseits und einer Verringerung der auf die Patella wirkenden Zugkraft andererseits (Brinker et al., 2006).

2.6.2.1. Desmotomie, Faszien- und Gelenkkapseldopplung

Hierfür wird eine parapatellare Durchtrennung der Fascia lata und zeitgleich eine Desmotomie des Ligamentum femoropatellare (Retinaculum patellae) vorgenommen (Brinker et al., 2006). Dadurch wird der in Verlagerungsrichtung wirkende Faszien- und Muskelzug unterbrochen (De Angelis, 1971). Unter der Desmotomie des Retinaculum patellae versteht man eine Durchtrennung des Retinaculums auf der luxationszugewandten Seite, da auf dieser Seite das Retinaculum verkürzt ist. Dadurch besteht die Gefahr einer persistierenden Luxatio patellae bzw. das Risiko, dass ein verkürztes Retinaculum die Reposition der Kniescheibe unmöglich machen kann (Brinker et al., 2006).

Die Inzision beginnt auf der Höhe des Tibiaplateaus und verläuft durch beide Schichten einschließlich der Gelenkkapsel des Retinaculums bis zu einem Punkt, der etwa 1–2 cm proximal der Kniescheibe liegt (Brinker et al., 2006). Nach der Durchtrennung besteht die Möglichkeit die Schichten überlappend mithilfe eines nicht resorbierbaren Fadens zu vernähen, sodass die Patella entgegen der Luxationsrichtung gezogen wird. Daneben besteht die Möglichkeit die überdehnte Kapsel partiell zu entfernen.

Ein durch Desmotomie oder Kapsulektomie entstandener Defekt kann mithilfe eines proximal gestielten Streifens entsprechender Breite aus dem überdehnten Gelenkkapselbereich der anderen Seite verschlossen werden (Brinker et al., 2006). Diese Technik kann bei medialen und lateralen Kniescheibenverlagerungen angewandt und mit anderen Techniken verbunden werden (Brinker et al., 2006; De Angelis, 1971).

Ziel der Faszien- und Gelenkkapselraffung ist es, einen Zug auf die Kniescheibe entgegen der Verlagerungsrichtung aufzubringen. Mittels einer Engerfassung der überdehnten Gelenkkapsel und Faszie strebt man, danach das Gelenk zu stabilisieren. Die Doppelung des Retinaculums wird bei einer medialen Kniescheibenverlagerung an der lateralen Seite und bei einer lateralen Luxation an der medialen Seite vorgenommen. Kniefaszie, Retinaculum und Gelenkkapsel werden über eine Länge von 3–5 cm vom Rand der Patella entfernt eingeschnitten. Danach wird der kraniale Schnittrand mit rückläufigen Heften in der Umschlagfalte der Gelenkkapsel verankert. Der kaudale Schnittrand der Faszie und Gelenkkapsel wird darüber gelegt und im Bereich der Kniescheibe mit der Faszie vernäht. Je nach Grad der Überdehnung kann die Nahtreihe auch auf der jeweils gegenüberliegenden Seite der Patella angebracht

sein. Ein stabilerer und strafferer Verschluss gelingt durch die Dopplung der Fascia lata mithilfe rückläufiger Hefte auf der überdehnten Seite (Schebitz und Brass, 2007).

Brinker et al. (2006) beschreiben die laterale Fasziendopplung als eine einfache Technik der Behandlung der Luxatio patellae Grad I, wenn wenig skelettale Veränderungen vorliegen.

2.6.2.2. Faden- und Faszienzügel

Verschiedene Methoden der Faden- und Faszienzügelung sind beschrieben worden. Stader (1944) zeigt die Stabilisierung der Patella im Rahmen der Luxatio patellae medialis mithilfe eines aus der Fascia lata entnommenen Gewebestreifens auf. Der Faszienstreifen verbleibt in Kontakt mit dem lateralen Kniescheibenrand, sein freies Ende wird um das Sesambein des M. gastrocnemius der gleichen Seite geführt, gespannt und vernäht, wodurch die Kniescheibe kontinuierlich entgegen der Luxationsrichtung, das heißt nach lateral gezogen wird. Die Spannung des Faszienstreifens bleibt durch die ganze Bewegung des Kniegelenks erhalten, da sich das Sesambein und damit die Aufhängung des Zügels nahe des Drehzentrums der Patellabewegung befindet (Horne, 1971; Hoffmann, 1983; Paatsama, 1980).

Swaim und Miller (1969) verwenden einen Zügel aus Fascia genus und Retinaculum. Das eine Ende verbleibt an der Patella, das andere wird mithilfe einer Schraube am medialen Condylus humeri inseriert. Andere Autoren beurteilen die Widerstandskraft der Faszienstreifen als ungenügend (De Angelis, 1971; Prieur, 1961; Rodenbeck, 1971). Andere Materialien, wie Stahldraht (Price, 1955; Schmidke und Schmidke, 1967) und synthetische Nahtmaterialien (Brinker et al., 2006; De Angelis, 1971), werden verwendet.

Brinker et al. (2006) beschreiben eine Technik, in der ein Faden um die Kniescheibe und das Sesambein des M. gastrocnemius gelegt wird. Eine weitere Methode arbeitet mit einem Fadenzügel durch einen Bohrkanal durch die Tuberositas tibiae bzw. dem distalen Ende des Ligamentum patellae und um das Sesambein des M. gastrocnemius herum. Dadurch kann die tibiale Innenrotation und damit die Wahrscheinlichkeit einer erneuten Luxation vermindert werden.

Schäfer (1981) legt eine Schlinge in Form eines doppelten Kunststofffadens um die Kniescheibe und zieht die Enden des Fadens von lateral nach medial durch Bohrkanäle in den Femurkondylen. Schäfer et al. (1982) sprechen von einer bei Luxationen Grad I und II von einer angemessenen Technik. Jedoch stellt auch diese Methode allein eine stabilisierende Technik dar, die bestehenden und sich entwickelnden Deformationen werden nicht behoben bzw. verhindert (De Angelis, 1971). Trotz allem muss man mit einem Reißen oder einer Lockerung der Zügelung rechnen. Eine erneute Kniescheibenverlagerung muss dann unter Umständen durch die Fibrosierung des umliegenden Gewebes und eine vorgenommene Raffung bzw. Dopplung verhindert werden (Brinker et al., 2006).

2.6.2.3. Mobilisierung des M. quadriceps femoris

Vor allem bei den Luxationen von Grad III und IV ist der M. quadriceps stark nach medial verlagert (Brinker et al., 2006). Hier kann es unter Umständen nötig sein, den Muskel bis in den Femurdiaphysenbereich hinein von seiner Auflage zu lösen, damit es überhaupt möglich ist, die Kniescheibe zu reponieren. Hierfür werden Gelenkkapsel und Retinaculum beidseits der Patella durchtrennt. Die Schnittführung wird nach proximal entlang der Grenzen der M. quadriceps beibehalten. Darüber hinaus werden M. vastus lateralis und M. biceps femoris bzw. M. vastus medialis und der kaudale Bauch des M. sartorius voneinander getrennt. Letztlich kann der M. quadriceps vom Femur abgehoben werden (Brinker et al., 2006).

2.6.2.4. Trochleaplastiken

Im Zusammenhang mit der Luxatio patellae findet sich häufig eine flache Trochlea ossis femoris, sodass eine dauerhafte Reposition nicht ohne Vertiefung der Trochlea möglich ist (Brinker et al., 2006; Hulse und Schires, 1983; Nunamaker, 1985). Im Wesentlichen bestehen 3 Möglichkeiten zur Vertiefung der Kniescheibenrolle: Trochleavertiefung durch Knorpelresektion, Trochleakeilvertiefung und subchondrale Trochleavertiefung.

2.6.2.5. Trochleavertiefung durch Knorpelresektion

Die Gleitrinne wird durch Fräsen vertieft, bis die Patella etwa bis zur halben Höhe in die Trochlea sinkt (Brinker et al., 2006). Dabei werden sowohl Gelenkknorpel als auch subchondraler Knochen entfernt (Brinker et al., 2006; De Angelis, 1971; Horne, 1979). Der entfernte Gelenkknorpel wird im Verlauf des Heilungsprozesses erst durch Bindegewebe, später durch Faserknorpel ersetzt. Auf diesem gleitet die Patella nun.

2.6.2.6. Subchondrale Trochleavertiefung

Hierbei wird ein gestielter Knorpellappen aus der Trochlea ossis femoris gelöst (Whittick, 1974). Ein Teil des darunterliegenden subchondralen Knochens wird entfernt und der Knorpellappen wieder in die Gleitrinne zurückverlagert. Bei dieser Technik bleibt der hyaline Knorpel der Gelenkfläche erhalten, lediglich an den Schnittträgern bildet sich im Verlauf der Heilung Faserknorpel aus. Allerdings kann diese Methode nur bei Hunden bis zu einem Alter von 10 Monaten angewandt werden, da bei ihnen die Knorpelschicht noch dicker ist und weniger stark am subchondralen Knochen haftet als bei erwachsenen Tieren (Brinker et al., 2006). Der Gelenkknorpel bleibt auch nach diesem Eingriff vital.

2.6.2.7. Trochleakeilvertiefung

Eine Verbesserung sollte die von Slocum im Jahre 1980 vorgestellte Technik der Trochleakeilvertiefung bringen. Dabei wird die Trochlea ossis femoris unter Erhaltung des Gelenkknorpels und des subchondralen Knochens vertieft. Zu Beginn wird ein keilförmiges Knorpel-Knochen-Stück mithilfe einer Säge aus der Trochlea geschnitten. Die so entstandene Rinne wird durch 2 zusätzliche Schnitte um ein weiteres Stück vertieft. Das zusätzlich entnommene Knochenstück ist V-förmig. Das zuerst entnommene keilförmige Stück wird nun wieder in die Rinne eingesetzt. Eine Fixierung des Knorpel-Knochen-Stücks ist aufgrund des Druckes der Patella nicht notwendig.

Vorteil dieser Technik ist, dass vor allem der belastete Teil der Trochlea weiterhin mit Gelenkknorpel überzogen ist. Lediglich die Schnittränder weisen einen knorpelfreien Saum auf. Hier bildet sich im Verlauf des Heilungsprozesses Faserknorpel (Boone et al., 1982; Brinker et al., 2006; Schebitz und Brass, 2007; Slocum, 1980; Slocum et al., 1982). Ziel der Trochleavertiefung ist es in jedem Fall eine Gleitrinne zu schaffen, die halb so tief ist wie die Kniescheibe hoch. Die Knieschiebe muss darüber hinaus auf dem Gelenkknorpel gleiten, daher müssen die Rollkämme, sollten sie zu eng zusammenstehen, abgeschrägt werden (Matis, 2007).

In jüngerer Zeit wurden verschiedene Modifizierungen der Trochleakeilvertiefung entwickelt (Brinker et al., 2006). Ihnen gemeinsam ist die Vertiefung der Gleitrinne unter Erhaltung des Gelenkknorpels. Lediglich die Form des aus der Trochlea gesägten Knorpel-Knochen-Stücks variiert.

Johnson et al. (2001) halten die Trochleablockresektion, bei der ein block- statt keilförmiges Knochenstück entfernt wird, für überlegen.

2.6.2.8. Transposition der Tuberositas tibiae

Unter der Transposition der Tuberositas tibiae versteht man ihre Loslösung und Verlagerung in eine weiter kranial gelegene Position an der Tibia. Dies führt zu einer Stabilisierung der Patella, da der Muskelzug des M. quadriceps korrigiert wird. Die Patella wird nicht mehr nach lateral oder medial gezogen, sondern liegt auf der Geraden zwischen dem proximalen Femur und der distalen Tibia. Obwohl diese Technik bereits im Jahre 1975 durch Singleton eingeführt wurde, stellt sie noch heute einen entscheidenden Anteil an der operativen Versorgung der Luxatio patellae congenitalis dar.

Die Tuberositas tibiae wird hierzu mit einer Säge, einem Flachmeißel oder bei jungen Tieren auch mit einem Skalpell partiell oder vollständig osteotomiert. Meistens verbleibt die Tuberositas tibiae distal noch über das Periost und den Ansatz des Ligamentum patellae mit der Tibia in Verbindung, um eine zu starke Verlagerung des Muskelzugs zu verhindern (Brinker et al., 2006; De Angelis und Hohn, 1970). Nun wird die Tuberositas soweit nach lateral bei einer medialen Luxation bzw. nach medial bei einer lateralen

Luxation verlagert, bis die Kniescheibe und der M. quadriceps eine gerade Linie mit Femur und Tibia bilden. Der M. tibialis cranialis wird hierzu von der Tibia gelöst, während die anderen Weichteile an dem isolierten Knochenstück verbleiben. Die Tuberositas wird danach mithilfe eines Kirschner-Bohrdrahts oder einer Zugschraube in ihrer neuen Position fixiert. Muss eine vollständige Osteotomie durchgeführt werden, so kann eine Zuggurtung zu einer weiteren Stabilisierung der Tuberositas tibiae beitragen. Eine vollständige Osteotomie ist dann nötig, wenn sich die Tuberositas mit einer distalen Gewebebrücke nicht ausreichend verlagern lässt. In diesen Fällen ist es jedoch günstiger, den M. tibialis cranialis lateral des langen Zehenstreckers zu mobilisieren als ihn von der Vorderkante der Tibia abzuheben. Um die Tuberositas zu reinserieren wird an der dafür vorgesehenen Stelle eine dreieckige Kerbe in die Kortikalis geschnitten und dann die Tuberositas wie oben beschrieben fixiert. Bohrdrat oder Zugschraube werden etwas nach proximal gerichtet kaudomedial in der Tibia verankert (Brinker et al., 2006).

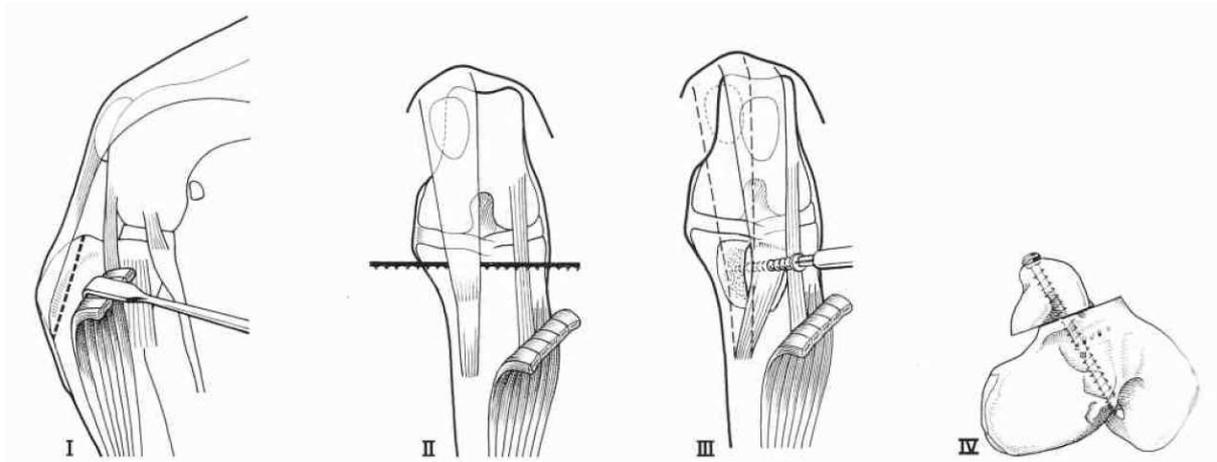


Abb. 8: Transposition der Tuberositas tibiae (aus Schebitz und Brass, 2007).

Nunamaker (1985) und De Angelis (1971) beschreiben eine Erhöhung der pathologischen Innenrotation der Tibia bzw. eine Erhöhung der Belastung der Seitenbänder des Kniegelenks. De Angelis (1971) hält dadurch auftretende zunehmende Deformation der distalen Gliedmaßenanteile für möglich und Nunamaker (1985) empfiehlt zusätzlich zur Transposition der Tuberositas tibiae eine Transposition des Fibulakopfs nach kranial. Ihre Befürchtungen scheinen sich nicht zu bewahrheiten. Smöckel und Montavon (1993) empfehlen die Verlagerung der Tuberositas tibiae nach lateral oder medial mit einer Kranialisation zu verbinden. Infolge der schrägen

Schnittführung kommt das Ligamentum patellae kranialer zu liegen, dadurch verringert sich die Druckbelastung der Patella. Die Autoren versprechen sich durch die verringerte Druckbelastung eine schnellere Schmerzfreiheit in der postoperativen Phase. Eine Kaudalisierung würde demnach zu einem erhöhten Druck auf die Kniescheibe führen. Koch und Montavon (1997) verbanden die seitliche und kraniale Verlagerung der Tuberositas tibiae mit einer Sulkoplastik und erzielten dadurch hervorragende Ergebnisse.

2.6.2.9. Fibulakopftransposition

Die Transposition des Fibulakopfs stellt im Wesentlichen eine Therapieform der Ruptur des vorderen Kreuzbandes dar (Brinker et al., 2006). Nach Lösen des Fibulakopfs und des Lig. collaterale laterale kann die Fibula bewegt werden. Das Caput fibulae wird nach kranial verlagert und dort mithilfe einer Zugschraube oder eines Bohrdrachts fixiert. Dadurch wird der Innenrotation und der Schubladenbewegung durch das somit verlagerte Lig. collaterale laterale entgegengewirkt (Brinker et al., 2006). Smith und Torg (1985) beschrieben diese Technik erstmals und verzeichneten damit gute Ergebnisse und eine schnellere Lahmheitsfreiheit im Vergleich zu anderen Weichteiltechniken zur Versorgung des vorderen Kreuzbandrisses. Zudem sollen bei Verwendung dieser Methode weniger sekundäre Meniskusläsionen auftreten (Brinker et al., 2006).

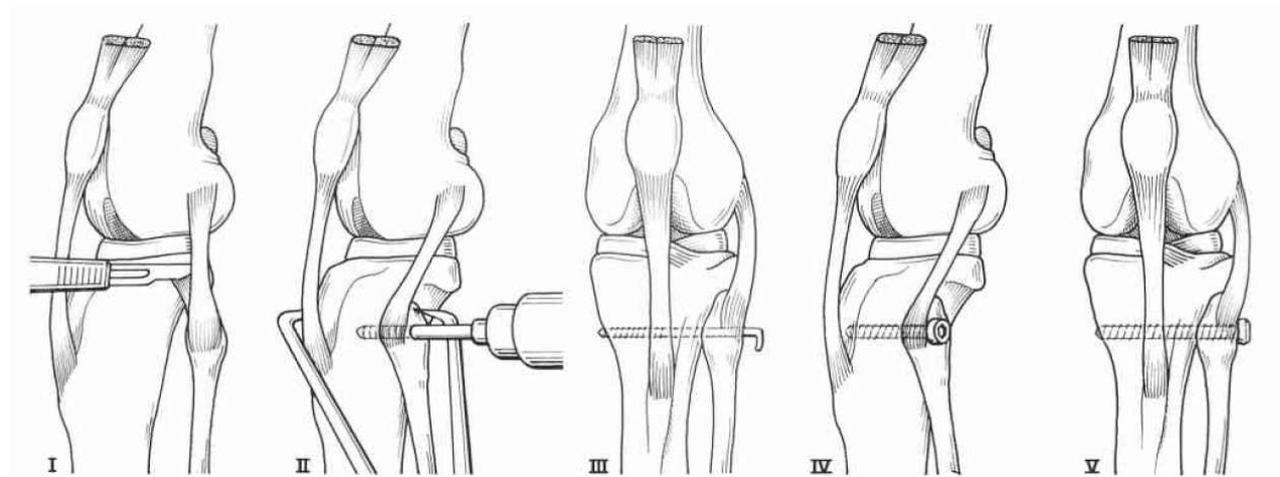


Abb. 9: Transposition des Fibulakopfs (aus Schebitz und Brass, 2007).

2.6.2.10. Patellektomie

In der Therapie der Luxatio patellae stellt die Patellektomie, also die Entfernung der Patella, eine selten verwendete Technik dar (Brinker et al., 2006). Sie bleibt auf Fälle beschränkt, bei denen die Kniescheibe tiefgehende Defekte aufweist und nicht erhalten werden kann bzw. andere Methoden der Therapie nicht angewendet werden können (Brinker et al., 2006; Matis, 2007). Im Rahmen der Patellektomie wird die ganze Kniescheibe oder Teile der Kniescheibe aus der Sehne des M. quadriceps geschält und der entstandene Sehndefekt mithilfe von rückläufigen Nähten verschlossen (Brinker et al., 2006; Matis, 2007; Rudy, 1974). Ziel dieser Operation ist es, den Tieren eine schmerzfreie Fortbewegung zu ermöglichen. Der therapeutische Wert dieser erstmals 1938 durch Craver zur Therapie von Kniescheibenfrakturen und -verlagerungen beschriebenen Technik ist umstritten. Die meisten Autoren sehen jedoch massive, nicht zu verbessernde Veränderungen als einzige Indikation für eine vollständige oder partielle Entfernung der Kniescheibe und erreichen bei danach ausgewählten Patienten gute Ergebnisse (De Angelis, 1971; Hohn, 1969; Matis, 2007; Rudy, 1965; Schmoker, 1960; Singleton, 1969; Whittick, 1974). Dennoch stellt sich laut De Palma und Flynn (1981) früher oder später bei jedem patellektomierten Hund eine Dysfunktion der Gliedmaße ein. Hulse (1981) beschrieb eine Reduktion der kontraktiven Kraft des M. quadriceps nach Patellektomie um 15–30% die er mit dem Fehlen der Hebelwirkung der Kniescheibe begründet, während die Streckkraft des M. quadriceps um 15–30 % anstieg.

2.6.2.11. Korrekturosteotomie

Bei lateralen Kniescheibenverlagerungen Grad III und medialen Verlagerungen Grad IV mit hochgradigen Verkrümmungen und Verdrehungen von Femur und Tibia führt die Kombination der Tuberositas-Tibiae-Transposition, der Trochleakeilvertiefung und einer Faszien- und Kapselraffung unter Umständen nicht zu einem zufriedenstellenden Ergebnis. In solchen Fällen muss eine Korrekturosteotomie vorgenommen werden (Matis, 2005 b).

Ziel der Korrekturosteotomie ist die Herstellung einer anatomisch korrekten Gliedmaßenachse. Dazu kann eine Osteotomie des Femurs und seltener der Tibia durchgeführt werden. Zu Beginn wird der Femur im diaphysären Bereich osteotomiert und ein 1–2 cm langes Stück des Femurschafts zusätzlich entfernt. Bei der folgenden Osteosynthese können Achsen- und Torsionsfehler ausgeglichen werden und Verbiegungen vor allem durch Entfernung eines keilförmigen Knochenstücks, die Keilosteotomie. In der Regel wird eine Plattenosteosynthese angewandt. Seltener ist die Korrekturosteotomie der proximalen Tibia notwendig. Durch die Entfernung eines Stückes der Femurdiaphyse kommt es zur Entlastung des Streckmechanismus und der Muskelzug wird verringert, dadurch wird der Zug auf die Patella verkleinert und eine Transposition der Tuberositas tibiae unter Umständen erst ermöglicht (Brinker et al., 2006; Schmidtke, 1981).

Kowaleski (2006) empfiehlt eine Korrekturosteotomie des Femurs bereits bei Kniescheibenverlagerungen Grad III mit guter und bei Luxationen Grad IV mit vorsichtiger bis guter Prognose. Korrekturosteotomien sind ebenfalls bei einer Luxatio patellae, bedingt durch eine mit Achsenabweichung konsolidierten Fraktur, notwendig (Löer, 1999).

Bei der lateralen Luxation großwüchsiger Hunderassen kann eine Querosteotomie in der Schaftmitte des Femurs zweckmäßig sein (Brinker et al., 2006). Nach Varisation und Korrektur von Rotationsfehlern wird eine Plattenosteosynthese vorgenommen und der lateral verbliebene Knochendefekt mit autogener Spongiosa ausgefüllt.

2.6.2.12. Arthrodesse des Kniegelenks

In sehr seltenen Fällen, bei denen massive skelettale und muskuläre Veränderungen vorliegen, verbleibt als Ultima Ratio eine Kniegelenksarthrodesse (Brinker et al., 2006). Dabei handelt es sich in der Regel, um Hunde bei denen eine Therapie lange verschleppt wurde und eine starke Kontraktur der Beugemuskulatur und des M. quadriceps vorliegt (Brinker et al., 2006; Matis, 2005 b). Die Arthrodesse des Kniegelenks geht aber mit erheblichen motorischen Einschränkungen einher.

2.7. Ganganalyse

Ziel dieser Studie ist es, die Behandlungen und Ergebnisse der Luxatio patellae beim Hund anhand klinischer und radiologischer Untersuchungen zu eruieren. Jedoch stellt das menschliche Auge eine nicht objektive Analysemethode dar und die optische Beurteilung des Gangbilds eines Hundes stößt anhand der schnellen Bewegungen des Tieres an seine Grenzen (Off und Matis, 1997 a). Zur Lösung dieses Problems werden schon seit Ende des 19. Jahrhunderts Messtechniken zur Dokumentation und Analyse des Gangbildes von Tieren entwickelt (Off und Matis, 1997 a).

Die Biomechanik als Bewegung eines Körpers wird untergliedert in die Bereiche Biodynamik und Biostatik. Die Biostatik untersucht die auf einen ruhenden Körper wirkenden Kräfte und die Biomechanik betrachtet die auf einen sich bewegenden Körper wirkenden Kräfte. Letztere wird zudem untergliedert in die Bereiche der Biokinetik und der Biokinematik (Dalin und Jeffcot, 1985).

Die Kinetik beschreibt hierbei die Bewegung eines Körpers und die dabei entstehenden Kräfte (DeCamp, 1997). Die Bewegung eines Hundes ist definiert als ein dynamischer Prozess und zeichnet sich durch die zyklische Wiederholung eines bestimmten Bewegungsmusters aus (DeCamp et al., 1993). Die kleinste vollständige Einheit der Fortbewegung ist ein Schritt (Leach, 1989). Ein Schritt lässt sich untergliedern in eine Stand- und eine Schwungphase, also eine Phase in der die Gliedmaße Kontakt zum Boden hat und eine Phase in der sie in der Luft vorgeführt wird (Björk, 1958). Gemessen werden können sowohl die Stand- als auch die Schwungphasendauer und somit auch die Dauer eines Schrittes.

Während der Fortbewegung übernehmen die Vorder- und Hinterbeine des Hundes unterschiedliche Aufgaben (Budsberg et al., 1987). Die Schultergliedmaßen haben vor allem eine abstützende und abfangende Funktion, während die Hintergliedmaßen für den Vorschub des Körpers verantwortlich sind (Hutton et al., 1969). Sowohl im Stand als auch in der Bewegung belastet ein Hund die rechte und linke Vorder- bzw. Beckengliedmaße gleich. Jedoch tragen die Vorderbeine etwas mehr Last als die Hinterbeine, wodurch auf jedes Vorderbein je 30 % der Körperlast und auf jedes Hinterbein je 20 % der Körperlast entfallen (Pandy et al., 1988, Roy, 1971).

Im Rahmen der Kinetik werden 3 unterschiedliche Bodenreaktionskräfte unterschieden (Budsberg et al., 1987). Die größte von ihnen ist die vertikale Bodenreaktionskraft. Sie stellt die Gewichtskraft in Kombination mit den Beschleunigungskräften einer Gliedmaße während der Standphase dar (Budsberg et al., 1987). Sie wird zur besseren Vergleichbarkeit von Hunden unterschiedlichen Körperbaus und Gewichts als Vielfaches des Körpergewichts angegeben (% KGW) und hat in der Gangart Schritt eine Größe von 55–70 % KGW (Budsberg et al., 1987; DeCamp, 1997). Da die vertikale Bodenreaktionskraft die größte der Bodenreaktionskräfte ist, ist sie auch am zuverlässigsten reproduzierbar. Dabei kann der höchste während der Standphase auftretende Wert gemessen werden ($F_{zmax}/Peak F_z$). Er wird auch als vertikale Spitzenkraft bezeichnet und erreicht im Schritt eine Größe von 70 % KGW für die Schultergliedmaßen und von 50 % KGW für die Beckengliedmaßen (Budsberg et al., 1987). Daneben kann der Impuls der vertikalen Bodenreaktionskraft errechnet werden. Mathematisch betrachtet stellt er das Integral der vertikalen Bodenreaktionskraft über die Zeit dar und beschreibt die während der gesamten Standphase erbrachte Kraft (Budsberg, 1987).

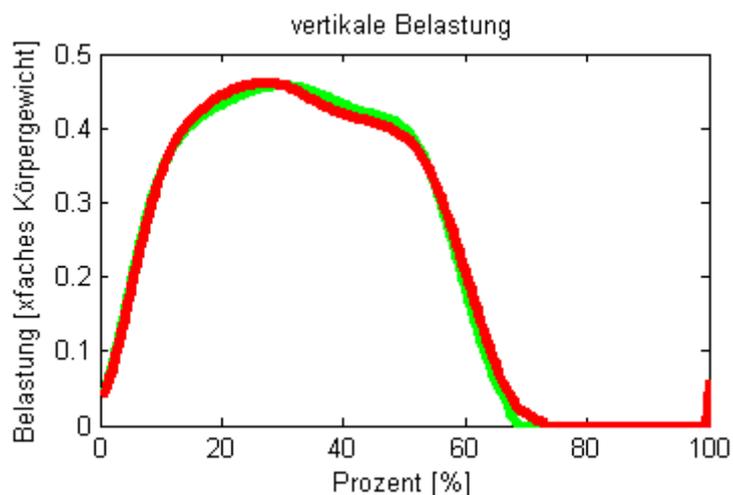


Abb. 10 Veränderung der vertikalen Bodenreaktionskraft der Beckengliedmaßen eines Hundes im Verlauf eines Schrittes.

Die vertikale Bodenreaktionskraft lässt sich in 2 Phasen untergliedern: Die Phase der Belastungsübernahme und die der zunehmenden Entlastung (Budsberg et al., 1995). Dabei gibt vor allem die Geschwindigkeit der Lastübernahme und Entlastung Aufschluss über bestehende Lahmheiten. Sie wird in % Körpergewicht pro Sekunde angegeben. Neben der vertikalen Bodenreaktionskraft werden die kraniokaudale und die mediolaterale Bodenreaktionskraft beschrieben (Budsberg et al., 1987). Die kraniokaudale Bodenreaktionskraft wird auch als Brems- und Schubkraft bezeichnet

und zeigt das Abbremsen der Pfote nach dem Aufsetzen und das Beschleunigen der Pfote vor dem Absetzen an. Ihr Betrag erreicht Werte von 9–14 % KGW. Die mediolaterale Bodenreaktionskraft ist schlecht reproduzierbar und sehr klein (< 4 % KGW) und spielt daher in der Ganganalyse bisher keine große Rolle (Budsberg et al., 1987; DeCamp, 1997).

Neben der Kinetik ist die Kinematik definiert als die Betrachtung der Bewegung eines Körpers ohne dabei die auf ihn wirkenden Kräfte zu berücksichtigen (DeCamp et al., 1993). Sie ergänzt die Kinetik sinnvoll, da die Kinetik zwar auf die Belastung einer Gliedmaße eingeht, aber nicht gelenkspezifisch ist (DeCamp, 1997).

Der Bewegungsablauf, das heißt der Wechsel von Extension und Flexion eines jeden Gelenks, wird zwar durch die Rasse und die Individualität eines jeden Hundes beeinflusst, folgt jedoch einer gelenkspezifischen Grundform (Hottinger et al., 1996). Klinische Aussagekraft hat hierbei vor allem der Bewegungsumfang eines Gelenks. Er ist definiert als die Differenz zwischen dem maximalen Extensions- und Flexionswinkel. Unterschiede im Bewegungsumfang eines bestimmten Gelenks im Vergleich der rechten und linken Gliedmaße eines Gliedmaßenpaares können Ursache oder Folge einer orthopädischen Erkrankung sein. Bei der Betrachtung der Luxatio patellae ist vor allem der Bewegungsablauf des Kniegelenks von Interesse. Er wurde bereits bei der Beschreibung der Biomechanik im Kniegelenk beschrieben.

3. Material und Methoden

3.1. Auswahl der Hunde

In den Jahren 1999–2008 wurden an der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München 250 Tiere mit einer Luxatio patellae vorgestellt. Unter diesen Patienten waren 166 Hunde, die später aufgrund der Kniescheibenverlagerung operiert wurden.

64,4 % der in den Jahren 1999–2008 an einer Luxatio patellae operierten Hunde gehörten zu den kleinwüchsigen Hunden. Sie wurden überwiegend von Yorkshire Terriern, Pudeln und Chihuahuas vertreten. 21,7 % der Hunde waren großwüchsig. Mit 13,9 % stellten die mittelgroßen Hunde die kleinste Gruppe dar.

Für eine Kontrolluntersuchung kamen nur Hunde in Frage, bei denen die Kniescheibenverlagerung operativ versorgt wurde. Rasse und Alter spielten dabei keine Rolle, lediglich die Operation musste zum Zeitpunkt der Kontrolle mindestens 6 Monate zurück liegen. Zu einer klinischen, röntgenologischen und ganganalytischen Kontrolle waren 49 von insgesamt 166 Patientenbesitzern bereit. 117 Hunde standen für eine Nachuntersuchung in der Klinik nicht zur Verfügung. 23 dieser Tiere waren bereits gestorben, von weiteren 44 konnten die Besitzer nicht erreicht werden. 49 Tierhalter sahen sich nicht in der Lage einen Kontrolltermin wahrzunehmen. Von den kontrollierten Hunden waren 65,3 % kleinwüchsig und 20,4 % mittelgroß. 14,3 % der Hunde gehörten zu großwüchsigen Rassen.

3.2. Orthopädische Untersuchung

Die Patienten wurden einer orthopädischen Untersuchung unterzogen. Dazu wurde der Hund durch seinen Besitzer im Schritt vorgeführt. Es wurde vor allem auf Lahmheiten, die Winkelung der Hintergliedmaßen während der Standphase und auf eine eventuell vorhandene Muskelatrophie der Oberschenkelmuskulatur geachtet. Lag eine Lahmheit vor, so wurde ihr Schweregrad bestimmt. Nach der Adspektion des Hundes in

Bewegung erfolgte die adspektorische und palpatorische Untersuchung der Gliedmaßen, erst im Stand und später in Seiten- bzw. Rückenlage. Hierbei wurde insbesondere auf die Lage und Stabilität der Patella geachtet. Jedes Bein wurde auf das Vorliegen orthopädischer Erkrankungen untersucht, konnte eine Luxatio patellae diagnostiziert werden, wurde ihr anhand der Einteilung nach Putnam (1968) und Singleton (1969) ein Schweregrad zugewiesen und die Luxationsrichtung bestimmt. Die Untersuchung erfolgte nach den in der Literaturübersicht erwähnten Kriterien.

Folgende Einteilungen wurden vorgenommen:

Lahmheitsgrad:

- 0 = keine Lahmheit
- 1 = undeutlich geringgradige Lahmheit
- 2 = deutlich geringgradige Lahmheit
- 3 = mittelgradige Lahmheit
- 4 = hochgradige Lahmheit

Luxationsgrad nach Putnam (1968):

- 0 = Patella in der Gleitrinne, kann nicht luxiert werden
- 1 = Patella in der Gleitrinne, kann leicht luxiert werden, springt aber selbstständig wieder in die Gleitrinne
- 2 = Patella in der Gleitrinne, kann luxiert werden, ist aber manuell bei der Streckung und Beugung der Gelenke wieder reponierbar
- 3 = Patella verlagert, kann manuell reponiert werden
- 4 = Patella verlagert, kann nur chirurgisch reponiert werden

Muskelatrophie:

Mit einem Maßband wurde der Muskelumfang der Oberschenkelmuskulatur beidseits und horizontal auf Höhe des Inguinalspalts erhoben. Die Angabe erfolgte in cm als Differenz zwischen der rechten und linken Hintergliedmaße.

Krepitation bei passiver Beugung und Streckung:

- 0 = keine Krepitation
- 1 = geringgradige Krepitation
- 2 = mittelgradige Krepitation
- 3 = hochgradige Krepitation

3.3. Röntgenologische Untersuchung

Folgende Röntgenaufnahmen wurden von jedem Hund im Rahmen der Nachuntersuchung angefertigt:

- Eine Aufnahme des Beckens bei ventrodorsalem Strahlengang: Dabei wurde eine Lagerung nach der von Schebitz und Wilkens (1989) beschriebenen Position HD I angestrebt. Das Becken sollte symmetrisch gelagert sein, die Beckengliedmaßen waren parallel nach kaudal gestreckt und nach Möglichkeit so eingedreht, dass sich die Patella mittig auf der Trochlea ossis femoris projizierte. Der zentrale Strahlengang fiel auf die Symphysenmitte auf Höhe der Femurköpfe. Dabei wurde, wie von Tomlinson und Constantinescu (1994) beschrieben, auf eine streng kraniokaudale Orientierung des Femurs geachtet.
- Aufnahmen beider Kniegelenke einschließlich des vollständigen Femurs bei mediolateralem Strahlengang: Das Kniegelenk sollte dabei einen Winkel von 100–130° einnehmen. Aufgrund der seitlichen Lagerung und der Abspreizung der tischfernen Gliedmaße wurden Überlagerungen der beiden Gliedmaßen vermieden. Besonderer Wert wurde auf eine deckungsgleiche Lagerung der Femurkondylen gelegt. Der zentrale Strahlengang traf auf den Gelenkspalt des femoropatellaren Gelenks auf Höhe der Sesambeine des M. gastrocnemius.
- Anteriorposteriore Aufnahmen beider Kniegelenke: Diese Aufnahmen wurden nur bei Hunden angefertigt, bei denen die Kniegelenke aufgrund ihrer Größe nicht vollständig auf der ventrodorsalen Beckenaufnahme zu sehen waren.
- Tangentialaufnahmen nach Fritz (1989) (Skyline-Aufnahme): Der Patient befindet

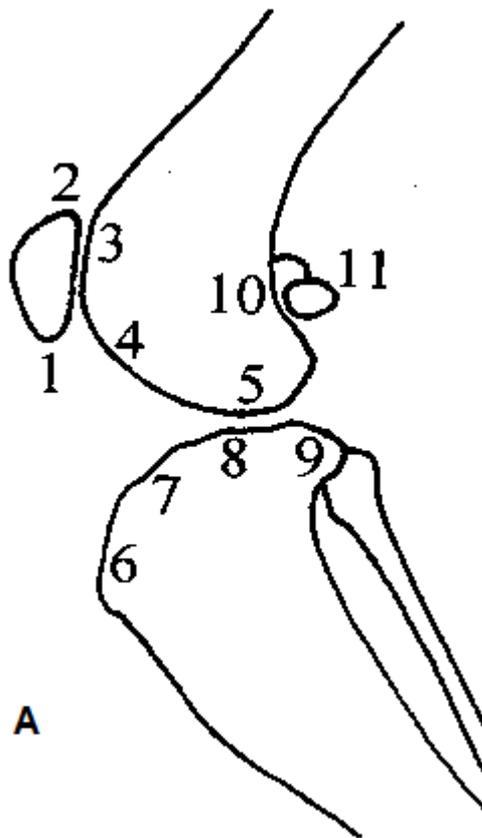
- sich in Rückenlage. Die zu untersuchende Gliedmaße wurde auf 95–115° gebeugt, während ein Röntgenfilm in der Kniefalte senkrecht zum Röntgentisch gehalten wurde. Der zentrale Strahlengang ging durch die proximale Kante der Tuberositas tibiae, die Patella und die Trochlea ossis femoris senkrecht auf den Röntgenfilm.

Die angefertigten Aufnahmen wurden unter folgenden Gesichtspunkten ausgewertet:

Grad der Arthrose

Die Beurteilung des Arthrosegrads erfolgte durch einen Vergleich der Röntgenbilder zum Zeitpunkt der Operation mit denen bei der Kontrolle angefertigten Aufnahmen. Zum einen wurden die arthrotischen Veränderungen des femoropatellaren, zum anderen die des femorotibialen Gelenks beurteilt. Dabei wurden folgende genau definierte Bereiche des Knochens betrachtet:

Abb.: 11 Knochenpunkte zur Beurteilung des Arthrosegrads (aus Brahm, 2004).

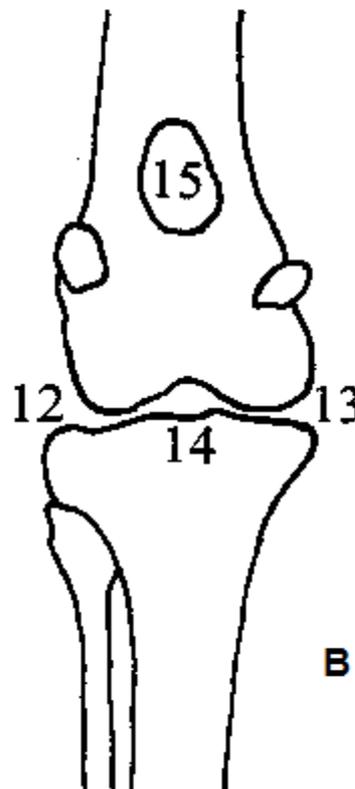


A: Das Kniegelenk im mediolateralen Strahlengang:

1. Apex patellae
2. Basis patellae
3. proximaler Bereich der Trochlea ossis femoris
4. distaler Bereich der Trochlea ossis femoris
5. Kondylen des Femurs
6. Tuberositas tibiae
7. kranialer Bereich der Tibiakondylen
8. kaudaler Bereich der Tibiakondylen
9. Tibiaplateau
10. Facies poplitea
11. Ossa sesamoidea m. gastrocnemii

B: Das Kniegelenk im anteriorposterioren Strahlengang:

12. laterale Kondylen von Femur und Tibia
13. mediale Kondylen von Femur und Tibia
14. Fossa und Eminentia intercondylaris
15. Patella



Die Einteilung der Arthrose in Grade wurde nach dem Schema von Roy et al. (1992) vorgenommen.

Grad der Arthrose nach Roy et al. (1992):

- 1 = normal: keine radiologischen Anzeichen für arthrotische Veränderungen
- 2 = geringgradig: geringe Unschärfen an den Gelenkenden von Tibia und Femur, leichte Ausziehungen an der Patella
- 3 = mittelgradig: Strukturverdichtung der Gelenkenden von Tibia und Femur, Zubildungen an den Kondylen der Tibia, stärkere Ausziehungen an der Patella, unscharfe Konturen der Ossa sesamoidea des M. gastrocnemius
- 4 = hochgradig: starke Knochenzubildungen an den Gelenkenden, vermehrte Plateaubildung an den kaudalen Tibiagelenkflächen, sehr starke Patellausziehung, deutliche Bildung von Pommerschen Randwülsten, starker Konturverlust an den Sesambeinen, Gelenkspaltverengung

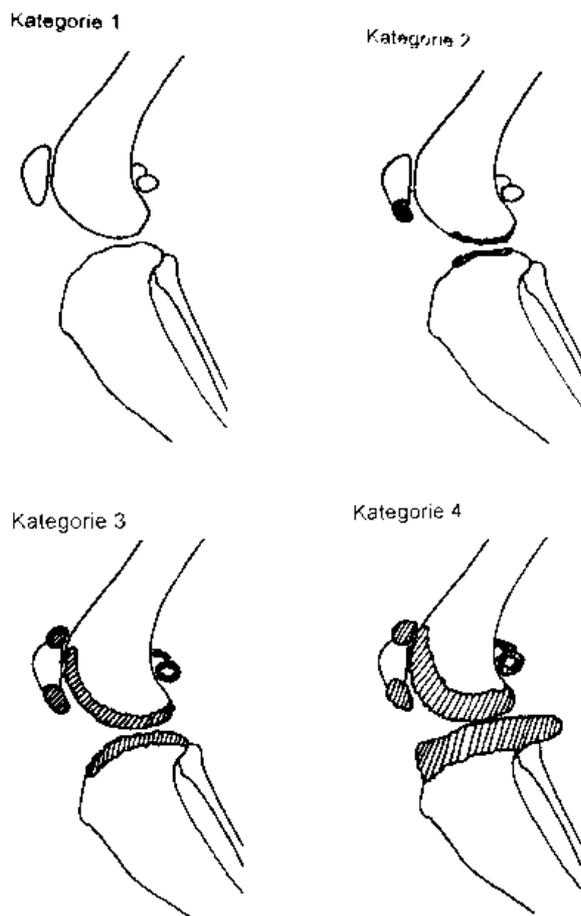


Abb. 12: Einteilung der Gonarthrose und Gonotrochlose (aus Brahm, 2004).

Lage der Patella

Die Lage der Patella wurde anhand der kraniokaudalen und tangentialen Röntgenaufnahmen beurteilt.

Tiefe der Trochlea ossis femoris

Mithilfe der tangentialen Aufnahme der Kniegelenke wurde die Tiefe der Trochlea ossis femoris beurteilt. Dabei werden die beiden höchsten Punkte der Gleitrinne durch eine Gerade verbunden. Von dieser Geraden wird ein Lot durch den tiefsten Punkt der Gleitrinne gefällt. Die Länge dieser Strecke stellt die Tiefe der Trochlea dar. Wie bereits besprochen sollte die Tiefe der Trochlea ossis femoris postoperativ der Hälfte (Roush, 1993; Slocum und Slocum, 1993) oder mindestens der Hälfte der Patelladicke (Tomlinson und Constantinescu, 1994) entsprechen.

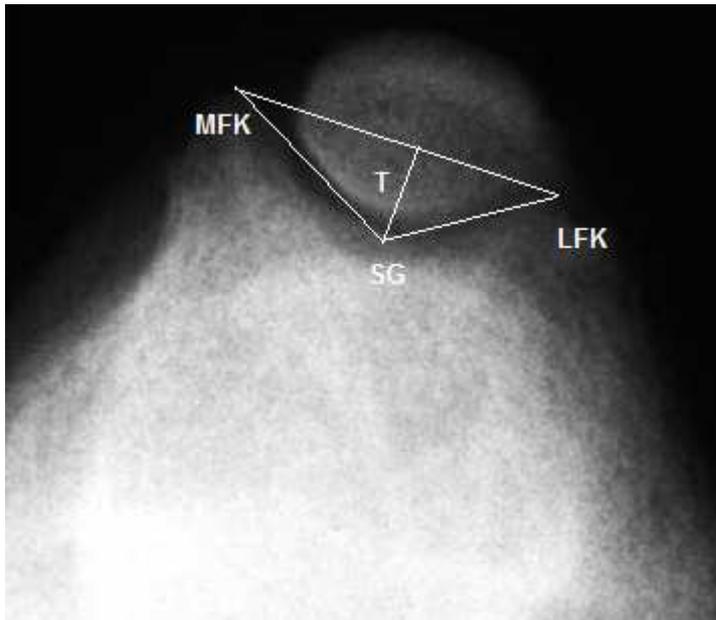


Abb. 13: Tangentiale Röntgenaufnahme des Kniegelenks zur Beurteilung der Tiefe der Trochlea ossis femoris (nach Matis, 2005 b):

T = Trochleatiefe,
MFK = medialer Femurkondylus,
LFK = lateraler Femurkondylus,
SG = Sulkusgrund

3.4. Ganganalytische Untersuchung

Zusätzlich zur klinischen und röntgenologischen Untersuchung wurde eine ganganalytische Untersuchung durchgeführt. Dazu wurde das instrumentierte Laufband der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München verwendet. Das Laufband befindet sich in einem etwa 30 qm großen Raum. In dessen Mitte steht ein Podest von 5,7 m Länge, 1,2 m Breite und 28 cm Höhe. Dort sind 2 Laufbänder eingelassen, die über eine Länge von etwa 140 cm und einer Breite von etwa 80 cm zu sehen sind. Unter den Laufbändern befinden sich 4 Kraftmessplatten (Länge: ca. 70 cm, Breite ca. 40 cm), die über einen Verstärker und einen Signalwandler mit dem Computer verbunden sind. Zusätzlich befinden sich 9 digitale Kameras (Sony Exwave HAD) in einem Kreis um das Laufband und ein Belichtungssystem aus 9 Strahlern sorgt für die nötige Helligkeit. Die Geschwindigkeit des Bandes wird über eine Software der Firma Simi Motion geregelt und lässt sich in Schritten von 0,02 m/s verstellen.

Für die Untersuchung wurden die Hunde innerhalb von wenigen Minuten an das Laufen auf dem instrumentierten Laufband gewöhnt bis sie entspannt und regelmäßig vorwärtsschritten. Zeitgleich konnte für jeden Hund die geeignete Laufgeschwindigkeit ermittelt werden. Die Aufnahme der Patienten erfolgte mithilfe der Software Simi Motion 7.0.

Nach dem Probelauf wurden den Hunden an definierten Knochenpunkten kleine, reflektierende Kugeln (Marker) mittels doppelseitigem Klebeband aufgeklebt. Bei langhaarigen Hunden wurden die Haare vorher mit Bürste und Klammern gescheitelt. Bei gleichmäßigem Gangbild des Hundes wurden anschließend die kinetischen und kinematischen Aufnahmen angefertigt. Besonderes Augenmerk lag dabei auf einer korrekten Fußung des Hundes, das heißt während einer Standphase durfte nur 1 Pfote Kontakt zur Kraftmessplatte haben. Die Laufbanduntersuchung dauerte in der Regel 15 Minuten.

Die Marker wurden auf folgende Knochenpunkte der Hintergliedmaße geklebt:

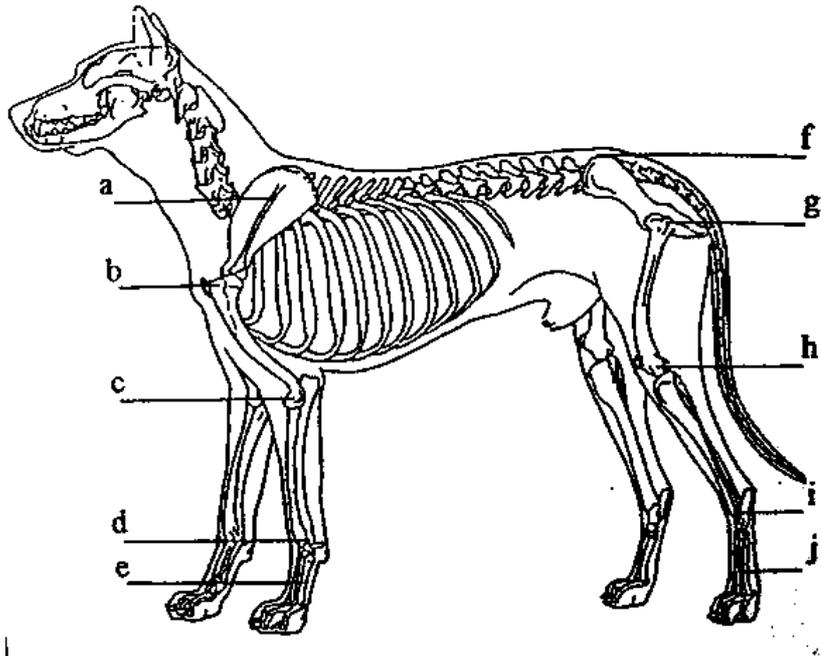


Abb. 14: Position der Marker (aus Off und Matis, 1997 a):

- f) Crista iliaca
- g) Trochanter major
- h) Epicondylus lateralis ossis femoris
- i) Malleolus lateralis fibulae
- j) Os metatarsale quintum

Die Gelenkwinkel der Hintergliedmaße definierten sich als Winkel zwischen den durch die oben genannten Knochenpunkte gebildeten Geraden. Jeweils 3 Punkte definieren 1 Winkel.

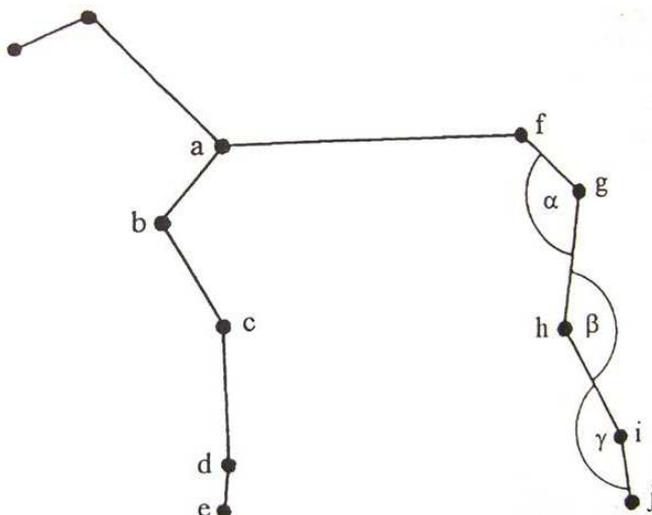


Abb. 15: Definition der Gelenkwinkel (aus Off und Matis, 1997 a):

- α : Hüftgelenkwinkel (Punkte f, g und h)
- β : Kniegelenkwinkel (Punkte g, h und i)
- γ : Sprunggelenkwinkel (Punkte h, i und j)

Für die kinetische und kinematische Auswertung wurde eine Sequenz der Videoaufnahmen mit korrekter Fußung und von mindestens 10 Sekunden Länge gewählt auf der alle Marker deutlich erkennbar sind. Die Auswertung konnte unmittelbar nach der Anfertigung der Aufnahmen erfolgen oder zu einem späteren Zeitpunkt. Sie erfolgte mithilfe des Programms Simi Motion 7.0. 2 grundlegende Punkte waren dabei die sorgfältige Unterteilung der Aufnahmen in die einzelnen Schritte (Phasung) und die korrekte und lückenlose Benennung der Marker. Dabei wird eine Strichfigur der Hintergliedmaße angefertigt. Der Computer berechnet dann die kinetischen und kinematischen Werte der einzelnen Schritte und das Mittel aller Schritte eines Hundes und gibt diese in digitaler Form aus.

4. Ergebnisse

4.1. Häufigkeit

Innerhalb eines Zeitraums von 10 Jahren (1999–2008) wurden an der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München 250 Tiere mit Luxatio patellae vorgestellt. Unter diesen Patienten waren 166 Hunde, die später aufgrund der Kniescheibenverlagerung operiert wurden und somit für eine Kontrolle im Rahmen dieser Studie infrage kamen. Bei einigen Hunden lag eine bilaterale Luxatio patellae vor, sodass insgesamt 236 Kniegelenke behandelt wurden.

4.2. Rasseverteilung

64,4 % der in den Jahren 1999–2008 an einer Luxatio patellae operierten Hunde gehörten zu den kleinwüchsigen Hunden. Sie wurden überwiegend von Yorkshire Terriern, Pudeln und Chihuahuas vertreten. 21,7 % der Hunde waren großwüchsig. Mit 13,9 % stellten die mittelgroßen Hunde die kleinste Gruppe dar.

Zu einer klinischen, röntgenologischen und ganganalytischen Kontrolle waren 49 von insgesamt 166 Patientenbesitzern bereit. 117 Hunde standen für eine Nachuntersuchung in der Klinik nicht zu Verfügung. 23 dieser Tiere waren bereits gestorben, von weiteren 44 konnten die Besitzer nicht erreicht werden. 49 Tierhalter sahen sich nicht in der Lage einen Kontrolltermin wahrzunehmen. Von den kontrollierten Hunden waren 65,3 % kleinwüchsig und 20,4 % mittelgroß. 14,3 % der Hunde gehörten zu großwüchsigen Rassen.

In den folgenden Tabellen wird die Rasseverteilung der Hunde aufgezeigt. Bilateral betroffene Hunde wurden hierbei nicht doppelt gezählt

Tab. 1: Anzahl und Rasseverteilung der kleinwüchsigen Hunde.

Kleinwüchsige Hunderassen	Zahl aller operierten Hunde	Kontrollen
Yorkshire Terrier	23	7
kleinwüchsige Mischlinge	19	7
Pudel	12	4
Chihuahua	11	4
West Highland White Terrier	8	1
Malteser	6	2
Zwergspitz	4	1
Jack Russel Terrier	3	1
Mops	3	1
Rehpinscher	3	1
Cairn Terrier	2	-
Shi Tzu	2	-
Zwergschnauzer	2	-
Australischer Terrier	1	1
Cavalier King Charles Spaniel	1	-
Dackel	1	-
Lhasa Apso	1	-
Pekinese	1	-
Pommeranian	1	1
Tibet Spaniel	1	-
Zwergpinscher	1	-
Summe	106	31

Tab. 2: Anzahl und Rasseverteilung der mittelgroßen Hunde.

Mittelgroße Hunderassen	Zahl aller operierten Hunde	Kontrollen
mittelgroße Mischlinge	8	3
Podenco	4	4
Berger de Pyrénées	1	1
Bretone	1	-
Bullterrier	1	-
Dachsbracke	1	-
Entlebucher Sennenhund	1	-
Foxterrier	1	1
Französische Bulldogge	1	-
Irischer Terrier	1	1
Summe	20	10

Tab. 3: Anzahl und Rasseverteilung der großwüchsigen Hunde.

Großwüchsige Hunderassen	Zahl aller operierten Hunde	Kontrollen
großwüchsige Mischlinge	9	3
Husky	4	2
Eurasier	3	-
Labrador Retriever	3	-
Rottweiler	3	-
Appenzeller Sennenhund	2	-
Berner Sennenhund	2	-
Collie	2	-
Deutscher Schäferhund	2	1
Amerikanische Bulldogge	1	-
Basset	1	1
Boxer	1	-
Deutsche Dogge	1	-
Galgo Espanol	1	-
Irischer Wolfshund	1	-
Kangal	1	-
Perro de Presa Mallorquin	1	-
Pyrenäenberghund	1	1
Saarlooswolfhund	1	-
Summe	40	8

4.3. Geschlechtsverteilung

Die Geschlechtsverteilung der 166 operierten Hunde stellt sich wie folgt dar: Mit 64 intakten (38,5 %) und 27 kastrierten (16,3 %) Hündinnen dominierten die weiblichen Tiere. Von den männlichen Tieren, die insgesamt 43,4 % der Patienten stellten, waren 54 intakt (32,5 %) und 18 kastriert (10,8 %). Bei 3 Hunden (2 weiblichen, 1 männlicher Hund) konnte der Kastrationsstatus nicht ermittelt werden.

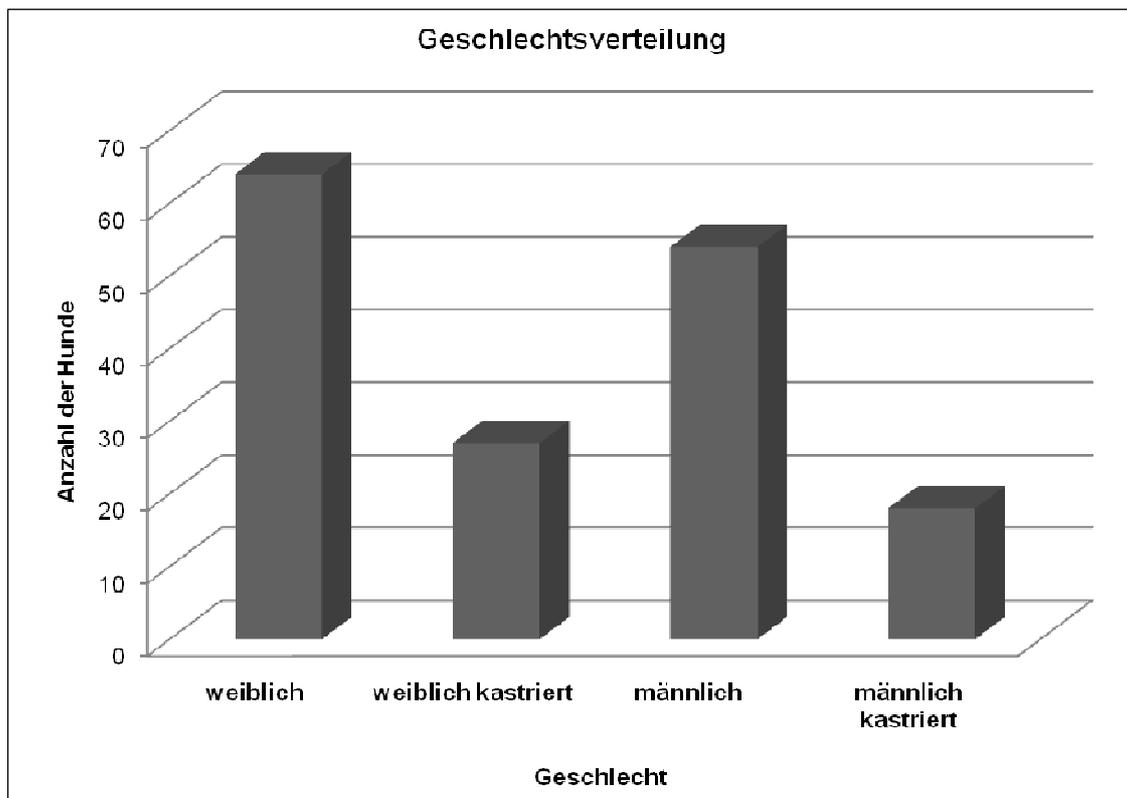


Abb. 16: Geschlechtsverteilung.

4.4. Altersverteilung

Das Durchschnittsalter bei der Operation betrug 6,64 Jahre, dabei war der jüngste Patient 1 Monat und der älteste 14 Jahre alt. Bei Patienten, die mehrfach operiert wurden, wurde das Alter bei der 1. Operation berücksichtigt.

In Abbildung 17 ist die Altersverteilung der Patienten grafisch aufgearbeitet. Dabei fällt auf, dass ein Großteil der Patienten in einem Alter von 1–3 Jahren chirurgisch versorgt wurde.

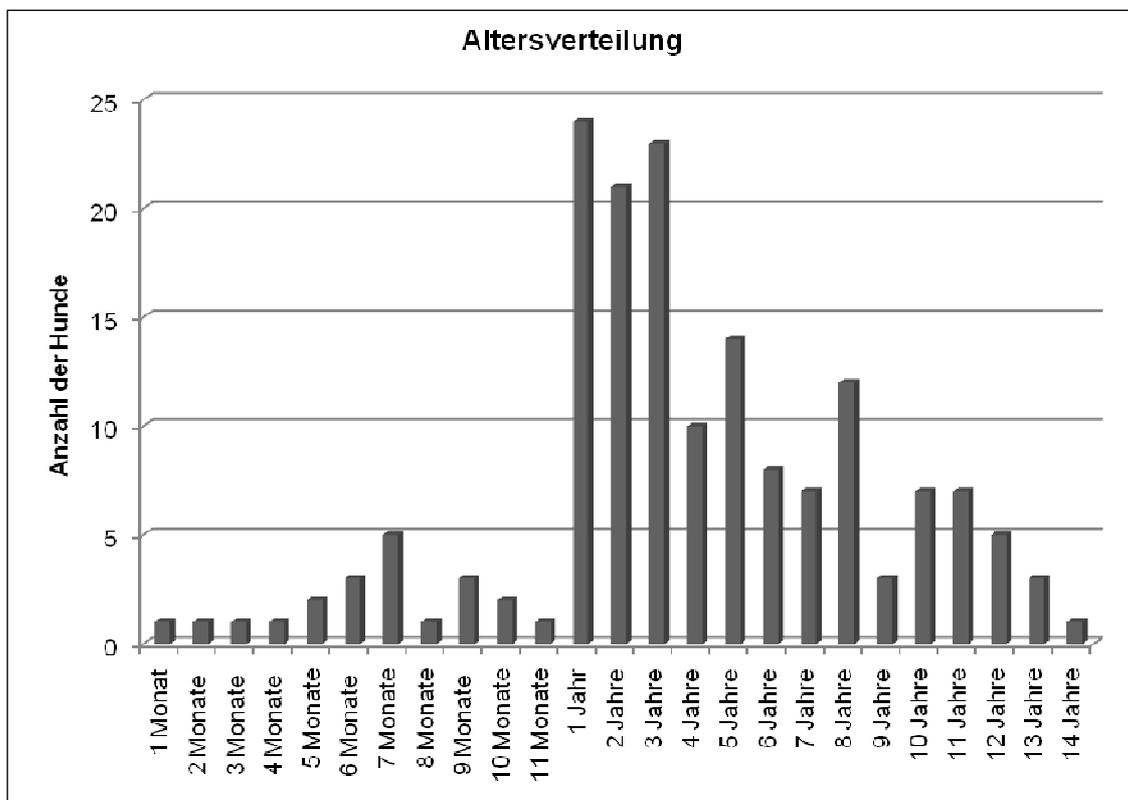


Abb. 17: Altersverteilung zum Zeitpunkt der Operation.

4.5. Luxationsformen

Von den 166 operierten Hunden litten 124 Hunde an einer Luxatio patellae congenita. Diese lag in 40 Fällen (32,3 %) unilateral und bei 84 Tieren (67,7 %) bilateral vor. Die unilateralen Luxationen waren in 34 Fällen (85,0 %) medial und in 6 Fällen lateral (15,0 %). 68 (80,9 %) der bilateralen Kniescheibenverlagerungen erfolgten nach medial und 16 (19,1 %) nach lateral. 42 Hunde erlitten eine traumatische bzw. sekundäre Kniescheibenverlagerung.

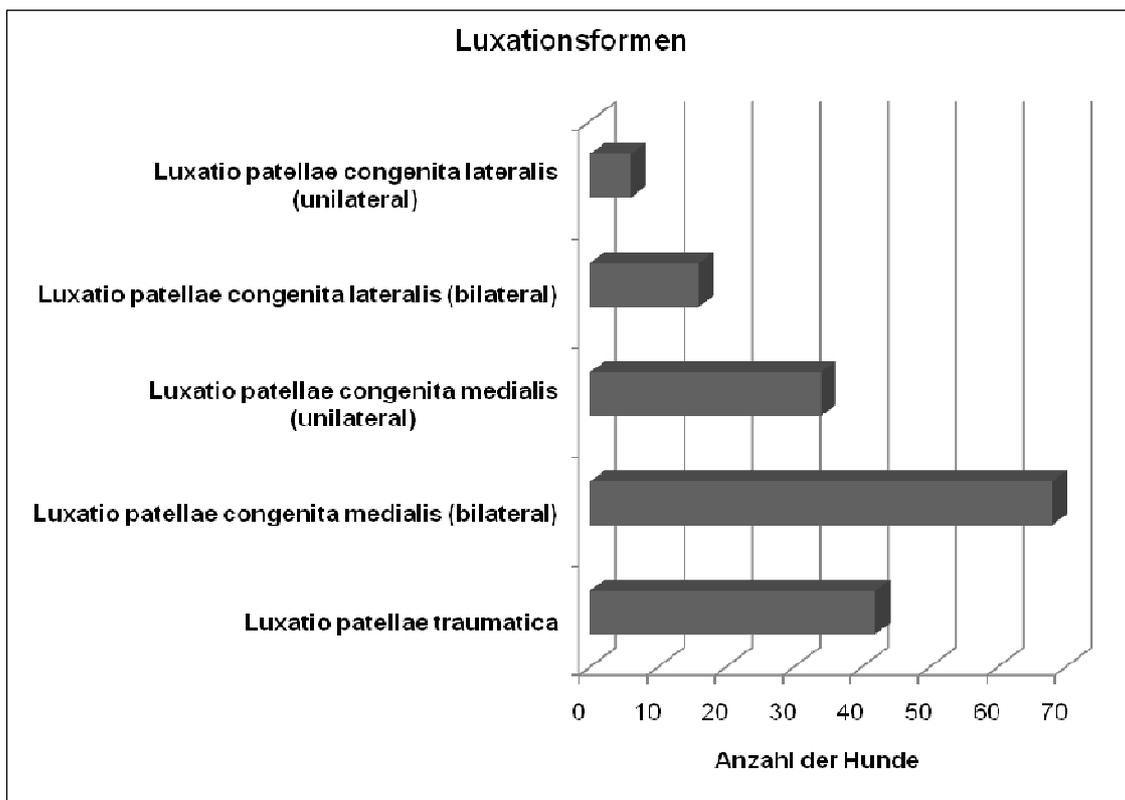


Abb. 18: Luxationsformen und ihre Häufigkeit.

Die Rasseverteilung der Luxationsformen ist in den folgenden Abbildungen dargestellt:

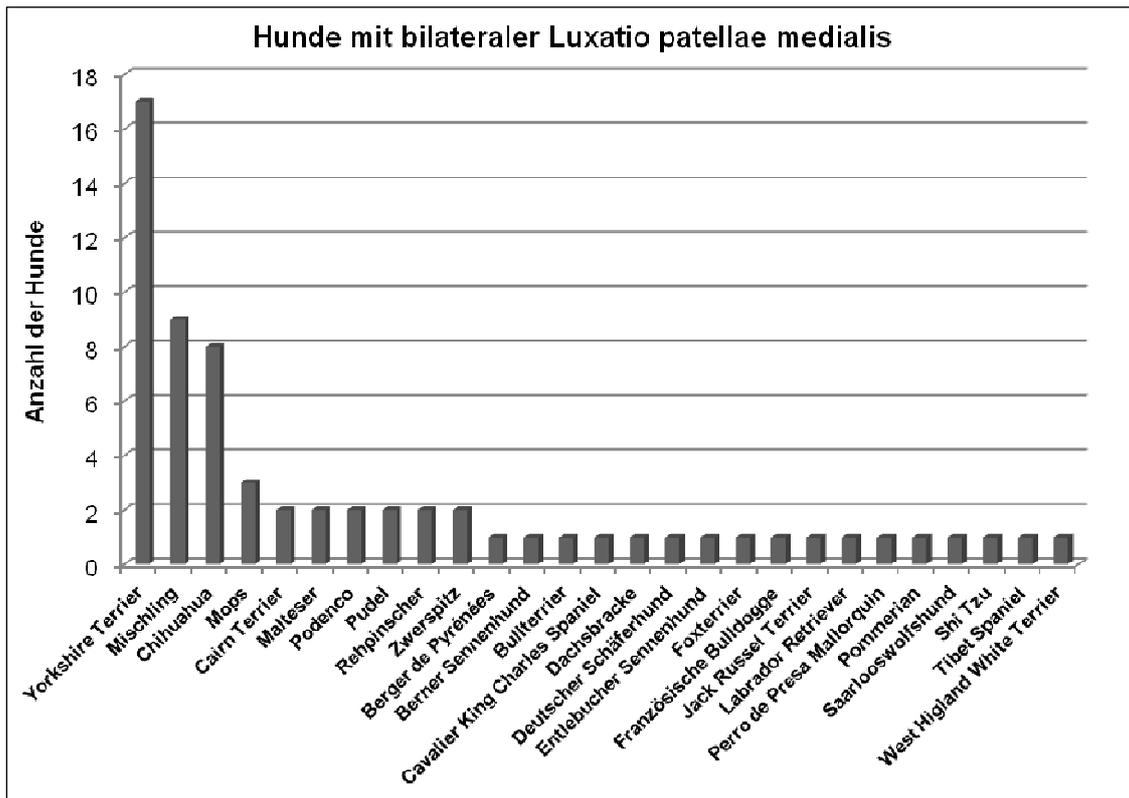


Abb. 19: Häufigkeit und Rasseverteilung der bilateralen Luxatio patellae congenita medialis.

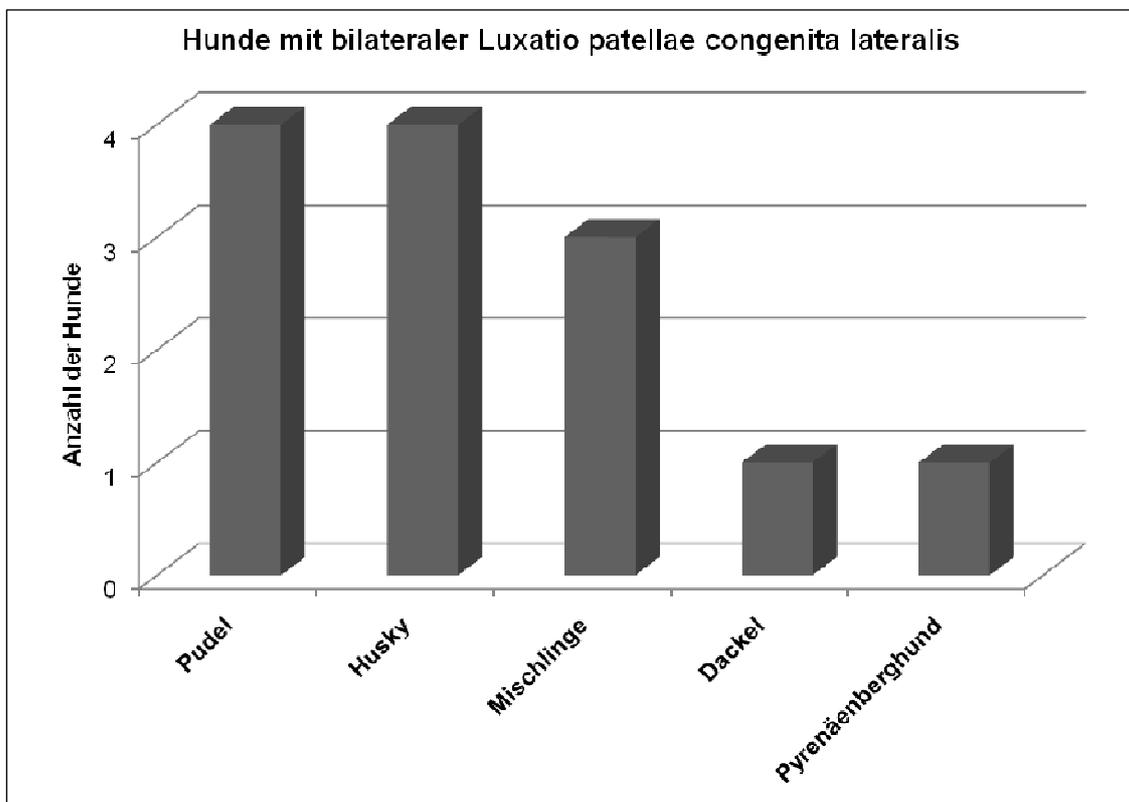


Abb. 20: Häufigkeit und Rasseverteilung der bilateralen Luxatio patellae congenita lateralis.

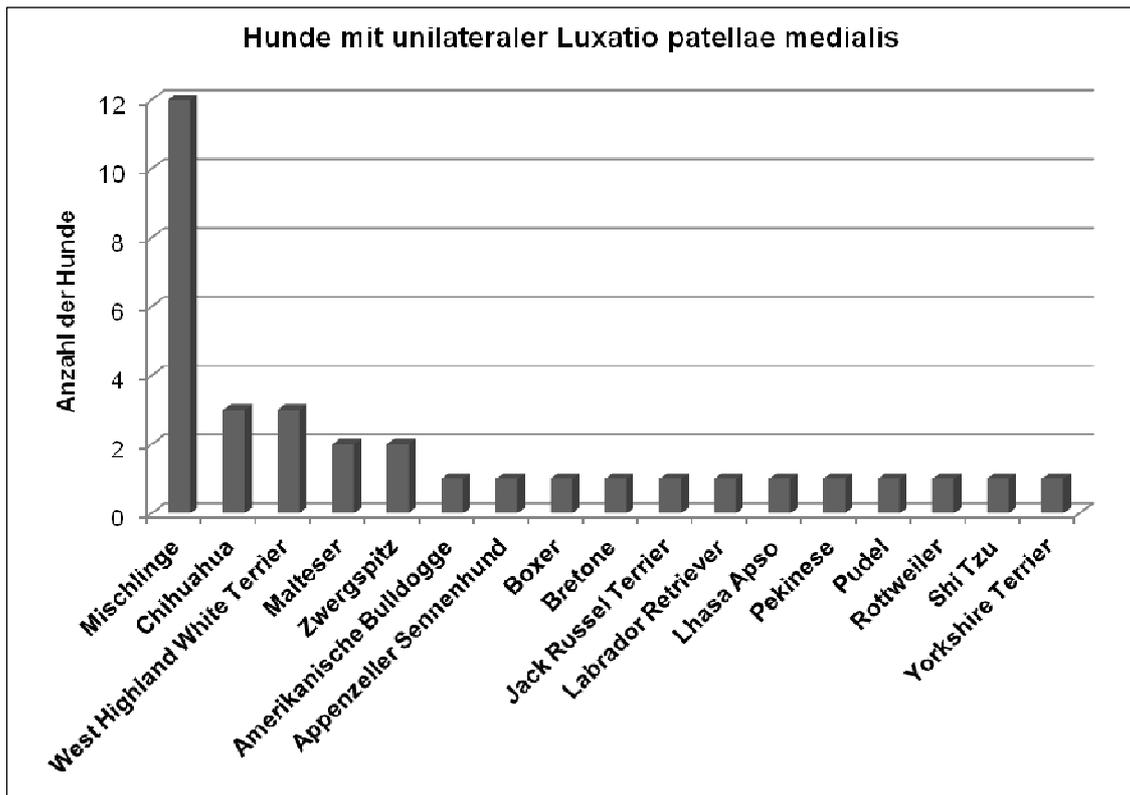


Abb. 21: Häufigkeit und Rasseverteilung der unilateralen Luxatio patellae congenita medialis.

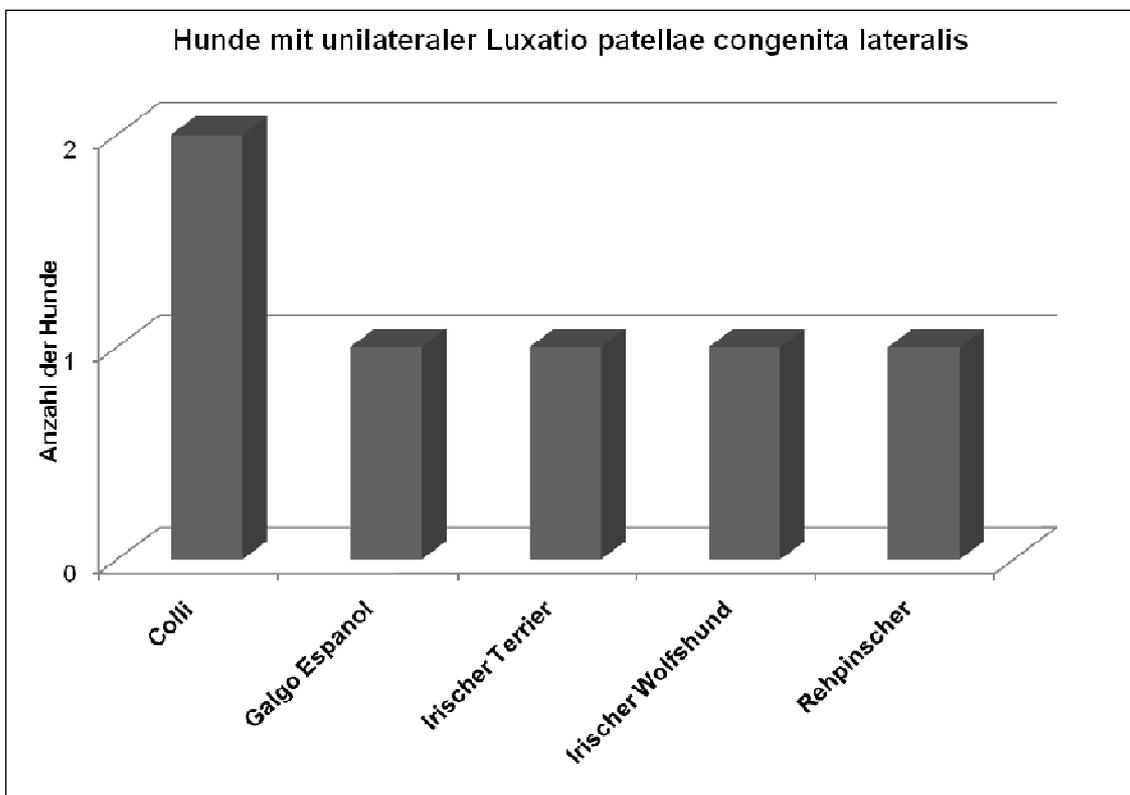


Abb. 22: Häufigkeit und Rasseverteilung der unilateralen Luxatio patellae congenita lateralis.

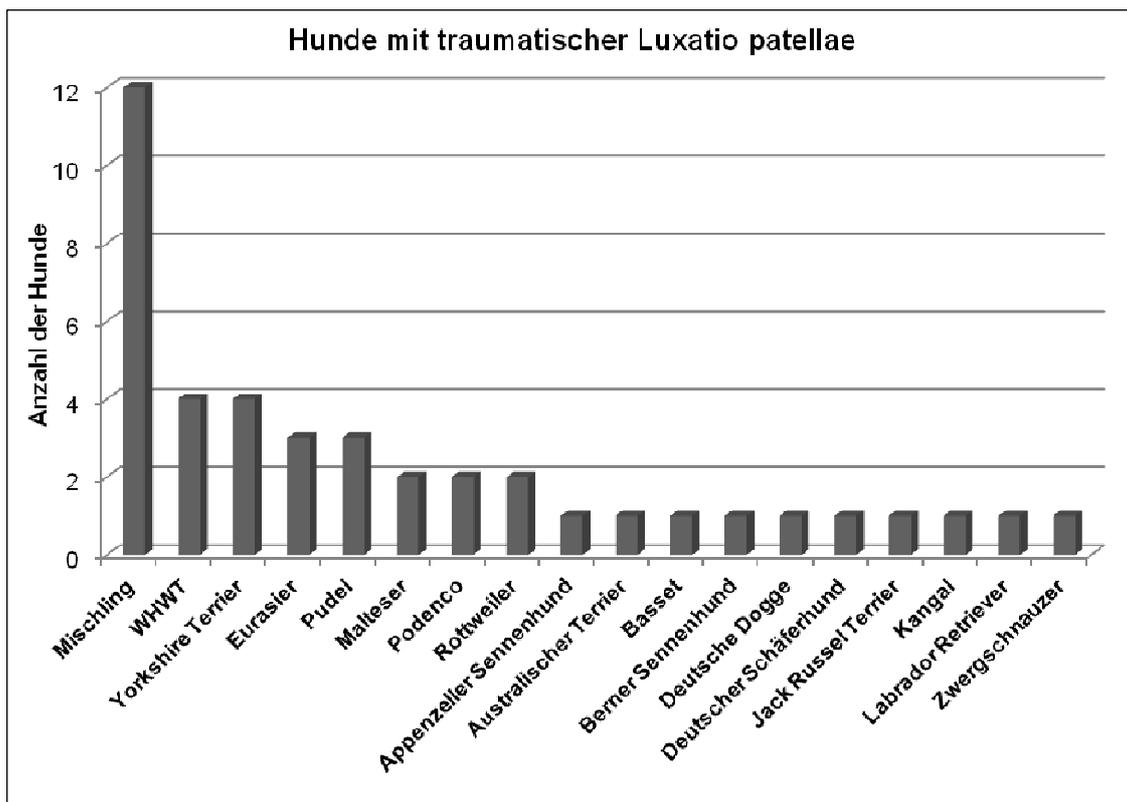


Abb. 23: Häufigkeit und Rasseverteilung der traumatischen/sekundären Luxatio patellae (WHWT= West Highland White Terrier).

Zur Gruppe der traumatischen Luxationen zählten 20 Hunde, die infolge einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes eine Luxatio patellae entwickelt hatten. Bei 9 Hunden war die Ursache der Kniescheibenverlagerung eine Verletzung der Weichteile aufgrund eines Unfalls und weitere 11 Hunde zeigten infolge einer traumatisch bedingten Fraktur der Beckengliedmaße oder Luxatio ossis femoris eine Luxatio patellae. Lediglich 2 Hunde entwickelten die Kniescheibenverlagerung nach der Implantation eines künstlichen Hüftgelenks aufgrund einer Hüftdysplasie.

Von den 49 nachuntersuchten Hunden zeigten 28 (57,1 %) Tiere eine bilaterale Luxatio patellae medialis und 9 (18,4 %) Tiere eine bilaterale Luxatio patellae lateralis. 14,3 % der Hunde (7 Tiere) litten an einer unilateralen Luxatio patellae. 3 dieser Hunde hatten eine Kniescheibenverlagerung nach medial und 4 dieser Hunde nach lateral. Bei 5 Hunden (10,2 %) lag eine traumatische Luxation vor.

4.6. Operationsverfahren

Zur Therapie der 166 Hunde wurden verschiedene Operationstechniken solitär oder in Kombination angewandt. Insgesamt wurden in den Jahren 1999–2008 236 Kniegelenke einer operativen Versorgung aufgrund einer Luxation patellae unterzogen. Eine Transposition der Tuberositas tibiae allein oder in Kombination wurde an 108 Kniegelenken durchgeführt. Eine Vertiefung der Trochlea ossis femoris wurde 35 Fällen angewendet. Beide Techniken wurden in 65 Fällen isoliert oder in Kombination mit weiteren Operationstechniken angewendet. Bei 28 der operierten Kniegelenke waren Weichteiloperationen ausreichend.

Unter den 49 nachuntersuchten Tieren waren 25 Hunde an beiden Kniegelenken operiert worden, sodass insgesamt 74 Gelenke ausgewertet werden konnten. Jedoch wurde bei 2 Hunden jeweils 1 Kniegelenk alio loco versorgt, ohne dass die Operationstechnik bekannt war. Diese beiden Gelenke wurden aus der Wertung genommen.

In den folgenden Tabellen wird die Häufigkeit der verwendeten Techniken und ihrer Kombinationen sowohl bei allen operierten Hunden als auch bei der Kontrollgruppe aufgezeigt.

Tab. 4: Transposition der Tuberositas tibiae und ihre Kombinationen.

Transposition der Tuberositas tibiae (TTT)	Gesamtzahl der Kniegelenke	Kontrollen
solitäre TTT	57	6
TTT mit kontralateraler Desmotomie	9	3
TTT mit Gelenkkapselraffung	11	6
TTT mit Gelenkkapselplastik	2	2
TTT mit Faszienopplung/-raffung	6	4
TTT mit Rotationszügel	2	-
TTT mit Gelenkkapselraffung und kontralateraler Desmotomie	2	-
TTT mit Gelenkkapselplastik und kontralateraler Desmotomie	2	-
TTT mit Gelenkkapselraffung und Faszienopplung	6	3
TTT mit Gelenkkapselraffung, Faszienopplung und kontralateraler Desmotomie	2	1
TTT mit Transposition des Fibulakopfs	4	-
TTT mit Transposition des Fibulakopfs und Gelenkkapselraffung	1	-
TTT mit Transposition des Fibulakopfs und Faszienraffung	1	-
TTT mit Transposition des Fibulakopfs, Gelenkkapselraffung und Faszienopplung	1	-
TTT mit Korrekturosteotomie und Gelenkkapselraffung	2	2
Summe	108	27

Tab. 5: Trochleakeilvertiefung und ihre Kombinationen.

Trochleakeilvertiefung (TKV)	Gesamtzahl der Kniegelenke	Kontrollen
solitäre TKV	5	-
TKV mit Gelenkkapselraffung	4	-
TKV mit Fasziendopplung	1	1
TKV mit Fadenzügel	2	-
TKV mit Gelenkkapselplastik und kontralateraler Desmotomie	1	-
TKV mit Fasziendopplung und kontralateraler Desmotomie	1	-
TKV mit Fasziendopplung und Gelenkkapselplastik	1	1
TKV mit Transposition des Fibulakopfs	8	4
TKV mit Transposition des Fibulakopfs und Gelenkkapselraffung	2	1
TKV mit Transposition des Fibulakopfs und Fasziendopplung	1	-
TKV mit Transposition des Fibulakopfs und Fadenzügel	1	-
TKV mit Korrekturosteotomie	1	1
TKV mit Korrekturosteotomie und Gelenkkapselraffung	2	2
TKV mit Korrekturosteotomie und Gelenkkapselplastik	2	2
TKV mit Korrekturosteotomie, Gelenkkapselplastik und -raffung	2	2
TKV mit Korrekturosteotomie und Patellektomie	1	-
Summe	35	14

Tab. 6: Transposition der Tuberositas tibiae und Trochleakeilvertiefung.

Transposition der Tuberositas tibiae (TTT) und Trochleakeilvertiefung (TKV)	Gesamtzahl der Kniegelenke	Kontrollen
Transposition der Tuberositas tibiae (TTT) und Trochleakeilvertiefung (TKV)	22	5
TTT und TKV mit kontralateraler Desmotomie	1	-
TTT und TKV mit Gelenkkapselraffung	7	2
TTT und TKV mit Gelenkkapselplastik	6	4
TTT und TKV mit Fasziendopplung	5	5
TTT und TKV mit Fadenzügel	2	-
TTT und TKV mit Gelenkkapselraffung und Fasziendopplung	7	4
TTT und TKV mit Gelenkkapselplastik und Fasziendopplung	1	-
TTT und TKV mit Transposition des Fibulakopfs	4	2
TTT und TKV mit Transposition des Fibulakopfs und Gelenkkapselraffung	1	-
TTT und TKV mit Transposition des Fibulakopfs und Faszienraffung	1	1
TTT und TKV mit Korrekturosteotomie	2	2
TTT und TKV mit Korrekturosteotomie und Gelenkkapselraffung	4	4
TTT und TKV mit Korrekturosteotomie und Gelenkkapselplastik	2	2
Summe	65	31

4.7. Ergebnisse der orthopädischen und röntgenologischen Untersuchung

Eine Nachuntersuchung im Rahmen dieser Studie fand frühestens 6 Monate nach der Operation statt. Neben der Lahmheit, dem Grad der Luxatio patellae, der Krepitation und dem Muskelumfang der Oberschenkelmuskulatur wurde der Arthrosegrad anhand der prä- und postoperativen Röntgenaufnahmen bestimmt. Die Differenz der Arthrosegrade stellt die Zunahme der Arthrose dar. Sie kann zur Beurteilung der verschiedenen Operationsverfahren herangezogen werden, da sie objektivierbar ist. Dabei ist die Unterteilung in Gonarthrose und Gonotrochlose sinnvoll, da die beiden Gelenke unterschiedlichen Einflüssen und biomechanischen Belastungen unterliegen (Riegert, 2004).

4.7.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung

25 Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und beidseitiger operativer Versorgung standen für eine Kontrolluntersuchung im Rahmen dieser Studie zur Verfügung. Die gewonnenen Daten sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst:

Tab. 7: Ergebnisse der orthopädischen Untersuchung.

Hund Nr.	Grad d. Lahmheit		Grad d. Luxatio patellae		Grad d. Krepitation		Muskelatrophie (cm)	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
1	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
2	2	0	0	0	0	1	-2,0	0,0
3	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
4	0	0	0	0	4	0	-1,0	0,0
5	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
6	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
7	0	1	0	0	0	0	0,0	0,0
8	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
9	0	1	0	0	0	2	0,0	0,0
10	0	2	3	1	0	1	0,0	0,0
11	0	1	0	0	0	0	0,0	-2,0
12	0	0	0	0	0	0	-1,5	0,0
13	0	2	0	0	0	0	0,0	-1,5
14	3	0	2	0	0	0	-2,0	0,0
15	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
16	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
17	0	0	3	0	1	0	0,0	0,0
18	0	0	0	0	1	0	-1,0	0,0
19	0	0	0	0	0	0	0,0	-0,5
20	0	0	0	0	0	0	0,0	0,0
21	0	0	0	1	0	0	0,0	0,0
22	0	1	0	0	0	1	0,0	-2,0
23	2	0	0	0	0	0	-0,5	0,0
24	0	0	0	0	1	0	0,0	0,0
25	0	0	0	0	1	0	0,0	0,0

Tab. 8: Ergebnisse der radiologischen Untersuchung.

Hund Nr.	Arthrosegrad präop				Arthrosegrad (Kontrolle)				Arthroseprogression (Stufen)			
	rechts		links		rechts		links		rechts		links	
	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT
1	1	2	1	1	2	3	2	3	1	1	1	2
2	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
4	2	2	1	1	3	3	1	1	1	1	0	0
5	2	2	2	2	3	3	2	3	1	1	0	1
6	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
7	2	2	2	3	3	3	3	4	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
9	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
10	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	1	0
11	2	2	1	1	3	3	2	2	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
13	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
14	2	1	1	1	2	2	2	2	0	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	2	1	0	0	1	0
16	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
17	3	3	3	3	4	3	3	4	1	0	0	1
18	2	4	2	3	3	4	2	4	1	0	0	1
19	1	1	1	1	2	1	2	1	1	0	1	0
20	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
21	1	1	1	1	3	2	2	2	2	1	1	1
22	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2
23	1	1	1	1	3	3	3	3	2	2	2	2
24	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
25	1	1	1	1	3	3	2	2	2	2	1	1

In Abbildung 24 ist die Progression der Arthrose grafisch dargestellt.

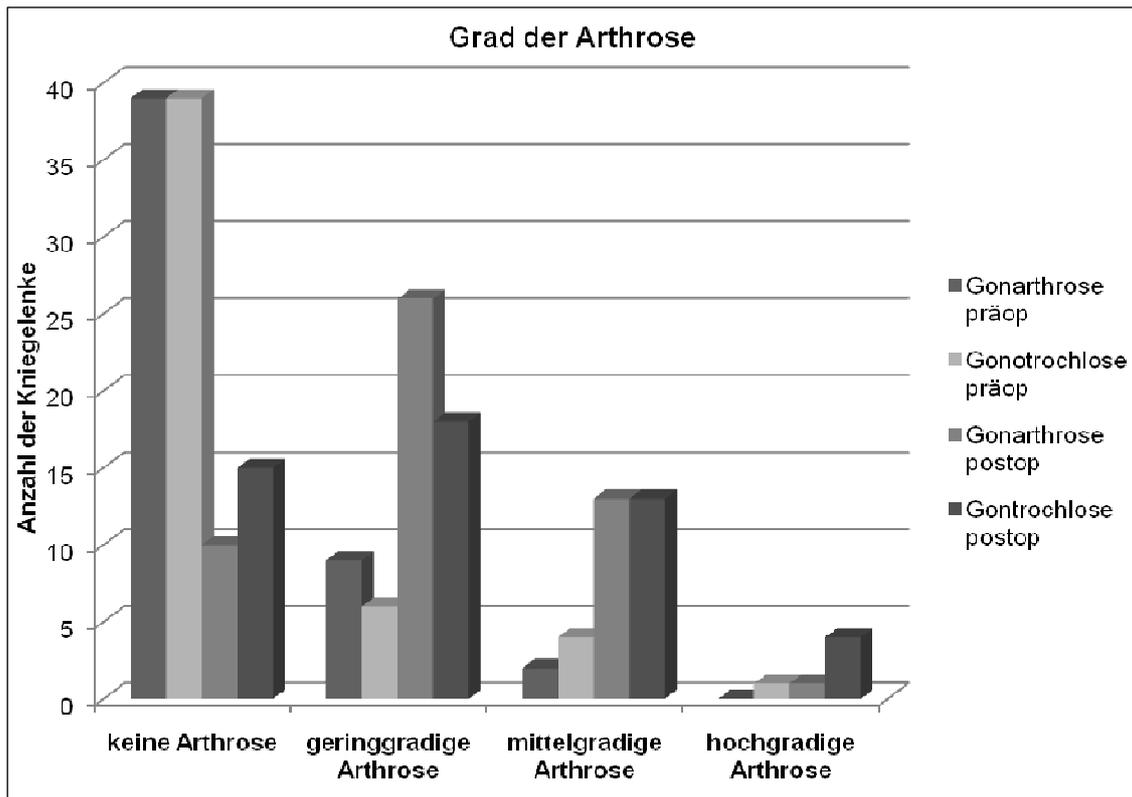


Abb. 24: Grad der Arthrose präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

4.7.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung

Im Rahmen dieser Studie wurden 12 Hunde mit bilateraler Kniescheibenverlagerung nachuntersucht, bei denen nur 1 Kniegelenk operativ versorgt wurde. Die Ergebnisse der orthopädischen und radiologischen Untersuchung werden in den folgenden Tabellen aufgeführt:

Tab. 9: Ergebnisse der orthopädischen Untersuchung.

op = operiertes Kniegelenk, nop = nicht operiertes Kniegelenk, GA = Gonarthrose, GT = Gonotrochlose

Hund Nr.	Grad d. Lahmheit		Grad d. Luxatio patellae		Grad d. Krepitation		Muskelatrophie (cm)	
	op	nop	op	nop	op	nop	op	nop
26	0	0	0	3	0	0	0,0	0,0
27	0	1	0	2	0	0	0,0	0,0
28	0	0	0	3	0	0	0,0	0,0
29	0	1	0	3	1	0	0,0	-0,5
30	0	0	0	2	0	0	0,0	0,0
31	0	0	0	1	0	0	0,0	0,0
32	0	0	0	2	0	0	0,0	0,0
33	0	0	0	2	0	0	0,0	0,0
34	1	0	2	2	1	0	-0,5	0,0
35	0	2	1	3	0	1	0,0	-0,5
36	0	1	0	3	0	0	0,0	0,0
37	0	0	0	1	0	0	0,0	0,0

Tab. 10: Ergebnisse der radiologischen Untersuchung.

op = operiertes Kniegelenk, nop = nicht operiertes Kniegelenk, GA = Gonarthrose, GT = Gonotrochlose

Hund Nr.	Arthrosegrad präop				Arthrosegrad (Kontrolle)				Arthroseprogression (Stufen)			
	op		nop		op		nop		op		nop	
	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT
26	1	1	1	1	1	1	2	2	0	0	1	1
27	1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	1
28	1	2	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0
29	1	1	1	1	3	3	2	2	2	2	1	1
30	3	2	3	3	3	3	3	3	0	1	0	0
31	1	1	1	1	1	1	3	2	0	0	2	1
32	1	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	0
33	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	0	0
34	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0
35	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0
36	2	2	1	1	3	3	2	2	1	1	1	1
37	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0

Bei den Hunden Nr. 26–35 lag eine bilaterale Kniescheibenverlagerung nach medial vor, bei den Hunden 36 und 37 nach lateral. Bei allen Hunden zeigte sich eine Luxation der Patella der nicht operierten Beckengliedmaße (im Mittel Grad $2,3 \pm 0,7$).

In den folgenden Abbildungen ist die Zunahme der Arthrose jeweils für das operierte und das nicht operierte Kniegelenk dargestellt.

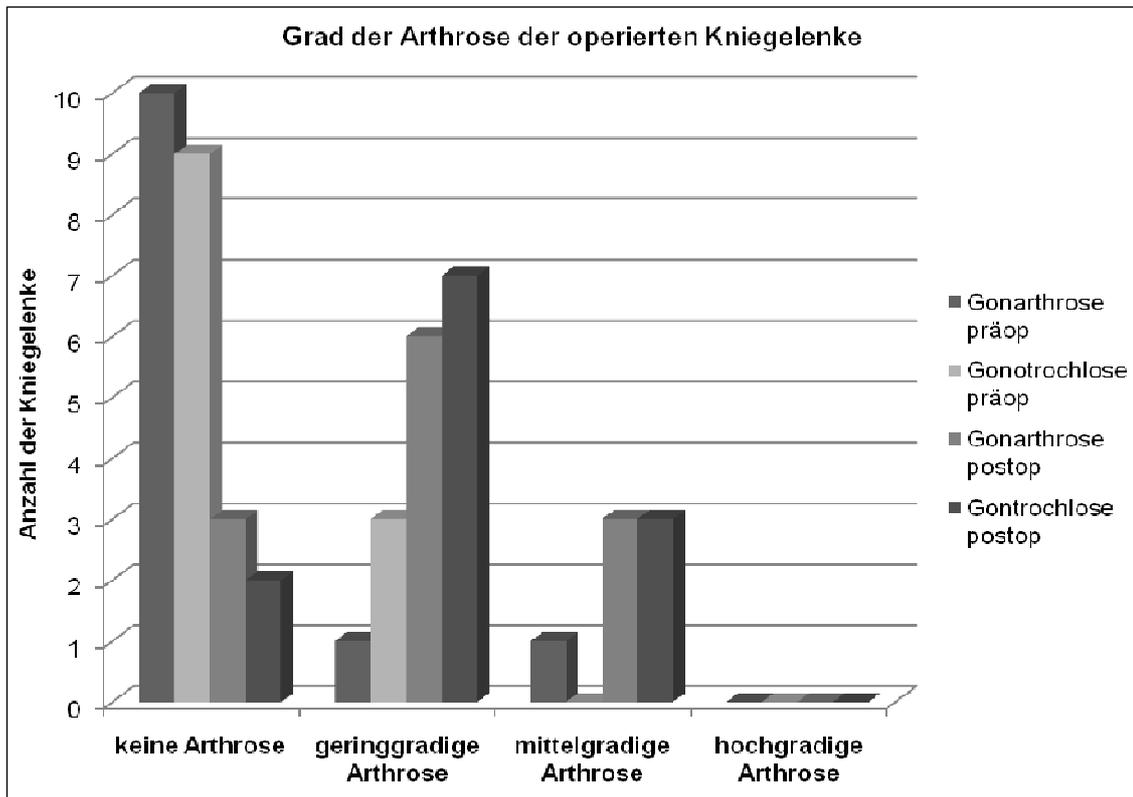


Abb. 25: Grad der Arthrose der operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

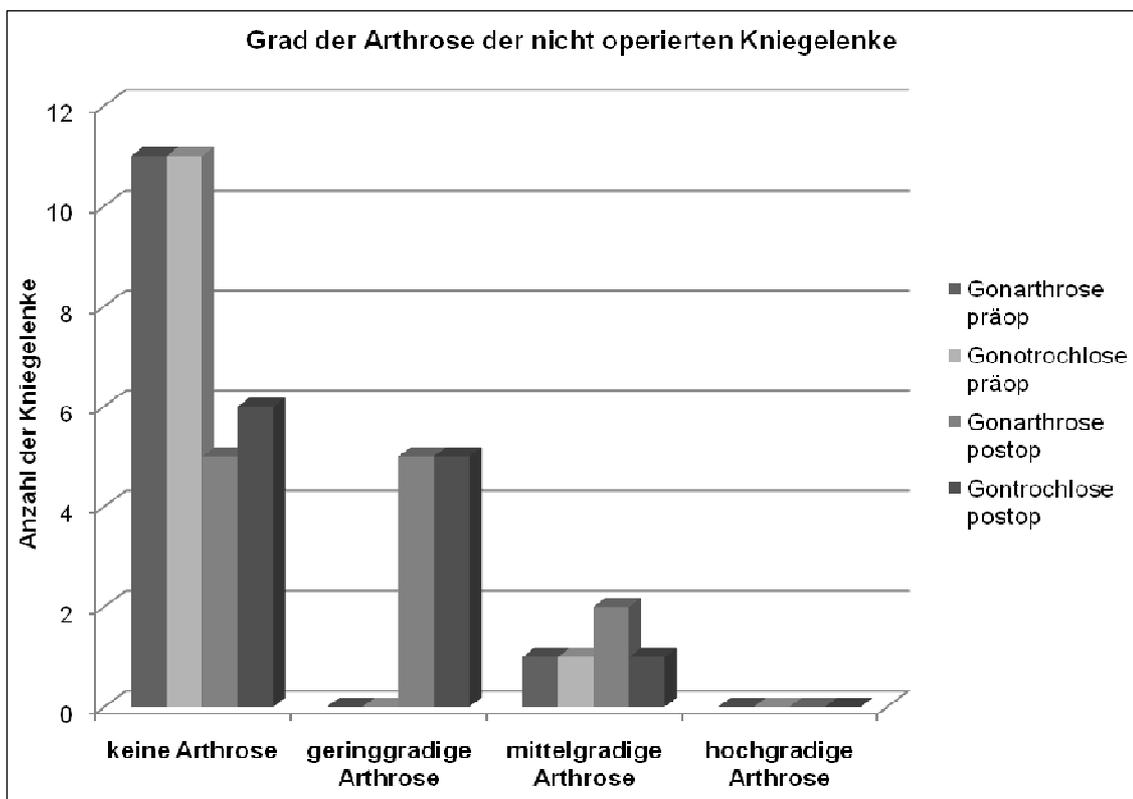


Abb. 26: Grad der Arthrose der nicht operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

4.7.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung

12 Hunde mit unilateraler bzw. traumatisch bedingter Luxatio patellae wurden im Rahmen dieser Studie nachuntersucht. Die Ergebnisse der orthopädischen und radiologischen Untersuchung sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst:

Tab. 11: Ergebnisse der orthopädischen Untersuchung.

op = operiertes Kniegelenk, nop = nicht operiertes Kniegelenk, GA = Gonarthrose, GT = Gonotrochlose

Hund Nr.	Grad d. Lahmheit		Grad d. Luxatio patellae		Grad d. Krepitation		Muskelatrophie (cm)	
	op	nop	op	nop	op	nop	op	nop
38	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0
39	0	0	0	0	0	0	-1.0	0.0
40	1	0	0	0	0	0	-0.5	0.0
41	2	0	0	0	1	0	0.0	0.0
42	0	0	0	0	1	0	0.0	0.0
43	0	3	0	0	0	0	0.0	-1.0
44	2	0	0	0	0	0	-3.0	0.0
45	1	0	0	0	1	0	-2.0	0.0
46	0	1	0	1	0	0	0.0	0.0
47	0	0	1	0	0	0	0.0	0.0
48	0	0	1	0	1	0	0.0	0.0
49	0	0	0	0	0	0	0.0	0.0

Tab. 12: Ergebnisse der radiologischen Untersuchung.

op = operiertes Kniegelenk, nop = nicht operiertes Kniegelenk, GA = Gonarthrose, GT = Gonotrochlose

Hund Nr.	Arthrosegrad präop				Arthrosegrad (Kontrolle)				Arthroseprogression (Stufen)			
	op		nop		op		nop		op		nop	
	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT
38	3	3	2	2	4	4	4	4	1	1	2	2
39	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0
40	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
41	1	2	1	1	2	2	1	1	1	0	0	0
42	1	1	1	1	1	2	1	1	0	1	0	0
43	1	1	1	1	3	3	2	2	2	2	1	1
44	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0
45	2	2	1	1	3	3	1	2	1	1	0	1
46	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	0	1
47	2	2	2	2	2	2	3	3	0	0	1	1
48	2	3	2	3	3	4	4	4	1	1	2	1
49	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	0	0

Bei den Hunden 38–44 handelt es sich um die Tiere mit unilateraler Luxatio patellae congenita. Die Tiere 45–49 erlitten eine traumatische Kniescheibenverlagerung. In den folgenden Abbildungen ist die Progression der Gonarthrose und Gonotrochlose dargestellt.

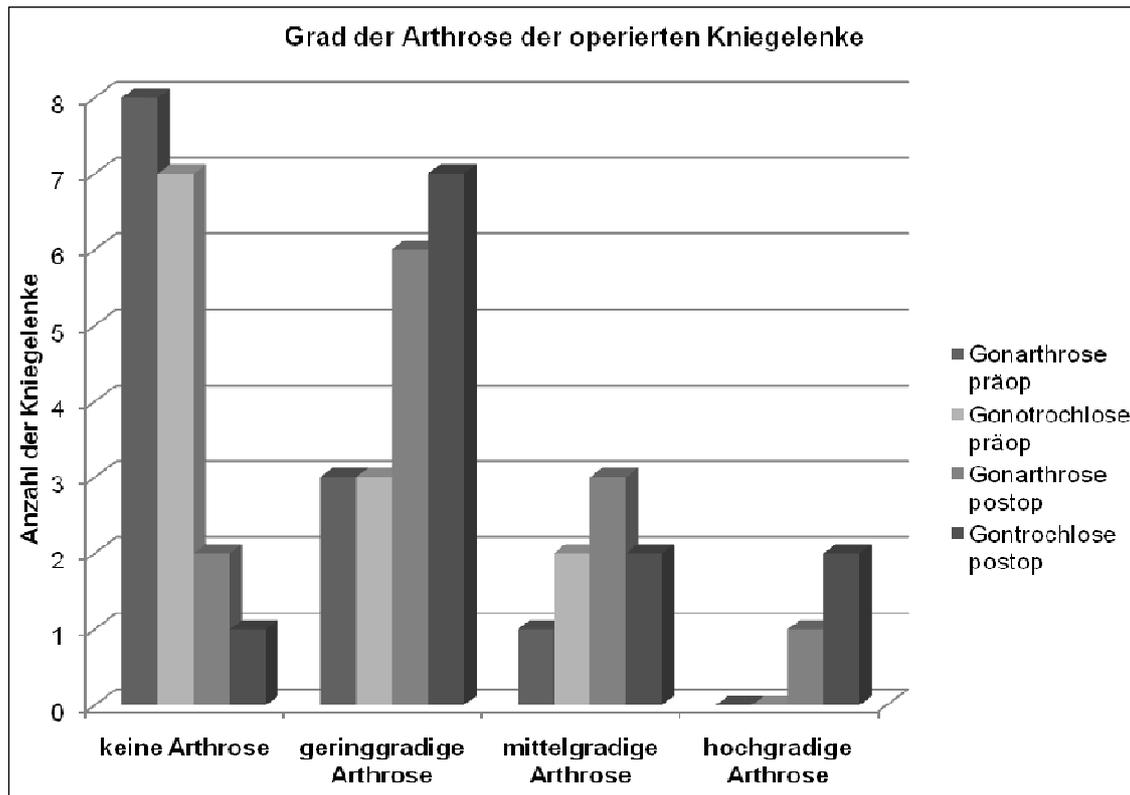


Abb. 27: Grad der Arthrose der operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

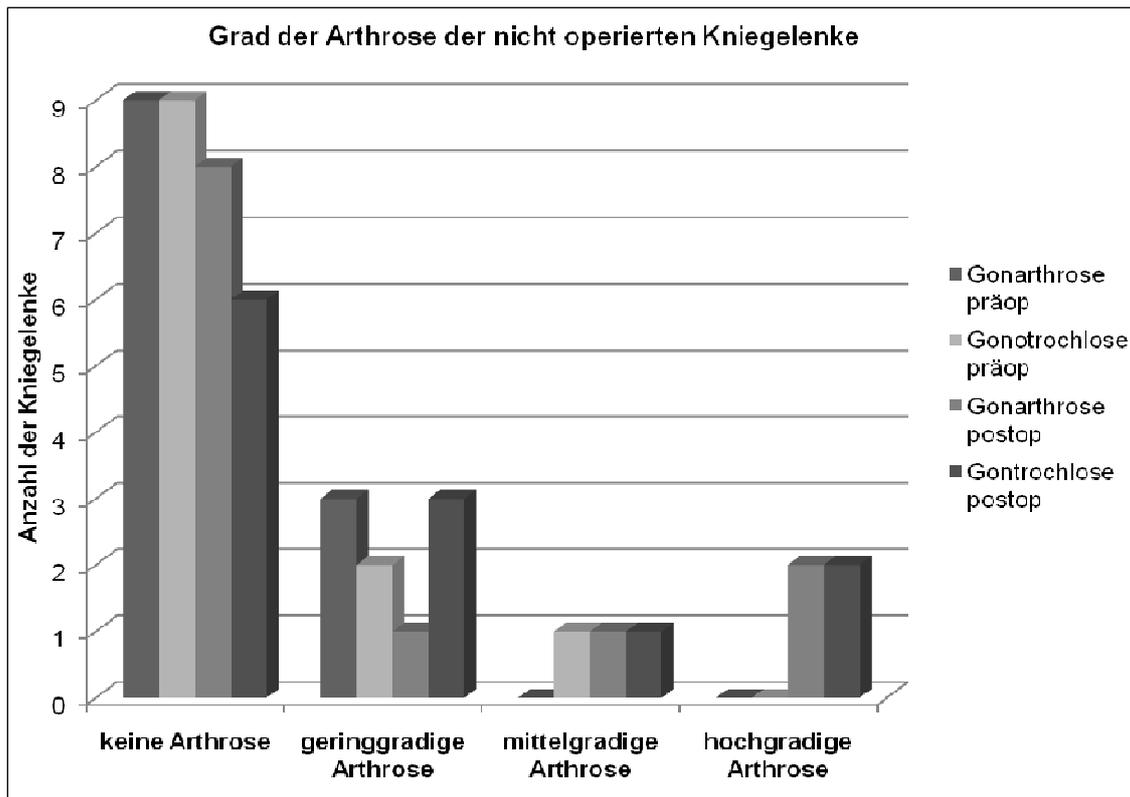


Abb. 28: Grad der Arthrose der nicht operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

4.8. Ergebnisse der ganganalytischen Untersuchung

22 Patientenbesitzer stimmten einer ganganalytischen Untersuchung zu. Die Hunde waren aufgrund ihrer Größe (> 3 kg) und ihres Alters fähig auf dem Band zu laufen. 5 Hunde verweigerten jedoch das Laufen oder liefen nicht gleichmäßig, sodass keine Aufnahmen angefertigt werden konnten. Bei den verbleibenden 17 Hunden konnte bei 15 Hunden eine kinetische Auswertung und bei 12 Hunden eine kinematische Auswertung der Aufnahmen erfolgen.

Folgende kinetische Parameter wurden erhoben:

- Dauer der Standphase (ms)
- Impuls der vertikalen Bodenreaktionskraft F_z (% KGW*sek)
- Gewichtsverteilung als Maß der prozentualen Gliedmaßenbelastung (%)
- Rate der Belastungsübernahme, im Folgenden als Anstieg bezeichnet (% KGW/sek)

Um die erhobenen Daten zwischen den Tieren vergleichen zu können, wurden sie auf das Körpergewicht bezogen. Die kinetischen Parameter konnten bei 15 Tieren ermittelt werden. Die verbleibenden 2 Tiere zeigten nur ungenügend Schritte mit einer korrekten Fußung. Wie bereits in der Auswertung der klinischen und radiologischen Ergebnisse erwähnt, wurden die Hunde in 3 Gruppen unterteilt. Die Gruppe der bilateral an einer Luxatio patellae congenita erkrankten Tiere umfasste 6 Hunde. Die 2. Gruppe stellten die Hunde mit bilateraler kongenitaler Kniescheibenverlagerung, aber nur einseitiger operativer Versorgung dar. Sie enthielt 3 Hunde. In der letzten Gruppe befanden sich die Hunde mit unilateraler kongenitaler oder traumatischer Luxatio patellae. Sie beinhaltete 6 Hunde.

Die kinematische Auswertung ergänzt die kinetischen Befunde sinnvoll, weil die kinetischen Werte gliedmaßen-, aber nicht gelenkspezifisch (DeCamp, 1997; DeCamp, 2002) sind. Dazu werden die maximalen und minimalen Gelenkwinkel betrachtet, die ein Gelenk während eines Schrittes einnimmt. Aus der Differenz zwischen Maximum und Minimum ergibt sich der Bewegungsumfang (**Rang Of Motion**). Der Bewegungsumfang ist von größerer klinischer Bedeutung als Maximum und Minimum allein, da er weniger anfällig für Fehler durch eine ungenaue Positionierung der Marker

ist. Es wurde zudem die Differenz zwischen dem Bewegungsumfang der rechten und linken Gliedmaße ermittelt. Bei 12 Hunden konnten kinematische Daten erhoben werden. 5 Hunde litten an einer bilateralen Luxatio patellae medialis und wurden an beiden Kniegelenken operiert. 3 Hunde hatten zwar eine bilaterale Luxation patellae, wurden aber nur an einem Kniegelenk operiert. Bei 2 Hunden war dies das rechte Kniegelenk, in einem Fall das linke Kniegelenk. 4 Hunde zeigten eine einseitige Kniescheibenverlagerung, die bei einem der Hunde eine traumatische Ursache hatte. In 3 Fällen wurde das rechte in einem Fall das linke Kniegelenk operativ versorgt. Die Ergebnisse sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

4.8.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung

Folgende Werte konnten für die bilateral versorgten Hunde erhoben werden:

Tab. 13: Kinetische Parameter der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und beidseitiger operativer Versorgung.

Hund Nr.	Beckengliedmaßen							
	Standphasen- dauer (ms)		Impuls (% KGW*s)		Gewichts- verteilung (%)		Belastungsüber- nahme (% KGW/s)	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
2	0.76	0.75	21.00	20.00	21.0	21.0	2.88	2.51
4	0.77	0.76	21.00	21.00	21.0	21.0	2.29	2.00
5	0.80	0.76	17.00	16.00	18.0	16.0	1.72	1.49
7	0.75	0.69	21.00	19.00	21.0	20.0	3.96	4.09
11	0.50	0.50	20.00	14.00	23.0	16.0	4.56	2.20
14	0.78	0.89	12.00	20.00	13.0	16.0	1.47	3.17
Mittel- wert	0.73	0.73	18.67	18.33	19.5	18.3	2.81	2.58
Hund Nr.	Schultergliedmaßen							
	Standphasen- dauer (ms)		Impuls (% KGW*s)		Gewichts- verteilung (%)		Belastungsüber- nahme (% KGW/s)	
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	rechts	links
2	0.80	0.77	30.00	29.00	29.0	29.0	2.11	1.79
4	0.75	0.78	28.00	30.00	28.0	30.0	3.51	3.45
5	0.78	0.77	33.00	36.00	33.0	34.0	2.80	2.90
7	0.79	0.75	32.00	28.00	30.0	29.0	2.03	2.22
11	0.52	0.52	31.00	26.00	32.0	29.0	3.57	3.97
14	0.84	0.80	36.00	32.00	37.0	35.0	3.90	2.30
Mittel- wert	0.75	0.73	31.67	30.17	31.5	31.0	2.99	2.77

Im Folgenden sind die Ergebnisse der kinematischen Untersuchung zusammengefasst.

Tab. 14: Kinematische Parameter der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und beidseitiger operativer Versorgung: Hüft- und Kniegelenk.

Hund Nr.	Hüftgelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	ROM
2	132.68	115.72	101.63	86.30	31.1	29.4	1.6
4	139.19	138.06	116.68	113.73	22.5	24.3	-1.8
5	122.55	128.87	103.57	108.11	19.0	20.8	-1.8
7	115.60	112.04	96.61	90.71	19.0	21.3	-2.3
11	114.78	123.33	98.63	109.07	16.2	14.3	1.9
14	86.85	103.28	73.19	77.12	13.7	26.2	-12.5
Mittelwert	118.6	120.2	98.4	97.5	20.2	22.7	-2.5
Hund Nr.	Kniegelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	ROM
2	149.77	144.96	103.79	98.17	46.0	46.8	-0.8
4	158.03	155.21	122.84	110.63	35.2	44.6	-9.4
5	147.77	143.58	101.60	95.81	46.2	47.8	-1.6
7	161.82	145.83	114.62	103.87	47.2	42.0	5.2
11	118.30	160.56	81.62	120.57	36.7	40.0	-3.3
14	171.18	133.14	115.00	78.69	56.2	54.5	1.7
Mittelwert	151.1	147.2	106.6	101.3	44.6	45.9	-1.4

Tab. 15: Kinematische Parameter der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und beidseitiger operativer Versorgung: Sprunggelenk.

Hund Nr.	Sprunggelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	rechts	links	rechts	links	rechts	links	ROM
2	169.50	161.38	118.22	114.50	51.3	46.9	4.4
4	177.16	178.55	143.15	147.29	34.0	31.3	2.7
5	152.14	149.01	121.03	118.60	31.1	30.4	0.7
7	177.15	177.80	154.71	158.68	22.4	19.1	3.3
11	130.27	129.40	86.53	90.08	43.7	39.3	4.4
14	160.66	152.89	127.44	98.64	33.2	54.3	-21.0
Mittelwert	161.1	158.2	125.2	121.3	36.0	36.9	-0.9

4.8.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung

Folgende Ergebnisse wurden für die bilateral erkrankten, aber nur einseitig operierten Hunde berechnet:

Tab. 16: Kinetische Parameter der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.

op = operierte Beckengliedmaße, nop = nicht operierte Beckengliedmaße,

kl = kontralaterale Schultergliedmaße, il = ipsilaterale Schultergliedmaße.

Hund Nr.	Beckengliedmaßen							
	Standphasen- dauer (ms)		Impuls (% kg KGW*s)		Gewichts- verteilung (%)		Belastungsüber- nahme (kg KGW/s)	
	op	nop	op	nop	op	nop	op	nop
26	0,77	0,78	19,00	19,00	19,0	19,0	1,22	1,37
29	0,75	0,78	18,00	22,00	19,0	22,0	3,37	3,18
36	0,75	0,72	13,00	15,00	14,0	18,0	2,18	2,30
Mittel- wert	0,76	0,76	16,67	18,67	17,33	19,67	2,26	2,28
Hund Nr.	Schultergliedmaßen							
	Standphasen- dauer (ms)		Impuls (% kg KGW*s)		Gewichts- verteilung (%)		Belastungsüber- nahme (kg KGW/s)	
	il	kl	il	kl	il	kl	il	kl
26	0,82	0,83	31,00	32,00	31,00	30,00	1,32	1,60
29	0,74	0,77	30,00	30,00	30,0	29,0	5,36	4,09
36	0,73	0,79	36,00	36,00	35,0	33,0	2,64	2,83
Mittel- wert	0,76	0,80	32,33	32,67	32,00	30,67	3,11	2,84

Tab. 17: Kinematische Parameter der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.

op = operierte Beckengliedmaße, nop = nicht operierte Beckengliedmaße.

Hund Nr.	Hüftgelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	op	nop	op	nop	op	nop	ROM
36	124,91	114,96	103,27	88,49	21,6	26,5	-4,8
37	116,13	116,88	97,52	94,17	18,6	22,7	-4,1
Mittelwert	120,5	115,9	100,4	91,3	20,1	24,6	-4,5
Hund Nr.	Kniegelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	op	nop	op	nop	op	nop	ROM
36	157,90	156,94	114,57	116,45	43,3	40,5	2,8
37	158,22	167,38	99,76	109,27	58,5	58,1	0,3
Mittelwert	158,1	162,2	107,2	112,9	50,9	49,3	1,6
Hund Nr.	Sprunggelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	op	nop	op	nop	op	nop	ROM
36	166,94	170,79	140,50	143,30	26,4	27,5	-1,0
37	151,73	159,06	102,78	103,87	49,0	55,2	-6,2
Mittelwert	159,3	164,9	121,6	123,6	37,7	41,3	-3,6

4.8.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung

Die Ergebnisse dieser Hunde sind in den folgenden Tabellen zusammengefasst.

Tab. 18: Kinetische Parameter der Hunde mit unilateraler Luxatio patellae.

op = operierte Beckengliedmaße, nop = nicht operierte Beckengliedmaße,

kl = kontralaterale Schultergliedmaße, il = ipsilaterale Schultergliedmaße.

Hund Nr.	Beckengliedmaßen							
	Standphasen- dauer (ms)		Impuls (% kg KGW*s)		Gewichts- verteilung (%)		Belastungsüber- nahme (kg KGW/s)	
	op	nop	op	nop	op	nop	op	nop
38	0,81	0,81	22,00	21,00	20,0	19,0	2,66	2,81
41	0,74	0,74	12,00	14,00	14,0	17,0	2,86	3,38
44	0,71	0,70	15,00	14,00	18,0	18,0	3,90	4,31
45	0,67	0,71	19,00	20,00	20,0	21,0	2,82	2,86
46	0,81	0,78	18,00	18,00	18,0	17,0	2,46	4,13
48	0,76	0,73	16,00	16,00	16,0	16,0	2,40	2,17
Mittel- wert	0,75	0,75	17,00	17,17	17,67	18,00	2,85	3,28
Hund Nr.	Schultergliedmaßen							
	Standphasen- dauer (ms)		Impuls (% kg KGW*s)		Gewichts- verteilung (%)		Belastungsüber- nahme (kg KGW/s)	
	il	kl	il	kl	il	kl	il	kl
38	0,72	0,74	28,00	30,00	31,00	30,00	2,76	2,81
41	0,79	0,80	36,00	37,00	35,0	34,0	3,07	2,82
44	0,70	0,71	36,00	35,00	33,00	32,00	2,94	3,04
45	0,81	0,78	30,00	31,00	30,00	29,00	1,47	1,41
46	0,80	0,80	31,00	33,00	32,00	33,00	3,40	2,92
48	0,83	0,82	33,00	34,00	33,0	34,0	2,17	2,13
Mittel- wert	0,78	0,78	32,33	33,33	32,33	32,00	2,64	2,52

Tab. 19: Kinematische Parameter der Hunde mit unilateraler Luxatio patellae:
Hüft- und Kniegelenk.

op = operierte Beckengliedmaße, nop = nicht operierte Beckengliedmaße.

Hund Nr.	Hüftgelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	op	nop	op	nop	op	nop	ROM
38	118,67	121,94	91,10	91,06	27,6	30,9	-3,3
41	98,90	115,38	79,09	95,40	19,8	20,0	-0,2
44	120,23	121,41	99,13	103,37	21,1	18,0	3,1
45	96,81	103,58	66,92	76,50	29,9	27,1	2,8
46	115,25	102,50	98,68	85,09	16,6	17,4	-0,8
Mittelwert	110,0	113,0	87,0	90,3	23,0	22,7	0,3
Hund Nr.	Kniegelenkwinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	op	nop	op	nop	op	nop	ROM
38	136,09	147,72	93,30	113,64	42,8	34,1	8,7
41	138,12	151,61	86,96	94,61	51,2	57,0	-5,8
44	161,98	151,34	102,36	102,98	59,6	48,4	11,3
45	154,66	150,45	101,85	104,49	52,8	46,0	6,9
46	159,83	148,61	111,98	97,51	47,9	51,1	-3,3
Mittelwert	150,1	149,9	99,3	102,6	50,8	47,3	2,3

Tab. 20: Kinematische Parameter der Hunde mit unilateraler Luxatio patellae:
Sprunggelenk.

op = operierte Beckengliedmaße, nop = nicht operierte Beckengliedmaße.

Hund Nr.	Sprunggelenkswinkel (Grad)						
	Maximum		Minimum		ROM		Differenz
	op	nop	op	nop	op	nop	ROM
38	145,24	167,40	100,68	127,22	44,6	40,2	4,4
41	140,63	143,00	82,57	84,14	58,1	58,9	-0,8
44	154,53	138,77	111,07	105,03	43,5	33,7	9,7
45	177,13	160,88	139,21	130,31	37,9	30,6	7,3
46	172,78	168,94	134,25	118,53	38,5	50,4	-11,9
Mittelwert	158,1	155,8	113,6	113,0	44,5	42,8	1,8

4.9. Tiefe der Trochlea ossis femoris

Von den 72 operierten Kniegelenken wurde in 45 Fällen eine Vertiefung der Trochlea ossis femoris vorgenommen. Wie bereits erwähnt wird eine Tiefe der Trochlea von mindestens der halben Höhe der Patella angestrebt. Bei 30 Kniegelenken konnten entsprechende Röntgenaufnahmen zur Beurteilung der Trochleatiefe am Kontrolltermin angefertigt werden. Die verbleibenden Tiere tolerierten im Wachzustand die extreme Lagerung nicht, sodass keine Aufnahmen gewonnen werden konnten. Bei 6 Kniegelenken betrug die Tiefe der Trochlea ossis femoris lediglich 25–50 % der Patelladicke. In 17 Fällen war die Gleitrinne 50–75 % tiefer als die Patella hoch war und in 7 Fällen lag eine Tiefe von 75–100 % vor.

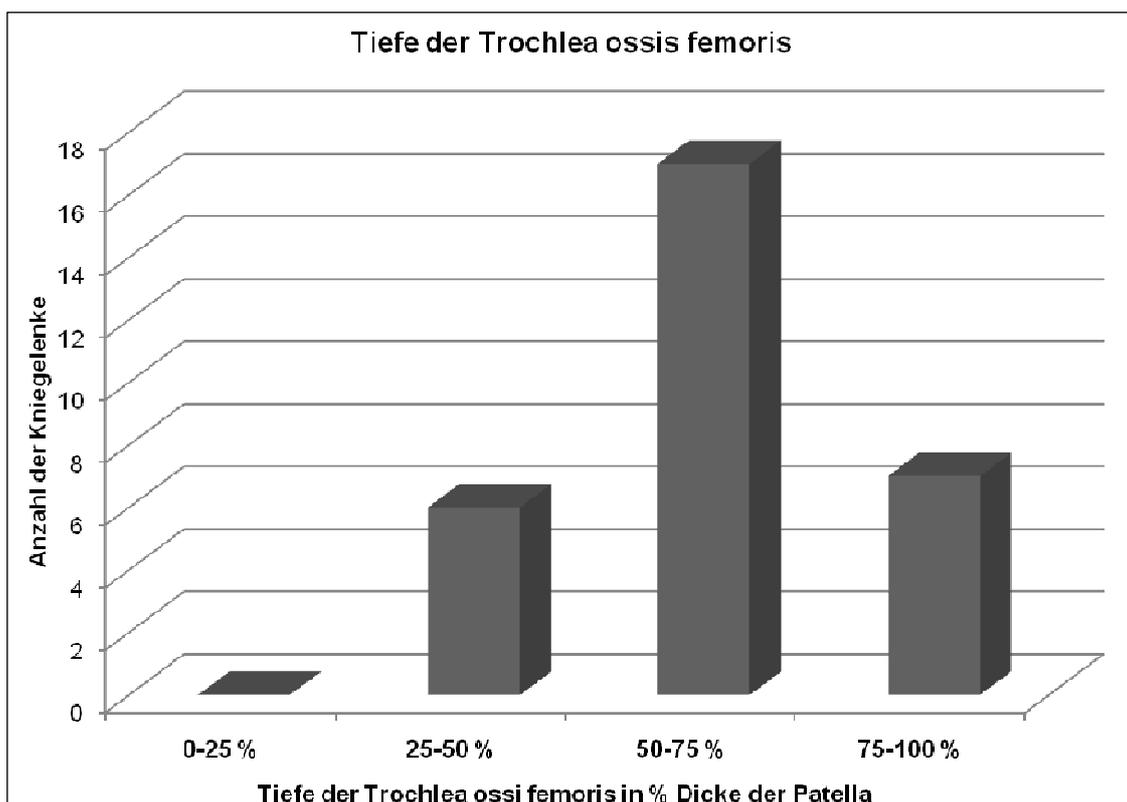


Abb. 29: Tiefe der Trochlea ossis femoris zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

4.10. Progression der Arthrose unter Betrachtung der Operationstechnik

Insgesamt konnten 49 Hunde nachuntersucht werden. An diesen Hunden wurden 74 Kniegelenke operativ versorgt, wobei die Operation in 2 Fällen alio loco stattfand, sodass lediglich bei 72 Kniegelenken die Operationstechnik bekannt war. Für diese 72 Gelenke wurde die Progression der Gonarthrose und Gonotrochlose unter Berücksichtigung der Operationstechnik betrachtet.

In der folgenden Tabelle wird die Häufigkeit der unterschiedlichen Operationstechniken dargestellt. Die Verschlechterung der Kniegelenksarthrose um die Arthrosegrade 0–3 sowie die Unterteilung in Gonarthrose und Gonotrochlose werden berücksichtigt.

Tab. 21: Progression der Arthrosegrade anhand der Operationstechnik.

TTT = Transposition der Tuberositas tibiae, TKV = Trochlealeilvertiefung, KOT = Korrekturosteotomie des Femurs, GA = Gonarthrose, GT = Gonotrochlose.

Anzahl der Kniegelenke, Progression in Graden	keine Zunahme		Zunahme um 1 Arthrosegrad		Zunahme um 2 Arthrosegrade		Zunahme um 3 Arthrosegrade	
	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT
	TTT	9	12	16	12	0	1	0
TKV	3	0	1	4	0	0	0	0
TTT und TKV	5	3	13	15	2	2	0	0
TTT, TKV und KOT	4	3	1	2	2	2	0	0
TTT und KOT	0	1	2	1	0	0	0	0
TKV und KOT	0	0	3	5	4	2	0	0
TKV und TFK	2	1	3	4	0	0	0	0
TTT, TKV, TFK	0	1	1	1	1	0	0	0

Betrachtet man den Anteil, den eine Progression um 0–3 Arthrosegrade an der Gesamtmenge der mit jeder Operationstechnik versorgten Kniegelenke hatte, so ergab sich folgende Aufteilung:

Tab. 22: Progression der Arthrose (in %) anhand der Operationstechnik.

TTT = Transposition der Tuberositas tibiae, TKV = Trochlealeilvertiefung, KOT = Korrekturosteotomie des Femurs, GA = Gonarthrose, GT = Gonotrochlose.

Progression der Arthrose, Angabe in Prozent	keine Zunahme		Zunahme um 1 Arthrosegrad		Zunahme um 2 Arthrosegrade		Zunahme um 3 Arthrosegrade	
	GA	GT	GA	GT	GA	GT	GA	GT
	TTT	36,0	48,0	64,0	48,0	0,0	4,0	0,0
TKV	75,0	0,0	25,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TTT und TKV	25,0	15,0	65,0	75,0	10,0	10,0	0,0	0,0
TTT, TKV und KOT	57,1	42,9	14,3	28,6	28,6	28,6	0,0	0,0
TTT und KOT	0,0	50,0	100,0	50,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TKV und KOT	0,0	0,0	42,9	71,4	57,1	28,6	0,0	0,0
TKV und TFK	40,0	20,0	60,0	80,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TTT, TKV und TFK	0,0	50,0	50,0	50,0	50,0	0,0	0,0	0,0

4.11. Einstufung der Hunde

Anhand der Summe der erhobenen Befunde eines jeden Hundes wurde ein Gesamturteil gefällt.

4.11.1. Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung

Ein Hund wurde als „gut“ eingestuft, wenn er zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung keine Lahmheit zeigte und die Progression der Arthrose maximal einen Arthrosegrad betrug (Hund Nr. 3, 5, 6, 8, 15, 16, 20, 24). Hund Nr. 12 und 19 wurden trotz der Muskelatrophie mit „gut“ bewertet, da sie präoperativ eine massive Muskelatrophie hatten und diese sich bis zum Kontrolltermin deutlich gebessert hatte. Hund Nr. 4 erhielt

auch ein „gut“, da er nach der Versorgung der Luxatio patellae eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes hatte und erneut operiert wurde. Ebenfalls als „gut“ eingestuft wurde Hund Nr. 18 trotz einer Muskelatrophie und Krepitation, da er bereits vor der Operation unter einer mittel- bis hochgradigen Arthrose litt und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lahmheitsfrei war. Insgesamt wurde das Ergebnis von 12 der 25 Hunde dieser Gruppe als „gut“ bewertet.

Das Ergebnis von 8 Hunden war „befriedigend“. Sie waren klinisch lahmheitsfrei, jedoch war die Arthrose um mehr als einen Grad fortgeschritten (Hund Nr. 1, 21, 25). Obwohl Hund Nr. 7 eine undeutlich geringgradige Lahmheit der linken Hintergliedmaße zeigte, wurde er trotzdem mit „befriedigend“ bewertet, da die Zunahme der Arthrose weniger als einen Grad betrug und die Lahmheit auf die bereits vor der Operation vorhandenen deutlichen Arthrosen zurückgeführt werden kann. Hund Nr. 9 wurde ebenfalls trotz einer undeutlich geringgradigen Lahmheit dieser Gruppe zugeordnet, da bei ihm eine zusätzliche Erkrankung der Hüftgelenke mit starker Schmerzhaftigkeit vorlag. Obwohl Hund Nr. 11 zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lediglich eine Atrophie der Oberschenkelmuskulatur der linken Beckengliedmaße aufwies, wurde er aufgrund der ganganalytischen Befunde nicht als „gut“ eingestuft. Er zählt ebenfalls zu den „befriedigenden“ Ergebnissen. Bei Hund Nr. 14 wurde bei der Nachuntersuchung eine Lahmheit mit Luxatio patellae und Muskelatrophie diagnostiziert, dennoch zählt er zu den „befriedigenden“ Ergebnissen, da er zusätzlich an arthrotischen Veränderungen der Hüftgelenke litt. Auch die ganganalytische Untersuchung zeigte einen deutlich verringerten Bewegungsumfang von Hüft- und Sprunggelenk, sodass eine Lahmheit aufgrund der Hüftgelenkerkrankung wahrscheinlich war. Dennoch konnte er aufgrund der Luxatio patellae Grad II nicht zu den guten Ergebnissen gezählt werden. Ausschlaggebend für die Bewertung des Hundes Nr. 17 mit „befriedigend“ war die trotz der guten klinischen und radiologischen Ergebnisse weiterhin vorliegende Luxatio patellae Grad III des rechten Kniegelenks.

Insgesamt zeigten 5 Hunde ein „unbefriedigendes“ Ergebnis. Bei ihnen wurde am Kontrolltermin eine Lahmheit diagnostiziert, die sich nicht auf andere orthopädische Erkrankungen zurückführen lies. Auch Hunde mit einer Progression der Arthrose um mehr als einen Grad und einer Muskelatrophie bzw. Luxatio patellae wurden dieser Gruppe zugeordnet (Hund Nr. 2, 10, 13, 22, 23). Bei Hund Nr. 13 lag eine zusätzliche beidseitige Coxarthrose vor, dennoch war die Arthrose im Kniegelenk um mehr als einen Arthrosegrad fortgeschritten.

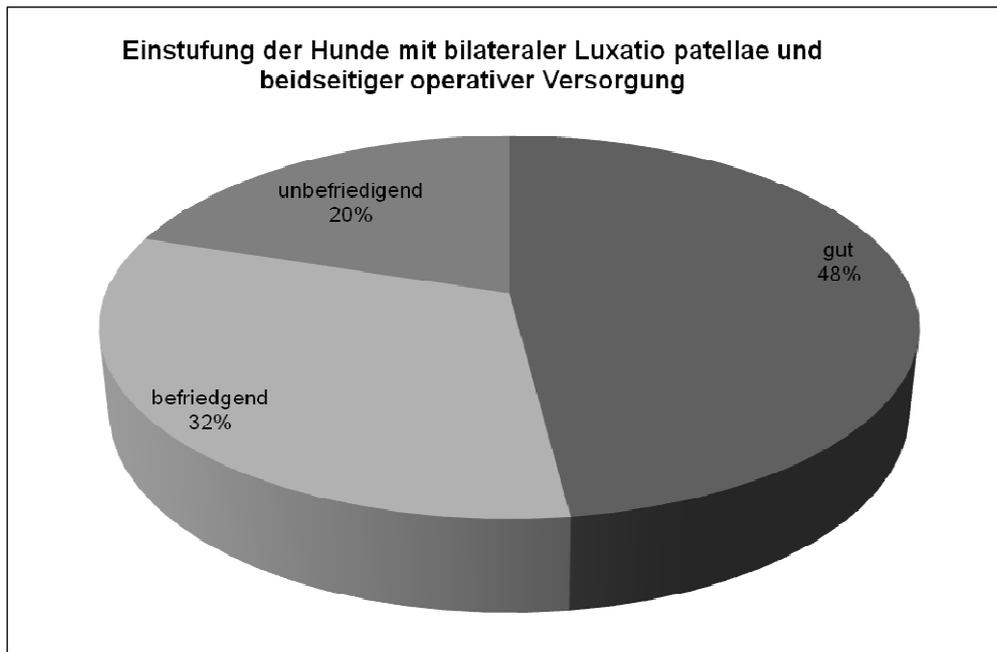


Abb. 30: Einstufung der Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und beidseitiger operativer Versorgung.

4.11.2. Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung

Die Einstufung dieser Gruppe ergab folgendes Ergebnis: 9 „gute“, 2 „befriedigende“ und 1 „unbefriedigendes“ Ergebnis. In die Beurteilung flossen dabei nur die operativ versorgten Kniegelenke ein. Ein „gutes“ Ergebnis lag vor, wenn zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung keine Lahmheit vorlag und Gonarthrose und Gonotrochlose um maximal einen Arthrosegrad zugenommen hatten (Hund Nr. 26, 27, 28, 30, 31, 32, 33, 36, 37). Hund Nr. 29 zeigte ein „befriedigendes“ Ergebnis, da zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Progression der Arthrose um mehr als einen Arthrosegrad festzustellen war. Ebenso wurde Hund Nr. 35 aufgrund seiner Luxatio patellae Grad I als „befriedigend“ beurteilt. Als „unbefriedigend“ wurde lediglich Hund Nr. 34 eingestuft. Er zeigte eine Lahmheit in Verbindung mit einer Luxatio patellae, Krepitation und Muskelatrophie.



Abb. 31: Einstufung der Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung.

4.11.3. Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung

Bewertet wurden die operierten Kniegelenke bzw. Beckengliedmaßen. In dieser Gruppe wurden 7 Tiere (Hund Nr. 38, 39, 42, 46, 47, 48, 49) ohne Lahmheit und mit einer Progression von maximal einem Arthrosegrad als „gut“ beurteilt. Hund Nr. 40 wurde trotz seiner Lahmheit und geringen Muskelatrophie als „gut“ eingestuft, da er eine schmerzhafte Coxarthrose aufwies, die für die Lahmheit ursächlich zu sein schien.

Hunde mit einer Progression der Arthrose um mehr als einen Arthrosegrad ohne Lahmheit der entsprechenden Gliedmaße, wie Hund Nr. 43, wurden mit befriedigend bewertet. Hund Nr. 41 wurde trotz einer deutlich geringgradigen Lahmheit als „befriedigend“ bewertet, da er an einer Coxarthrose erkrankt war und schmerzhaft bei der Extension und Flexion der Hüftgelenke war. Da die Manipulation des Kniegelenks unangenehm war und er einen verringerten Bewegungsumfang des operierten Kniegelenks aufwies, konnte er nicht als „gut“ bewertet werden. Unbefriedigend waren Hund Nr. 44 und 45. Beide gingen zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung lahm und

hatten eine Muskelatrophie. Ihre Lahmheit war auf eine Schmerzhaftigkeit im Kniegelenk zurückzuführen. Dies belegten auch die Ergebnisse der Ganganalyse.

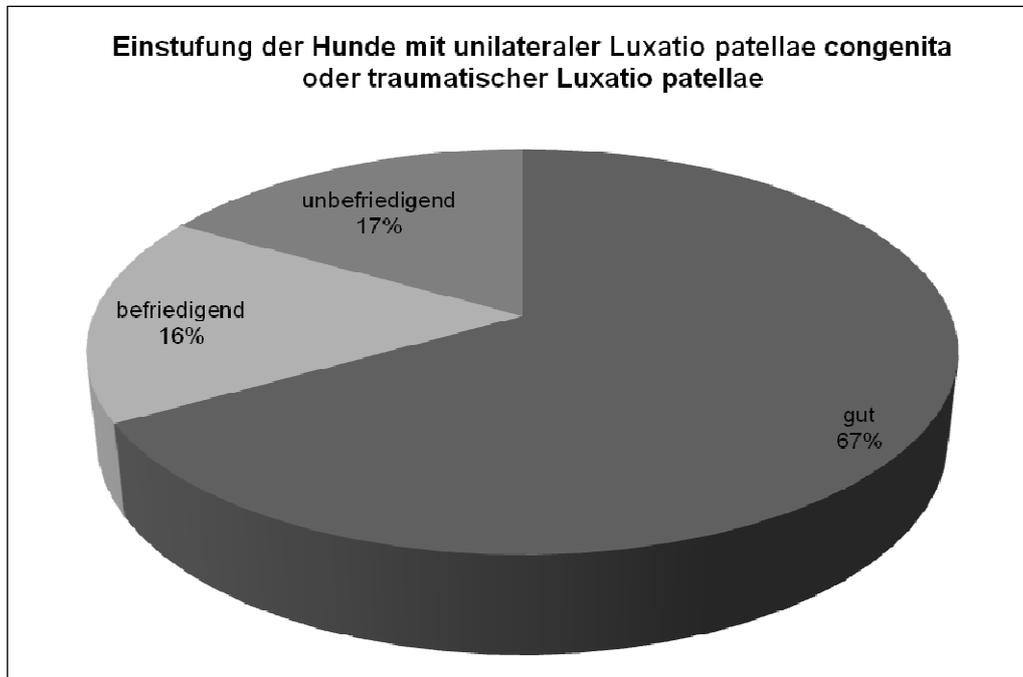


Abb. 32: Einstufung der Ergebnisse der Hunde mit unilateraler Luxatio patellae congenita oder traumatischer Luxatio patellae.

4.11.4. Einstufung der Hunde

Betrachtet man die Bewertung aller Tiere, so wurden 29 der 49 Hunde mit „gut“ beurteilt. 12 Tiere zeigten lediglich ein befriedigendes Ergebnis. Sie wiesen zwar noch Einschränkungen auf, jedoch hatte sich ihre Situation deutlich verbessert. 8 Hunde wurden als „unbefriedigend“ beurteilt.

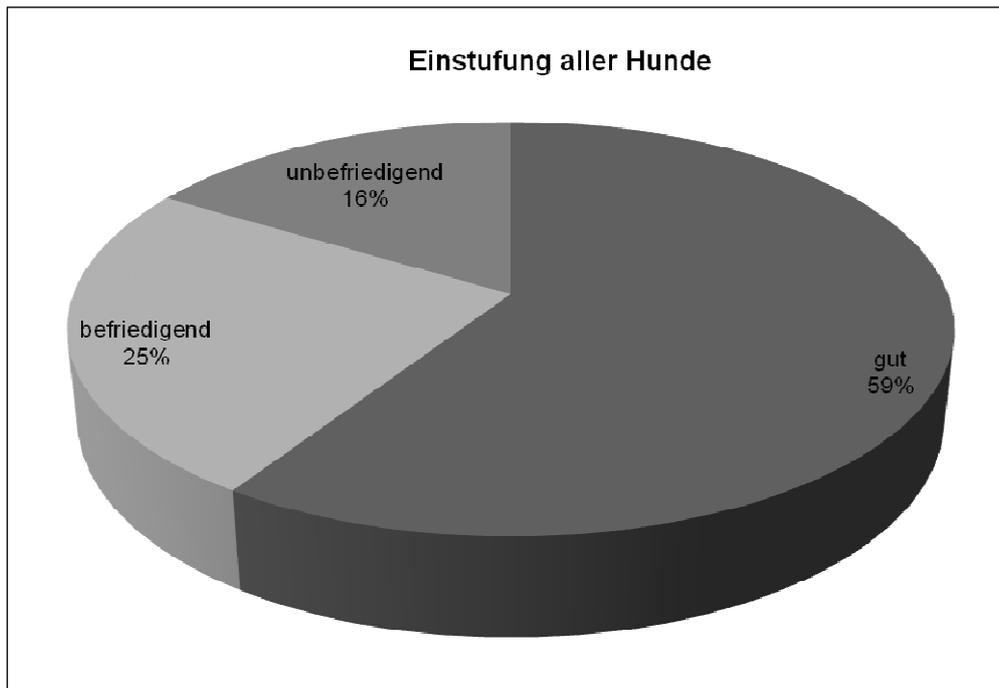


Abb. 33: Einstufung aller untersuchten Hunde.

Betrachtet man die Kniegelenke mit Verlagerung nach medial von den Kniegelenken mit Luxatio patellae nach lateral, so ergab sich folgende Bewertung:

Tab. 23: Einstufung der Kniegelenke mit Luxatio patellae nach medial und lateral (in %).

Luxatio patellae	gut	befriedigend	unbefriedigend
Luxatio patellae congenita medialis	57,1	28,6	14,3
Luxatio patellae congenita lateralis	55,6	22,2	22,2

Ebenso können die Kniegelenke anhand ihrer Beurteilung und der Operationstechnik unterteilt werden. Bei den unilateral operierten Hunden wurde nur das operierte Kniegelenk bewertet. Bei den bilateral operierten Hunden wurden beide Gliedmaßen beurteilt. Wurde der Hund mit „gut“ bewertet, erhielten beide Kniegelenke die gleiche Bewertung. Bestand jedoch eine Lahmheit, so wurde die „lahmende“ Gliedmaße entsprechend der Lahmheit bewertet.

Tab. 24: Einstufung der Kniegelenke nach der Operationstechnik.

TTT = Transposition der Tuberositas tibiae, TKV = Trochleakeilvertiefung, TFK = Transposition des Fibulakopfs, KOT = Korrekturosteotomie des Femurs, GA = Gonarthrose, GT = Gonotrochlose

Angabe in %	gut	befriedigend	unbefriedigend	Anzahl der Kniegelenke
TTT	68,00	20,00	12,00	25
TKV	50,00	25,00	25,00	4
TTT und TKV	80,00	10,00	10,00	20
TTT, TKV und KOT	85,71	0,00	14,29	7
TTT und KOT	100,00	0,00	0,00	2
TKV und KOT	71,43	28,57	0,00	7
TKV und TFK	100,00	0,00	0,00	5
TTT, TKV und TFK	50,00	50,00	0,00	2

4.12. Komplikationen

Verschiedene Komplikationen wurden bei den 236 operierten Kniegelenken beobachtet. Die häufigsten Komplikationen stellten die sekundäre Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale und eine Reluxatio patellae in den ersten 2–3 Monaten nach der Versorgung dar. Weniger häufig waren Implantatbrüche bzw. Lockerungen, Relaxationen nach mehr als 3 Monaten postoperativ und Wundheilungsstörungen. In einem Fall trat in der postoperativen Phase nach Transposition der Tuberositas tibiae ein Ausriss derselben ohne Implantatlockerung oder -bruch auf.

Tab. 25: Komplikationen.

Komplikation	Anzahl der Kniegelenke
Reluxatio patellae bis zu 3 Monate nach der Operation	16
Sekundäre Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale	13
Implantatbruch bzw. Lockerung	4
Reluxatio patellae später als 3 Monate nach der Operation	3
Wundheilungsstörung	2
Ausriss der Tuberositas tibiae	1

5. Diskussion

5.1. Rasse-, Alters- und Geschlechtsverteilung

In den Jahren 1999–2008 wurden 250 Hunde mit Luxatio patellae in der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München vorgestellt. Von diesen Hunden wurden 166 Tiere an einem oder beiden Kniegelenken operativ versorgt, sodass an insgesamt 236 Kniegelenken eine Operation vorgenommen wurde.

64,4 % der an einer Luxatio patellae operierten Hunde gehörten zu den kleinwüchsigen Hunden. Sie wurden überwiegend von Yorkshire Terriern, Pudeln, Chihuahuas, Maltesern, West Highland White Terriern und kleinwüchsigen Mischlingen vertreten. 21,7 % der 166 Hunde waren großwüchsig. Hier waren die Rassen Husky, Eurasier, Labrador Retriever, Rottweiler und Mischlinge am häufigsten vertreten. Mit 13,9 % stellten die mittelgroßen Hunde die kleinste Gruppe dar. Sie waren durch verschiedene Rassen vertreten, gehäuft kamen Mischlinge und Podencos vor. Diese Verteilung wird von Alam et al. (2007) bestätigt.

Zu einer klinischen, röntgenologischen und ganganalytischen Kontrolle waren 49 von insgesamt 166 Besitzern bereit. Von den kontrollierten Hunden waren 65,3 % kleinwüchsig und 20,4 % mittelgroß. 14,3 % der Hunde gehörten zu großwüchsigen Rassen. Daher erschien die Kontrollgruppe in Bezug auf die Rasseverteilung repräsentativ für die Gruppe der 166 Hunde zu sein.

93 der 166 Hunde waren Hündinnen (64 weiblich intakt, 27 weiblich kastriert) und 71 waren Rüden (54 männlich intakt, 18 männlich kastriert). Bei 2 weiblichen und einem männlichen Hund konnte der Kastrationsstatus nicht ermittelt werden. Alam et al. (2007) untersuchten die Geschlechts- und Altersverteilung von 111 Hunden und dokumentierten ebenfalls mehr weibliche als männliche Tiere. Jedoch fanden sie nahezu gleichviele intakte und kastrierte Tiere. Andere Autoren beschrieben ein ähnliches Verhältnis weiblicher und männlicher Hunde (Denny und Minter, 1973; Hayes et al., 1994; Hulse, 1993; Priester, 1972).

Betrachtet man alle operativ versorgten Hunde, so waren die Tiere zum Zeitpunkt der Operation im Durchschnitt 6,64 Jahre (1 Monat–14 Jahre) alt. Wurde ein Tier mehrfach operiert, so wurde das Alter zum Zeitpunkt der 1. Operation ausgewählt. Die meisten Tiere wurden in einem Alter von 1–3 Jahren operativ versorgt. Andere Autoren zeigten, dass die meisten Hunde mit einem Alter von weniger als 2 Jahren aufgrund einer Luxatio patellae congenita vorgestellt wurden (De Angelis und Hohn, 1970; Denny und Minter, 1973; Remedios et al., 1992; Hayes et al., 1994).

5.2. Luxationsrichtung

Von den 166 operierten Hunden litten 124 Hunde an einer Luxatio patellae congenita. Diese lag in 40 Fällen (32,3 %) unilateral und bei 84 Tieren (67,7 %) bilateral vor. Die unilateralen Luxationen waren in 34 Fällen (85,0 %) medial und in 6 Fällen lateral (15,0 %) lokalisiert. 68 (80,9 %) der bilateralen Kniescheibenverlagerungen erfolgten nach medial und 16 (19,1 %) nach lateral. 42 Hunde erlitten eine traumatische bzw. sekundäre Kniescheibenverlagerung. Die Kniescheibenverlagerungen nach medial waren somit häufiger als Verlagerungen nach lateral. Dies bestätigt die von anderen Autoren gefundenen Verhältnisse (Denny und Minter, 1973; Fritz, 1989; Hayes et al., 1994; Remedios et al., 1992; Roush, 1993; Rudy, 1974).

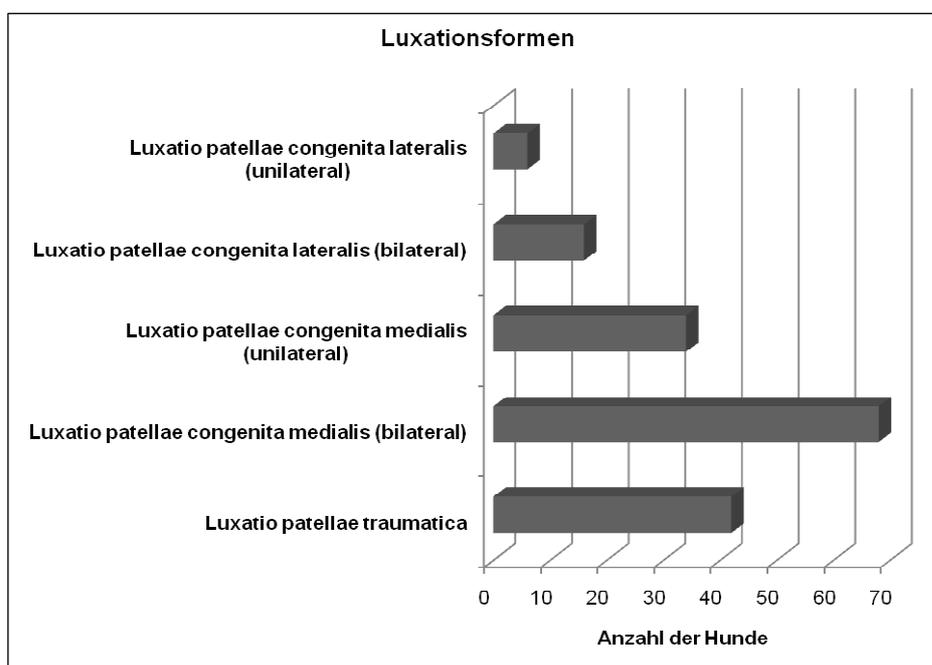


Abb. 34:
Luxationsformen
und ihre Häufigkeit.

Von einer bilateralen Luxatio patellae congenita medialis waren vor allem kleinwüchsige Hunderassen, wie Yorkshire Terrier und Chihuahuas, betroffen. Gleiches galt für die unilaterale Luxatio patellae congenita medialis. West Highland White Terrier, Chihuahuas und Malteser waren hier am häufigsten vertreten, aber auch mittelgroße und große Hunderassen kamen vor. Die Kniescheibenverlagerung nach lateral war deutlich seltener und es wurden vermehrt mittelgroße und große Hunde mit dieser Erkrankungen vorgestellt. Die traumatische Kniescheibenverlagerung kam bei kleinen und großen Hunderassen vor. Sie trat in 20 Fällen infolge einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes auf und in 9 Fällen aufgrund einer traumatisch bedingten Verletzung der Weichteile des Kniegelenks. Bei 11 Hunden war eine Fraktur der Beckengliedmaße oder Luxatio ossis femoris Ursache der Luxatio patellae. 2 Hunde zeigten die Kniescheibenverlagerung infolge einer Implantation eines künstlichen Hüftgelenks aufgrund einer Hüftdysplasie bzw. Coxarthrose.

5.3. Operationsverfahren

Von den 166 Hunden (236 Kniegelenken) waren bei 28 Kniegelenken Weichteiloperationen ausreichend, um die Luxatio patellae zu therapieren. Bei den verbleibenden 138 Hunden wurde bei 108 Hunden eine Transposition der Tuberositas tibiae solitär oder in Kombination mit Veränderungen an den Weichteilen, einer Korrekturosteotomie oder einer Transposition des Fibulakopfs angewandt. Bei weiteren 65 Hunden wurde die Kombination einer Transposition der Tuberositas tibiae und einer Trochleakeilvertiefung solitär oder in Kombination mit anderen Techniken vorgenommen. Insgesamt wurden demnach 168 Kniegelenke, das entspricht 71,2 % der 236 Gelenke, mit einer Transposition der Tuberositas tibiae versorgt. Die Häufigkeit der Transposition verwundert nicht, da sie eine bedeutende Maßnahme zur Korrektur des pathologischen Muskelzugs des M. quadriceps darstellt (Robins, 1990).

An 35 Kniegelenken wurde eine Trochleakeilvertiefung solitär oder in Kombination mit Veränderungen an den Weichteilen, einer Korrekturosteotomie oder Fibulakopftransposition vorgenommen. Somit wurde die Trochleakeilvertiefung an 100 Kniegelenken angewandt. Dies entspricht 42,4 % aller Kniegelenke. Daneben wurde 18-mal eine Korrekturosteotomie und 25-mal eine Fibulakopftransposition durchgeführt.

Betrachtet man ausschließlich die im Rahmen dieser Studie nachuntersuchten Hunde, so wurde an 58 Kniegelenken eine Transposition der Tuberositas tibiae (80,6 %) und an 45 (62,5 %) Gelenken eine Trochleakeilvertiefung vorgenommen. Andere Autoren beschreiben ebenfalls die Transposition der Tuberositas tibiae und die Trochleakeilvertiefung als die am häufigsten angewendeten Operationsverfahren (Alam et al., 2007; Arthurs et al., 2007; Fritz, 1989).

5.4. Ergebnisse der orthopädischen und röntgenologischen Untersuchung

5.4.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung

25 Hunde dieser Gruppe konnten nachuntersucht werden. 8 der 25 Hunde zeigten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine Lahmheit mit einer Muskelatrophie (Hunde Nr. 2, 7, 9, 10, 13, 14, 22, 23). Die Hunde Nr. 2 und 9 hatten an der nun lahmen Gliedmaße in der postoperativen Phase eine Reluxation der Kniescheibe entwickelt und waren erneut operiert worden. Die Hunde Nr. 13 und 14 erlitten an der lahmen Beckengliedmaße einen sekundären Kreuzbandriss. Die operative Versorgung des Kreuzbandrisses lag zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bei Hund Nr. 14 erst 5 Monate zurück. Zudem zeigte er, wie Hund Nr. 10, bei der Kontrolluntersuchung eine Kniescheibenverlagerung. Ein Ausriss der Implantate und eine Refixierung fand bei Hund Nr. 23 statt. Auch er ging bei der Nachuntersuchung noch geringgradig lahm und litt darüberhinaus an einer Coxarthrose. Bei den verbleibenden beiden Hunden war vor allem die Arthrose der lahmen Beckengliedmaße deutlich fortgeschritten.

Neben den bereits erwähnten Komplikationen traten noch an 6 weiteren Kniegelenken in einem Zeitraum von bis zu 3 Monate nach der operativen Versorgung erneut Kniescheibenverlagerungen auf (Hund Nr. 17 linkes Kniegelenk, Hund Nr. 18 beidseits, Hund Nr. 20 rechtes Kniegelenk, Hund Nr. 25 beiderseits). Hund Nr. 17 zeigte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung am rechten Kniegelenk erneut eine Luxatio patellae (Grad III).

Lediglich bei 4 Hunden konnte kein Fortschreiten der Gonarthrose und Gonotrochlose an beiden Kniegelenken festgestellt werden. Am rechten Kniegelenk verschlechterte sich die Gonarthrose im Durchschnitt um 0,9 Arthrosestufen, an der linken um 0,8 Arthrosestufen. Bezüglich der Gonotrochlose ergab sich eine Progression von 0,8 Arthrosestufen sowohl für das rechte als auch das linke Kniegelenk.

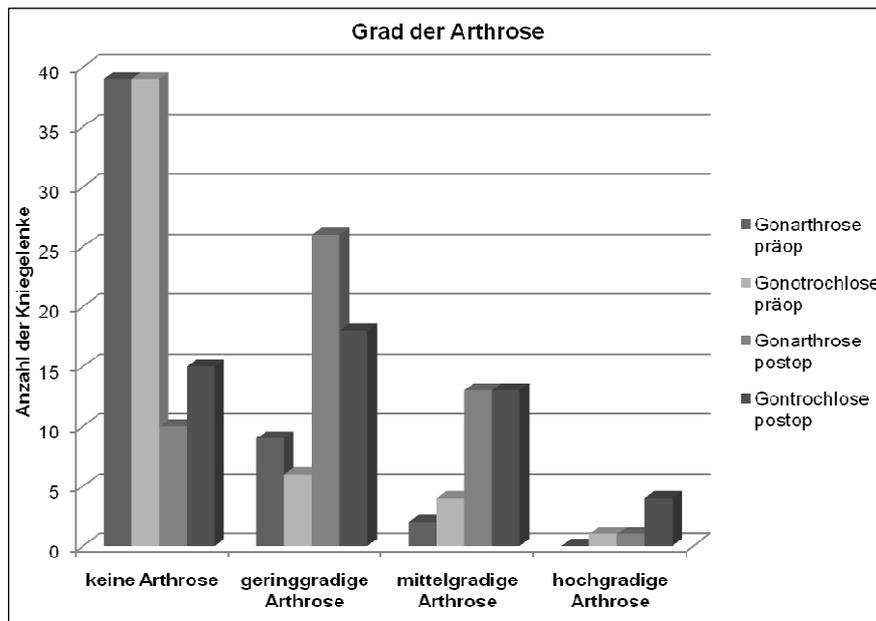


Abb. 35: Progression der Gonarthrose und Gonotrochlose.

5.4.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung

12 Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung konnten einer Nachuntersuchung unterzogen werden. Bei den Hunden Nr. 26–35 lag eine bilaterale Kniescheibenverlagerung nach medial vor, bei den Hunden 36 und 37 nach lateral. Bei allen Hunden zeigte sich eine Luxation der Patella der nicht operierten Beckengliedmaße (im Mittel Grad $2,3 \pm 0,7$). Lediglich bei 2 der operierten Gelenke konnte die Kniescheibe auch nach der Operation verlagert werden (Hund Nr. 34 und 35). Von diesen beiden Hunden zeigte der Hund Nr. 34 eine Lahmheit der operierten Gliedmaße und der Hund Nr. 35 eine Lahmheit der nicht operierten Gliedmaße, die gleichzeitig den höheren Luxationsgrad der beiden Hinterbeine aufwies. Bei den Hunden Nr. 29 und 32 trat in der postoperativen Phase eine erneute Luxation der Kniescheibe auf, diese wurde in einer 2. Sitzung behoben. Bei Hund Nr. 33 riss die

Tuberositas tibiae nach ihrer Transposition aus und wurde erneut fixiert. Hund Nr. 9 war trotz allem der einzige Hund, der eine Lahmheit und Muskelatrophie der operierten Beckengliedmaße zeigte. Bei ihm konnte auch nach der operativen Versorgung die Patella verlagert werden (Grad II). Zudem lag gleichzeitig eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes vor. Der Besitzer lehnte jedoch eine erneute Operation ab. In 4 Fällen gingen die Hunde auf der nicht operierten Gliedmaße lahm (Hund Nr. 27, 29, 35, 36). Dieses Bein wies in allen 4 Fällen den höheren Luxationsgrad der Kniescheibe im Vergleich zu der bereits operierten Seite auf.

An 2 operierten Kniegelenken war sowohl die Gonarthrose als auch die Gonotrochlose zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung nicht fortgeschritten. Betrachtet man die nicht operierten Beine, zeigten 6 Kniegelenke keine Progression der Arthrose. Im Durchschnitt verschlechterten sich Gonarthrose und Gonotrochlose der versorgten Kniegelenke um 0,8 Arthrosethufen. Wohingegen die Gonarthrose der anderen Gliedmaße um 0,6 Arthrosethufen und die Gonotrochlose um 0,4 Arthrosethufen fortgeschritten war.

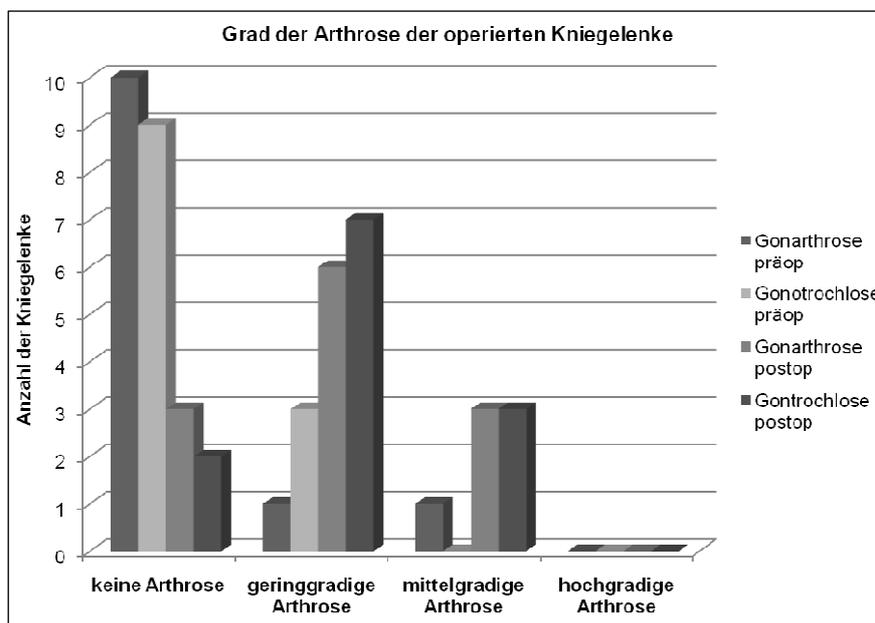


Abb. 36: Grad der Arthrose der operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

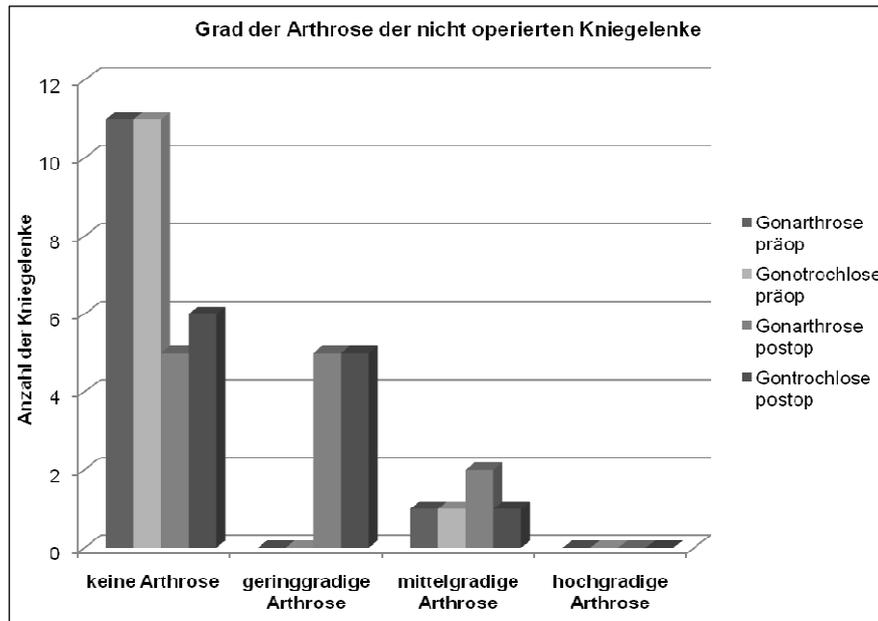


Abb. 37: Grad der Arthrose der nicht operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

5.4.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung

Im Rahmen dieser Studie konnten 12 Hunde mit traumatischer Luxatio patellae nachuntersucht werden. Bei den Hunden 38–44 handelt es sich um die Tiere mit unilateraler Luxatio patellae congenita. Die Tiere 45–49 erlitten eine traumatische Kniescheibenverlagerung. Eine undeutlich geringgradige Lahmheit der operierten Gliedmaße fiel bei Hund Nr. 40 auf. Dieser musste in der postoperativen Heilungsphase aufgrund einer Implantatbiegung umversorgt werden. Komplikationen traten ebenfalls bei den Hunden Nr. 41, 42, 47 und 48 auf. Hund Nr. 41 und 42 entwickelten in der postoperativen Phase erneut eine Luxatio patellae, die in einer 2. Sitzung behoben werden konnte. Die anderen beiden Hunde hatten sekundär zur Luxatio patellae bereits eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes.

Auf der nicht operierten Beckengliedmaße lahmten die Hunde mit der Nr. 43 und 46. Hund Nr. 43 entwickelte nach der Versorgung der Luxatio patellae eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes am nicht operierten Bein und infolgedessen eine Muskelatrophie. Hund Nr. 46 hatte zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung eine schmerzhafte Coxarthrose des linken Hüftgelenks und eine Kniescheibenverlagerung 1. Grades auf dem nicht operierten Bein. Dieser Hund zählte zur Gruppe der

traumatischen Luxationen, da sich die Kniescheibenverlagerung der operierten rechten Beckengliedmaße ebenfalls in Verbindung mit einer Coxarthrose manifestierte. Dabei war zum Zeitpunkt der operativen Versorgung das rechte Hüftgelenk stärker betroffen als das linke. Die Lahmheiten waren verbunden mit einer unterschiedlich stark ausgeprägten Muskelatrophie der minderbelasteten Gliedmaße bzw. mit Krepitation und/oder Arthrosen. Bei jedem der untersuchten Kniegelenke fand sich bereits präoperativ eine Gonarthrose und Gonotrochlose 1. Grades oder schlechter. Lediglich bei 2 Hunden verschlechterte sich die Arthrose im operierten Kniegelenk bis zur Nachuntersuchung nicht. Bei 6 der 10 gesunden kontralateralen Beckengliedmaßen hingegen schritt die Arthrose nicht fort. Im Mittel verschlechterten sich Gonarthrose und Gonotrochlose der operierten Beckengliedmaße um 0,8 Arthrosestufen. Betrachtet man die kontralateralen Beckengliedmaßen, so verstärkte sich die Gonarthrose um 0,5 Arthrosestufen und die Gonotrochlose um 0,6 Arthrosestufen.

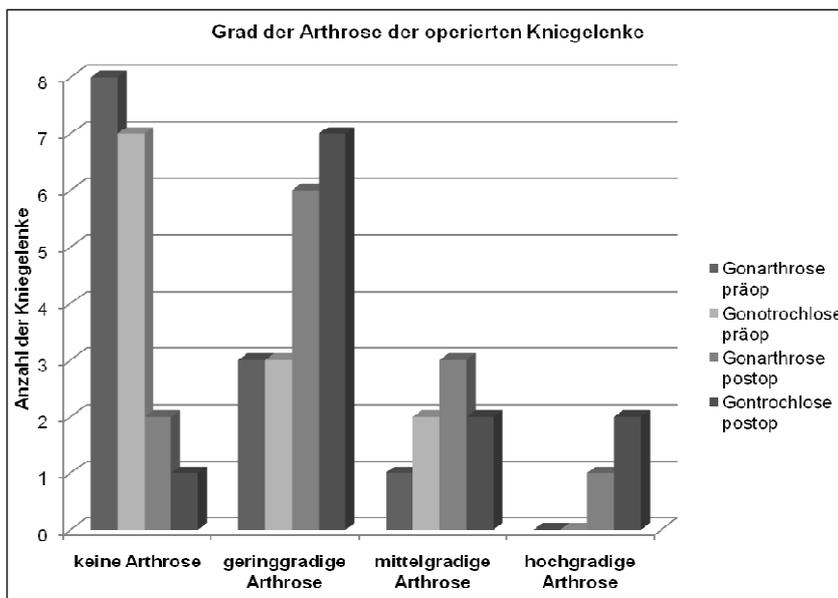


Abb. 38: Grad der Arthrose der operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

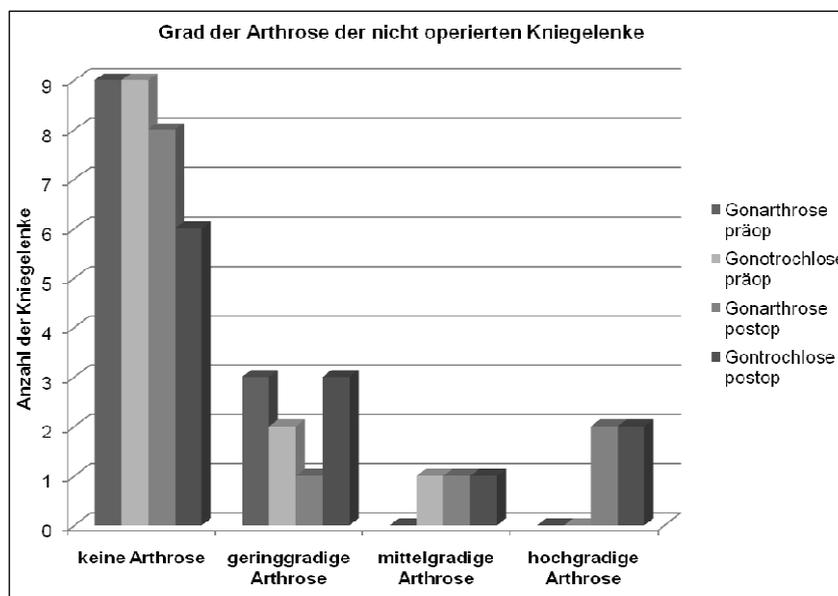


Abb. 39: Grad der Arthrose der nicht operativ versorgten Kniegelenke präoperativ und zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

5.5. Ergebnisse der ganganalytischen Untersuchung

Von 15 Hunden konnten kinetische und von 12 Hunden kinematische Daten erhoben werden. Es wurden, wie bereits bei den Ergebnissen der orthopädischen und radiologischen Untersuchung beschrieben, 3 Gruppen unterschieden.

5.5.1. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und beidseitiger operativer Versorgung

Von den 25 Hunden dieser Gruppe konnten von 6 Hunden ganganalytische Daten erhoben werden. Für die Hunde Nr. 2 und 4 konnte kein Belastungsunterschied der rechten zur linken Hintergliedmaße errechnet werden. Dennoch zeigte der Hund Nr. 4 in der kinematischen Auswertung einen deutlich verringerten Bewegungsumfang des rechten Kniegelenks. Einen Grenzfall stellte Hund Nr. 5 dar. Er zeigte kontinuierlich geringgradig schlechtere Werte für die rechte Beckengliedmaße, jedoch in einem Bereich, der noch nicht als Lahmheit bezeichnet werden kann. Er zeigte in der orthopädischen Untersuchung keine Lahmheit, die radiologische Untersuchung zeigte jedoch eine mittelgradige Gonarthrose und Gonotrochlose. Für die Schultergliedmaßen konnte kein Seitenunterschied nachgewiesen werden. Zudem verlagerte er sein Gewicht vermehrt auf die Vorderhand.

Eine deutlich verkürzte Standphasendauer einer Gliedmaße zeigte der Hund Nr. 7 (linke Beckengliedmaße). Dieser Hund wies auch bei der orthopädischen Untersuchung eine Lahmheit der linken Beckengliedmaße auf. Im Gegenzug war die Standphasendauer der kontralateralen Schultergliedmaße geringgradig verlängert und der Impuls vergrößert. Die kinematische Auswertung erbrachte einen verringerten Bewegungsumfang des linken Kniegelenks.

Ein deutlich geringerer Impuls der linken Beckengliedmaße konnte bei Hund Nr. 11 nachgewiesen werden. Dies erklärt den um 2 cm geringeren Oberschenkelumfang an der linken Beckengliedmaße im Vergleich zur rechten. Da sich kein Unterschied der Standphasendauer aufzeigen lässt, deckt sich dies mit dem lahmheitsfreien Gang im Rahmen der orthopädischen Untersuchung. Bestätigt werden diese Ergebnisse durch

die kleinere Gewichtsübernahme und die langsamere Belastungsübernahme des linken Hinterbeins.

Für den Hund Nr. 14 wurde für die rechte Beckengliedmaße ein deutlich geringerer Impuls, eine kleinere Gewichtsübernahme und eine langsamere Belastungsübernahme als für die linke Beckengliedmaße berechnet. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der orthopädischen Untersuchung, da der Hund eine mittelgradige Lahmheit in Kombination mit einer Luxatio patellae 2. Grades und einer Muskelatrophie (2,0 cm) der rechten Beckengliedmaße zeigte. Standphasendauer, Impuls, Gewichtsübernahme und Belastungsgeschwindigkeit der kontralateralen Schultergliedmaße waren im Gegenzug verringert. Zudem zeigte sich ein deutlich verringerter Bewegungsumfang des rechten Hüft- und Sprunggelenks.

5.5.2. Ergebnisse der Hunde mit bilateraler Luxatio patellae congenita und einseitiger operativer Versorgung

In dieser Gruppe konnten von 3 Hunden kinetische Werte und von 2 Hunden kinematischen Daten erhoben werden. Für den Hund Nr. 26 konnten keine Seitenunterschiede der beiden Gliedmaßenpaare gefunden werden. Somit kann er als lahmheitsfrei bezeichnet werden. Dieses Ergebnis deckt sich mit der orthopädischen Untersuchung.

Der Hund Nr. 29 zeigte keinen Seitenunterschied der Standphasendauer der Beckengliedmaßen, da jedoch der Impuls und die Gewichtsübernahme der operierten Beckengliedmaße geringer waren als die Werte der nicht operierten Gliedmaße, musste auch die vertikale Kraft verringert gewesen sein. Geringe Unterschiede ließen sich ebenfalls in der Geschwindigkeit der Belastungsübernahme erkennen, jedoch war hier die Belastungsübernahme der nicht operierten Beckengliedmaße geringer. Es fand keine Umverteilung der Last auf die Vorderhand statt und die Werte der Vorderhand zeigten keinen Seitenunterschied. Klinisch zeigte der Hund eine undeutlich geringgradige Lahmheit der nicht operativ versorgten Beckengliedmaße mit einer Luxatio patellae 3. Grades und einer Muskelatrophie von 0,5 cm, jedoch eine mittelgradige Gonarthrose und Gonotrochlose des operierten Kniegelenks.

Hund Nr. 36 wies eine schlechtere Belastung der nicht operativ versorgten Beckengliedmaße auf. In der orthopädischen Untersuchung konnte an diesem Bein eine Luxatio patellae 3. Grades mit einer undeutlich geringgradigen Lahmheit diagnostiziert werden. Dennoch wies das operierte Kniegelenk eine weiter fortgeschrittene Arthrose auf. Insgesamt fand eine Umverteilung der Last auf die Vorderhand statt. Bei der kinematischen Auswertung fand sich kein Seitenunterschied. Aus den Aufnahmen von Hund Nr. 37 konnten lediglich kinematische Daten gewonnen werden, da bei dem kleinen Yorkshire Terrier nicht genügend Schritte mit korrekter Fußung gewonnen werden konnten. Bei diesem Hund konnten ein verringerter Bewegungsumfang des Sprunggelenks des operierten Beines errechnet werden. Dies ist am wahrscheinlichsten als Artefakt zu werten. Die Bewegungsumfänge von Hüft- und Kniegelenk wiesen keinen Seitenunterschied auf.

5.5.3. Ergebnisse der Hunde mit unilateraler/traumatischer Luxatio patellae und einseitiger operativer Versorgung

Für 5 Hunde konnten jeweils kinetischen und kinematischen Ergebnisse erfasst werden. Der Hund Nr. 38 zeigte keine Seitenunterschiede der Belastung und konnte somit als lahmheitsfrei beurteilt werden. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der orthopädischen Untersuchung. Dennoch zeigte die kinematische Auswertung einen geringeren Bewegungsumfang des nicht operierten Kniegelenks.

Der Impuls, die Gewichtsverteilung und die Belastungsübernahme der operierten Beckengliedmaße des Hundes Nr. 41 waren kleiner als die Werte der nicht operierten Gliedmaße. Dieser Hund wies auch in der orthopädischen Untersuchung eine geringgradige Lahmheit mit Krepitation des operierten Kniegelenks auf und zeigte zudem eine Umverteilung der Belastung auf die Vorderhand. Auch die kinematischen Werte zeigten einen verringerten Bewegungsumfang des operierten Kniegelenks.

Bei Hund Nr. 44 fanden sich weniger Seitenunterschiede als eine generelle Minderbelastung der Hinterhand, vor allem der Impuls war beidseits deutlich verringert. Die geringgradige Lahmheit der operierten Beckengliedmaße im Rahmen der orthopädischen Untersuchung ließ sich auf dem Laufband nicht bestätigen. Jedoch zeigte die kinematische Auswertung einen deutlich verringerten Bewegungsumfang des

nicht operierten Kniegelenks und des Sprunggelenks der gleichen Gliedmaße. An diesem Kniegelenk hatte der Hund eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes erlitten, die operativ versorgt worden war. Die Versorgung lag zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung bereits mehr als 6 Monate zurück.

Bei Hund Nr. 45 ließ sich die im Rahmen der orthopädischen Untersuchung gefundene undeutlich geringgradige Lahmheit mit der Ganganalyse nicht bestätigen. Darüber hinaus ergab die kinematische Untersuchung einen verringerten Bewegungsumfang des Knie- und Sprunggelenks der nicht operierten Gliedmaße.

Im Fall von Hund Nr. 46 konnte ebenfalls keine Lahmheit auf dem Laufband nachgewiesen werden. Dieser Hund entwickelte die Luxatio patellae als Folge der Implantation eines künstlichen Hüftgelenks aufgrund einer Hüftdysplasie. Der Hund zeigte jedoch eine geringere Umverteilung der Last auf die Vorderhand. Dabei ist zu bedenken, dass das 2. Hüftgelenk ebenfalls eine Hüftdysplasie aufwies, dort aber kein künstliches Hüftgelenk implantiert worden war.

Hund Nr. 48 war ebenfalls als lahmheitsfrei zu bezeichnen, jedoch zeigte er eine Umverteilung der Körperlast auf die Vordergliedmaßen. In der orthopädischen Untersuchung war eine Luxatio patellae 1. Grades im operierten Kniegelenk und eine geringgradige Krepitation aufgefallen. Zudem ergab die radiologische Untersuchung eine hochgradige Gonarthrose und Gonotrochlose beider Kniegelenke.

5.6. Tiefe der Trochlea ossis femoris

Bei 45 Kniegelenken, an denen eine Trochleakeilvertiefung vorgenommen worden war, konnte von 30 Gelenken zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung eine Röntgenaufnahme zur Beurteilung der Trochleatiefe (Skyline-Aufnahme) angefertigt werden. Wie bereits erwähnt wird eine Trochleatiefe von mindestens der halben Höhe der Patella gefordert. Dies war bei 39 Kniegelenken der Fall. Lediglich 6 Kniegelenke zeigten eine Tiefe der Trochlea ossis femoris von 25–50 % der Patelladicke. An 17 Kniegelenken betrug die Gleitrinntiefe 50–75 % der Patellahöhe und bei 7 Gelenken 75–100 %. In 80 % der mit einer Trochleakeilvertiefung versorgten Kniegelenke zeigte die Gleitrinne postoperativ die geforderte Tiefe. In der Mehrzahl der Fälle konnte somit eine ausreichende Tiefe der Trochlea ossis femoris erreicht werden.

5.7. Progression der Arthrose und Einstufung der Hunde

Anhand der prä- und postoperativen Röntgenaufnahmen wurde die Progression der Gonarthrose und Gonotrochlose bestimmt. Die Ergebnisse legen eine geringere Progression der Arthrose bei Anwendung der Transposition der Tuberositas tibiae nahe. Andere Autoren kamen zu dem gleichen Schluss (De Angelis und Hohn, 1970; Endres, 1977; Hutter et al., 1983; Perot, 1984).

Anhand der orthopädischen, radiologischen und ganganalytischen Ergebnisse wurde für jeden Hund bzw. für jedes Kniegelenk ein Gesamturteil gefällt. Es wurden insgesamt 29 Hunde mit „gut“, 12 mit „befriedigend“ und 8 mit „unbefriedigend“ bewertet. Schlüsselte man diese Bewertungen nach den Operationstechniken auf, so ergibt sich die folgende Aufteilung:

Tab. 26: Einstufung der Hunde zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung.

Hunde mit	Bewertung der Kniegelenke		
	gut (%)	befriedigend (%)	unbefriedigend (%)
bilateraler Luxatio patellae und bilateraler Operation	48	32	20
bilateraler Luxatio patellae und unilateraler Operation	75	17	8
unilateraler Luxatio patellae und unilateraler Operation	67	16	17

Die Hunde mit bilateraler Luxatio patellae und bilateraler Operation schienen dabei schlechter abzuschneiden als die anderen beiden Gruppen. Ein Grund hierfür kann der höhere Schweregrad der Erkrankung sein. Ebenso wurden bei diesen Hunden 2 Kniegelenke beurteilt, sodass die Wahrscheinlichkeit einer schlechten Beurteilung doppelt so hoch war wie bei den anderen Hunden.

Im Rahmen dieser Studie ähnelten sich die Ergebnisse der medialen und lateralen Kniescheibenverlagerung. In beiden Fällen wurden etwa 60 % der Kniegelenke mit „gut“ beurteilt. Zu beachten ist dabei die kleinere Anzahl der Kniegelenke mit lateraler Luxation (medial: 28, lateral: 9). Dadurch kann das Ergebnis verfälscht werden. Dies

steht im Widerspruch zu den Ergebnissen von Fritz (1989) und Denny und Minter (1973). Sie fanden schlechtere Ergebnisse für die Therapie der lateralen Kniescheibenverlagerung. In Kombination mit der höheren Komplikationsrate hielt Fritz (1989) die laterale Kniescheibenverlagerung für ungünstiger und die Therapie für komplexer.

Tab. 27: Bewertung der Operationstechnik anhand der Gesamtpopulation.

Angabe in %	gut	befriedigend	unbefriedigend	Anzahl der Kniegelenke
TTT	23,6	6,9	4,2	25,0
TKV	2,8	1,4	1,4	4,0
TTT und TKV	22,2	2,8	2,8	20,0
TTT, TKV und KOT	8,3	0,0	1,4	7,0
TTT und KOT	2,8	0,0	0,0	2,0
TKV und KOT	6,9	2,8	0,0	7,0
TKV und TFK	6,9	0,0	0,0	5,0
TTT, TKV und TFK	1,4	1,4	0,0	2,0

Bei der Behebung der angeborenen Kniescheibenluxation muss von der Tatsache ausgegangen werden, dass die Zugrichtung des M. quadriceps femoris und die Trochlea ossis femoris nicht auf einer Geraden liegen. Dies zu korrigieren, gilt als Voraussetzung für eine erfolgreiche Operation. Die Transposition der Tuberositas tibiae und die dadurch mögliche Korrektur des Verlaufs des M. quadriceps erscheint hierzu am meisten geeignet (Robins, 1990). In der vorliegenden Studie wurde diese Methode am häufigsten angewendet. Eine Bewertung der Operationstechniken anhand der klinischen und radiologischen Ergebnisse ist am sinnvollsten, unterliegt dennoch starken Limitierungen. Für jeden Hund wurde anhand der präoperativ erhobenen Diagnosen und der Schwere der Erkrankung eine individuelle Kombination an Operationstechniken gewählt, sodass die verschiedenen Techniken nicht gleich häufig

angewendet wurden. Je schwerer die Erkrankung, desto mehr Techniken mussten miteinander kombiniert werden. Zudem lagen bei einigen Hunden zusätzliche orthopädische Erkrankungen vor, die Hunde unterschieden sich aufgrund ihres Körperbaus und bei manchen Hunden traten Komplikationen auf. Daher bleibt eine Beurteilung der verschiedenen Verfahren immer unvollständig. Die Ergebnisse legen jedoch nahe, dass die Arthrose der operierten Kniegelenke stärker fortschritt als die der nicht operierten Gelenke. Dies wurde bereits von Fritz (1989) beobachtet. Die Gonarthrose schien bei der Trochleakeilvertiefung und einer Kombination dieser mit einer Transposition der Tuberositas tibiae oder Korrekturosteotomie am geringsten fortzuschreiten. Die Gonotrochlose verschlechterte sich bei Anwendung der Transposition der Tuberositas tibiae und ihrer Kombination mit einer Trochleakeilvertiefung und Korrekturosteotomie am wenigsten. Im Vergleich zu anderen Korrekturmaßnahmen am Skelett hatte die Transposition der Tuberositas tibiae die geringsten arthrotischen Reaktionen zur Folge. Dieses Ergebnis deckt sich mit Angaben anderer Autoren (De Angelis und Hohn, 1970; Endres, 1977; Fritz, 1989; Singleton, 1969).

25 Kniegelenke wurden mittels einer solitären Transposition der Tuberositas tibiae therapiert. 17 dieser Gelenke erhielten eine gute Bewertung. Weitere 31 Kniegelenke erhielten eine Kombination aus einer Transposition der Tuberositas tibiae und einer Trochleakeilvertiefung, Korrekturosteotomie oder Fibulakopftransposition. 25 dieser Gelenke wurden als „gut“ beurteilt, je 3 als „befriedigend“ und „unbefriedigend“. Andere Autoren berichten von schlechteren Ergebnissen in Bezug auf die Transposition der Tuberositas tibiae (Denny und Minter, 1973; Remedios et al., 1992). Roy et al. (1992) untersuchten die Ergebnisse der Behandlung mittels Trochleakeilvertiefung und Transposition der Tuberositas tibiae und beurteilten 8 von 12 Hunde als gut.

Fritz (1989) fand bei den mit Trochleavertiefung mittels Knorpelresektion behandelten Tieren eine meist mittel- bis hochgradige Gonotrochlose, während nach Trochleakeilvertiefung nur in etwa 50 % der Kniegelenke schwerwiegende Veränderungen entstanden waren. Die Trochleavertiefung mit Knorpelresektion wurde in den Jahren 1999–2000 an der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München nicht angewendet, sodass ein Vergleich nicht möglich ist. Eine starke Zunahme der Arthrose im Zusammenhang mit der

Trochleakeilvertiefung konnte nicht gefunden werden, dennoch trat in der Regel infolge einer Trochleakeilvertiefung eine Verschlechterung der Gonotrochlose auf. Über die Ergebnisse der Trochleakeilvertiefung bestehen unterschiedliche Ansichten. Slocum et al. (1982) erzielten gute funktionelle Ergebnisse bei Anwendung dieses Operationsverfahrens. Fritz (1989) dagegen fand unbefriedigende Resultate für die Trochleakeilvertiefung. Nur, bei 19 von 26 Gelenken mit Trochleakeilvertiefung und in 13 von 20 Fällen einer Kombination aus Trochleakeilvertiefung und Transposition der Tuberositas tibiae konnte das funktionelle Behandlungsergebnis als gut bezeichnet werden. In der vorliegenden Studie wurden 4 Kniegelenke allein mittels Trochleakeilvertiefung therapiert, lediglich 2 davon mit gutem Ergebnis. Weitere 41 Gelenke wurden einer Trochleakeilvertiefung in Kombination mit einer Transposition der Tuberositas tibiae, Fibulakopftransposition oder Korrekturosteotomie unterzogen. 33 dieser Gelenke erhielten das Urteil „gut“, weitere 6 Gelenke waren „befriedigend“ und 4 „unbefriedigend“.

Keiner der nachuntersuchten Hunde wurde allein durch die Anwendung einer Operation an den Weichteilen behandelt. Daher kann über ihre Behandlungsergebnisse keine Aussage getroffen werden. Dennoch bleibt zu bedenken, dass eine Veränderung der Weichteile die Zugrichtung des M. quadriceps aufgrund der anatomischen Anomalien nicht zu korrigieren vermag (Endres, 1977). Zwar gelingt es, die Patella zu reponieren, jedoch erfährt die Zugrichtung des M. quadriceps femoris nicht in toto, sondern nur in Höhe der Patella eine Korrektur. Es bildet sich somit zwischen Ursprung und Ansatz des M. quadriceps femoris und der Patella ein stumpfer Winkel. Die so geschaffene Situation ist anatomisch nicht korrekt. Dadurch wird auf die gerafften Gelenkanteile ein permanenter Zug ausgeübt, woraus eine sukzessive Dehnung der betroffenen Weichteile resultiert. Eine erneute Luxation der Patella ist die Folge. Somit wird der Vorteil einer schnellen und schonenden Operation, die nach De Angelis (1971) zum Teil sogar ohne Eröffnung des Gelenks durchgeführt werden kann, aufgehoben. Die alleinige Kapsel- und Faszienraffung sollte auf die Behandlung der Luxatio patellae traumatica beschränkt bleiben (Endres, 1977). Sie wird fast ausschließlich zur Unterstützung der Skelettkorrekturen angewendet.

Komplikationen traten bei 39 von 236 Kniegelenken auf. Das entspricht 16,5 % der Kniegelenke. Am häufigsten waren Rupturen des vorderen Kreuzbandes (41 % aller

Komplikationen) und eine Reluxatio patellae in den ersten 3 Monaten nach der Operation (33,3 % der Komplikationen). 37 von 39 Kniegelenken bedurften einer erneuten Operation (15,7 % aller operierten Kniegelenke). Neben den genannten Komplikationen kamen Reluxationen zu einem späteren Zeitpunkt, Wundheilungsstörungen und Implantatausrisse bzw. Implantatbrüche vor. Arthurs et al. (2006) betrachteten 109 Hunde mit Luxatio patellae und berichteten über eine Komplikationshäufigkeit von 18 % und die Notwendigkeit einer erneuten Operation bei 13 % der Kniegelenke.

Schimke und Paatsama (1986) halten die Kniescheibenverlagerung als prädisponierend für eine sekundäre Ruptur des vorderen Kreuzbandes. Als Ursache für die Ruptur sehen sie die durch die Kniescheibenverlagerung hervorgerufene Instabilität. Folgerichtig sieht Fritz (1989) in der frühzeitigen Therapie der Luxatio patellae eine dem Kreuzbandriss vorbeugende Maßnahme.

6. Zusammenfassung

Die Patellaluxation stellt eine der häufigsten und bedeutendsten Erkrankungen der Kniegelenke des Hundes dar. Aus diesem Grund stand sie schon immer im Mittelpunkt des Interesses, sodass zahlreiche Untersuchungen durchgeführt und verschiedene Berichte über Ätiologie, Pathogenese, Diagnose und Therapie angefertigt wurden.

Ziel dieser Studie war es, die in den Jahren 1999–2008 in der Chirurgischen und Gynäkologischen Kleintierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München mit einer Patellaluxation vorgestellten Hunde zu erfassen und das Behandlungsergebnis anhand klinischer, röntgenologischer und ganganalytischer Nachuntersuchungen zu analysieren. 64,4 % der 166 in den Jahren 1999–2008 an einer Luxatio patellae operierten Hunde gehörten zu den kleinwüchsigen Hunden. Sie wurden überwiegend von Yorkshire Terriern, Pudeln, Chihuahuas, Maltesern, West Highland White Terriern und kleinwüchsigen Mischlingen vertreten. 21,7 % der 166 Hunde waren großwüchsig. Hier stellten Husky, Eurasier, Labrador Retriever, Rottweiler und Mischlinge die meisten Hunderassen dar. Mit 13,9 % stellten die mittelgroßen Hunde die kleinste Gruppe dar. Sie wurde von verschiedenen Rassen vertreten, gehäuft durch Mischlinge und Podencos. Von den 49 kontrollierten Hunden waren 65,3 % kleinwüchsig und 20,4 % mittelgroß. 14,3 % der Hunde gehörten zu den großwüchsigen Rassen.

Von den 166 operierten Hunden litten 124 Hunde an einer Luxatio patellae congenita. Diese lag in 40 Fällen (32,3%) unilateral und bei 84 Tieren (67,7%) bilateral vor. Die unilateralen Luxationen waren in 34 Fällen (85,0 %) medial und in 6 Fällen lateral (15,0 %) lokalisiert. 68 (80,9 %) der bilateralen Kniescheibenverlagerungen erfolgten nach medial und 16 (19,1 %) nach lateral. 42 Hunde erlitten eine traumatische bzw. sekundäre Kniescheibenverlagerung.

Bei allen Patienten wurden Röntgenaufnahmen angefertigt, um die Progression der Arthrosen zu ermitteln. Insgesamt 45 Kniegelenke zeigten präoperativ keine degenerativen Veränderungen. Postoperativ war bei 16 Patienten weder die Gonarthrose noch die Gonotrochlose fortgeschritten, bei den übrigen operierten Kniegelenken konnte ein Fortschreiten der Arthrose, in den meisten Fällen um 1 Grad, festgestellt werden. Die besten Ergebnisse traten in Zusammenhang mit der

Transposition der Tuberositas tibiae auf. Die Arthrose der nicht operierten Kniegelenke schritt deutlich langsamer fort als die der operierten Gelenke (im Durchschnitt 0,5 Arthrosegrade).

30 der Kniegelenke, die eine Trochleakeilvertiefung erhalten hatten, konnten zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung bezüglich ihrer Trochleatiefe beurteilt werden. Bei 6 Kniegelenken betrug die Tiefe der Trochlea ossis femoris lediglich 25–50 % der Patelladicke. In 17 Fällen war die Gleitrinne 50–75 % so tief wie die Patella hoch war und in 7 Fällen lag eine Tiefe von 75–100 % vor.

Da die degenerativen Veränderungen nicht mit der Funktionalität der Gelenke bzw. Gliedmaßen korrelieren müssen, war eine genaue klinische Untersuchung ebenfalls notwendig. Die besten funktionellen Ergebnisse zeigten die Kniegelenke, die mit einer Transposition der Tuberositas tibiae allein oder in Kombination mit einer Trochleakeilvertiefung oder einer Korrekturosteotomie des Femurs operiert wurden. Um die klinische Beurteilung bei der Nachkontrolle zu objektivieren, wurden 15 Patienten ganganalytisch untersucht. Bis auf in einem Fall bestätigten und ergänzten sich die Ergebnisse sinnvoll. Anhand der gewonnenen Daten wurden die Kniegelenke beurteilt. Dabei wurden 48 % der Kniegelenke mit bilateraler Luxatio patellae congenita mit „gut“ bewertet, 32 % mit „befriedigend“ und 20 % mit „unbefriedigend“. Bei den Hunden mit bilateraler Luxatio patellae und unilateraler operativer Versorgung waren 75 % gut, 17 % befriedigend und 8 % unbefriedigend. Die Kniegelenke der Hunde mit unilateraler Luxatio patellae oder traumatischer Kniescheibenverlagerung wurden zu 67 % mit „gut“, zu 16 % mit „befriedigend“ und zu 17 % mit „unbefriedigend“ beurteilt. Unterscheidet man lediglich mediale und laterale Kniescheibenverlagerungen, so waren 57,1 % der medialen Luxatio patellae gut, 28,6 % befriedigend und 14,3 % unbefriedigend. In Bezug auf die laterale Verlagerung fanden sich vergleichbare Werte (gut: 55,6 %, befriedigend: 22,2 %, unbefriedigend: 22,2 %).

Komplikationen traten in 39 von 236 Fällen auf, dies entspricht 16,5 % der Kniegelenke. Am häufigsten waren Rupturen des vorderen Kreuzbandes (41 % aller Komplikationen) und eine Reluxatio patellae in den ersten 3 Monaten nach der Operation (33,3 % der Komplikationen). 37 von 39 Kniegelenken bedurften einer erneuten Operation (15,7 % aller operierten Kniegelenke). Neben den genannten Komplikationen kamen

Relaxationen zu einem späteren Zeitpunkt, Wundheilungsstörungen und Implantatausrisse bzw. Implantatbrüche vor.

Insgesamt lässt sich sagen, dass die chirurgische Versorgung der Luxatio patellae gute Ergebnisse erzielen konnte. Bei 84 % der Patienten zeigte sich zum Zeitpunkt der Nachuntersuchung ein gutes oder befriedigendes Resultat. Lediglich 16 % der Ergebnisse waren nicht zufriedenstellend. Dennoch scheint die Luxatio patellae des Hundes vor allem in Bezug auf die Verschlechterung der arthrotischen Veränderungen Verbesserungsbedarf zu haben.

7. Summary

The luxation of the patella (LP) is one of the most common and most important diseases of the canine stifle. For that reason much research has been performed in the past, seeking information on etiology, pathogenesis, diagnosis, and therapy of the canine "luxatio patellae".

The aim of this study was to document dogs that presented to the surgical department of the small animal clinic at the Ludwig-Maximilians-University in Munich due to a LP between 1999 and 2008 and to investigate the surgical long term outcome by means of clinical and radiological evaluation as well as gait analysis.

Within the studied time frame 166 dogs received surgical intervention due to a LP. 64.4% of these animals were small or toy breed dogs such as Yorkshire Terriers, Poodles, Chihuahuas, Maltese, West Highland White Terriers or small mongrel dogs. 21.7 % were large breeds, mainly Huskies, Eurasians, Labrador Retrievers, Rottweilers, and larger mongrel dogs. Accounting for 13.9% of affected animals, medium-sized dogs constituted the smallest group studied. This group contained mainly mongrel dogs and Podencos but also various other breeds.

Of the 49 dogs that were included in the long term follow-up 65.3% belonged to the group of small breed dogs, 20.4% were of medium size and 14.3% were large breed dogs.

Of the 166 dogs that were operated, 124 received a surgical intervention due to a congenital luxation of the patella. In 40 cases (32.3%) the luxation was diagnosed unilaterally, in 84 animals (67.7%) a bilateral luxation was diagnosed. Unilateral luxation was found to be a medial luxation in 34 cases (85.0%) whereas lateral luxation was present in 6 cases (15.0%). In bilaterally affected animals the patella luxated medially in 68 cases (80.9%) and laterally in 16 cases (19.1%). 42 dogs suffered from a traumatic or secondary LP.

In order to determine the progression of arthrosis in the affected joint, stifles were evaluated radiographically. Preoperatively, no signs of degenerative disease were found in 45 stifles. Postoperatively, 16 patients did not show any progression of gonarthrosis or gonotrochlosis. In the remaining animals a progression of the arthrosis by 1° was

found in the majority of cases. The best results were found in animals, in which a transposition of the tibial tuberosity had been performed. Progression of arthrosis was more pronounced (difference mean: 0.5°) in stifles in which a surgical intervention had been performed.

Out of 45 stifles, in which a trochlea wedge resection had been performed, evaluation of the depth of the trochlea was possible in 30 stifles at time of follow up. In six of those cases the depth of the trochlea ossis femoris measured only 25-50% of the thickness of the patella. In 17 cases the groove measured 50-75% and in the remaining 7 cases the depth was found to be 75-100% of the thickness of the patella.

Due to the fact that degenerative changes may not correlate with the functionality of a joint, a thorough clinical assessment was performed. Upon clinical evaluation, the best functional results were found following surgical transposition of the tibial tuberosity alone or in combination with either a trochlea wedge resection or a corrective femoral osteotomy.

In order to objectively assess the long term clinical outcome, 15 dogs were subjected to a gait analysis on an instrumented treadmill. Except for one case the results of the gait analysis correlated with the findings of the clinical evaluation. The obtained data was used to classify the stifles. In dogs with bilateral congenital LP 48%, 32% and 20% of the stifles were classified as “good”, “satisfactory” and “unsatisfactory”, respectively. Of those dogs with bilateral LP that had undergone unilateral surgical intervention 75%, 17% and 8% of the stifles were classified as “good”, “satisfactory” and “unsatisfactory”, respectively. Stifles of dogs with unilateral LP or traumatic dislocation of the patella were classified “good” in 67%, “satisfactory” in 16% and “unsatisfactory” in 17%. Upon differentiation between medial and lateral LP, medial luxation was classified “good” in 57.1%, “satisfactory” in 28.6% and “unsatisfactory” in 14.3 %. Similar results were found with regard to lateral LP (“good”: 55.6%; “satisfactory”: 22.2%; “unsatisfactory”: 22.2%).

Complications occurred in 39 out of 236 cases, which equals to 16.5% of the stifles. The most common complications were a rupture of the anterior cruciate ligament (41% of all complications) and a relaxation of the patella within the first three months of surgery (33.3% of all complications). 37 of those 39 stifles required another surgical intervention (15.7% of all operated stifles). Other complications included relaxation of the patella

later than 3 months following surgery, delayed wound healing as well as implant loosening and implant fracture.

In conclusion the surgical correction of the canine LP showed good results. 84% of the patients showed either good or satisfactory results. Results were unsatisfactory in only 16% of the cases. However, there seems to be a need for further refinement, especially with regard to the progression of arthritic changes.

8. Quellenverzeichnis

Adrian MJ, Roy WE, Karpovich PV

Normal gait of the dog: An electrogoniometric study.

Am J Vet Res 1966; 27: 90-95

Alam MR, Lee JI, Kang HS, Kim IS

Frequency and distribution of patellar luxation in dogs.

Vet Comp Orthop Traumatol, 2007, 1: 59-64

Arkin MD und Katz JF

The effects of pressure on epiphyseal growth.

J Bone and Joint Surg 1956; 38-A: 1056-1076

Arnoczky SP

Pathomechanics of cruciate and meniscal injuries.

Pathophysiology in small animal surgery, 2nd edition

Philadelphie, Verlag Lea&Febiger, 1993

Arnoczky SP, Marshall JL

The cruciate ligaments of the canine stifle: an anatomical and functional analysis.

Am J Vet Res, 1977, 38: 1807-1814

Arnoczky SP, Tarvin GB

Surgical repair of patellar luxations and fractures.

Current techniques in small animal surgery.

Philadelphia; Lea & Fabiger;1983: 650-655

Arthurs GI, Langley-Hobbs SJ

Patellar luxation as a complication of surgical intervention for the management of cranial cruciate ligament rupture in dogs. A retrospective study of 32 cases.

Vet Comp Orthop Traumatol, 2007, 20(3): 204-210

Badoux, D. M.

General Biostatistics and Biomechanics.

The Anatomy of the Domestic Animals, 1

Philadelphia, London, Toronto, Saunders Company, 1975: 48-83

Björk G

Studies on the draught forces of horses: development of a method using strain gauges for measuring forces between hoof and ground.

Acat Agri Scand Suppl 4 1958; 8: 1-109

Boone EG, Hohn RE, Weisbrode SE

Trochlear wedge recession technique for patellar luxation: an experimental study.

J Am Anim Hosp Assoc, 1982, 19: 735-742

Brahm T
Umstellungsosteotomie des Tibiaplateaus nach B. Slocum zur Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur des Hundes - retrosektive Erhebungen bei 115 Fällen.
Diss Md Vet, München, 2004

Brinker O, Piermattei DL, Flo GL, DeCamp CE
Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair
St. Louis, Elsevier, 2006

Brunnberg, L
Klinische Untersuchungen zur Ätiologie und Pathogenese der Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale beim Hund.
Kleintierpraxis 1989, 34: 111-114

Budras KD, Fricke W, Richter R
Atlas der Anatomie des Hundes.
Hannover, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH, 2004

Budsberg SC, Jevens DJ, Brown J, Foutz TL, DeCamp CE, Lynn R
Evaluation of limb symmetry indices, using ground reaction forces in healthy dogs.
Am J Vet Res 1993; 54: 1969-1974

Budsberg SC, Verstraete MC, Brown J, Reece L
Vertical loading rates in clinically normal dogs at a trot.
Am J Vet Res 1995; 56: 1275-1280

Budsberg SC, Verstraete MC, Soutas-Little RW
Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs.
Am J Vet Res 1987; 48: 915-918

Craver NS
Removal of Patella and its Possibilities.
North Am Vet, 1938, 19: 55

Dalin G, Jeffcot L.
Locomotion and gait analysis
Vet Clinics North Am: Equine Practice 1985; 1: 549-572

Dämmrich K, Brass W, Schebitz
Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studierende.
Berlin, Verlag Parey, 1975: 429-430

De Angelis M
Patellar luxation in dogs.
Vet Clin North Am, 1971, 11: 403-415

De Angelis M, Hohn RB
Evaluation of surgical correction of canine patellar luxation in 142 cases.
J Am Vet Med Assoc, 1970, 156: 587-594

DeCamp CE

Kinetic and kinematic gait analysis and the assessment of lameness in the dog.
Vet Clin North Am Small Anim Pract 1997; 27: 825-840

DeCamp CE

Is kinematic gait analysis necessary?
Proceedings of the 1st World Orthopaedic Veterinary Congress
Munich, Germany, 2002

DeCamp CE, Soutas-Little RW, Hauptman J, Olivier B, Braden T, Walton A

Kinematic gait analysis of the trot in healthy Greyhound dogs.
Am J Vet Res 1993: 627-634

Denny HR

Orthopädische Chirurgie an Hund und Katze, 2.Auflage
Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 1996

Denny HR, Minter HM

The long term results of surgery of canine stifle disorders.
J Small Anim Pract, 1973, 14: 695-713

De Palma AF, Flynn JJ

Joint changes following experimental partial and total patellectomy. Transveres
fractures of the patella.
Clin Orthop, 1981, 158: 180-184

Endres B

Luxatio patellae des Hundes.
Diss Med Vet, München, 1977

Evans, HE, Hermanson JW

The skeleton, arthrology, the muscular system.
Miller's Anatomy of the Dog, 3rd Edition
Philadelphie, Saunders, 1993 a, 122-384

Evans HE, Hermanson JW

Arthrology.
Miller's Anatomy of the Dog, 3rd Edition
Philadelphie, Saunders, 1993 b, 150-304

Frewein J, Vollmerhaus B

Anatomie von Hund und Katze.
Blackwell Berlin, 1994

Fritz RM

Zur Luxatio patellae des Hundes - Klinisches und röntgenologisches Spätergebnis nach
Transposition der Tuberositas tibiae und/oder Vertiefung der Trochlea ossis femoris.
Diss Med Vet, München, 1989

Gillette RL, Zebas CJ

A two-dimensional analysis of limb symmetry in the trot of Labrador retrievers.
J Am Anim Hosp Assoc 1999; 35: 515-520

Gustaffson PO, Kasstrom H, Ljunggrin G

Estradiol induced patellar luxation in the dog: An experimental study.
Am J Vet Res, 1969, 30: 49-54

Harasen G

Patellar luxation: Pathogenesis and surgical correction.
CVJ, 2006, 47: 1037-1039

Harrison JW

Patellar Dislocation.
Current techniques in small animal surgery.
Philadelphia, Lea and Febinger, 1975

Hayes AG, Boudrieau RJ, Hungerford LL

Frequency and distribution of medial and lateral patellar luxation in dogs: 124 cases
(1982-1992).
J Am Vet Med Assoc, 1994, 205: 716-720

Hees H

Binde- und Stützgewebe
Histologie: Kurzlehrbuch der Zytologie und mikroskopischen Anatomie.
Köln, Deutscher Ärzte-Verlag, 2000: 113-150

Henderson RA, Milton JL

The tibial compression mechanism: A diagnostic aid in the stifle injuries.
J Am Anim Hosp Assoc, 1978, 14. 4: 474-479

Henschel E, Teichert G, Wallenburg J

Zur Instabilität des Kniegelenks.
Kleintierpraxis, 1981, 26: 187-190

Hoffmann G

Ergebnisse der chirurgischen Therapie bei der Luxatio patellae des Hundes.
Diss Med Vet, Hannover, 1983

Hohn RB

Luxation of the Patella.
Am Anim Hosp Ass Proc, 36th Annual Meeting, 1969: 371

Horne RD

Canine patellar luxation (a review).
Vet Med Small Anim Clin, 1971, 66(3): 211-218

Horne RD

Transplantation of the cranial head of the sartorius muscle for correction of medial
patellar luxations.
J Am Anim Hosp Assoc, 1979, 15: 85-91

Hottinger HA, DeCamp CE, Olivier NB, Hauptman JG, Soutas-Little RW
Noninvasive kinematic analysis of the walk in healthy large-breed dogs.
Am J Vet Res 1996; 57: 381-388

Hough A, Banfield W, Mottram F, Sokoloff L
The osteochondral junction of mammalian joints. An ultrastructural and microanalytic study.
Invest, 1974, 31: 685-695.

Hulse DA
Pathophysiology and management of medial patellar luxation in the dog.
Vet Med Small Anim Clin, 1981, 76 (1): 43-51

Hulse, DA
The stifle joint.
Small Animal Orthopedics.
Mosby, 1995: 395-416

Hulse DA, Shires PK
The stifle joint.
Textbook of small animal Surgery. 3rd Edition
Philadelphia, W.B. Saunders, 1983: 2220-2228

Hutter H, Punzet G, Kopf N
Patellaluxation nach medial beim Hund - Modifikation der Fixation der versetzten Tuberositas tibiae.
Wien Tierärztl Mschr, 1983, 70: 269-276

Hutton WC, Freeman MAR, Swanson SAV
The forces exerted by the pads of the walking dog.
J Small Anim Pract 1969; 10: 71-77

Johnson AL, Probst CW, DeCamp CE, Rosenstein DS, Hauptmann JG, Weaver BT, Kern TL
Comparison of trochlea block recession and trochlea wedge recession for canine patellar luxation using a cadaver model.
Vet Surg, 2001, 30: 140-150

Koch DA, Grundmann S, Salvodelli S, L`Eplattenier E, Montavon PM
Die Diagnostik der Patellaluxation des Kleintieres.
Schweiz Arch Tierheilkd, 1998, 140: 371-374

Koch DA, Montavon PM
Klinische Erfahrungen bei der Therapie der Patellaluxation des Kleintieres mittels Sulkoplastik und seitlicher und kranialer Verschiebung der Tuberositas tibiae.
Schweiz Arch Tierheilkd, 1997, 139: 259-264

Koch R, Waibl H
Die Kollateralbänder des Kniegelenks beim Hund: Morphometrie und Funktion.
Kleintierpraxis, 1999, 44: 107-110

Kodituwakku GE

Luxation of the patella in the dog.

Vet Rec, 1962, 74: 1499-1506

König HE, Liebich HG

Anatomie der Haussäugetiere, Bewegungsapparat, Band 1

Stuttgart, Schattauer, 2001

Kowaleski MP

Femoral corrective osteotomy for medial patellar luxation.

Proceeding ACVS veterinary symposium, 2006: 473-476

Leach DH

Assessment of Bipedal and Quadrupedal Locomotion; Part I.

Vet. Comp. Orthop. Traumatol, 1989, 1, 11-15.

L'Eplattenier H, Montavon P

Patellar luxation in dogs and cats: pathogenesis and diagnosis.

Compendium, 2002, 24: 234-239

Leonhardt H

Histologie, Zytologie und Mikroanatomie des Menschen.

Stuttgart, Thieme Verlag, 1990

Löer B

Computertomographische Torsionsmessung an Femur und Tibia des Hundes -
Methode und klinische Anwendung bei der Luxatio congenita.

Diss Med Vet, München, 1999

Loeffler K

Gelenkanomalien als Problem in der Hundezucht.

Dtsch Tierärztl Wschr, 1964, 71: 317-321

Loeffler K, Meyer H

Erbliche Patellarluxation bei Toy-Spaniels.

Dtsch Tierärztl Wschr, 1961, 68: 619-622

Mackey HW, McCune RF

Surgical correction of congenital patellar luxation.

Mod Vet Pract, 1967, 48: 52-56

Maquet PG, Van de Berg A, Simonet J

Femoro-tibial weight-bearing areas.

J Bone Jnt Surg, 1975, 57: 766-771

Matis U.

Zur Frage des Kreuzbandersatzes mit lyophilisierter menschlicher Dura beim Hund.
Experimentelle Untersuchungen.

Diss Med Vet, München, 1973

Matis U

Die klinische Untersuchung des Kniegelenks.
Tierärztl Prax, 2005 a, 33(K): 131–137

Matis U

Erkrankungen des Kniegelenks beim Hund
Tierärztl Prax, 2005 b, 33 (K): 227-34

Matis U

Patellar Luxation: What to do when?
Proceeding ESVOT Symposium, Munich, 2007

McLeod WD, Blackburn A

Biomechanics of knee rehabilitation with cycling
Am J Sports Med, 1980, 8: 175-180

Nickel R, Schummer A, Seiferle E

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere: Bewegungsapparat
Berlin, Verlag Parey, 2001: 261-267

Niemand HG, Suter PF

Praktikum der Hundeklinik. 9. Auflage
Parey Buchverlag Berlin, 2001

Nunamaker DM

Patellar luxation.
Textbook of small animal orthopadics.
Philadelphia, J. B. Lippincott, 1985: 941-947

Off W, Matis U

Ganganalyse beim Hund. Teil 1: Dynamometrische und kinemetrische Meßverfahren
und ihre Anwendung beim Tetrapoden.
Tierärztl Praxis, 1997 a, 25: 8–14

Off W, Matis U

Ganganalyse beim Hund. Teil 2: Aufbau eines Ganglabors und
Bewegungsanalytische Untersuchungen.
Tierärztl Praxis, 1997 b, 25: 303–311

Olmstead ML

Lateral Luxation of the patella.
Pathophysiology in small animal surgery.
Philadelphia, Lea & Fabiger, 1981: 638-640

Outerbridge RE, Dunlop JAY

The problem of chondromalacia patellae.
Clin Orthop Rel Res, 1975, 110: 177-196

Paar O

Vertiefung der Trochlea femoris und Osteotomie der Patella als mögliche kausale Therapie der rezidivierenden traumatischen Patellaluxation.

Unfall-Chir, 1987, 90: 435-440

Paatsama S

Klinik des Kniegelenks beim Hund.

26.Jahrestag d. Fachgr.Kleintierkr. dtsh. Veterinärmed.Ges.

Karlsruhe, 1980: 149-164

Paatsama S, Kärkkäinen RM

Genu valgum, ein Beitrag zur Klinik des Kniegelenks des Hundes.

Kleintierpraxis, 1981, 26: 181-186

Pandy MG, Kumar V, Berme N, Waldorn KJ

The dynamics of quadrupedal locomotion.

J Biomech Eng 1988; 110:230-237

Pearson PT, Ramsey FK

Evaluation of polytetrafluoroethylene implants to correct canine medial patellar luxations.

J Am Vet Med Assoc, 1963, 143: 843-85

Perot F

Luxations de la rotule chez le chien.

Point Vet, 1984, 85: 557-573

Price DJ

A Method for Correcting Patellar Luxations.

North Am Vet, 1955, 36: 132-138

Prieur WD

The use of short action muscle relaxants in the dog.

Med Wet Waszawa, 1961, 17: 498-500

Priester WA

Sex, size and breed as risk factors in canine patellar luxation.

J Am Vet Med Assoc, 1972, 160: 740-742

Pschyrembel W

Pschyrembel- Klinisches Wörterbuch, 261. Aufl.

Walter de Gruyter Verlag, 2007

Putnam RW

Patellar luxation in the dog.

Diss Med Vet, Guelph, 1968

Reese S

Untersuchungen am intakten und rupturierten Ligamentum cruciatum craniale

Diss Med Vet, Berlin, 1995

Reilly DT, Martens M

Experimental analysis of the quadriceps muscle force and patellofemoral joint reaction force for various activities.

Acta Orthop Scand 1972, 43: 126-137

Remedios AM, Basher AWP, Runyon CL, Fries CI

Medial patellar luxation in 16 large dogs.

Vet Surg, 1992, 21: 5-9

Riegert S

Anatomische und biomechanische Untersuchungen am Kniegelenk (Articulatio genus) des Hundes (Canis familiaris).

Diss Med Vet, München, 2004

Riser WH, Parkes LJ, Rhodes WH, Shirer JF

Genu valgum: A stifle deformity of giant dogs.

J Am Vet Radiol Soc, 1969, 10: 28-35

Robins GM

Canine Orthopedics: the canine stifle joint.

Philadelphia, London, Lea & Febiger, 1990

Rodenbeck H

Ein Beitrag zur chirurgischen Therapie der Patellaluxation.

Kleintierpraxis, 1971, 16: 119-121

Roush KJ

Canine Patellar Luxation.

Vet Clin North Am Small Anim Pract, 1993. 23: 855-868

Roy WE

Examination of the canine locomotor system.

Vet Clin North Am Small Anim Prac 1971; 1: 53-70

Roy RG

A retrospective evaluation of the stifle osteoarthritis in dogs with bilateral patellar luxation and unilateral surgical repair.

Vet Surg, 1992, 21(6): 475-479

Rudy RL

Stifle joint.

Canine Surgery. 1st Edition

Santa Barbara, Am. Vet. Publications Inc., 1965: 850-890

Rudy RL

Stifle joint.

Canine surgery. 2nd Edition

Santa Barbara, Am. Vet. Publications Inc., 1974

Schäfer G

Die Luxatio patellae congenita des Hundes und ihre Behandlung mit einer neuartigen Operationsmethode.

Diss Med Vet, Gießen, 1981

Schäfer G, Nolte I, Reinhard F, Rudolph R

Die Luxatio patellae congenita des Hundes.

Kleintierpraxis, 1982, 27: 121-129

Schebitz H, Brass W

Operationen an Hund und Katze

Stuttgart, Parey Verlag, 2007

Schebitz H, Wilkens H

Atlas der Röntgenanatomie von Hund und Katze. 5. Aufl.

Berlin, Parey, 1989

Schmidtke HO

Rotationsosteotomie zur Behandlung der habituellen Patellaluxation.

Kleintierpraxis, 1981, 26: 133-138

Schmidtke D, Schmidtke HO

Zur Behandlung der habituellen Patellaluxation bei Hunden.

Kleintierpraxis, 1967, 12: 98-102

Schimke E, Paatsama S

Klinik der Hundekrankheiten: Das Kniegelenk

Stuttgart, Verlag Fischer, 1986: 840-847

Schmökel HG, Montavon PM

Versetzung der Tuberositas tibiae mit einer Kranialisierung bei der Patellaluxation beim Hund.

Kleintierpraxis, 1993, 38: 805-808

Schmoker EA

The removal of the patella in the dog

Mod Vet Pract, 1960, 41: 48-53

Setton L, Zhu W, Mow VC

The biphasic poroviscoelastic behavior of articular cartilage: Role of the surface zone in governing the compressive behavior.

J Biomech, 1992, 26: 581-592.

Shuttleworth AC

Dislocation of the patella in the dog.

Vet Rec, 1935, 15: 765-774

Singleton WB

The surgical correction of stifle deformities in the dog.

J Small Anim Pract, 1969, 10: 59-69

Slocum B

Trochlea resection for patellar stabilization .
Proceeding 15th Annual Meeting ACVS, 1980

Slocum B, Slocum TD

Trochlear wedge recession for medial patellar luxation.
Vet Clin North Am Small Anim Pract, 1993, 23: 869-875

Slocum B, Slocum TD, Devine T

Wedge recession for correction of luxation patella in the dog.
J Am Vet Med Assoc, 1982, 186: 365-369

Smith GK, Torg JS

Fibular head transposition for repair of cruciate-deficient stifle in the dog.
J Am Vet Med Assoc, 1985, 187: 375-383

Stader O

Reinforcement of the lateral patellar ligament for correction of recurrent patellar luxation
in the dog.
North Am Vet, 1944, 25: 737-738

Staszyk C, Gasse H

Zur Innervation der Gelenkkapsel beim Hund. Teil 4: Kniegelenk.
Kleintierpraxis, 2002, 47: 333-339.

Swaim SF, Miller LN

A surgical technic for correction of lateral luxation in the dog.
Vet Med Small Anim Clin, 1969, 64: 512-517

Tomlinson J, Constantinescu GM

Repair of medial patellar luxation.
Vet Med, 1994, 89: 48-56

Überreiter O

Klinische und anatomische Befunde bei der angeborenen Patellaluxation des Hundes.
Kleintierpraxis, 1966, 11: 125-129

Unkel- Mohrmann F

Das ganganalytische Profil des Deutschen Schäferhundes.
Diss Med Vet, München, 1999

Vasseur PH

Patellar luxation.

Textbook of Small Animal Surgery. 2nd Edition
Philadelphia, Verlag W.B. Saunders Company, 1993: 1854-1861

Vierheller RC

Surgical correction of patellar ectopia in the dog.
J Am Vet Med Assoc, 1959, 15: 429-433

Weber U

Morphologische Studie am Becken von Papillon-Hunden unter Berücksichtigung von Faktoren zur Ätiologie der nichttraumatischen Patellaluxation nach medial.

Diss. med. vet., Zürich, 1992

Willauer CC, Vasseur PB

Clinical results of surgical correction of medial luxation of the patella in dogs.

Vet Surg, 1987, 16: 31-36

Whittick WG

Canine Orthopedics.

Philadelphia, Lea&Febiger, 1975

Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Frau Univ.-Prof. Dr. U. Matis für die Überlassung des interessanten Themas, ihre Betreuung und freundliche Unterstützung, die Bereitstellung der organisatorischen Bedingungen, die diese Arbeit ermöglicht haben, die fachlichen Ratschläge und für ihre Geduld.

Mein herzlicher Dank gilt auch Herrn Andreas Raith und Frau Stephanie Steigmeier für die wertvolle Hilfe bei den Laufbanduntersuchungen. Frau Stephanie Steigmeier möchte ich besonders für die große Hilfe bei den Korrekturen meines Manuskripts danken.

Weiterhin danke ich den Mitarbeitern der Chirurgischen Tierklinik für die freundliche Unterstützung, insbesondere der Röntgenabteilung und der Anästhesie.

Ein besonders herzlicher Dank gilt letztlich meinem Ehemann und meiner Mutter, die mich während der gesamten Zeit der Anfertigung der Dissertation unterstützt und an mich geglaubt haben.