

Aus der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere  
des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

**Computertomographische Untersuchungen**  
**zur**  
**Luxatio patellae congenita des Hundes**

Inaugural-Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines  
Doktors der Veterinärmedizin  
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von  
Ulrike Behrendt  
Tierärztin aus Berlin

Berlin 2008  
Journal-Nr. 3229

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. vet. L. Brunnberg  
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. vet. L. Brunnberg  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. med. vet. H. Waibl  
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. M.F.G. Schmidt

*Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):*

computed tomography, congenital abnormalities, dislocations, dog diseases,  
joint diseases, patella

Tag der Promotion: 9.7.2008

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86664-498-4

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2008**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© mensch und buch verlag 2008

Nordendstr. 75 - 13156 Berlin – 030-45494866

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meinen Eltern  
In Liebe und Dankbarkeit



# Inhaltsverzeichnis

<b>EINLEITUNG .....</b>	<b>9</b>
<b>LITERATUR .....</b>	<b>10</b>
ANATOMISCHE GRUNDLAGEN .....	10
BIOMECHANISCHE GRUNDLAGEN .....	11
FORMEN, VORKOMMEN, ÄTIOLOGIE, PATHOGENESE UND KLINISCHE EINTEILUNG DER PATELLALUXATION .....	13
Luxatio patellae traumatica .....	13
Luxatio patellae congenita .....	14
Pathophysiologie .....	15
Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris .....	17
Hypoplasie der Trochlea ossis femoris .....	19
DIAGNOSTIK .....	21
Klinik .....	21
Bildgebende Diagnostik .....	26
Röntgen .....	26
Magnetresonanztomographie .....	28
Computertomographie .....	29
THERAPIE .....	30
Allgemeines .....	30
Korrekturmaßnahmen an den Weichteilen .....	30
Desmotomie des Retinaculum patellae .....	30
Faszien- und Gelenkkapselraffung .....	31
Faden- und Faszienzügel .....	32
Muskelpplastiken .....	32
Korrekturmaßnahmen am Skelett .....	32
Trochleoplastik .....	32
Transposition der Tuberositas tibiae .....	34
Transposition des Fibulakopfes .....	35
Korrekturosteotomie .....	35
Patellaektomie .....	35
Nachbehandlung .....	35
Prognose .....	36
<b>MATERIAL UND METHODE .....</b>	<b>37</b>
PACIENTEN .....	37

KLINISCHE UNTERSUCHUNG .....	37
COMPUTERTOMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG (CT) .....	39
Vorbereitung des Patienten.....	39
Der Computertomograph.....	40
Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris (Q-Winkel).....	40
Trochleatiefe.....	41
Patelladicke.....	43
Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke .....	43
Zusammenhang zwischen Q-Winkel und Trochleatiefe (Produkt (P)).....	44
STATISTISCHE METHODEN .....	45
<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>46</b>
STUDIENKLIENTEL.....	46
Rasse.....	47
Geschlecht .....	48
Gewicht.....	48
Alter .....	49
KLINISCHE UNTERSUCHUNG .....	50
Luxationsgrade .....	50
Luxationsgrad im Seitenvergleich (links/rechts).....	51
Luxationsrichtung.....	51
COMPUTERTOMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG.....	51
Q-Winkel .....	52
Q-Winkel bei unilateraler Patellaluxation.....	52
Q-Winkel bei bilateraler Patellaluxation.....	53
Q-Winkel bei verschiedenen Luxationsgraden .....	53
Trochleatiefe.....	57
Trochleatiefe bei unterschiedlichen Gewichtsklassen.....	57
Trochleatiefe bei unilateraler Patellaluxation.....	58
Trochleatiefe bei bilateraler Patellaluxation.....	59
Trochleatiefe bei verschiedenen Luxationsgraden .....	60
Patelladicke .....	62
Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke .....	63
Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke bei verschiedenen Luxationsgraden .....	63
Zusammenhang zwischen Q-Winkel und relativer Trochleatiefe (Produkt P).....	65
Produkt (P) und Kontrollgruppe.....	65
Produkt (P) und Luxationsgrad 0 .....	65

Produkt (P) und Luxationsgrad 1 .....	65
Produkt (P) und Luxationsgrad 2 .....	65
Produkt (P) und Luxationsgrad 1+2 .....	65
Produkt (P) und Luxationsgrad 3 .....	65
Produkt (P) und Luxationsgrad 4 .....	66
Abhängigkeit zur Operationsmethode .....	67
Trochleakeilvertiefung: Q-Winkel, Trochleatiefe, Quotient .....	68
Transposition der Tuberositas tibiae: Q-Winkel, Trochleatiefe, Quotient .....	68
Trochleakeilvertiefung mit Transposition der Tuberositas tibiae: Q-Winkel, Trochleatiefe, Quotient.....	69
Messungengenauigkeit .....	73
Q-Winkel.....	73
Trochleatiefe.....	73
Patelladicke .....	73
<b>DISKUSSION .....</b>	<b>74</b>
STUDIENKLIENDEL.....	75
Rasse.....	75
Geschlecht .....	75
Gewicht.....	75
Alter .....	76
KLINISCHE UNTERSUCHUNG .....	76
Luxationsgrad.....	76
Luxationsrichtung.....	77
COMPUTERTOMOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNG.....	77
Q-Winkel .....	77
Trochleatiefe.....	78
Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke .....	79
Zusammenhang zwischen Q-Winkel und Trochleatiefe (Produkt (P)).....	79
Parameter post operationem .....	80
ARTEFAKTE.....	81
SCHLUSSFOLGERUNG .....	81
<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>82</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>83</b>
<b>LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>84</b>
<b>ANHANG .....</b>	<b>101</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luxatio patellae congenita lateralis (links) und medialis (rechts) assoziierte Weichteil- und Knochendeformitäten (KAISER, 1999).....	16
Abbildung 2: Darstellung der Messanordnung für den Q-Winkel beispielhaft an einem physiologischen medialen Q-Winkel von $10^\circ$ - der neutrale Q-Winkel (KAISER, 1999).....	18
Abbildung 3: Palpation der Patellae beim stehenden Tier. Dabei werden die mediale und laterale Patellaluxation sowie die verschiedenen Grade diagnostiziert (KOCH, GRUNDMANN, 1998).....	21
Abbildung 4: Zur Untersuchung am liegenden Tier werden bei einer medialen Patellaluxation Hüft- und Kniegelenk gestreckt und die Tibia einwärts rotiert (links). Bei einer lateralen Patellaluxation Hüft- und Kniegelenk gebeugt und die Tibia auswärts rotiert (rechts) (KOCH und GRUNDMANN, 1998). ....	22
Abbildung 5: Untersuchung am liegenden Tier (aus: Lahmheitsdiagnostik beim Hund, BRUNNBERG, 1998).....	22
Abbildung 6: Lagerung bei Röntgenaufnahmen im ventro-dorsalen, im medio-lateralen und im tangentialen Strahlengang (SCHEBITZ und WILKENS, 1989) .....	27
Abbildung 7: Untersuchungsbogen in Anlehnung an den VDH-Untersuchungsbogen.....	38
Abbildung 8: Lagerung eines Patienten im Computertomographen .....	39
Abbildung 9: Messung des Q-Winkels .....	41
Abbildung 10: Rotationsstapelfilm .....	41
Abbildung 11: Messung der Tiefe der Trochlea ossis femoris .....	42
Abbildung 12: Hypoplastische Trochlea ossis femoris.....	43
Abbildung 13: Messung der Patelladicke.....	43
Abbildung 14: Gruppeneinteilung.....	46
Abbildung 15: Das Körpergewicht der Hunde dieser Studie .....	49
Abbildung 16: Die Luxationsgrade der Patella an 114 Extremitäten bei 65 Hunden .....	50
Abbildung 17: Die Luxationsrichtung von 114 Extremitäten bei 65 Hunden .....	51
Abbildung 18: Vergleich des Q-Winkels bei Hunden mit Grad 0 und der Kontrollgruppe ....	54
Abbildung 19: Mittlerer Q-Winkel in Bezug zum Luxationsgrad .....	56
Abbildung 20: Mittlerer medialer Q-Winkel in Bezug zum Luxationsgrad .....	56
Abbildung 21: Mittlerer lateraler Q-Winkel in Bezug zum Luxationsgrad .....	57
Abbildung 22: Mittlere Trochleatiefe bei Hunden mit Grad 0 und der Kontrollgruppe.....	60
Abbildung 23: Mittlere Trochleatiefe in Bezug zum Luxationsgrad .....	62

Abbildung 24: Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke in Bezug zum Luxationsgrad bei den Tieren dieser Studie .....	64
Abbildung 25: Produkt (P) in Bezug zum Luxationsgrad.....	66
Abbildung 26: Q-Winkel und Trochleatiefe post operationem (unabhängig von der Operationsmethode) in der Patientengruppe und im Vergleich zur Kontrollgruppe .....	67
Abbildung 27: Quotient post operationem in der Patientengruppe (unabhängig von der Operationsmethode) und im Vergleich zur Kontrollgruppe.....	68
Abbildung 28: Q-Winkel nach Transposition der Tuberositas tibiae mit und ohne Trochleakeilvertiefung und im Vergleich zur Kontrollgruppe.....	69
Abbildung 29: Q-Winkel nach Trochleakeilvertiefung in der Patientengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe .....	70
Abbildung 30: Trochleatiefe post operationem im Vergleich zur Kontrollgruppe .....	71
Abbildung 31: Der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke nach Vertiefung ohne und mit Transposition der Tuberositas tibiae im Vergleich zur Kontrollgruppe .....	72

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Die Hypoplasie der Trochlea ossis femoris als Ursache oder Folge der kongenitalen Patellaluxation (modifiziert nach MEYER, 2001).....	16
Tabelle 2: Rassenverteilung der Hunde mit Patellaluxation (Patientengruppe).....	47
Tabelle 3: Rassenverteilung der Hunde ohne Patellaluxation (Kontrollgruppe).....	48
Tabelle 4: Altersverteilung bei luxationsfreien Hunden in den verschiedenen Gewichtsklassen .....	49
Tabelle 5: Altersverteilung bei Hunden mit Patellaluxation in den verschiedenen Gewichtsklassen.....	50
Tabelle 6: Q-Winkel bei unilateraler Patellaluxation.....	52
Tabelle 7: Trochleatiefe bei unterschiedlichen Gewichtsklassen im Vergleich von Patienten- und Kontrollgruppe.....	58
Tabelle 8: Trochleatiefe bei unilateraler Patellaluxation.....	59
Tabelle 9: Patelladicke in den verschiedenen Gewichtsklassen.....	63
Tabelle 10: Quotient in den verschiedenen Gewichtsklassen.....	63
Tabelle 11. Minimum, Maximum, Median und Mittelwert des Quotienten aus Trochleatiefe und Patelladicke im Bezug zum Luxationsgrad.....	64
Tabelle 12: Minimum, Maximum, Median und Mittelwert des Produktes (P) in Abhängigkeit vom Luxationsgrad.....	66
Tabelle 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe.....	101-108
Tabelle 14: Übersicht der Daten der Kontrollgruppe.....	109-114
Tabelle 15: Übersicht der Daten der Zusatzgruppe.....	115-116

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
BPT	Bundesverband praktizierender Tierärzte e.V.
ca.	circa
CKCS	Cavalier King Charles Spaniel
CT	Computertomographie, Computertomograph
d.h.	das heißt
DIMA	direct magnification
Franz. Bulldogge	Französische Bulldogge
FU Berlin	Freie Universität Berlin
ggf.	gegebenenfalls
Geschl.	Geschlecht
HU	Hounsfield units
Inc.	incorporated
JRT	Jack Russel Terrier
KGW	Körpergewicht
kk	keine Kontrolle
Kontr.	Kontrolle/Kontrollgruppe
K. Owtscharka	Kaukasischer Owtscharka
lat.	lateral
li	links
Lig.	Ligamentum
Ligg.	Ligamenta
LPC	Luxatio patellae congenita
m	männlich
M.	Musculus
Mon.	Monate
Mm.	Musculi
med.	medial
med/lat	medial und lateral
mk	männlich kastriert

OP	Operation
OP-Meth.	Operationsmethode
P	Produkt
Pat.	Patient/Patientengruppe
PD	Patelladicke
PL	Patellaluxation
Q	Quotient
Q-Winkel	Quadriceps-Winkel
re	rechts
sog.	so genannte
Tab.	Tabelle
TKV	Trochleakeilvertiefung
TT	Trochleatiefe
TTT	Transposition der Tuberositas tibiae
VDH	Verband deutsches Hundewesen e.V.
w	weiblich
WHWT	West Highland White Terrier
wk	weiblich kastriert

## **Einleitung**

Die Luxatio patellae congenita ist eine der häufigsten erblichen Skeletterkrankungen des Hundes, die insbesondere bei kleinwüchsigen Rassen ein großes züchterisches Problem ist. Die Erkrankung ist charakterisiert durch eine Verlagerung der Kniescheibe über den medialen oder lateralen Rollkamm - selten auch über beide Rollkämme- der Trochlea ossis femoris. Die primäre Ursache einer kongenitalen Patellaluxation ist nicht geklärt und wird in der Literatur kontrovers diskutiert. Bewiesen ist, dass bestimmte Weichteil- und Knochendeformitäten mit einer kongenitalen Patellaluxation assoziiert sind. Die anatomischen Veränderungen kommen je nach Schweregrad der Luxation, dem Alter des Tieres zum Zeitpunkt der Luxation in unterschiedlicher Form und Ausprägung vor. Die Deformitäten an der Hinterextremität weisen, obwohl sie in der Art, Lokalisation und Ausprägung sehr unterschiedlich sind - mit Ausnahme der Trochleahypoplasie - alle eine seitliche Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris auf. Somit sind mit der Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris und der Trochleahypoplasie zwei Hauptmechanismen für die Luxation der Patella verantwortlich. Die Beurteilung der Form und des Grades der Patellaluxation ist häufig subjektiv vom Tierarzt bestimmt, da die Diagnose aufgrund klinisch palpatorischer Untersuchung erfolgt und bisher keine objektiven bildgebenden Parameter zur Diagnose erarbeitet wurden. Erschwerend ist zudem, dass es sich bei der Gradeinteilung um einen dynamischen Prozess handelt. Entsprechend weist ein Tier nicht zeitlebens den selben Grad auf. Zudem gibt es Faktoren, die die Gradeinteilung mitbeeinflussen. So ist die Luxationstendenz unter Sedation, während der Läufigkeit sowie mit zunehmender Anzahl von Würfen erhöht. Die verminderte Luxationsneigung lässt sich in manchen Fällen auch durch Physiotherapie und/oder durch die Gaben von Anabolika erreichen, so dass die Luxation ggf. unentdeckt bleibt.

Ziel dieser Arbeit ist es, mit der Computertomographie aussagekräftige, jederzeit wiederholbare Befunde über die Knochen- und Weichteildeformitäten und der Ausbildung der Trochlea ossis femoris bei der kongenitalen Patellaluxation zu finden. Gemessen werden Trochleatiefe und Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris und in Relation zum zuvor von erfahrenen Orthopäden (Diplomate, Supervisor, Resident) klinisch diagnostizierten Luxationsgrad gesetzt.

In der Studie werden nur Hunde der Rassen berücksichtigt, die bekannt gehäuft an einer Luxatio patellae congenita erkranken oder aber deswegen in der Klinik zur Diagnose und/oder Therapie vorgestellt wurden.

# Literatur

## Anatomische Grundlagen

Das Kniegelenk, *Articulatio genus*, ist funktionell ein einheitliches, anatomisch aber ein zusammengesetztes Gelenk. Es besteht aus dem Kniescheibengelenk (*Articulatio femoropatellaris*) und dem Kniekehlgelenk (*Articulatio femorotibialis*).

Das Kniescheibengelenk ist ein Schlittengelenk, bei dem die Kniescheibe mit der Kniescheibenrolle des *Os femoris* artikuliert. Synchron zum Bewegungsablauf des Kniekehlgelenkes gleitet die Patella in der *Trochlea ossis femoris*. Sie besteht aus einem lateralen und einem kräftigeren medialen Rollkamm zwischen denen der *Sulcus patellaris* ausgebildet ist. Die Tiefe der *Trochlea ossis femoris* sollte nach ROUSH (1993) sowie SLOCUM und SLOCUM (1993) annähernd die Hälfte der Patelladicke betragen. COSTANTINESCU und TOMLINSON (1994) fordern mindestens die Hälfte der Patelladicke für eine ausreichende Tiefe der *Trochlea ossis femoris*. Aufgrund der geringen Elastizität des *Lig. patellae* gleitet die Patella bei Flexion des Knies nach unten. Die Patella ist das größte Sesambein des Körpers. Sie ist tropfenförmig, wobei ihr Längsdurchmesser knapp doppelt so groß ist wie der Querdurchmesser. Die Oberfläche der Patella wird durch die *Fibrocartilagine suprapatellaris*, *parapatellaris medialis* und *lateralis* vergrößert. Sie bestehen aus Sehngewebe, das sich dem formativen Reiz von Druck und Reibung folgend in Knorpelgewebe umwandelt. Beim jungen Hund von ca. sechs Monaten bestehen die *Fibrocartilagine* noch vollständig aus Sehngewebe und werden mit zunehmendem Alter in Faserknorpel umgebaut. Die *Fibrocartilagine* sind Steuerungshilfen der Patella. Die Seitlichen verhindern eine Luxation der Kniescheibe. Der proximale Hilfskörper sichert, dass die Patella nach maximaler Flexion des Kniegelenkes wieder in die *Trochlea* gleitet (DRAHN, 1925). Nach MORITZ (1960) ist beim Hund der *Fibrocartilago parapatellaris medialis* stets gut ausgebildet, während der *Fibrocartilago parapatellaris lateralis* schwach ist oder auch fehlen kann, so dass dies die häufigere Inzidenz der *Luxatio patellae congenita medialis* erklärt. Die Patella ist in die Endsehne des *M. quadriceps femoris* eingelagert. Der Muskel entspringt mit drei seiner vier Anteile (*Vastus lateralis*, *Vastus intermedius*, *Vastus medialis*) im proximalen Bereich des *Os femoris* und mit dem vierten (*M. rectus femoris*) an der Darmbeinsäule. Mit seiner Endsehne, dem *Ligamentum patellae*, inseriert er an der *Tuberositas tibiae*. Als Bänder des Kniescheibengelenkes fungieren das *Lig. patellae* und die *Retinacula patellae*. Das *Lig. patellae* zieht von der Apex der Patella zur *Tuberositas tibiae* und ist die Endsehne des *M. quadriceps femoris*. Als *Retinacula patellae* werden Faszienv Verstärkungen bezeichnet, die beidseits am entsprechenden *Os sesamoideum musculi gastrocnemici* entspringen und seitlich

an der Patella inserieren (Ligg. femoropatellare laterale und mediale). Die Retinacula verhindern, dass die Patella seitlich abgleitet.

Das Kniekehlgelenk ist vor allem ein einachsiges Wechselgelenk mit Bremswirkung. In geringem Maße sind Ab- und Adduktion, sowie Rotation möglich (BUDRAS, 1996). Im Kniekehlgelenk artikulieren die stark gekrümmten Kondylen des Os femoris mit der nahezu ebenen proximalen Gelenkfläche der Tibia. Die Inkongruenz der Gelenkflächen wird durch je einen Meniskus (Meniscus articularis) ausgeglichen. Die apfelsinenscheibenförmigen Menisken bestehen aus Faserknorpel und sind in ihrer Artikulationsfläche mit den Kondylen des Os femoris ausgehöhlt und tibiaseitig plan (KÖNIG, LIEBICH, 2001). Neben der vorherrschenden Beuge- und Streckbewegung sind auch Drehbewegungen durch die artikulierenden Knochenenden und der Verschiebbarkeit der Menisken möglich (NICKEL, 1992). Das Kniegelenk ist beim stehenden Tier gebeugt. Obgleich das Gelenk in manchen Phasen der Bewegung etwas mehr gestreckt ist, sind Os femoris und Tibia niemals auf eine gerade Linie zu bringen. Der Größenunterschied des Gelenkwinkels, der während der Bewegung im Kniegelenk auftreten kann, nimmt vom Schritt über Trab bis hin zum Galopp zu (RIEGERT, 2004). Bei Hunden ist kaudal der Winkel des Kniegelenkes nie größer als 150° (DYCE, 1991). Der Bewegungsumfang der Beuge- und Streckbewegung beträgt zwischen 90° und 130°. Die Ab- und Adduktions- sowie Rotationsbewegung ist auf maximal 20° eingeschränkt (VOLLMERHAUS, 1994).

## **Biomechanische Grundlagen**

Der Körperschwerpunkt beim Hund ist rasseabhängig. Boxer, Whippets, Greyhounds und Barsois tragen 70-80% des Körpergewichts mit den Schultergliedmaßen, andere Rassen wie der Deutsche Schäferhund, Dobermann, Rottweiler oder Airedale Terrier nur 58-69% (OFF und MATIS, 1997).

Für einen stabilen und reibungsarmen Bewegungsablauf des Kniegelenks ist, abgesehen vom Bandapparat, ein Kräftegleichgewicht zwischen M. quadriceps femoris und der dazu antagonistisch wirkenden Ischiokruralmuskulatur verantwortlich. Diese Muskelgruppe übt bei Kontraktion einen Zug auf die Tibia nach kaudal aus. Ein Fehlen dieses Kräftegleichgewichts führt zu einer gestörten Gelenkbewegung. Die Artikulationsflächen weichen auseinander und werden nur punktuell belastet (BARRATTA et al., 1988). Das Hüftgelenk hat an der Gesamtbewegung der Hintergliedmaße den größten Anteil. Nur wenig Bewegung kommt bis zum Ende der Stützbeinphase aus dem Kniegelenk (VASSEUR, 1993).

Im Verlauf eines Schrittes, kurz vor dem Aufsetzen der Pfote auf dem Boden, beginnt die Gliedmaße sich zu strecken und verbleibt in diesem Zustand bis zum Ende der Stützphase. Hierbei kontrahieren sich die Streckmuskeln und die Patella gleitet entlang der Trochlea ossis femoris proximal. Im Zustand der äußersten Streckung befindet sich die Patella ungestützt am proximalen Ende der Trochlea ossis femoris. Am Streckmechanismus sind die Extensorenmuskeln, die Femurkondylen, die Patella, das Ligamentum patellae und die Tuberositas tibiae beteiligt. Für die Funktion des Streckmechanismus ist eine korrekte Anatomie Voraussetzung. Die Zugrichtung während der Kontraktion der Streckmuskeln korrespondiert mit einer vertikalen Achse, die in ihrer Längsrichtung durch die Mitte des Os femoris und der Tibia verläuft. Das bedeutet, dass die Kniescheibe bei ihrer gleitenden Bewegung dieser gedachten Achse folgt. Durch Beugung des Hüftgelenkes wird die Gliedmaße nach vorn geführt und die Patella gleitet nunmehr distal (SCHÄFER, 1981). Die Längsachse von M. quadriceps femoris, Patella, Patellarsehne, Trochlea und Tuberositas tibiae sollte in einer geraden Linie sein. Ein Zug mittels M. quadriceps femoris über die Patellarsehne stellt eine proximale Kraft dar, die die Tibiarotation einschränkt. Eine Stabilität zwischen Patella und Trochlea ossis femoris ist Voraussetzung für die Effizienz des M. quadriceps femoris und der Patellarsehne. Die Stabilität der Patella wird durch eine Kombination verschiedener wirksamer Kräfte gesichert, die die femorotibiale Rotation in axialer Richtung kontrollieren. Dazu zählen die Achse des M. quadriceps femoris und der Patellarsehne, die Muskelkraft, die auf die Faszie wirkt, die Gestalt der Trochlea ossis femoris und die Integrität des Retinaculum (KRAUS, 2006).

Die Störung der Biomechanik durch eine Patellaluxation und die damit einhergehende Lahmheit ist abhängig vom Luxationsgrad. Beim Schweregrad 1 und 2 ist die Lahmheit nur erkennbar, wenn sich die Patella in luxierter Stellung befindet. Die Gliedmaße wird mit gebeugtem Kniegelenk getragen, kann aber in schnellerer Gangart bei jedem dritten bis vierten Schritt häufiger den Boden berühren. Tiere mit einer medialen Luxation Grad 3 und 4 zeigen eine geduckte O-beinige Stellung (Genu varum) mit einwärtsgedrehtem Fuß und Überbelastung der Schultergliedmaßen. Infolge der stationären Luxation ist der M. quadriceps femoris nicht mehr in der Lage, das Kniegelenk zu strecken (BRINKER; FLO; PIERMATTEI, 2006).

## **Formen, Vorkommen, Ätiologie, Pathogenese und klinische Einteilung der Patellaluxation**

Bei der Patellaluxation werden im Hinblick auf die Ätiologie die traumatische und die kongenitale Luxatio patellae unterschieden. Die traumatische Luxatio patellae kann Folge einer Gelenkkapselruptur, Apophysenfraktur der Crista tibiae, Patellafraktur, Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale oder des Ligamentum patellae sein (BRUNNBERG et al., 1992). Die Luxatio patellae congenita ist Folge komplexer Knochen- und/oder Weichteildeformitäten der gesamten Hintergliedmaße, so dass die Patella keinen oder keinen sicheren Führungshalt in der Trochlea ossis femoris finden kann. Sie ist beim Hund eine der häufigsten erblich bedingten Erkrankungen (PRIESTER, 1972; HULSE, 1981). HODGMAN (1963) hat eine Zusammenstellung erblicher Erkrankungen erarbeitet, bei der er die Patellaluxation nach der Hüftgelenksdysplasie an zweiter Stelle einordnet.

### **Luxatio patellae traumatica**

Die traumatische Patellaluxation ist selten und kann Hunde aller Rassen und jeden Alters betreffen. Eine plötzliche akute gering- bis mittelgradige Lahmheit ist typisch. Das Kniegelenk ist schmerzhaft und die Patella luxiert meist nach medial. Palpatorisch ist das Gelenk vermehrt gefüllt und die Weichteile sind geschwollen. Die Trochlea ossis femoris ist korrekt ausgebildet (KASA, et al., 2001). Therapeutisch werden die verletzten Strukturen anatomisch wieder hergestellt. Je weniger Strukturen verletzt sind, umso günstiger ist die Prognose (LOEFFLER, 1964).

### **Luxatio patellae congenita**

Betroffen sind vor allem Hunde kleinwüchsiger Rassen (KODITUWAKKU, 1962; LOEFFLER, 1964; ÜBERREITER, 1966; SINGLETON, 1969; RODENBECK, 1971; DÄMRICH et al, 1975; SCHÄFER, 1981; HOFFMANN, 1983; NUNAMAKER, 1985; MÜLLER und REINHARD, 1986; SCHIMKE und PAATSAMA, 1986; FRITZ, 1989; HULSE, 1993; ANDERSON, 1994; MEYER, 2001). Selten sind auch Hunde der mittelgroßen und großen Rassen, wie Chow Chow, Labrador Retriever, Collie, Deutsche Dogge, Boxer, Bobtail und Irischer Wolfshund befallen (HOGDMAN, 1963; RUDY, 1965; SCHMIDTKE und SCHMIDTKE, 1967; DE ANGELIS und HOHN, 1970; DENNY und MINTER, 1973; LONAAS, 1980; SCHRÖDER und SCHIRRMACHER, 1980; SCHÄFER, 1981). In gut 90% der Fälle luxiert die Patella nach medial (KODITUWAKKU, 1962; DE ANGELIS und HOHN, 1970; FRITZ, 1989; KAISER, 1999; MEYER, 2001). Häufig sind beide Kniegelenke betroffen (ÜBERREITER, 1966; FRITZ, 1989; KAISER, 1999; KASA et al., 2001; MEYER, 2001). Entsprechend selten ist die laterale Form. Hunde klein- und großwüchsiger Rassen sind gleich häufig betroffen (ROUSH, 1993; BRUNNBERG, 1998). Die laterale Form macht 5% bis 25% der kongenitalen Patellaluxationen aus (KODITUWAKKU, 1962; ENDRES, 1977; HULSE, 1981; HOFFMANN, 1983). Nach OLMSTEAD (1981) und BRINKER et al. (2006) sind von der lateralen Patellaluxation vor allem Hunde großer Rassen befallen. Eine Kombination der lateralen und medialen Luxation ipsilateral ist gelegentlich zu diagnostizieren (OLMSTEAD, 1981; BRINKER et al., 2006). Meist sind sie nicht von skelettalen Veränderungen begleitet. Nach BRINKER et al. (2006) ist in diesen Fällen der Bandapparat gelockert (Laxität). Auch wenn bei der Geburt die Luxation noch nicht manifestiert sein muss (PUTNAM, 1968), so sind die ursächlichen Deformitäten aber schon angelegt und für die weitere Entwicklung richtungsweisend (MATIS et al., 1993). Je eher postnatal die Luxation auffällig wird, umso markanter sind die anatomischen Veränderungen (NUNAMAKER, 1985). Funktionell kann die Patella habituell (intermittierend) oder stationär (permanent) luxieren oder luxiert sein. Bei der stationären Form bildet sich nicht selten zur Seite der Luxation eine Pseudotrochlea aus (GUENGO und BARDET, 1996). Unbestritten ist, dass die Patellaluxation erblich bedingt ist und ein großes zuchthygienisches Problem darstellt (LOEFFLER und MEYER, 1961; KODITUWAKKU, 1962; PRIESTER, 1972; WEBER, 1992). Der Erbgang ist bisher nicht sicher geklärt. Angenommen wird ein multifaktorielles Geschehen (LOEFFLER und MEYER, 1961) mit einem rezessiv genetischen Faktor (KODITUWAKKU, 1962). Sieht man einmal von individuell indizierten chirurgischen Maßnahmen ab, das Einzeltier zu behandeln, wird unter

zuchthygienischer Sicht empfohlen, betroffene Tiere von der Zucht auszuschließen (KODITUWAKKU, 1962; PRIESTER, 1972; BRINKER et al., 2006). Dabei muss bedacht werden, dass die Inzidenz bei Hunden kleinwüchsiger Rassen so hoch ist, dass ein Zuchtausschluss zur Ausrottung mancher Rassen führen könnte (TOMLINSON und CONSTANTINESCU, 1994). TOMLINSON und CONSTANTINESCU (1994) empfehlen deswegen, nur Hunde mit einer Patellaluxation dritten und vierten Grades auszuschließen, um das Problem zumindest zu minimieren. LOEFFLER und MEYER (1961) fordern, dass zumindest Tiere mit einer flachen Trochlea ossis femoris und manuell verschiebbarer Patella möglichst nur mit Tieren zu paaren, die keine Hinweise einer Patellaluxation haben. So könnte nach und nach wieder ein patellagesunder Genpool aufgebaut werden. Nach PRIESTER (1972) sind Hündinnen 1,5-mal häufiger als Rüden betroffen. SINGLETON (1969); DE ANGELIS (1971); SCHÄFER (1983); HUTTER et al. (1983); KAISER (1999) sowie KINSCHER (2007) fanden keine Geschlechtsprädisposition.

### **Pathophysiologie**

Die Pathogenese der Luxatio patellae congenita des Hundes ist nach wie vor nicht definitiv geklärt. Gesichert ist, dass bestimmte Weichteil- und Knochendeformitäten mit einer kongenitalen Patellaluxation assoziiert sind. Kontrovers diskutiert wurden die primäre Ursache der Luxatio patellae congenita und, ob ein oder mehrere mit der kongenitalen Patellaluxation assoziierte Deformitäten am Os femoris und der Tibia Ursache oder Folge der kongenitalen Patellaluxation sind. Nach CAZIEUX (1964) können Ursache und Folge der Luxatio patellae congenita kaum differenziert werden. Die Skelettdeformitäten der Hinterextremität sind nach ORMROD (1966) "Basis der Ätiologie". Nach ÜBERREITER (1966) ist die Ursache der kongenitalen Patellaluxation eine komplexe Hemmungsmisbildung mit hypoplastischer Entwicklung verschiedener Anteile des Skeletts, der Patella und der Muskulatur. Die Skelett- und Weichteildeformitäten bei der kongenitalen medialen und lateralen Patellaluxation sind in der Abb. 1 zusammengefasst.

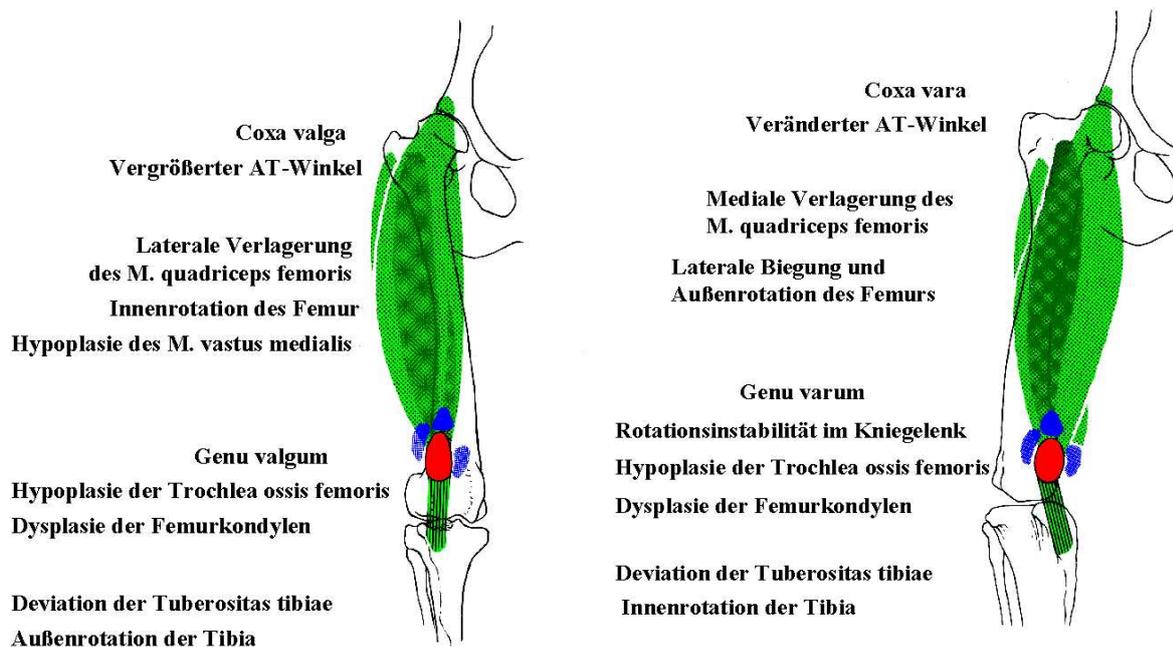


Abbildung 1: Luxatio patellae congenita lateralis (links) und medialis (rechts) assoziierte Weichteil- und Knochen deformitäten (KAISER, 1999)

Die Deformitäten können einzeln oder auch zusammen sehr individuell beim Einzeltier nachweisbar sein oder sehr selten auch völlig fehlen (HORNE, 1979). Das Ausmaß und die Zahl der anatomischen Veränderungen sind vom Schweregrad der Luxation und dem Alter des Tieres bei der Luxation unterschiedlich ausgeprägt. Sieht man einmal von der Trochleahypoplasie ab, bedingen die Deformitäten an der Hinterextremität ausnahmslos eine seitliche Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris (SHUTTLEWORTH, 1935; KODITUWAKKU, 1962; KNIGHT, 1963; HULSE, 1993; KAISER, 1999). Um die ätiologische Vielfalt von Weichteil- und Knochen deformitäten besser verstehen zu können, werden den zwei Hauptmechanismen der Patellaluxation der Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris (Q-Winkel) und der Hypoplasie der Trochlea ossis femoris besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

### **Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris**

Der M. quadriceps ossis femoris bedingt durch seinen vierköpfigen Ursprung an der Darmbeinsäule (M. rectus femoris) und proximal am Os femoris (Mm. vastus lateralis, intermedius und medialis) eine zum Teil antagonistische Krafteinwirkung auf die Patella, da der M. vastus lateralis in proximolateraler und der M. vastus medialis in proximomedialer Zugrichtung wirkt (HULSE, 1981). Die Luxatio patellae congenita ist Folge einer seitlichen Abweichung der Quadricepszugrichtung. D.h. die Endsehne des M. quadriceps femoris und die Trochlea ossis femoris sind nicht auf einer gemeinsamen Geraden ausgerichtet (SINGLETON, 1957; KODITUWAKKU, 1962; REX, 1963; RUDY, 1965; HERRON, 1969; DE ANGELIS und HOHN, 1970; WHITTICK, 1974; SCHEBITZ und BRASS, 1975). Die Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris wird mit dem Q-Winkel bestimmt. In der Humanmedizin gilt der Q-Winkel als messbarer Parameter für die seitliche Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris, der einen seitlichen Zug auf die Patella ausübt (MALGHEM und MALDAGUE, 1989). In der Humanmedizin wird der Q-Winkel auf unterschiedliche Weise definiert. TAKEO ANDO et al. (1993) bestimmen den Q-Winkel mit zwei definierten Geraden. Eine davon verbindet die Area musculi recti femoris mit der Mitte der Trochlea ossis femoris und von dort wird die zweite Gerade zur Mitte der Tuberositas tibiae gelegt. Daraus ergibt sich ein Winkel (Abb. 2). BRATTSTRÖM (1994) definiert die Zugrichtungsabweichung mit dem Winkel, der sich aus Quadricepsresultanten, Patella und Lig. patellae ergibt als sog. Q-Winkel. Je nach Ausmaß eines vergrößerten Q-Winkels subluxiert oder luxiert die Patella (INSALL et al., 1972). Verkleinerte und vergrößerte Q-Winkel sind mit gesteigerten femoropatellaren Drücken verbunden und verursachen Knorpelläsionen (HUBERTI und HAYES, 1984). BRATTSTRÖM (1994) ermittelte den Q-Winkel direkt goniometrisch. TAKEO ANDO et al. (1993) maßen den Q-Winkel computertomographisch. Dieses Verfahren ist jederzeit reproduzierbar und damit weniger fehlerbehaftet. KAISER (1999) bestimmte in einer Studie diesen Winkel, der physiologisch medial als Q-Winkel 10 Grad beträgt und bezeichnet ihn als neutralen Q-Winkel. MEYER (2001) bestätigt dies in einer ergänzenden Studie wie auch PEROT (1984), der bei Beugung des Kniegelenkes eine physiologische Innenrotation der Tibia um 10 Grad maß. KAISER (1999) konnte nachweisen, dass mit zunehmendem Schweregrad der Luxatio patellae medialis auch der Q-Winkel medial größer wurde. Statistisch signifikant war dies bei Luxationen des Grades zwei und drei. Nach KAISER (1999) wird der mediale Q-Winkel auch nach Ruptur des kranialen Kreuzbandes größer, da die Innenrotationsneigung der Tibia nicht mehr gehemmt ist. MEYER (2001) fand dies nicht. Bei der Luxatio patellae congenita lateralis war

der laterale Q-Winkel dagegen nicht vergrößert. Dies mag lagerungsbedingt der Innenrotation der Tibia zu verdanken sein (KAISER, 1999).

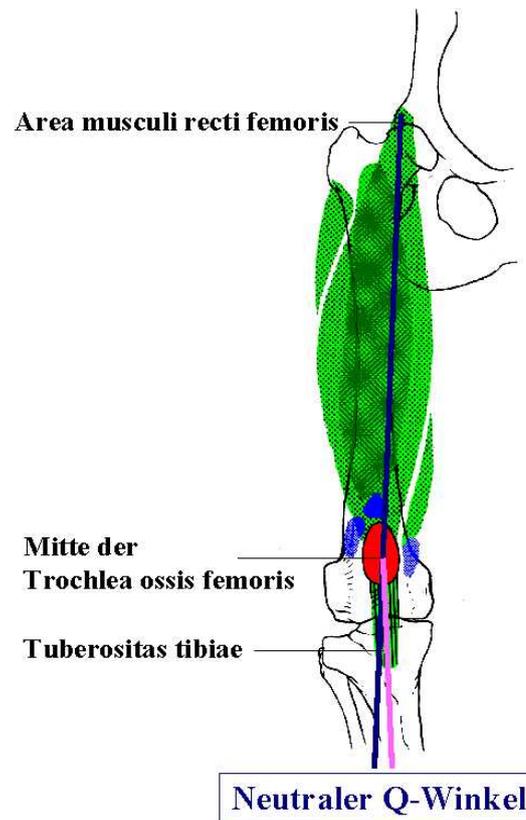


Abbildung 2: Darstellung der Messanordnung für den Q-Winkel beispielhaft an einem physiologischen medialen Q-Winkel von  $10^\circ$  - der neutrale Q-Winkel (KAISER, 1999)

### **Hypoplasie der Trochlea ossis femoris**

Ob die Hypoplasie der Trochlea ossis femoris Ursache oder Folge einer kongenitalen Patellaluxation ist, wird in der Literatur kontrovers diskutiert, wie aus der Tab. 1 zu ersehen ist.

Tabelle 1: Die Hypoplasie der Trochlea ossis femoris als Ursache oder Folge der kongenitalen Patellaluxation (modifiziert nach MEYER, 2001)

AUTOR	URSACHE	FOLGE
SHUTTLEWORTH (1935)		X
KODITUWAKKU (1962)	X	
KNIGHT (1963)	X	
PEARSON u. RAMSEY (1963)	X	
LOEFFLER (1964)	X	
PUTNAM (1968)		X
SINGLETON (1969)		X
LEIGHTON (1970)		X
DE ANGELIS (1971)		X
HENSCHERL et al. (1981)	X	
HUTTER et al. (1983)		X
DÄMMRICH et al. (1993)		X

Der gefäßlose Gelenkknorpel benötigt für seine Ernährung die physiologische Artikulation der Patella in der Trochlea ossis femoris. Eine experimentelle Patellaektomie führt nach HULSE (1981) zu einer Degeneration des Gelenkknorpels. Nach SHUTTLEWORTH (1935), LEIGHTON (1966), PUTNAM (1968), DE ANGELIS (1971) und CAMPELL und POND (1972) flacht die Trochlea ossis femoris infolge fehlenden Druckes der Patella ab bzw. bildet sie sich nur unter ständigem Reiz aus. HENSCHERL et al. (1981) messen dem formativen Reiz der Patella für die Entwicklung der Trochlea ossis femoris keine Bedeutung zu, da bei patellaektomierten Beagles die Trochlea korrekt geformt war, so dass die Formbildung

genetisch determiniert zu sein scheint. KODITUWAKKU (1981) nimmt an, dass die Trochleahypoplasie Folge eines kongenitalen rezessiven Defektes ist. Nach GUSTAFSSON et al. (1969) kann eine Trochleahypoplasie experimentell durch Estradiol Gabe induziert werden. Ursache soll die antagonistische Wirkung der Östrogene auf Wachstumshormone sein, die die Knorpelzellen in der Proliferationszone der Epiphysenfuge stimulieren. Eine daraus resultierende Geschlechtsprädisposition, wie von einigen Autoren angenommen (PRIESTER, 1972; HAYES et al. 1994), konnte in vielen Studien widerlegt werden (SINGLETON, 1969; DE ANGELIS, 1971; SCHÄFER, 1983; HUTTER et al. 1983; KAISER, 1999). Bisher konnten keine objektiven Parameter der Trochleatiefe gefunden werden. Intra operationem wird die Tiefe vom Chirurgen je nach Erfahrung mehr oder weniger subjektiv beschrieben. Nach ROUSH (1993) sowie SLOCUM und SLOCUM (1993) sollte die Tiefe etwa die Hälfte der Patelladicke und nach TOMLINSON und CONSTANTINESCU (1994) mindestens die Hälfte der Patelladicke betragen. Die Dicke der Patella ist dabei als ihre größte kranio-kaudale Länge definiert. MEYER (2001) fand mit indirekten und direkten Messungen, dass die Trochleatiefe deutlich niedriger ist als die Hälfte der Patelladicke.

## Diagnostik

### Klinik

Die Diagnose "Luxatio patellae congenita" wird klinisch durch Palpation am nicht sedierten oder nicht narkotisierten Patienten gestellt. Dabei wird am stehenden und liegenden Tier der Sitz der Patella in der Trochlea ossis femoris unter Beugung, Streckung, Adduktion und Abduktion, Endo- und Exorotation mit und ohne Druck des Daumens auf die Patella geprüft (BRUNNBERG, 1998).



Abbildung 3: Palpation der Patellae beim stehenden Tier. Dabei werden die mediale und laterale Patellaluxation sowie die verschiedenen Grade diagnostiziert (KOCH, GRUNDMANN, 1998)

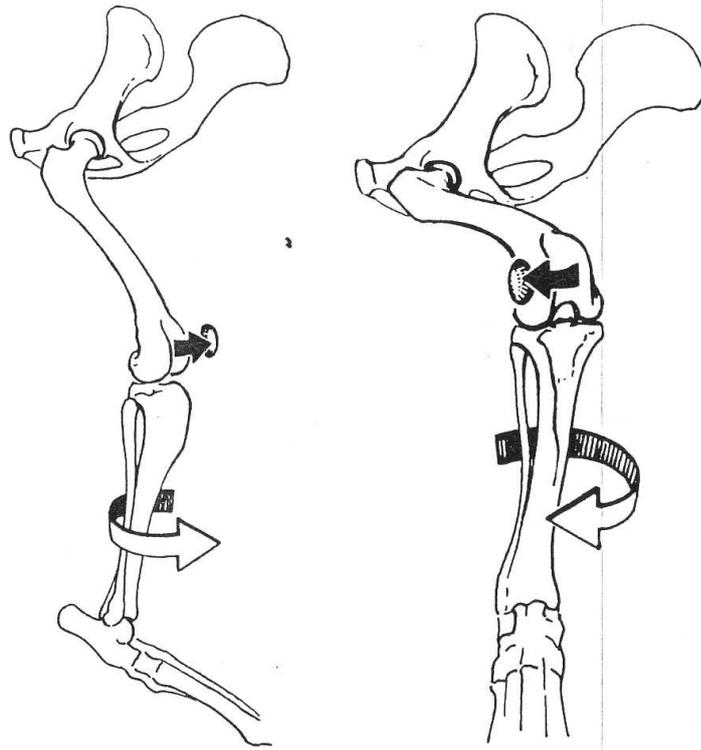


Abbildung 4: Zur Untersuchung am liegenden Tier werden bei einer medialen Patellaluxation Hüft- und Kniegelenk gestreckt und die Tibia einwärts rotiert (links). Bei einer lateralen Patellaluxation Hüft- und Kniegelenk gebeugt und die Tibia auswärts rotiert (rechts) (KOCH und GRUNDMANN, 1998).



Abbildung 5: Untersuchung am liegenden Tier (aus: Lahmheitsdiagnostik beim Hund, BRUNNBERG, 1998)

Eine Graduierung wurde erstmals von PUTNAM (1968) vorgenommen und 1969 von SINGLETON modifiziert. SINGLETON (1969) berücksichtigt dabei insbesondere auch die patellaluxationsbegleitenden Deformitäten. Sowohl PUTNAM (1968) als auch SINGLETON (1969) geben vier Grade an.

Die Einteilung der Patellaluxation nach PUTNAM (1968) orientiert sich an der Luxationstendenz der Patella.

Grad 1:

Die Patella kann durch manuellen Druck lateral in Beuge- und Streckstellung luxiert werden. Ein Einstellen des Druckes führt zur spontanen Reposition.

Grad 2:

Die Patella kann durch Fingerdruck lateral oder durch Flexion des Knies durch den Untersucher oder das Tier selbst luxiert werden. Die Patella bleibt luxiert und reponiert sich nur durch Druck medial oder durch aktive Flexion und Extension durch das Tier oder den Untersucher.

Grad 3:

Die Patella befindet sich überwiegend in Luxationsstellung. Die Kniescheibe nimmt nur durch Druck medial in gestreckter Position ihre normale Stellung in der Trochlea ossis femoris ein. Einstellen des Drucks auf die Patella führt zur Reluxation.

Grad 4:

Die Patella ist permanent luxiert. Eine Reposition ist auch in Extension und auch unter Druck medial und lateral nicht möglich.

SINGLETON (1969) orientiert die Graduierung zusätzlich an morphologischen Gesichtspunkten.

#### Grad 1:

Es besteht eine habituelle mediale oder laterale Patellaluxation mit einer intermittierenden Lahmheit. Die Patella luxiert leicht bei Streckung der Gliedmaße im Kniegelenk und bei manuellem Druck. Sie gleitet ohne Druck oder bei Beugung spontan zurück. Es ist keine Krepitation vorhanden. Seitliche Deviation der Tuberositas tibiae und Rotation der Tibia sind minimal. Flexion und Extension des Kniegelenkes erfolgen in gerader Linie ohne Abduktion und Adduktion des Sprunggelenkes.

#### Grad 2:

Die Patella ist häufig luxiert, in manchen Fällen annähernd stationär. In Narkose kann die Patella ohne Schwierigkeiten unter Außenrotation reponiert werden, reluxiert aber bei Einstellung der Außenrotation leicht. Die Tibia ist um 30 Grad nach innen rotiert, es besteht eine geringgradige Deviation der Tuberositas tibiae. Bei medialer Patellaluxation wird das Sprunggelenk etwas abduziert. Bei bilateraler Luxatio patellae wird das Gewicht auf die Vordergliedmaßen verlagert. Eine Krepitation ist meist vorhanden.

#### Grad 3:

Die Patella ist permanent mit einer Deviation der Tuberositas tibiae und einer Rotation der Tibia von der Saggitalebene um 30-60 Grad luxiert. Obwohl es sich um eine stationäre Luxation handelt, wird die Gliedmaße häufig bei halbgebeugtem Kniegelenk belastet. Bei Flexion und Extension des Kniegelenkes wird das Sprunggelenk ab- und adduziert. Die Trochlea ossis femoris ist flach bis plan.

#### Grad 4:

Die Patella ist permanent stationär mit einer Deviation der Tuberositas tibiae und einer Rotation der Tibia um 60-90 Grad luxiert. Die Gliedmaße wird nicht belastet oder das Tier bewegt sich in einer gekauerten Position mit halbgebeugter Gliedmaße. Die Trochlea ossis femoris ist nicht ausgebildet oder konvex.

Beide Einteilungen sowie Kombinationen von beiden sind heute in Gebrauch (HULSE, 1981).

Da beide Graduierungen bezüglich Positionierung des Tieres (stehend/liegend) sowie bei der Abgrenzung der Grade gegeneinander Freiräume lassen, unterliegen die Diagnosen einem gewissen Interpretationspielraum des Untersuchers (WEBER, 1992). Das führt dazu, dass dasselbe Tier von verschiedenen Tierärzten korrekt untersucht wird, aber unterschiedliche Patellaluxationsgrade diagnostiziert werden.

Da jedoch auch mit radiologischen Parametern keine zuverlässige Diagnose gestellt werden kann (WEBER, 1992; KAISER, 1999), bleibt die klinische Untersuchung Grundlage der Beurteilung (REICHLER et al., 1999). Um eine größere Übereinstimmung in der Befundung zu erreichen, wurde in der Schweiz die Klassifizierung enger gefasst und ein standardisierter Untersuchungsgang beschrieben (KOCH, GRUNDMANN et al., 1998). Hierbei wurden zusätzliche Definitionen in den Untersuchungsgang aufgenommen:

Eine so genannte reitende Patella (nicht der gesamte Patellakörper hat die Trochlea ossis femoris traversiert) wird als Grad 0 eingeordnet.

Eine spontan luxierte Patella beim stehenden Hund bekommt den Grad 3, auch wenn eine Reposition durch Manipulation der Gliedmaße allein möglich ist.

Die Tiere sind in allen anatomisch möglichen Gliedmaßenpositionen sowohl stehend als auch liegend auf das Vorhandensein von medialer und/oder lateraler Luxationen zu untersuchen. Der schlechteste Befund bestimmt die Diagnose (KOCH, GRUNDMANN et al., 1998).

Die hohe diagnostische Sensitivität der Untersuchungsmethode mit über 89% ist sehr positiv (REICHLER et al., 1999). Die diagnostische Spezifität der Untersuchungsmethode, die angibt, wie viele Hunde fälschlicherweise aus der Zucht ausgeschlossen wurden, ist mit 84% zufriedenstellend (bei ausschließlicher Zulassung von Hunden ohne Patellaluxation). Werden Hunde mit Patellaluxation Grad 1 zur Zucht zugelassen, beträgt die diagnostische Spezifität 96%. Trotz der Subjektivität einer klinischen Untersuchung zeigt die relativ gute Korrelation der Ergebnisse, dass diese Methode sicher zur Verbesserung der Zuchtbasis führen wird (REICHLER et al., 1999). Die Gradeinteilung ist in sofern nicht ganz korrekt, da es sich bei der Patellaluxation um einen dynamischen Prozess handelt. Das bedeutet, dass ein Tier nicht zeitlebens den gleichen Grad aufweisen muss, sondern sich eine Verschlechterung einstellen kann. Zudem gilt es zu berücksichtigen, dass einige Faktoren Einfluss auf die Gradeinteilung haben. Eine Sedation kann den Luxationsgrad infolge einer Muskelrelaxation erhöhen. Hündinnen weisen während der Läufigkeit und mit zunehmender Anzahl von Würfen eine erhöhte Luxationstendenz auf. Dies kann Östrogen bedingt sein. Die Luxationstendenz lässt sich durch gezieltes Muskeltraining oder durch den Einsatz von Anabolika vermindern

(KOCH, GRUNDMANN et. al., 1998). Die Symptome einer Patellaluxation sind altersabhängig und lassen sich nach MATIS et al. (1993) in drei Gruppen unterteilen:

Neugeborene und ältere Welpen, die durch eine abnorme Haltung oder zu Beginn des Laufens durch eine abnorme Belastung der Beckengliedmaße auffallen (meist Luxatio patellae Grad 3 und 4).

Junge und ausgewachsene Tiere, die zeitlebens zumindest intermittierend ein abnormes Gangbild gezeigt haben, jedoch erst bei Verschlechterung vorgestellt werden (meist Luxatio patellae Grad 2 und 3).

Ältere Tiere, die im Zusammenhang mit einem Bagateltrauma zusätzlich einen Weichteilschaden erlitten haben oder aufgrund einer nun schmerzhaft werdenden Gonotrochlose plötzlich akut lahmen (meist Luxatio patellae Grad 1 und 2).

## **Bildgebende Diagnostik**

### **Röntgen**

Mit Röntgenaufnahmen kann nur selten die klinische Diagnose einer Patellaluxation bestätigt werden. Insbesondere bei Grad 1 ist die Patella nicht bzw. bei Grad 2 und 3 selten luxiert im Röntgenbild zu sehen. Jedoch kann auf Röntgenaufnahmen in 2 Ebenen (Becken: ventrodorsaler Strahlengang, Kniegelenke: medio-lateraler Strahlengang) der Schweregrad der prädisponierenden Veränderungen an Os femoris und Tibia aufgezeigt werden (GITTERLE, 1991). Sie sind im Hinblick auf die Therapie von großer Bedeutung. Darüber hinaus kommen in bestimmten Fällen Spezialprojektionen in Betracht. Am Kniegelenk des Hundes können dabei sog. Tangentialaufnahmen (Skyline-Aufnahmen) zur überlagerungsfreien Abbildung von Patella und Trochlea ossis femoris angefertigt werden. Hierbei sind Os femoris und Tibia maximal gebeugt (LOEFFLER und MEYER, 1961; SCHEBITZ und WILKENS, 1989). Nur mit diesen Aufnahmen kann röntgenologisch eine Pseudotrochlea dargestellt werden (GUENGO und BARDET, 1996). FRITZ (1989) versuchte anhand der tangentialen Aufnahmen, die Ausprägung der Trochlea ossis femoris zu beurteilen. Da jedoch die funktionell bedeutenden Anteile der Trochlea und der Patella nicht abgebildet wurden, modifizierte er die Aufnahmetechnik und variierte die Beugewinkel zur Ermittlung eines Winkelbereiches, der die Patella und die Trochlea ossis femoris überlagerungsfrei darstellt. Dieser Bereich fand sich bei einem Beugewinkel von 95° bis 115° mit rassebedingten Abweichungen von 30° bis 40° (FRITZ, 1989). KAISER (1999) stellte einen Beugewinkel von 130° in seiner Studie fest. Eine standardisierte, für alle Hunderassen gültige Aufnahmetechnik existiert nicht. Mit den tangentialen Röntgenaufnahmen lässt sich vor allem

der distale Teil der Trochlea ossis femoris darstellen. Zur Patellaluxation kommt es aber meist proximal (KAISER, 1999). In der Humanmedizin sind tangentielle Röntgenaufnahmen aus strahlenschutz-rechtlichen Gründen heute nicht mehr zulässig.

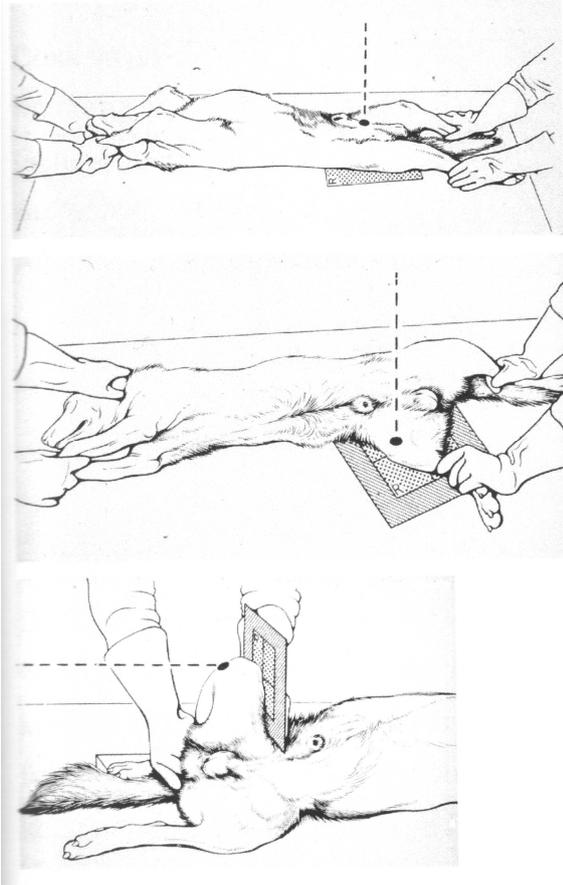


Abbildung 6: Lagerung bei Röntgenaufnahmen im ventro-dorsalen, im medio-lateralen und im tangentialen Strahlengang (SCHEBITZ und WILKENS, 1989)

Die Tiefe der Trochlea ossis femoris wurde von MEYER (2001) durch latero-mediale Röntgenaufnahmen mit Hilfe der DIMA-Technik (geometrische Direktvergrößerung) indirekt bestimmt. Mit dieser Technik kann die Detailerkennbarkeit von Röntgenaufnahmen optimiert werden. Der Patient oder das abzubildende Körperteil wird dazu von der Bildebene abgehoben (POULSEN NAUTRUP et al., 1992). Im Gegensatz zu tangentialen Aufnahmen kann bei der DIMA-Technik die Tiefe der Trochlea ossis femoris in ihrer gesamten Ausdehnung bestimmt werden. Voraussetzung ist eine exakt deckungsgleich ineinander projizierte Abbildung der Femurkondylen. Dies ist beim Hund nur in Narkose möglich. Zu Abweichungen zwischen den Messwerten vom Röntgenbild und der echten Trochlealtiefe kann es insbesondere bei einer Patellaluxation zweiten Grades kommen. Dies kann Folge des Abriebes am entsprechenden Rollkamm mit Verminderung bzw. Verlust der Knorpelschicht sein (MEYER, 2001).

## **Magnetresonanztomographie**

Die Magnetresonanztomographie oder auch Kernspinresonanztomographie ist ein computer-gestütztes bildgebendes Verfahren, bei dem im Gegensatz zur Röntgendiagnostik oder der Computertomographie keine ionisierende Strahlung verwendet, sondern die Energie gemessen wird, die unter Einfluss eines von außen angelegten starken Magnetfeldes bei Relaxation der durch einen kurzen Hochfrequenzimpuls angeregten Kernspin aus dem Körper in Form von elektromagnetischen Wellen austritt (PSCHYREMBEL, 1990).

Die Magnetresonanztomographie besitzt einen größeren Weichteilkontrast als die Röntgen-diagnostik oder die Computertomographie, so dass Weichteilgewebe unterschiedlicher Dichte und Zusammensetzung unterschieden werden können (ASSHEUER und SAGER, 1997). KAISER (1999) nutzte die Magnetresonanztomographie, um die Mehrzahl der in der Literatur bei Patellaluxationen beschriebenen Weichteil- und Knochendeformitäten zu bestätigen.

## **Computertomographie**

Die Computertomographie ist ein radiologisches, nicht-invasives diagnostisches Verfahren, bei dem überlagerungsfreie Schichten des Körpers dargestellt werden. Seit den 90er Jahren wird die Computertomographie auch in der Veterinärmedizin häufig eingesetzt. Das Grundprinzip der Computertomographie ähnelt dem der konservativen Röntgendiagnostik. Ein Strahlenbündel wird beim Durchdringen eines Objekts abgeschwächt und die Abschwächung wird sichtbar gemacht. Bei der Computertomographie durchdringt ein Strahlenbündel den zu untersuchenden Körperabschnitt, dabei dreht sich die Röntgenröhre in einer kontinuierlichen Kreisbewegung um den Patienten. Spezielle elektronische Detektoren sind gegenüber der Röntgenröhre angeordnet und wandeln die austretenden Strahlen in elektrische Impulse um, deren Intensität von der Menge der eintreffenden Strahlen abhängt (NOVELLINE, 2001). Das CT-Bild ist somit eine bildhafte Anordnung der Absorptionswerte, die in Hounsfield-Einheiten (Hounsfield units, HU) angegeben werden. Luft wird definitionsgemäß mit einer Hounsfield-Einheit (HU) von -1000 angegeben, Wasser mit 0 HU, dichtere Strukturen (wie z.B. Knochen) liegen weit darüber (je nach Dichte bis zu 1000 HU).

Die Computertomographie wird in der Humanmedizin auch in der Orthopädie häufig angewandt. So wurden zahlreiche Studien bei Kniegelenkserkrankungen, insbesondere bei Patellaluxationen, angefertigt (DELGADO-MARTINS, 1979; MARTINEZ et al., 1983; SCHUTZER et al. 1984; SASAKI und YAGI, 1986; INOUE, et al. 1988; DE ROTA et al., 1988; TAKEO ANDO, 1993).

In der Veterinärmedizin wurden computertomographische Studien von GRIFFON et al. (2004 und 2005) vorgenommen und Parameter bestimmt, die bei einer Patellaluxation einer möglichen Gradeinteilung dienen. Sie konnte prognostische Faktoren identifizieren, um auch chirurgische Maßnahmen zu beurteilen. Die Computertomographie gilt gerade im Hinblick auf den Sulcus-Winkel und die Trochleatiefe als der Goldstandard. MARTINO et al. (1998) bewiesen die Reproduzierbarkeit und Sensitivität in Bezug dieser beiden Parameter mit Ultraschall. Sie stellten aber auch fest, dass mit der Sonographie allein keine komplette Diagnose gestellt werden kann.

# **Therapie**

## **Allgemeines**

Konservative Maßnahmen zur Therapie einer Patellaluxation werden selten empfohlen, da damit keine guten Ergebnisse zu erzielen sind. Beschrieben sind Verbandsapplikationen (HOBBDAY, 1905), Gegenreizmittel (LACROIX, 1930; McLEAN, 1962; QUITMAN, 1927), die manuelle Reposition (GABRIEL, 1932) und Applikation reizender Agenzien, um damit Faszie, Kapsel und Bindegewebe zu fibrosieren, so dass das Gelenk stabilisiert wird (KODITUWAKKU, 1962). Übereinstimmend wird berichtet, dass nur chirurgische Maßnahmen gute funktionelle Ergebnisse erwarten lassen. Nach ROUSH (1993) und BRUNNBERG (1998) sollte immer dann operiert werden, wenn funktionelle Beschwerden bestehen. Damit ist bei Patellaluxationen des zweiten Grades zu rechnen und bei den Graden 3-4 bestehen sie (BRUNNBERG, 1998; ROUSH, 1993). Ziel der chirurgischen Therapie ist es, die Position der Patella in der Trochlea ossis femoris dauerhaft zu sichern (DE ANGELIS, 1971), auch wenn damit eine Progression der Osteoarthritis nicht verhindert werden kann (ROY et al., 1992). Nach DE ANGELIS (1971) werden stabilisierende und rekonstruierende Verfahren unterschieden. Weichteiloperationen gelten als stabilisierende Maßnahmen ohne dass die Ursache einer Luxation behoben wird. Entsprechend sind sie nur vorübergehend effektiv, bis das Gewebe wieder gedehnt oder ausgeleiert wird (DE ANGELIS, 1971; BRUNNBERG, 1998). Deswegen werden Weichteiloperationstechniken nur bei Luxationen Grad 1 empfohlen. Bei den Graden 2-4 sind sie mit rekonstruierenden Verfahren zu kombinieren. Eine alle Deformitäten rekonstruierende Operationsmethode gibt es nicht (HORNE, 1979). Das chirurgische Vorgehen wird von Form und dem Grad der Deformitäten bestimmt (SINGLETON, 1969), so dass häufig verschiedene Methoden zu kombinieren sind (DE ANGELIS, 1971).

## **Korrekturmaßnahmen an den Weichteilen**

### **Desmotomie des Retinaculum patellae**

Bei der Desmotomie des Retinaculum patellae wird die Fascia genu parapatellar mit dem Retinaculum lateral oder medial je nach Luxationsrichtung durchtrennt (LACROIX, 1930; DE ANGELIS, 1971; PEROT, 1984; MATIS et al., 1993), um damit auf der Luxationsseite den verkürzten Zug des Retinaculums aufzuheben, so dass eine Reluxation verhindert werden kann (MATIS et al., 1993). Der Schnitt beginnt auf Höhe des Tibiaplateaus, durchtrennt beide Schichten der Gelenkkapsel einschließlich des Retinaculum soweit proximal wie nötig, um den Zug auf die Patella aufzuheben. Daraus entsteht ein Defekt, der mit einem proximal

gestielten Streifen entsprechender Breite aus dem überdehnten Gelenkkapselbereich der anderen Seite der Patella gedeckt werden kann. Diese Lappenplastik (HUTTER et al. 1983; MATIS, 1999, SINGLETON, 1969) wird häufig mit anderen Verfahren kombiniert (DE ANGELIS, 1971). Geboten ist die Desmotomie mit Lappenplastik bei Luxationen der Grade 3 und 4, um die Patella reponieren zu können. Nicht selten muss die Faszie bis zum Becken inzidiert werden, um die Zugrichtung des M. quadriceps femoris korrigieren zu können (NUNAMAKER, 1985).

### **Faszien- und Gelenkkapselraffung**

Um auf die luxierende Patella einen Gegenzug auszuüben und gleichzeitig das Gelenk zu stabilisieren, wird mit verschiedenen Nahttechniken eine Verkürzung der überdehnten Gelenkkapsel und der Faszie angestrebt. Diese Technik wird je nach Luxationsrichtung auf der kontralateralen Seite der Patella eingesetzt. An der Gelenkkapsel wird die Raffung durch Exzision eines spindelförmigen Streifens und anschließender Naht durchgeführt (SINGLETON, 1969). Gerafft wird auch durch Lembertnähte (ÜBERREITER, 1966) oder Fasziodopplung mit Rückstichheften auf der gedehnten Seite (MATIS, 1999). Es entsteht ein stabiler und straffer Faszienverschluss. Die Dopplung der Knie- und Oberschenkelfaszie ist nur bei medialer Luxation anwendbar und als alleinige Maßnahme nur bei einer Luxation Grad 1 indiziert (FLO u. BRINKER, 1970). Die Fascia lata wird auf halber Höhe des Os femoris freigelegt und kranial am Rand des M. biceps femoris, von der Patella ausgehend, soweit wie möglich proximal durchtrennt. Distal wird der Schnitt parallel zum Lig. patellae über die Sehne des langen Zehenstreckers gelegt. Die Faszie wird danach stumpf vom M. vastus lateralis bis zur Aponeurose des M. rectus femoris freipräpariert. Der kraniale Rand des M. biceps femoris wird mit nichtresorbierbarem Nahtmaterial an die Aponeurose fixiert. Die Faszie wird kaudal über die Oberfläche des M. biceps femoris gezogen und dort mit Knopfheften und Lembertnaht fixiert (MATIS et al., 1993). Bei einer Luxation ersten Grades – insbesondere nach Trauma – ist dieses Verfahren ebenfalls geeignet (CAMPBELL und POND, 1972).

## **Faden- und Faszienzügel**

Dabei wird ein aus der Fascia lata und/oder Fascia genus präparierter Gewebestreifen um das gleichseitige Os sesamoideum des M. gastrocnemius geführt und unter Spannung vernäht (STADER, 1944). Das Sesambein liegt etwa im Zentrum des Bewegungsradius der Patella, so dass der Gewebestreifen bei Beugung und Streckung des Kniegelenkes weitgehend gleichbleibend gespannt bleibt (MATIS et al., 1993). Andere Modifikationen dieser Techniken sind, den Faszienstreifen durch Stahldraht oder nichtresorbierbares Nahtmaterial zu ersetzen, da die Faszie bei manchen Patienten sehr schwach sein kann (HORNE, 1971). Dies ist eine technisch einfache Maßnahme, die Rotationsneigung der Tibia zu begrenzen. Am häufigsten wird dieses Verfahren in Verbindung mit einer Trochleakeilvertiefung bei älteren Hunden mit einer Patellaluxation zweiten Grades angewandt. Nach VIERHELLER (1959) hat sich dieses Verfahren als Primärtherapie bei Neugeborenen in den ersten fünf Lebenstagen bewährt.

## **Muskelplastiken**

Eine Patellaluxation dritten und vierten Grades lässt sich durch Verlagerung des M. quadriceps femoris beheben. Dazu ist die Quadricepsgruppe bis etwa zur Mitte des Os femoris zu lösen (BRINKER et al., 2006). Die Gelenkkapsel und Retinacula werden beidseits der Patella durchtrennt und die angrenzenden Muskeln vom M. quadriceps femoris gelöst. Dabei wird auch der Ansatz der Gelenkkapsel proximal der Trochlea ossis femoris mobilisiert. Die oberflächlichen Faszienrisse werden nach Abschluss der Korrekturen vernäht.

## **Korrekturmaßnahmen am Skelett**

### **Trochleoplastik**

Eine Trochleahypoplasie bis hin zur Aplasie und selten konvexe Trochlea ossis femoris sind Indikationen, die Trochlea zu vertiefen. Die Tiefe der Trochlea ossis femoris sollte annähernd die Hälfte der Patelladicke (ROUSH, 1993) bzw. nach TOMLINSON und CONSTANTINESCU (1994) mindestens die Hälfte der Patelladicke betragen. Nach SLOCUM und SLOCUM (1993) sollte die Tiefe der Trochlea annähernd die Hälfte der Patellahöhe betragen. Um eine zu flache Trochlea ossis femoris operativ zu versorgen, sollte der Knorpel reseziert, eine Trochleavertiefung, Trochleakeilvertiefung, Trochleablockresektion oder eine subchondrale Trochleavertiefung vorgenommen werden. Nach HUTTER et al. (1983) muss bedacht werden, dass die Vertiefung nicht bedenkenlos vorgenommen

werden darf, da eine zu starke, kaudale Verschiebung des Drehpunktes die Kraftübertragung des M. quadriceps femoris auf den Unterschenkel minimiert.

### **Trochleavertiefung mit Knorpelresektion**

Dazu werden Gelenkknorpel und subchondrales Knochengewebe so tief und breit entnommen, dass die Patella nicht mehr luxiert (DE ANGELIS, 1971; HORNE, 1979; BRINKER et al., 2006) und ungestört bei Beugung und Streckung in der Trochlea ossis femoris gleitet (DE ANGELIS, 1971; WHITTICK, 1974; ARNOCZKY und TARVIN, 1980). Die entstandene Knochenwunde wird im Laufe der Heilung von Bindegewebe abgedeckt, das sich in Faserknorpel umwandelt (HULSE et al., 1986; MOORE und BANKS, 1989; BRINKER et al., 2006).

### **Trochleakeilvertiefung**

Ziel dieser Technik ist, den hyalinen Gelenkknorpel so weit als möglich zu erhalten. Das subchondrale Knochengewebe wird keilförmig vertieft. Dazu wird Knorpelknochen aus der Trochlea ossis femoris entnommen und das Entnahmebett durch Resektion eines weiteren Keils vertieft und der erste Keil zurückgelegt. Der Knorpelknochenkeil kann V-förmig (SLOCUM et al. 1982; BOONE et al., 1983; SLOCUM und DEVINE, 1985; SLOCUM und SLOCUM, 1993) oder rechtwinklig (TALCOTT et al., 2000) entnommen werden. Der Patelladruck verankert den zurückverlagerten Keil fest. Nach SLOCUM (1980) wurden so die zentralen lasttragenden Knorpelareale erhalten. Die Trochleakeilvertiefung ist die Methode der Wahl, da der Kontakt der Patella mit hyalinem Knorpel beibehalten wird und degenerative Gelenkreaktionen vermindert werden (SLOCUM et al., 1982; BOONE et al., 1983; SLOCUM und DEVINE, 1985; SLOCUM und SLOCUM, 1993). In experimentellen Studien (BOONE, 1993) konnte nachgewiesen werden, dass nach Trochleakeilvertiefung die operierte Gliedmaße nach einer Woche partiell und nach drei Wochen voll belastet wird. Wird dagegen der Knorpel reseziert, wird die Gliedmaße frühestens nach 3 Wochen vorsichtig und nach zehn bis zwölf Wochen voll belastet.

### **Trochleablockresektion**

TALCOTT, GORING und DE HAAN (1999) empfehlen, einen osteochondralen rechteckigen Block zu resezieren, um insbesondere proximal die Trochleatiefe zu verbessern. Nach JOHNSON et al. (2001) beugt dieses Verfahren einem Rezidiv auch bei gestreckter Position besser vor als die Keilvertiefung.

### **Subchondrale Trochleavertiefung**

Sie ist bei Hunden im Alter bis zu acht Monaten gut möglich, da der hyaline Knorpel noch nicht fest mit dem subchondralen Knochen verbunden ist. Der Knorpel wird lappenförmig abgehoben, so dass der spongiöse, subchondrale Knochen rinnenförmig mit einer Kürette vertiefen lässt. Der Knorpellappen wird zurückgelegt (BRINKER et al., 2006). BRINKER et al. (2006) empfehlen dies bei Hunden im Alter von vier bis sechs Monaten.

### **Transposition der Tuberositas tibiae**

Diese erstmals von PEZOLI und BIGNOZZI (1954) beschriebene Operation hat durch SINGLETON (1959) in der Veterinärmedizin weite Verbreitung gefunden. Die Transposition der Tuberositas tibiae wird zur Korrektur einer unphysiologischen lateralen oder medialen Deviation der Insertionsstelle des Lig. patellae oder bei ausgeprägter Tibiarotation empfohlen (RICHARDS, 1975; HULSE, 1981; HULSE und SHIRES, 1993). Durch Verlagerung der Tuberositas tibiae wird der Seitwärtszug des M. quadriceps femoris so korrigiert bis die Patella auf einer Geraden vom proximalen Bereich des Os femoris und dem distalen der Tibia liegt. Die Tuberositas tibiae wird partiell so weit osteotomiert bis sich die Insertion des Ligamentum patellae zur Seite bewegen lässt. Ein distaler Perioststreifen zur Crista tibiae soll erhalten bleiben (VIERHELLER, 1959). Ist dabei die gerade Zugrichtung gefunden, wird das osteotomierte Knochenstück mit einer Zugschraube oder zwei Kirschner-Bohrdrähten fixiert (BRINKER et al., 2006). SCHMÖKEL und MONTAVON (1993) kombinieren die seitliche Versetzung mit einer Kranialisation der Tuberositas tibiae, um so den intraartikulären Druck im Kniescheibengelenk zu vermindern und der Gefahr einer Chondromalacia patellae vorzubeugen. Die vermehrte Innenrotation der Tibia wird mit der Verlagerung der Tuberositas noch verstärkt (NUNAMAKER, 1985). Zur Kompensation der Einwärtsdrehung empfiehlt NUNAMAKER (1985) eine kraniale Transposition der Fibula. In der Humanmedizin kombiniert MARQUET (1979) die Transposition der Tuberositas tibiae mit einer Distalisation, um die Hebelwirkung zu verbessern. Damit sollen der intraartikuläre Druck im Kniescheibengelenk vermindert und die Knorpelbeanspruchung reduziert werden. In der Veterinärmedizin wird die Distalisation von WILLAUER und VASSEUR (1987) beschrieben.

### **Transposition des Fibulakopfes**

Die Transposition des Fibulakopfes aus der kaudalen in eine mehr kraniale Lage an der Tibia strafft das Lig. collaterale laterale, so dass der Innenrotationsneigung der Tibia bei einer medialen Patellaluxation entgegengewirkt wird (ARNOCZKY und TARVIN, 1980). Besonders vorteilhaft ist diese Technik bei einer medialen Patellaluxation mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes, da damit auch das vordere Schubladenphänomen limitiert wird. VASSEUR (1993) und NUNAMAKER (1985) empfehlen, dieses Verfahren mit einer Transposition der Tuberositas tibiae zu kombinieren.

### **Korrekturosteotomie**

Eine Grad 4 Luxation fordert wegen der begleitenden Muskel- und Skelettmissbildungen nahezu immer entsprechende Korrekturosteotomien und Muskelverlagerungen an Ober- und Unterschenkel. Gegebenenfalls ist das Kniegelenk zu arthrodetisieren (BRINKER et al., 2006).

### **Patellaektomie**

Sind infolge einer stetig luxierenden bzw. dauerhaft luxierten Patella derart massive chondrotische Läsionen mit Erosion und Eburnisation entstanden, so dass ein Korrekturingriff wohl eher keine Aussicht auf funktionelle Verbesserung erwarten lässt, sollte die Patellaektomie erwogen werden (BRINKER et al., 2006). Nach HORNE (1971) und TROTTER (1980) sind die funktionellen Ergebnisse aber eher schlecht. SCHAWALDER (1997) empfiehlt eine derart erodierte und eburnisierte Patella durch eine aus Polyethylen, Teflon oder Nylon zu ersetzen.

### **Nachbehandlung**

Die Gliedmaße post operationem mit einem Verband ruhigzustellen, wird nicht empfohlen (ROBINS, 1990; BRINKER, 2006). Es wird eher als vorteilhaft angesehen, die Gliedmaße frühzeitig kontrolliert wieder belasten zu lassen (MATIS, 1993; BRINKER, 2006). Dabei wird je nach Verfahren die begleitende Ruhighaltung in einer Box, an der Leine und auch den Kniegelenksradius einschränkende Bandagierungen für einige Zeit angeraten (ROUSH, 1993). Wegen der Schmerzhaftigkeit der operativen Maßnahme sollten die Patienten analgetisch behandelt werden. Günstig zur Rehabilitation hat sich die Physiotherapie, wie z.B. Schwimmen erwiesen (MATIS, 1993; TOMLINSON und CONSTANINESCU, 1994; BRINKER, 2006). Nach so genannten Weichteiloperationen ist eher mit einer baldigen

Belastung zu rechnen als nach Skelett- und Muskelkorrekturen (ROBINS, 1990). Zusätzlich kann die Belastung durch Entlastung (Glasmurmelt, Ehmer-Schlinge) der nicht-operierten Gliedmaße gefördert werden (MATIS, 1993; ROUSH, 1993; BRINKER, 2006).

### **Prognose**

Das funktionelle Ergebnis ist vom Grad der Luxation, Zustand des Knorpels und vom Chirurgen abhängig (VIDONI, 1997). Die Prognose wird bei einer Patellaluxation Grad 1-3 als gut angesehen, während sie bei einer Luxation Grad 4 vorsichtig ist. Diese Form erfordert äußerst anspruchsvolle Korrekturen, die nicht selten unbefriedigende Ergebnisse gerade im Hinblick auf die Funktion erbringen (BRUNNBERG, 1998). In Spätergebnissen konnte belegt werden, dass nicht selten eine Reluxationsneigung von geringem Ausmaß und häufig Sekundärarthrosen insbesondere nach Eingriffen zur Vertiefung der Trochlea ossis femoris das funktionelle Resultat beeinträchtigen (FRITZ, 1989; WILLAUER und VASSEUR, 1987).

## **Material und Methode**

### **Patienten**

In der Studie wurden 65 Hunde mit einer kongenitalen Patellaluxation, die von Juli 2004 bis Dezember 2006 in der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der FU Berlin vorgestellt wurden, analysiert. Bei den Tieren waren insgesamt 114 Kniegelenke betroffen, d.h. 49 Tiere wiesen beidseits den Schaden auf. Die Gruppe „krank“ bildeten Gliedmaßen mit einer Patellaluxation. Tiere, die operiert wurden, wurden prae- und postoperativ computer-tomographisch untersucht. Zur Therapie der Patellaluxation wurden nur die Transposition der Tuberositas tibiae und/oder die Trochlealeilvertiefung - entweder allein oder in Kombination - verwendet. Zur Objektivierung der Messparameter wurden zur Kontrolle „kniegesunde“ Hunde unter den gleichen Bedingungen analysiert. Eine mit Grad 0 bezeichnete Gruppe von Hunden wurde separat untersucht. Bei diesen Tieren war die Patella digital nur bis auf den medialen oder lateralen Rollkamm zu drücken.

### **Klinische Untersuchung**

Der Untersuchungsgang war in der Klinik normiert und folgte den Regeln der klinischen Untersuchung der Hintergliedmaße in Anlehnung an den VDH-Untersuchungsbogen (Abb. 7, modifiziert nach BRUNNBERG). Am wachen Patienten wurden Lahmheitsgrad (intermittierend, permanent), etwaige Achsenabweichungen und durch Palpation am stehenden und liegenden Tier der Sitz der Patella beurteilt und in Anlehnung an PUTNAM (1968) und KOCH, GRUNDMANN et al. (1998) der Luxationsgrad und die -richtung bestimmt. Hunde ohne Patellaluxation an beiden Extremitäten wurden der Kontrollgruppe zugeordnet.

Besitzer:

Patientennummer:

Rasse:

Alter:

Geschlecht:

Gewicht:

Datum des CTs:

Klinische Allgemeinuntersuchung:

Spezielle Untersuchung:

Adspektion in Bewegung:

Lahmheit:  nein  ja  links  rechts  permanent  intermittierend

Adspektion im Stand:

Achsenabweichung:  nein  ja  links  rechts

Palpation (stehendes Tier):

linke Extremität

rechte Extremität

Patella in situ:  nein  ja

nein  ja

Patella luxierbar:  nein  ja

nein  ja

Palpation (liegendes Tier):

linke Extremität

rechte Extremität

Patella in situ:  nein  ja

nein  ja

Patella luxierbar:  nein  ja

nein  ja

Mit Rotation:  nein  ja

nein  ja

Beurteilung:

Linke Extremität

rechte Extremität

keine Luxation

keine Luxation

Grad 0

Grad 0

Grad 1

Grad 1

Grad 2

Grad 2

Grad 3

Grad 3

Grad 4

Grad 4

Grad 5

Grad 5

Abbildung 7: Untersuchungsbogen in Anlehnung an den VDH-Untersuchungsbogen

## Computertomographische Untersuchung (CT)

### Vorbereitung des Patienten

Zur Computertomographie (CT) wurde den Tieren über einen venösen Zugang in die Vena cephalica zur Narkoseprämedikation 0,5mg/kg KGW Midazolam<sup>®</sup> (Firma Ratiopharm, Ulm, Deutschland) appliziert. Die Narkoseeinleitung erfolgte mit 0,2 mg/kg KGW L- Polamivet<sup>®</sup> (Firma Intervet, Unterschleißheim, Deutschland) und 4mg/kg KGW Narcofol<sup>®</sup> (Firma CP-Pharma, Burgdorf, Deutschland). Zur CT waren die Hunde intubiert und die Narkose wurde als Inhalationsnarkose mit Isofluran und Sauerstoff unterhalten. Um möglichst unter gleichen Bedingungen die CT vorzunehmen, wurden die Tiere in halbrunden Lagerungskissen (Doggy-Relax-Kissen, ehemals Firma Brevet Celtpharm) in Rückenlage in HD-1-Position gelagert. Beachtet wurde eine exakt symmetrische Positionierung der Beckengliedmaßen. Dazu wurden die Hintergliedmaßen gestreckt, so dass die Patella der höchste Punkt war. Die Parallelität der Gliedmaßen zueinander und zur Tischlängsachse wurde mit dem Topogramm geprüft und gegebenenfalls korrigiert.



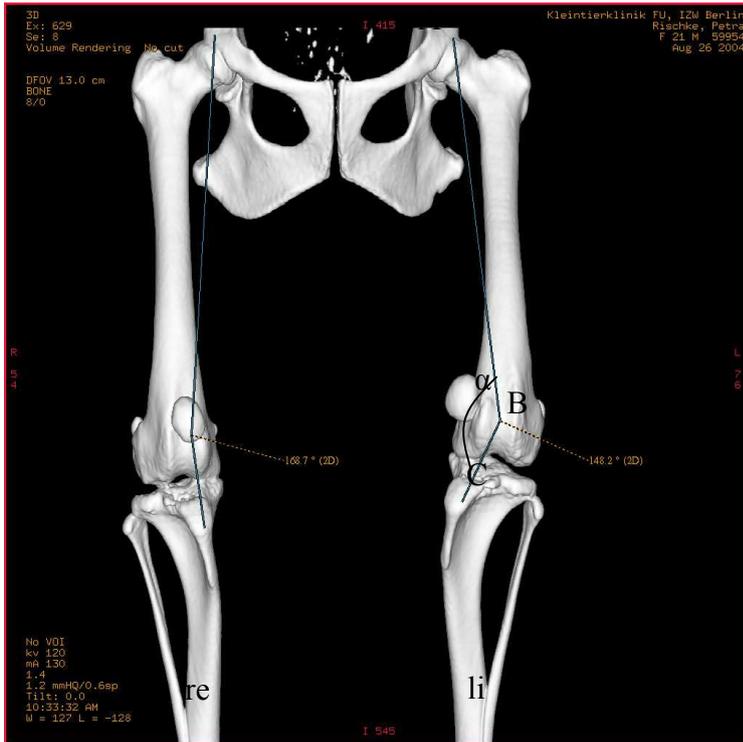
Abbildung 8: Lagerung eines Patienten im Computertomographen  
Mischling, weiblich, 5 Jahre, Rückenlagerung

## **Der Computertomograph**

Die Untersuchungen wurden im Multislice-Spiral-Computertomograph (Mehrschicht-CT) "Lightspeed" QXi der Firma General Electric (GE) Healthcare der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der FU Berlin vorgenommen. Dieses ist ein state of the art- Gerät der dritten Generation (Rotationsscanner mit beweglichen Detektoren). Ein breites Strahlenbündel durchdringt das Untersuchungsobjekt und rotiert darum, die Detektoren rotieren gleichermaßen. Die minimale Scanzeit für eine Rotation betrug 0,8 Sekunden. Die durchschnittliche Scanzeit für einen Patienten lag bei 130 Sekunden. Es wurden ein Spiralscan mit axialen, sagittalen, obliquen sowie coronaren Schichten in einem Rekonstruktionsalgorithmus für Knochen mit einer jeweiligen Schichtdicke von 1,25 mm und einem Pitch von 3,5 verwandt. Die Bilder wurden an einer Workstation Adw 4.2 ausgewertet. Damit konnte der Datensatz in verschiedener Form von multiplanaren bis zu dreidimensionalen Rekonstruktionen bearbeitet werden.

## **Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris (Q-Winkel)**

Der Quadriceps-Winkel (Q-Winkel) ist definiert als Abweichung der Geraden des Lig. patellae von der Geraden des M. rectus femoris. Messpunkte des M. rectus femoris sind die Area musculi recti femoris der Darmbeinsäule, sowie die Mitte der Trochlea ossis femoris. Die Messpunkte des Lig. patellae sind die Mitte der Trochlea ossis femoris und die Mitte der Tuberositas tibiae (Abb.9). Mediale Abweichungen wurden als mediale und laterale als laterale Q-Winkel bezeichnet. Zur Unterscheidung der Richtung der Q-Winkel wurde ein medialer Q-Winkel als positiv definiert, laterale Q-Winkel erhielten ein negatives Vorzeichen. Der Q-Winkel wird in Grad (°) angegeben. Zur Messung des Q-Winkels wurde eine 3-D-Rekonstruktion im Knochenfenster verwandt. Etwaige nicht exakt gelagerte Tiere konnten noch vor der Messung virtuell gedreht und die Lagerung korrigiert werden. Es wurde jeweils dreimal gemessen und der Mittelwert berechnet, um Messungenauigkeiten zu reduzieren.

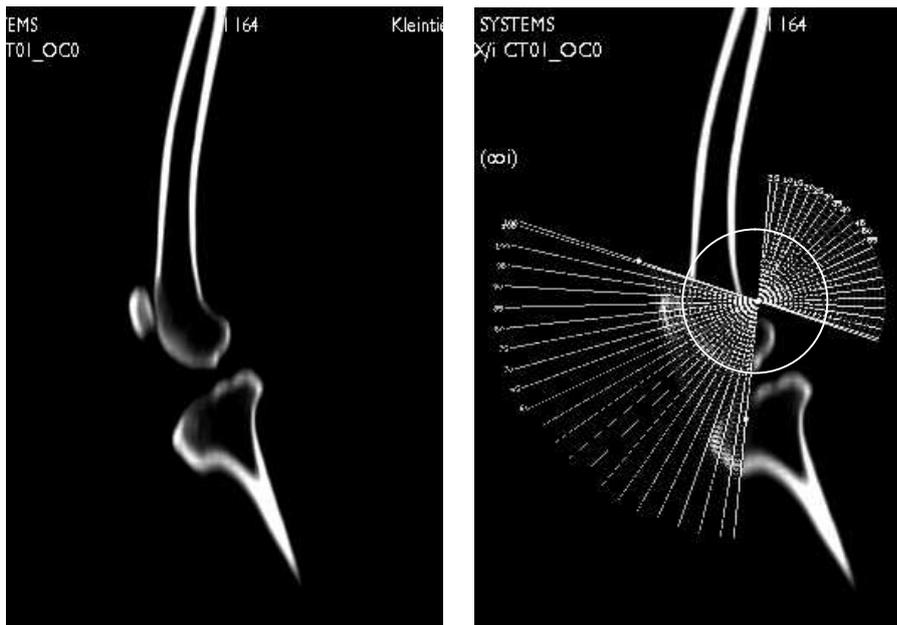


CT-Scan, 3D Rekonstruktion  
 Papillon, 2 Jahre, weiblich  
 Luxatio patellae medialis  
 links Grad 3  
 A Area musculi recti femoris  
 B Mitte der Trochlea ossis  
 femoris  
 C Mitte der Tuberositas tibiae  
 $\alpha$  medialer Q-Winkel  
 re rechtsseitig  
 li linksseitig

Abbildung 9: Messung des Q-Winkels

### Trochleatiefe

Um die Trochleatiefe zu bestimmen, wurde in einer seitlichen Aufnahme des distalen Bereichs des Os femoris und des proximalen der Tibia ein fächerförmiger Stapelfilm eingelegt. Der Mittelpunkt dieses Stapelfilms wurde definiert als der Mittelpunkt eines gedachten Kreises, der sich aus den Rollkämmen bilden lässt (Abb.10).



CT- Scan  
 Papillon, 2 Jahre,  
 weiblich  
 Erstellung eines  
 Stapelfilms

Abbildung 10: Rotationsstapelfilm

Mit dem Stapelfilm wurde schichtweise in 4 mm Schritten vorgegangen. Um die Tiefe der Trochlea ossis femoris zu messen, wurden die Scheitelpunkte des medialen und lateralen Rollkamms bestimmt und die beiden Scheitelpunkte mit einer Geraden verbunden (a). Parallel zur Geraden (a) wurde eine zweite Gerade (b) an die tiefste Stelle der Trochlea ossis femoris gelegt. Mit der Senkrechten (c) zu den Geraden (a) und (b) wurde die Tiefe der Trochlea ossis femoris gemessen (Abb.11). Die Tiefe der Trochlea ossis femoris wurde in Millimetern (mm) angegeben.



#### CT Scan

Papillon, 2 Jahre, weiblich

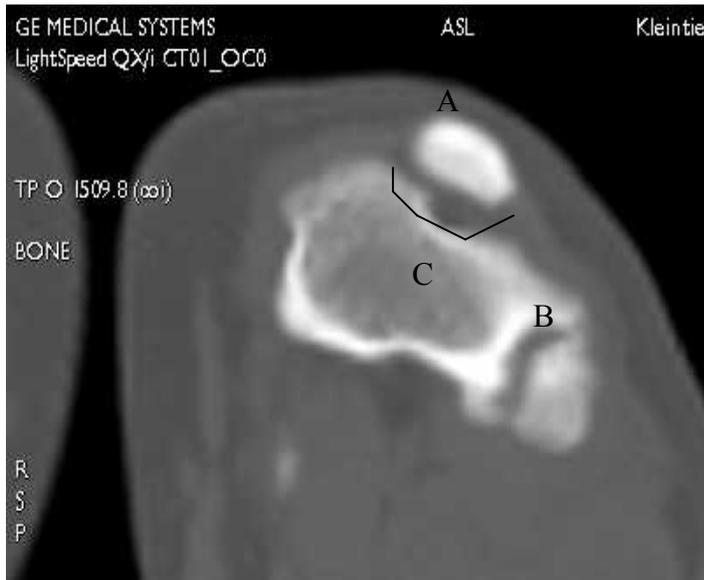
a Gerade den Rollkämmen anliegend

b Gerade der Trochlea ossis femoris anliegend

c Senkrechte zu a und b

Abbildung 11: Messung der Tiefe der Trochlea ossis femoris

Bei hypo- oder aplastisch ausgebildeter Trochlea ossis femoris oder einer Pseudotrochlea ergaben sich im Hinblick auf die Tiefenmessung Schwierigkeiten, weil die Messpunkte nicht genau identifiziert werden konnten (Abb.12). Daher konnten keine Messungen durchgeführt werden. In diesen Fällen wurde die Trochlealtiefe mit „0“ definiert.



#### CT-Scan

Mischling, 19 Monate,  
männlich

A Patella

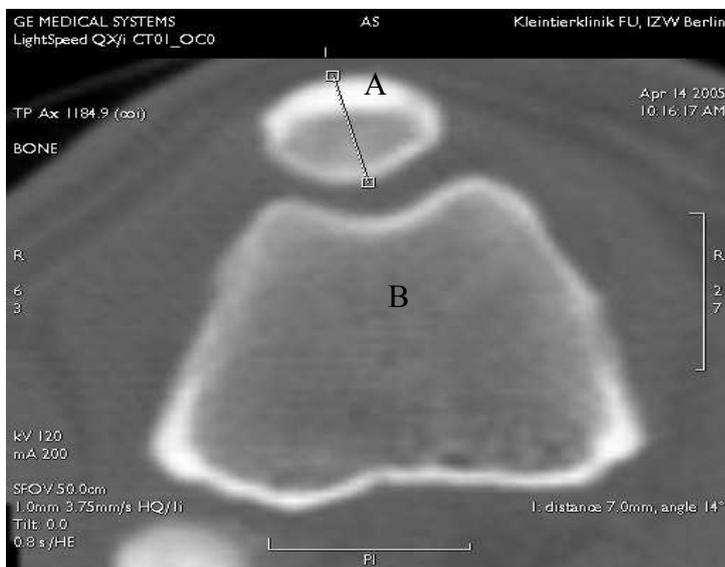
B Os sesamoideum musculi  
gastrocnemici laterale

C Trochlea ossis femoris

Abbildung 12: Hypoplastische Trochlea ossis femoris

#### Patelladicke

Als Maß der Patelladicke wird die kranio-kaudale größte Höhe der Patella bezeichnet. Wie die Trochleattiefe wurde sie in sagittalen Bildern gemessen (Abb.13). Die Messungen wurden jeweils dreimal vorgenommen, um eine möglichst große Messgenauigkeit zu erzielen.



#### CT-Scan

Cocker Spaniel, 11 Jahre, mk  
12,6 kg

A Patella

B Os femoris

Abbildung 13: Messung der Patelladicke

#### Quotient aus Trochleattiefe und Patelladicke

Um etwaige Korrelationen bei Hunden verschiedener Rassen und verschiedener Körpergewichte aufzudecken, wurde aus Trochleattiefe und Patelladicke ein Quotient gebildet.

### **Zusammenhang zwischen Q-Winkel und Trochleatiefe (Produkt (P))**

Nur den Q-Winkel oder die Trochleatiefe zu messen, um aus dem jeweiligen Ergebnis den Grad der Patellaluxation festzulegen, ist nicht möglich wie KAISER (1999) für den Q-Winkel und MEYER (2001) für die Trochleatiefe festgestellt haben. Deswegen wurde in dieser Studie der Korrelation dieser beiden Parameter nachgegangen. Dazu wurde aus relativem Q-Winkel und relativer Trochleatiefe ein Produkt (P) errechnet.

$$\mathbf{P = \text{relativer Q-Winkel}^1 \times \text{relative Trochleatiefe}^2}$$

$$^1 \text{ relativer Q-Winkel} = \frac{\text{gemessener mittlerer Q-Winkel (}^\circ\text{)}}{\text{physiologischer Q-Winkel (10}^\circ\text{)}}$$

$$^2 \text{ relative Trochleatiefe} = \frac{\text{mittlere Trochleatiefe (mm)}}{\text{mittlere Patelladicke (mm)}}$$

## **Statistische Methoden**

Mit dem Statistikprogramm SPSS<sup>®</sup> Version 14.0 für Windows, SPSS Inc., USA und dem Programm Microsoft Office Excel<sup>®</sup> 2003, Microsoft Corporation, USA wurden die Daten analysiert. Die Messungen wurden jeweils dreimal vorgenommen. Die Messwertstreuung wurde zum Teil in Boxplots dargestellt. So lassen sich Mediane, Minimal- und Maximalwerte sowie ihre Streuung und Schiefe der Verteilung innerhalb der Datenreihe gut veranschaulichen (LORENZ, 1992). Die Box charakterisiert den Quartilsabstand. Darunter fallen alle Werte, die sich zwischen erstem und drittem Quartil befinden. Somit werden 50% der Messwerte vom ersten Quartil zum dritten Quartil eingeschlossen. Der Median ist durch einen Querstrich innerhalb der Box charakterisiert. Bei unterschiedlichem Abstand vom ersten und dritten Quartil zum Median liegt eine schiefe Verteilung vor. Die senkrechte Linie entspricht rechnerisch dem 1,5-fachen Quartilsabstand, wird jedoch nur bis zum minimalen bzw. maximalen Messwert innerhalb des 1,5-fachen Quartilsabstand ausgezogen. Einzelne Messwerte, die sich zwischen dem 1,5-fachen und 3-fachen Quartilsabstand befinden, wurden als schwarzer Kreis markiert und als Ausreißer angesehen. Werte, die sich darüber hinaus befanden, wurden als Extrema definiert und als Sternchen dargestellt. Um Signifikanzen aufzuspüren, wurden die Daten dem Mann-Whitney-U-Test unterzogen, da sie als nicht normalverteilt betrachtet werden.

# Ergebnisse

## Studienklientel

Bei 16 der 65 Hunde mit Patellaluxation bestand sie einseitig, elfmal links und fünfmal rechts und bei 49 Hunden bilateral. Dementsprechend wurde an 114 Extremitäten eine Patellaluxation diagnostiziert. Die Kontrollgruppe bestand aus 44 Tieren, die beidseits luxationsfrei waren. Bestand die Luxation unilateral wurde die kontralaterale luxationsfreie Extremität nicht als Kontrolle definiert und von der Auswertung ausgeschlossen. Sieben Hunde mit insgesamt zehn „betroffenen“ Extremitäten besaßen den Luxationsgrad 0 und wurden der Zusatzgruppe zugeordnet (Abb.14).

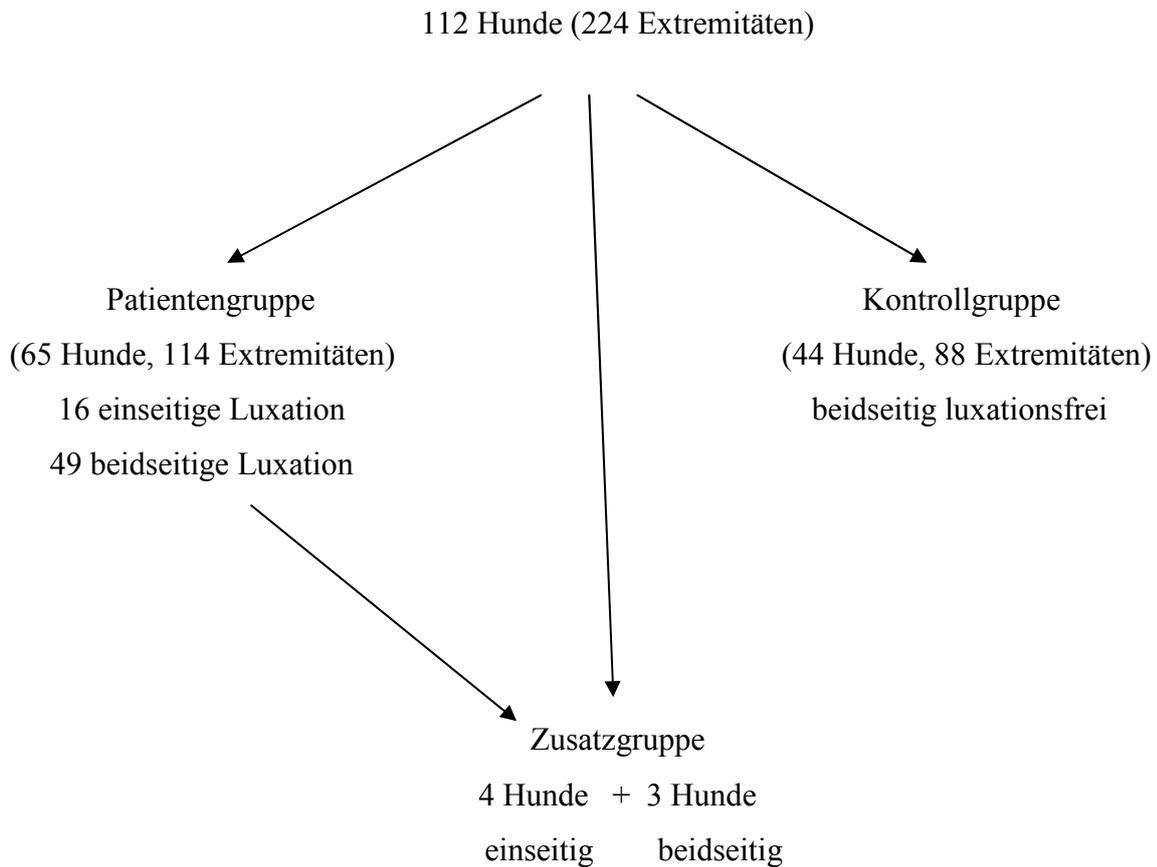


Abbildung 14: Gruppeneinteilung

## Rasse

Es wurden 112 Hunde untersucht, die 26 verschiedenen Rassen angehörten. Yorkshire Terrier (n=27) waren vor Mischlingen kleiner Hunderassen (n=16), Pudeln (n=11), West Highland White Terriern (n=8) und Chihuahuas (n=7) am häufigsten im Klientel der Studie. Die Rassenverteilung innerhalb der Gruppe mit und ohne Patellaluxation ist in Tab. 2 und 3 zusammengestellt.

Tabelle 2: Rassenverteilung der Hunde mit Patellaluxation (Patientengruppe)

Rasse	Anzahl (n)	Prozent (%)	Rasse	Anzahl (n)	Prozent (%)
Yorkshire Terrier	21	32,5	Mops	1	1,6
Mischlinge kleiner Rassen	9	13,5	Kaukasischer Owtscharka	1	1,6
Pudel	6	9,5	Chow Chow	1	1,6
West Highland White Terrier	5	6,3	Malteser	1	1,6
Chihuahua	3	4,8	Cocker Spaniel	1	1,6
Foxterrier	2	3,2	Tibet Terrier	1	1,6
Neufundländer	2	3,2	Spitz	1	1,6
Papillon	2	3,2	Wolfspitz	1	1,6
Jack Russel Terrier	1	1,6	Beagle	1	1,6
Cavalier King Charles Spaniel	1	1,6	Engl. Bulldogge	1	1,6
Shih Tzu	1	1,6	Boston Terrier	1	1,6
Havanaser	1	1,6			

Tabelle 3: Rassenverteilung der Hunde ohne Patellaluxation (Kontrollgruppe)

Rasse	Anzahl (n)	Prozent (%)	Rasse	Anzahl (n)	Prozent (%)
Mischlinge kleiner Rassen	7	15,9	Franz. Bulldogge	2	4,5
Yorkshire Terrier	6	13,6	Cavalier King Ch. Spaniel	2	4,5
Beagle	5	11,4	Cocker Spaniel	2	4,5
Chihuahua	4	9,0	Shih Tzu	1	2,3
Pudel	4	9,0	Mops	1	2,3
West Highland White Terrier	3	6,8	Malteser	1	2,3
Foxterrier	2	4,5	Rehpinscher	1	2,3
Spitz	2	4,5	Jack Russel Terrier	1	2,3

Bei 65 (n=114) Hunden bestand klinisch eine Luxatio patellae. Diese Tiere gehörten 23 verschiedenen Rassen an, wie der Tab. 2 zu entnehmen ist. Häufige Rassen waren Yorkshire Terrier (n=21/27), Mischlinge kleiner Rassen (n=9/16), West Highland White Terrier (n=4/8) und Pudel (n=6/11).

### **Geschlecht**

60 von 112 (67,2%) der Hunde waren weiblich, 14 davon kastriert und 52 (32,8%) männlich, 15 davon kastriert. Von den Tieren (n=65) mit Patellaluxation waren 33 (51%) weiblich, 9 kastriert und 32 (49%) männlich, 10 kastriert, während 27 (61,3%) der Kontrolltiere weiblich, 5 kastriert und 17 (38,7%) männlich, 5 kastriert waren. Die Hunde der Zusatzgruppe mit Grad 0 waren männlich, einer davon kastriert.

### **Gewicht**

In der Patientengruppe schwankte das Gewicht zwischen 1,7 kg und 60,0 kg. Der Median lag bei 5,0 kg, der Mittelwert bei 7,9 kg. In der Kontrollgruppe schwankte das Gewicht zwischen 1,5 kg und 25,0 kg. Der Median war bei 7,0 kg, der Mittelwert bei 7,9 kg. Im Hinblick auf das Körpergewicht wurden die Patienten und Kontrolltiere vier Gruppen zugeordnet. Wie aus Abb. 15 zu ersehen ist, war die Mehrzahl sowohl der Patienten als auch der Kontrolltiere bis 5,9 kg bzw. bis 11,9 kg schwer. Nur wenige Patienten wie auch Kontrolltiere waren schwerer.

Bei den sieben Tieren der Zusatzgruppe schwankte das Gewicht zwischen 3,0 kg und 15,0 kg mit einem Median von 7,5 kg und einem Mittelwert bei 8,2 kg.

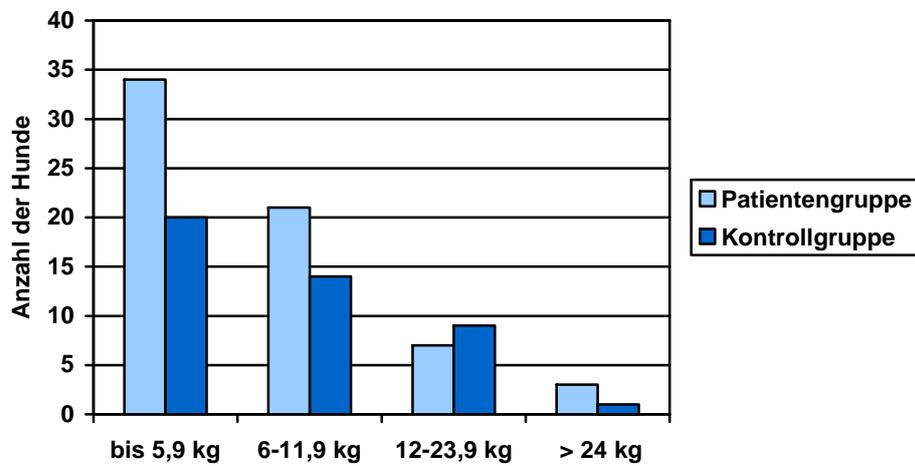


Abbildung 15: Das Körpergewicht der Hunde dieser Studie

### Alter

Die Hunde mit Patellaluxation (n=65) waren im Mittel 57 Monate alt, der jüngste 4 und der älteste 188 Monate. Das Altersmittel der Kontrolltiere betrug 85 Monate. Unter ihnen war der jüngste 12 und der älteste 189 Monate alt. Die Tiere der Zusatzgruppe waren im Mittel 83 Monate alt, der jüngste 35 Monate und der älteste 122 Monate.

Tabelle 4: Altersverteilung bei luxationsfreien Hunden in den verschiedenen Gewichtsklassen

Gewichtsklasse	Alter (in Monaten)		
	Minimum	Maximum	Mittelwert
Bis 5,9 kg	14	189	88,6
6,0- 11,9 kg	12	177	101,1
12,0 – 23,9 kg	24	129	55,0
> 24 kg	77	77	77
Unabhängig von der Gewichtsklasse	12	189	85

Tabelle 5: Altersverteilung bei Hunden mit Patellaluxation in verschiedenen Gewichtsklassen

Gewichtsklasse	Alter (in Monaten)		
	Minimum	Maximum	Mittelwert
Bis 5,9 kg	12	188	68,9
6,0- 11,9 kg	12	132	51,1
12,0 – 23,9 kg	4	122	30,5
> 24 kg	6	20	14,3
Unabhängig von der Gewichtsklasse	4	188	57

## Klinische Untersuchung

### Luxationsgrade

Bei den 65 Hunden mit Patellaluxation war ihr Ausmaß verschieden ausgeprägt. 26-mal wurde Grad 1 (23%), 46-mal Grad 2 (40%), 26-mal Grad 3 (23%) und elfmal Grad 4 (10%) diagnostiziert. Grad 1 und Grad 2 gleichzeitig (in unterschiedlicher Luxationsrichtung) konnte fünfmal festgestellt werden (4%). Die sieben Hunde der Zusatzgruppe mit insgesamt zehn „betroffenen“ Extremitäten besaßen den Luxationsgrad 0.

Die Häufigkeitsverteilung der Luxationsgrade der 65 Patienten an 114 Gliedmaßen ist der Abb. 16 zu entnehmen.

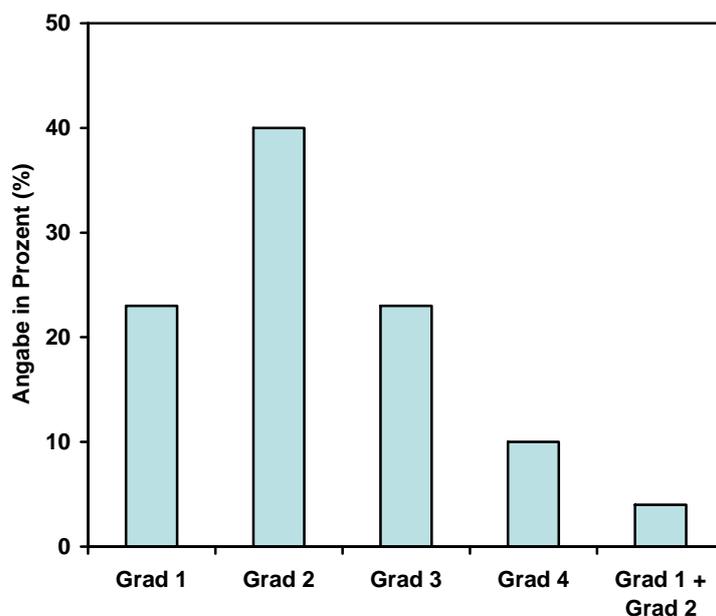


Abbildung 16: Die Luxationsgrade der Patella an 114 Extremitäten bei 65 Hunden

### **Luxationsgrad im Seitenvergleich (links/rechts)**

Im Seitenvergleich war bei 33 Tieren (51%) der Luxationsgrad (Differenz = 0) identisch, während bei 19 Tieren (29,2%) ein Unterschied von einem Grad, bei neun Hunden (13,9%) von zwei Graden, bei zwei (3,1%) von drei Graden und bei einem Hund (1,5%) von vier Graden bestand. Bei einem weiteren Tier (1,5%) konnte keine Seitendifferenz berechnet werden, da kontralateral osteosynthetisches Implantatmaterial im Computertomogramm Artefakte bildete.

### **Luxationsrichtung**

Von den 65 Hunden mit diagnostizierter Patellaluxation hatten 88 Extremitäten (=77,2%) eine mediale, 19 (=16,7%) eine laterale und sieben Extremitäten (=6,1%) sowohl eine mediale als auch eine laterale Luxation (Abb. 17).

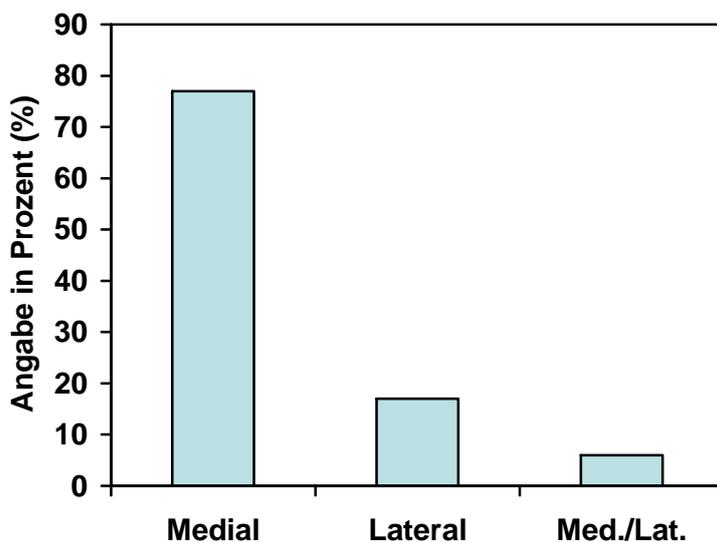


Abbildung 17: Die Luxationsrichtung von 114 Extremitäten bei 65 Hunden

### **Computertomographische Untersuchung**

Computertomographisch wurde bei den Tieren der Studie jede Extremität einzeln ausgewertet (ohne kontralateralen Bezug). Es wurden der Q-Winkel, die Trochleatiefe und die Patelladicke in drei Wiederholungsmessungen gemessen. Aus den drei Messungen wurde der Mittelwert gebildet.

## Q-Winkel

### Q-Winkel bei unilateraler Patellaluxation

16 Patienten wiesen eine unilaterale Patellaluxation auf. Bei einem Patienten (Nr. 98) konnte die luxationsfreie Extremität aus technischen Gründen nicht gemessen werden. Elf Hunde waren auf der kontralateralen Seite luxationsfrei und bei vier Tieren (Nr. 12, 27, 59, 117) lag auf der kontralateralen Seite ein Grad 0 vor. Die Messwerte für den Q-Winkel sind für das Kniegelenk mit Patellaluxation und die luxationsfreie kontralaterale Seite bzw. mit Grad 0 vergleichend in Tab. 6 dargestellt. Zehn Patienten wiesen auf der klinisch gesunden Seite einen kleineren Q-Winkel auf als auf der Seite der Luxation. Fünf Hunde hatten auf der gesunden Seite einen höheren Q-Winkel als auf der erkrankten Seite. Hierbei waren drei Patienten (Nr. 12, 25, 82) mit einer lateralen Luxation. Bei einem Patienten (Nr. 98) konnte aus technischen Gründen die kontralaterale Extremität nicht gescannt werden.

Tabelle 6: Q-Winkel bei unilateraler Patellaluxation

Kontralaterale Seite	Patientennummer	Mit Luxation Q-Winkel (Grad)	Ohne Luxation bzw. Grad 0 Q-Winkel (Grad)
Luxationsfrei	4	14,30	7,83
	8	18,13	8,67
	25	- 42,83	15,43
	29	13,13	6,07
	63	30,90	8,70
	74	14,87	8,63
	75	14,23	11,6
	77	24,60	7,67
	79	22,97	9,13
	82	- 1,83	1,47
	83	14,07	8,77
Grad 0	12	- 2,23	10,17
	27	15,83	1,50
	59	13,17	19,67
	117	11,93	13,93
Nicht zu messen	98	15,1	-----

### **Q-Winkel bei bilateraler Patellaluxation**

Von den 49 Patienten mit beidseitiger Patellaluxation hatten 35 Hunde eine beidseitige mediale Luxation und sechs eine beidseitig laterale Luxation. Bei fünf Tieren war die Luxationsrichtung an beiden Extremitäten unterschiedlich und drei Patienten besaßen eine mediale und laterale Luxation an beiden Extremitäten. Für die Gelenke mit bilateraler medialer Luxation konnte mit einem Median von  $17,07^\circ$  ein höherer Q-Winkel als für Gelenke mit lateraler Luxation ermittelt werden, für die ein Median von  $-16,12^\circ$  errechnet wurde. Das Minimum einer bilateralen medialen Luxation lag bei  $7,5^\circ$  und das Maximum bei  $50,17^\circ$ . Das Minimum einer bilateralen lateralen Luxation lag bei  $-42,2^\circ$  und das Maximum bei  $-1,5^\circ$ . Bei Patienten mit unterschiedlicher Luxationsrichtung an beiden Extremitäten betrug der Median bei der medialen Luxation  $10,3^\circ$ , mit einem Minimum von  $6,4^\circ$  und einem Maximum von  $13,8^\circ$ .

### **Q-Winkel bei verschiedenen Luxationsgraden**

#### **Q-Winkel der Kontrolltiere**

Bei den 44 Hunden ohne klinisch nachweisbarer Patellaluxation lag der Median des Q-Winkels bei  $8,2^\circ$ , das Minimum bei  $0,97^\circ$ , das Maximum bei  $13,93^\circ$  und der Mittelwert bei  $7,8^\circ$  (Abb. 18).

#### **Q-Winkel und Luxationsgrad 0**

Die zehn Extremitäten, bei denen die Patella nur auf den medialen oder lateralen Rollkamm zu schieben war, ohne dass sie luxiert werden konnte, wurden als Grad 0 definiert. Ihr Q-Winkel betrug im Median  $6,94^\circ$ , das Minimum  $-12,3^\circ$ , das Maximum  $24,8^\circ$  und der Mittelwert  $6,44^\circ$ . Die geringe Zahl an Extremitäten mit Grad 0 ließ eine statistische Testung als nicht sinnvoll erscheinen. Die Ergebnisse des Vergleichs des mittleren Q-Winkels zwischen Grad 0 und der Kontrollgruppe sind in Abb. 18 dargestellt. Die Mediane der beiden Gruppen unterschieden sich um  $1,26^\circ$ . Der komplette Bereich der Messwerte der Gruppe ohne Luxation wurde vom Bereich der Gruppe mit Grad 0 überdeckt, was auch auf keine Signifikanz schließen lässt.

Wurden nur die medialen Luxationen analysiert, betrug der Q-Winkel im Median  $11,93^\circ$ , das Minimum  $1,5^\circ$ , das Maximum  $24,77^\circ$  und der Mittelwert  $10,74^\circ$  (Abb. 20). Wurde der Q-Winkel nur bei den lateralen Luxationen gemessen, betrug er im Median  $-10,45^\circ$ , das Minimum  $-12,3^\circ$ , das Maximum  $-8,6^\circ$  und der Mittelwert  $-10,45^\circ$  (Abb. 21).

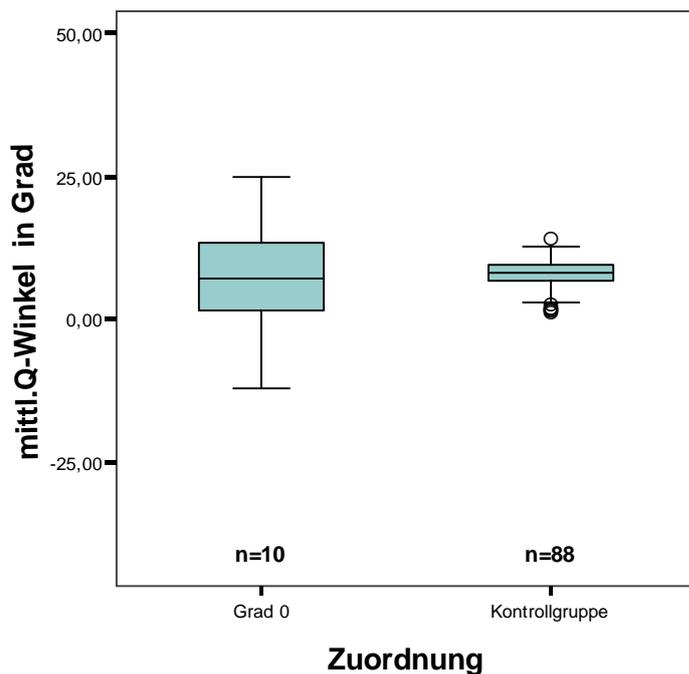


Abbildung 18: Vergleich des Q-Winkels bei Hunden mit Grad 0 und der Kontrollgruppe

### Q-Winkel und Luxationsgrad 1

26 Extremitäten mit Luxationsgrad 1 wiesen im Median einen Q-Winkel von 14,19° auf, mit einem Minimum von -14,03°, Maximum von 17,4° und Mittelwert von 11,5° (Abb.19). Im Vergleich zur Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,001$ ). Wurden nur die medialen Luxationen analysiert, betrug der Q-Winkel im Median 14,74°, das Minimum 11,57°, das Maximum 17,40° und der Mittelwert 14,63° (Abb. 20). Wurde der Q-Winkel nur bei den lateralen Luxationen gemessen, betrug er im Median -12,67°, das Minimum -14,03°, das Maximum -9,40° und der Mittelwert -12,03° (Abb. 21).

### Q-Winkel und Luxationsgrad 2

46 Extremitäten mit Luxationsgrad 2 wiesen im Median einen Q-Winkel von 14,8° auf, mit einem Minimum von -42,2°, Maximum von 30,87° und Mittelwert von 11,6° (Abb.19). Im Vergleich zur Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,001$ ). Wurden nur die medialen Luxationen analysiert, betrug der Q-Winkel im Median 16,61°, das Minimum 7,5°, das Maximum 30,87° und der Mittelwert 16,61° (Abb. 20). Wurde der Q-Winkel nur bei lateralen Luxationen gemessen, betrug er im Median -17,57°, das Minimum -42,2°, das Maximum -1,83° und der Mittelwert -17,57° (Abb. 21).

### **Q-Winkel und Luxationsgrad 1+2**

Fünf Extremitäten mit Luxationsgrad 1+2 gleichseitig wiesen im Median einen Q-Winkel von  $10,3^\circ$  auf, mit einem Minimum von  $6,4^\circ$ , Maximum von  $12,8^\circ$  und Mittelwert von  $10,1^\circ$  (Abb.19). Der Median der Kontrollgruppe lag um  $3,36^\circ$  niedriger als bei den Hunden mit Luxationsgrad 1+2. Aufgrund der geringen Zahl dieser Fälle mit Luxationsgrad 1+2 gleichseitig erschien die statistische Testung nicht sinnvoll.

### **Q-Winkel und Luxationsgrad 3**

26 Extremitäten mit Luxationsgrad 3 wiesen im Median einen Q-Winkel von  $24,4^\circ$  auf, mit einem Minimum von  $-30,3^\circ$ , Maximum von  $42,6^\circ$  und Mittelwert von  $21^\circ$  (Abb.19). Im Vergleich mit der Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,001$ ). Wurden nur die medialen Luxationen analysiert, betrug der Q-Winkel im Median  $24,93^\circ$ , das Minimum von  $12,77^\circ$ , das Maximum von  $42,60^\circ$  und der Mittelwert von  $26,70^\circ$  (Abb. 20). Wurde der Q-Winkel nur bei lateralen Luxationen gemessen, betrug er im Median  $-20,77^\circ$ , das Minimum  $-30,30^\circ$ , das Maximum  $-18,20^\circ$  und der Mittelwert  $-23,09^\circ$  (Abb. 21).

### **Q-Winkel und Luxationsgrad 4**

Elf Extremitäten mit Luxationsgrad 4 wiesen im Median einen Q-Winkel von  $-4,87^\circ$  auf, mit einem Minimum von  $-42,83^\circ$ , Maximum von  $50,17^\circ$  und Mittelwert von  $4,4^\circ$  (Abb.19). Aufgrund der geringen Zahl an Extremitäten mit Luxationsgrad 4 erschien die statistische Testung nicht sinnvoll. Wurden nur die medialen Luxationen analysiert, betrug der Q-Winkel im Median  $40,12^\circ$ , das Minimum  $27,0^\circ$ , das Maximum  $50,17^\circ$  und der Mittelwert  $39,35^\circ$  (Abb. 20). Wurde der Q-Winkel nur bei den lateralen Luxationen gemessen, betrug er im Median  $-9,03^\circ$ , das Minimum  $-42,83^\circ$ , das Maximum  $-1,5^\circ$  und der Mittelwert  $-15,55^\circ$  (Abb. 21).

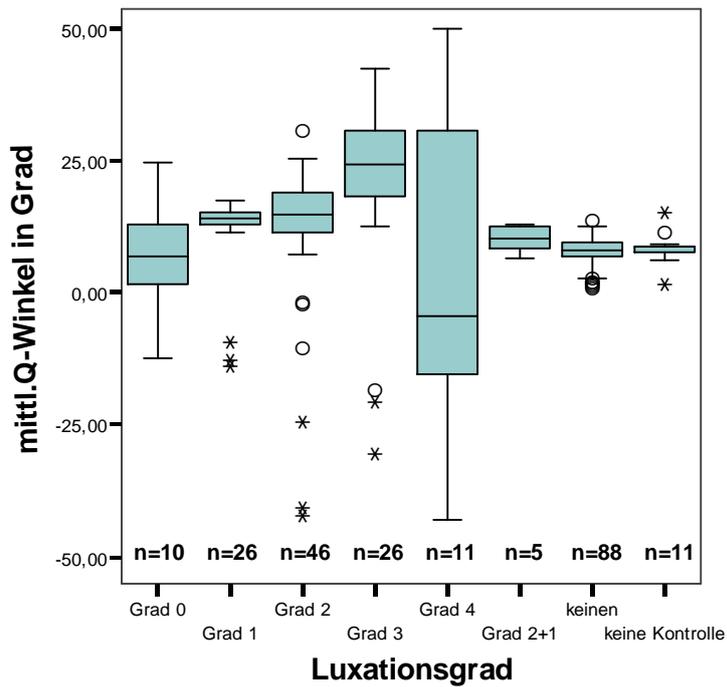


Abbildung 19: Mittlerer Q-Winkel in Bezug zum Luxationsgrad

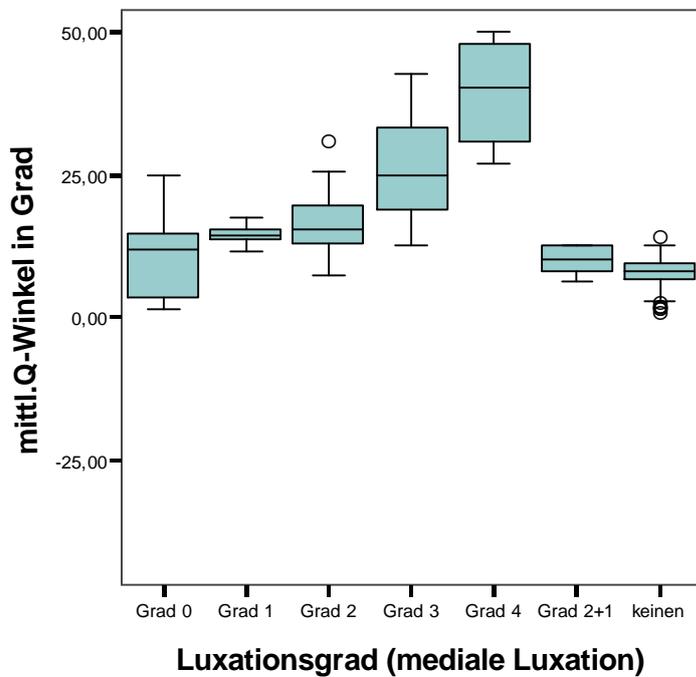


Abbildung 20: Mittlerer medialer Q-Winkel in Bezug zum Luxationsgrad

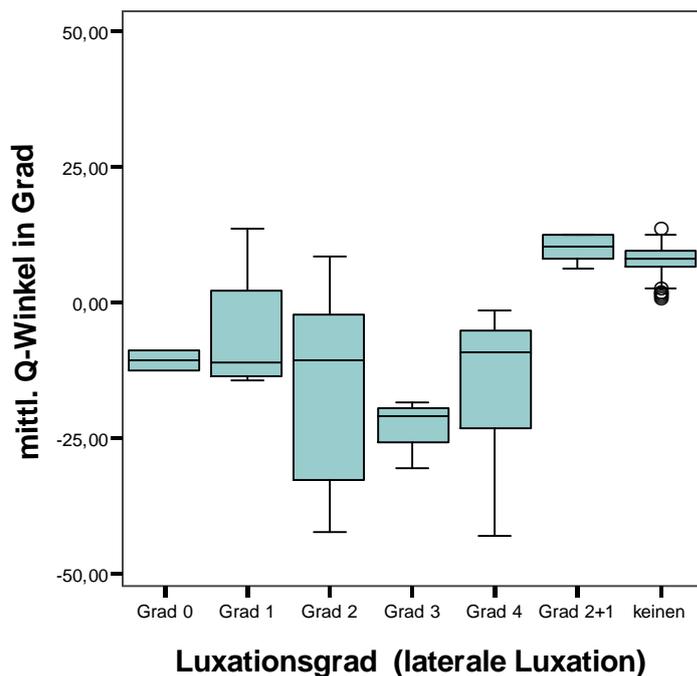


Abbildung 21: Mittlerer lateraler Q-Winkel in Bezug zum Luxationsgrad

## Trochleattiefe

### Trochleattiefe bei unterschiedlichen Gewichtsklassen

Die Trochlea ossis femoris war bei den Kontrolltieren im Median 1,7 mm tief, im Minimum 1,0 mm, im Maximum 3,4 mm und im Mittelwert 1,92 mm. Bei der Patientengruppe lag der Median bei 1,5 mm, das Minimum bei 0,0 mm, das Maximum bei 9,1 mm und der Mittelwert bei 1,74 mm. Bei den Hunden mit Grad 0 war der Median bei 1,8 mm, das Minimum bei 1,5 mm, das Maximum bei 2,74 mm und der Mittelwert bei 2,02 mm. Die Trochleattiefen in Abhängigkeit zum Körpergewicht und im Vergleich zu den Kontrolltieren und Patienten sind in Tab. 7 dargestellt. Bei den Kontrolltieren ist mit Ausnahme der Tiere der Gewichtsklasse 4 die Trochlea ossis femoris tiefer als bei den Tieren aus der Patientengruppe.

Tabelle 7: Trochleattiefe bei unterschiedlichen Gewichtsklassen im Vergleich von Patienten- und Kontrollgruppe

Körpergewicht	bis 5,9 kg		6-11,9 kg		12-23,9 kg		> 24 kg	
Patienten/ Kontrolltiere	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.
Median (mm)	1,3	1,45	1,65	2,2	2,5	2,8	3,5	1,75
Minimum (mm)	0,0	1,0	0,0	1,5	1,87	1,6	2,7	1,6
Maximum (mm)	3,3	2,5	4,27	2,7	3,1	3,4	9,1	1,9
Mittelwert (mm)	1,39	1,47	1,71	2,11	2,47	2,63	4,68	1,75

### **Trochleattiefe bei unilateraler Patellaluxation**

16 Patienten wiesen eine unilaterale Patellaluxation auf. Bei einem davon (Nr. 98) konnte die luxationsfreie Extremität aus technischen Gründen nicht gemessen werden. Elf Hunde waren auf der kontralateralen Seite luxationsfrei und vier (Nr. 12, 27, 59, 117) hatten kontralateral einen Grad 0. Die Trochlea ossis femoris war auf der luxationsfreien Seite bei elf Tieren tiefer als kontralateral mit Luxation, in zwei Fällen bestand dahingehend kein Unterschied und bei zwei Tieren war die Trochlea ossis femoris auf der luxationsfreien Seite flacher als luxationsseitig. Die Trochleatiefen sind für das Kniegelenk mit Patellaluxation und für die luxationsfreie kontralaterale Seite bzw. mit Grad 0 vergleichend in Tab. 8 dargestellt.

Tabelle 8: Trochleatiefe bei unilateraler Patellaluxation

Kontralaterale Seite	Patientennummer	Mit Luxation Trochleatiefe (mm)	Ohne Luxation bzw. Grad 0 Trochleatiefe (mm)
luxationsfrei	4	1,40	1,40
	8	1,40	1,20
	25	1,50	2,90
	29	1,40	1,40
	63	1,40	1,80
	74	1,20	1,30
	75	1,80	2,30
	77	1,27	4,27
	79	1,9	2,30
	82	1,87	2,40
83	1,27	1,37	
Grad 0	12	1,40	1,50
	27	2,40	2,00
	59	1,80	1,90
	117	2,74	2,80
Nicht zu messen	98	1,00	-----

### Trochleatiefe bei bilateraler Patellaluxation

Von den 49 Patienten mit beidseitiger Patellaluxation hatten 35 Hunde eine beidseitig mediale und sechs eine beidseitig laterale Luxation. Bei fünf Tieren war die Luxationsrichtung an beiden Extremitäten unterschiedlich und drei Patienten wiesen eine mediale und laterale Luxation beidseits auf. An Gelenken mit bilateraler medialer Luxation konnte mit einem Median von 1,5 mm eine kleinere Trochleatiefe als für Gelenke mit lateraler Luxation ermittelt werden, für die ein Median von 2,64 mm errechnet wurde. Das Minimum einer bilateralen medialen Luxation lag bei 0,0 mm und das Maximum bei 2,8 mm. Das Minimum einer bilateralen lateralen Luxation lag bei 0,0 mm und das Maximum bei 9,1 mm. Bei Patienten mit unterschiedlicher Luxationsrichtung an beiden Extremitäten lag der Median bei 1,2 mm, mit einem Minimum von 0,0 mm und einem Maximum von 3,3 mm.

## Trochleatiefe bei verschiedenen Luxationsgraden

### Trochleatiefe der Kontrolltiere

An 88 Kniegelenken der Kontrollgruppe betrug die Trochleatiefe im Median 1,7 mm, das Minimum 1,0 mm, das Maximum 3,4 mm und der Mittelwert 1,9 mm (Abb. 22).

### Trochleatiefe und Luxationsgrad 0

Bei zehn Kniegelenken lag ein Luxationsgrad 0 vor. Bei ihnen betrug die Trochleatiefe im Median 1,8 mm, das Minimum 1,5 mm, das Maximum 2,7 mm und der Mittelwert 2,0 mm. Der Median der Gruppe mit Grad 0 lag 0,1 mm höher als in der Kontrollgruppe. Der komplette Bereich der Messwerte der Gruppe ohne Luxation wurde vom Bereich der Gruppe mit Grad 0 überdeckt. Daraus ist keine Signifikanz abzuleiten. Aufgrund der geringen Zahl an Kniegelenken mit Luxationsgrad 0 erschien eine statistische Testung nicht sinnvoll. Die Ergebnisse des Vergleichs der Trochleatiefen zwischen Grad 0 und der Kontrollgruppe sind in Abb. 22 dargestellt.

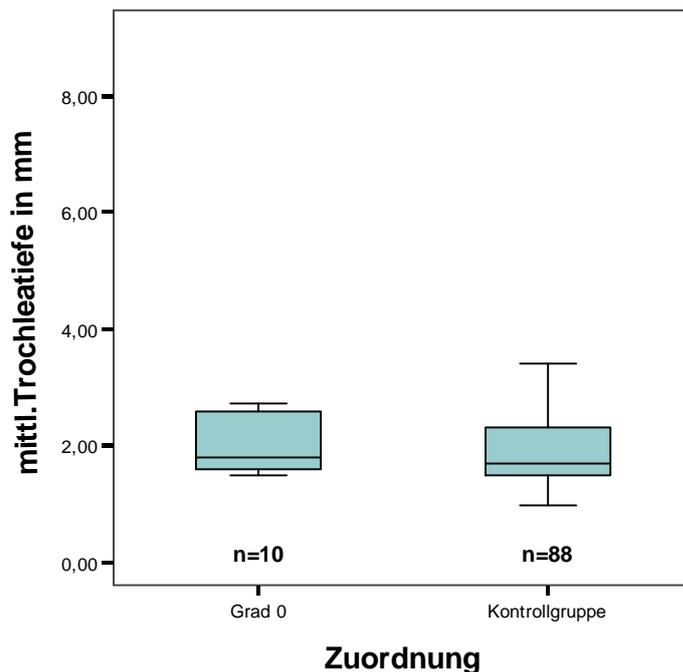


Abbildung 22: Mittlere Trochleatiefe bei Hunden mit Grad 0 und der Kontrollgruppe

### **Trochleatiefe und Luxationsgrad 1**

An 26 Kniegelenken mit Luxationsgrad 1 war die Trochlea ossis femoris im Median 1,5 mm tief, das Minimum 1,0 mm, das Maximum 3,1 mm und der Mittelwert 1,7 mm (Abb. 23). Im Vergleich zur Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,05$ ).

### **Trochleatiefe und Luxationsgrad 2**

An 46 Kniegelenken mit Luxationsgrad 2 war die Trochlea ossis femoris im Median 1,5 mm tief, das Minimum 1,0 mm, das Maximum 3,3 mm und der Mittelwert 1,7 mm (Abb. 23). Im Vergleich zur Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,05$ ).

### **Trochleatiefe und Luxationsgrad 1 + 2**

An fünf Kniegelenken mit Luxationsgrad 1+2 war die Trochlea ossis femoris im Median 1,6 mm tief, das Minimum 1,3 mm, das Maximum 3,0 mm und der Mittelwert 1,8 mm (Abb. 23). Die geringe Zahl gleichseitiger Luxationsgrade 1 und 2 ließ keine statistisch sinnvolle Testung zu.

### **Trochleatiefe und Luxationsgrad 3**

An 26 Kniegelenken mit Luxationsgrad 3 war die Trochlea ossis femoris im Median 1,4 mm tief, das Minimum 0,0 mm, das Maximum 2,4 mm und der Mittelwert 1,4 mm (Abb. 23). Im Vergleich zur Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

### **Trochleatiefe und Luxationsgrad 4**

An elf Kniegelenken mit Luxationsgrad 4 war die Trochlea ossis femoris im Median 2,34 mm tief, das Minimum 0,0 mm, das Maximum 9,1 mm und der Mittelwert 2,7 mm (Abb. 23). Die geringe Zahl der Fälle mit Luxationsgrad 4 ließ eine statistisch sinnvolle Testung nicht zu.

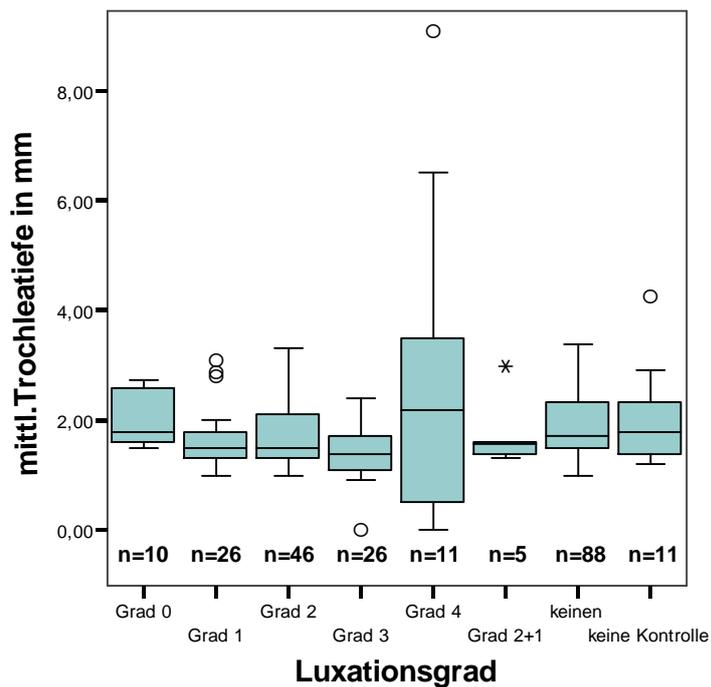


Abbildung 23: Mittlere Trochleattiefe in Bezug zum Luxationsgrad

### Patelladicke

Da davon auszugehen ist, dass bei schweren Hunden auch die Patella groß ist, wird die Patelladicke in Relation zum Gewicht gesetzt. Es wurden der Median, sowie Minimum und Maximum berechnet (Tab. 9). Die Patelladicke war bei den Kontrolltieren aller Gewichtsklassen im Median 4,32 mm dick, im Minimum 1,93 mm, im Maximum 7,3 mm. Bei den Patienten war die Patella unabhängig von der Gewichtsklasse im Minimum 2,5 mm, im Maximum 12,4 mm und im Median 4,4 mm dick.

Tabelle 9: Patelladicke in den verschiedenen Gewichtsklassen

Körpergewicht	bis 5,9 kg		6-11,9 kg		12-23,9 kg		> 24 kg	
Patienten/ Kontrolltiere	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.
Median (mm)	3,59	3,5	5,3	5,2	7,0	6,35	10,82	4,3
Minimum (mm)	2,5	1,93	4,0	3,5	5,07	4	8,0	4,03
Maximum (mm)	11,9	5,5	6,3	6,47	8,83	7,3	12,4	4,57
Mittelwert (mm)	3,75	3,6	5,1	5,05	6,73	6,1	10,3	4,3

### Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke

Der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke wurde für jedes Kniegelenk getrennt errechnet. Dabei wurde das jeweilige Körpergewicht der Tiere mit bedacht und so die relative Trochleatiefe als ein vergleichbarer Parameter bestimmt. Ein niedriger Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke heißt, dass die Trochlea ossis femoris eher flach ist.

Tabelle 10: Quotient in den verschiedenen Gewichtsklassen

Körpergewicht	bis 5,9 kg		6-11,9 kg		12-23,9 kg		> 24 kg	
Patienten/ Kontrolltiere	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.	Pat.	Kontr.
Median (mm)	0,39	0,39	0,33	0,43	0,36	0,46	0,35	0,41
Minimum (mm)	0,24	0,26	0,21	0,23	0,26	0,32	0,3	0,39
Maximum (mm)	0,67	0,83	0,67	0,55	0,52	0,53	0,9	0,42
Mittelwert (mm)	0,38	0,42	0,36	0,29	0,39	0,44	0,45	0,41

### Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke bei verschiedenen Luxationsgraden

Der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke betrug bei den Kontrolltieren im Median 0,42, das Minimum 0,26 und das Maximum 0,83. Der Quotient in Bezug zum Luxationsgrad ist in Abb. 24 wiedergegeben. An vier Kniegelenken konnte kein Quotient bestimmt werden, da die Trochleatiefe nicht zu messen war.

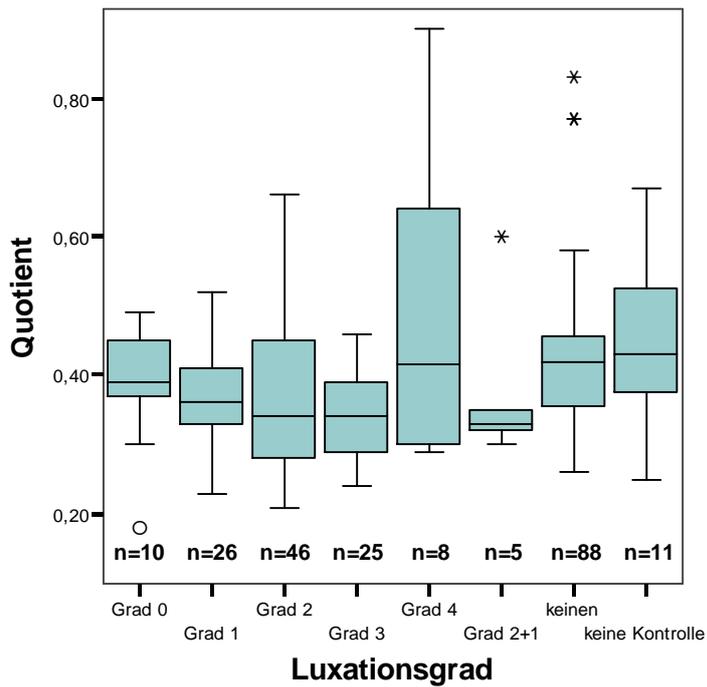


Abbildung 24: Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke in Bezug zum Luxationsgrad bei den Tieren dieser Studie

Tabelle 11: Minimum, Maximum, Median und Mittelwert des Quotienten aus Trochleatiefe und Patelladicke in Bezug zum Luxationsgrad

Patellaluxationsgrad	0	1	2	1+ 2	3	4	Kontrollgruppe
Anzahl	10	26	46	5	26	11	88
Median	0,39	0,36	0,34	0,33	0,34	0,42	0,42
Minimum	0,18	0,23	0,21	0,3	0,24	0,29	0,26
Maximum	0,49	0,52	0,66	0,6	0,46	0,9	0,83
Mittelwert	0,38	0,37	0,37	0,38	0,34	0,49	0,42
Fehlende Werte	0	0	0	0	1	3	0

## **Zusammenhang zwischen Q-Winkel und relativer Trochlealtiefe (Produkt (P))**

### **Produkt (P) und Kontrollgruppe**

An luxationsfreien Extremitäten war das Produkt (P) im Median 0,33, das Minimum 0,05, das Maximum 0,98 und der Mittelwert 0,33 (Tab. 12, Abb. 25). Das 5%- Perzentil lag bei 0,06, das 95%- Perzentil bei 0,63.

### **Produkt (P) und Luxationsgrad 0**

An Extremitäten mit Luxationsgrad 0 war das Produkt (P) im Median 0,28, das Minimum -0,49, das Maximum 0,94 und der Mittelwert 0,24 (Tab. 12, Abb. 25).

Aufgrund der geringen Extremitätenanzahl in dieser Gruppe erschien die statistische Testung auf einen signifikanten Unterschied zwischen Extremitäten mit Grad 0 und der Kontrollgruppe nicht sinnvoll.

### **Produkt (P) und Luxationsgrad 1**

An Extremitäten mit Luxationsgrad 1 war das Produkt (P) im Median 0,51, das Minimum -0,51, das Maximum 0,82 und der Mittelwert 0,42 (Tab. 12, Abb. 25). Im Vergleich mit der Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

### **Produkt (P) und Luxationsgrad 2**

An Extremitäten mit Luxationsgrad 2 war das Produkt (P) im Median 0,54, das Minimum -1,77, das Maximum 1,44 und der Mittelwert 0,44 (Tab. 12, Abb.25). Im Vergleich mit der Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

### **Produkt (P) und Luxationsgrad 1+2**

An Extremitäten mit Luxationsgrad 1+2 war das Produkt (P) im Median 0,34, das Minimum 0,21, das Maximum 0,76 und der Mittelwert 0,40 (Tab. 12, Abb.25). Aufgrund der geringen Extremitätenanzahl erschien die statistische Testung auf einen signifikanten Unterschied zwischen Extremitäten mit Grad 1+2 und der Kontrollgruppe nicht sinnvoll.

### **Produkt (P) und Luxationsgrad 3**

An Extremitäten mit Luxationsgrad 3 war das Produkt (P) im Median 0,82, das Minimum -0,72, das Maximum 1,57 und der Mittelwert 0,81 (Tab. 12, Abb. 25). Im Vergleich mit der Kontrollgruppe war der Unterschied signifikant ( $p \leq 0,001$ ).

## Produkt (P) und Luxationsgrad 4

Bei den Extremitäten mit Luxationsgrad 4 war das Produkt (P) im Median 0,56, das Minimum -1,32, das Maximum 3,06 und der Mittelwert 0,61 (Tab. 12, Abb.25). Aufgrund der geringen Extremitätenanzahl erschien die statistische Testung auf einen signifikanten Unterschied zwischen Extremitäten mit Grad 4 und der Kontrollgruppe nicht sinnvoll.

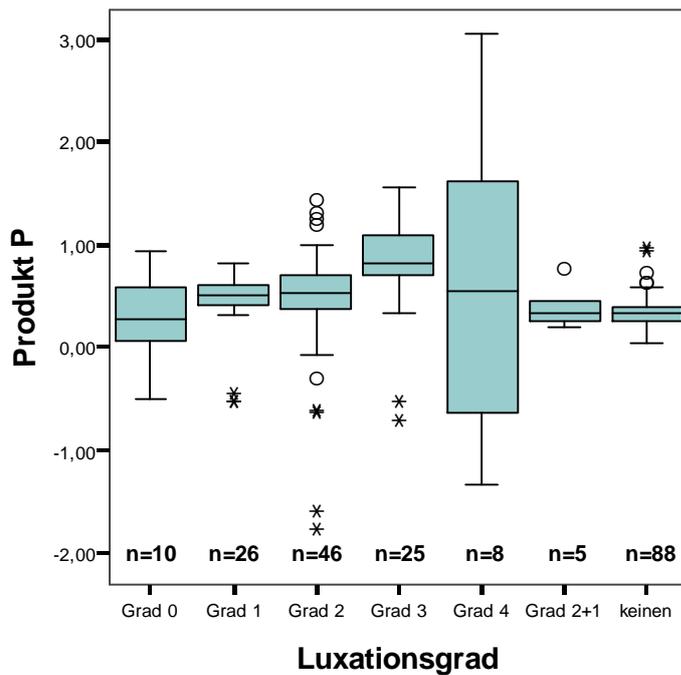


Abbildung 25: Produkt (P) in Bezug zum Luxationsgrad

Tabelle 12: Minimum, Maximum, Median und Mittelwert des Produktes (P) in Abhängigkeit vom Luxationsgrad

Patellaluxationsgrad	0	1	2	1+ 2	3	4	Kontrollgruppe
Anzahl	10	26	46	5	26	11	88
Median	0,28	0,51	0,54	0,34	0,82	0,56	0,33
Minimum	-0,49	-0,51	-1,77	0,21	-0,72	-1,32	0,05
Maximum	0,94	0,82	1,44	0,76	1,57	3,06	0,98
Mittelwert	0,24	0,42	0,44	0,4	0,81	0,6	0,33
Fehlende Werte	0	0	0	0	1	3	0

## Abhängigkeit zur Operationsmethode

Insgesamt wurden 26 Kniegelenke wegen einer Patellaluxation mit einer Trochleakeilvertiefung (13x), Transposition der Tuberositas tibiae (9x), Trochleakeilvertiefung und Transposition der Tuberositas tibiae (4x). Post operationem betrug der Q-Winkel im Median 6,63°, das Minimum -15,0° und das Maximum 15,73°. Die Trochleatiefe war im Median 3,82 mm tief, das Minimum 1,6 mm und das Maximum 7,9 mm (Abb. 26). Der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke post operationem betrug im Median 0,64, das Minimum 0,31 und das Maximum 1,1 (Abb. 27).

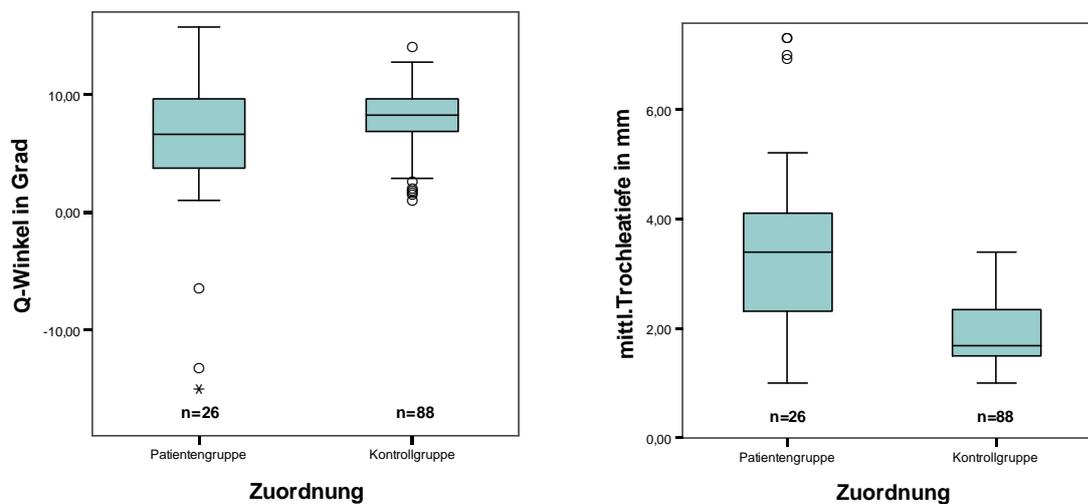


Abbildung 26: Q-Winkel und Trochleatiefe post operationem (unabhängig von der Operationsmethode) in der Patientengruppe und im Vergleich zur Kontrollgruppe

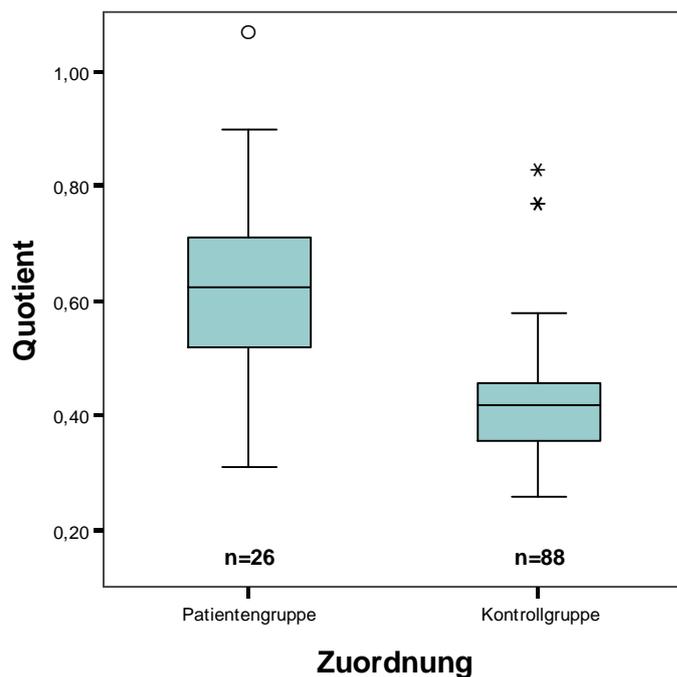


Abbildung 27: Quotient post operationem in der Patientengruppe (unabhängig von der Operationsmethode) und im Vergleich zur Kontrollgruppe

### **Trochleakeilvertiefung: Q-Winkel, Trochleatiefe, Quotient**

Die Trochlea ossis femoris wurde bei 13 Kniegelenken keilvertieft. Nach dem Eingriff betrug der Q-Winkel im Median  $5,77^\circ$ , das Minimum  $-15,0^\circ$ , das Maximum  $15,73^\circ$  und der Mittelwert  $2,83^\circ$ . Die Trochleatiefe war im Median 3,7 mm tief, das Minimum 1,6 mm, das Maximum 7,3 mm und der Mittelwert bei 4,33 mm. Der Quotient betrug im Median 0,60, das Minimum 0,31 und das Maximum 0,9. Diese geringe Zahl an Trochleakeilvertiefungen ließ eine statistische Testung nicht sinnvoll erscheinen.

### **Transposition der Tuberositas tibiae: Q-Winkel, Trochleatiefe, Quotient**

Bei insgesamt neun Kniegelenken wurde nur eine Transposition vorgenommen. Nach dem Eingriff betrug der Q-Winkel im Median  $7,9^\circ$ , das Minimum  $6,43^\circ$ , das Maximum  $11,3^\circ$  und der Mittelwert  $8,48^\circ$ . Die Trochleatiefe war im Median 2,5 mm tief, das Minimum 1,0 mm, das Maximum 3,50 mm und der Mittelwert bei 2,37 mm. Der Quotient betrug im Median 0,34, das Minimum 0,24, das Maximum 0,61 und der Mittelwert 0,37. Die geringe Zahl an Fällen mit alleiniger Transposition der Tuberositas tibiae ließ eine statistische Testung nicht sinnvoll erscheinen.

## Trochleakeilvertiefung mit Transposition der Tuberositas tibiae: Q-Winkel, Trochleatiefe, Quotient

Die Kombination beider Verfahren wurde an vier Kniegelenken vorgenommen. Nach dem Eingriff betrug der Q-Winkel im Median 4,79°, das Minimum 2,1° und das Maximum 9,53°. Die Trochleatiefe war im Median 4,27 mm tief, das Minimum 2,33 mm und das Maximum 5,2 mm. Der Quotient lag im Median bei 0,65, das Minimum bei 0,52 und das Maximum bei 0,9. Die geringe Zahl an Kniegelenken mit Trochleakeilvertiefung und Transposition der Tuberositas tibiae ließ eine statistische Testung nicht sinnvoll erscheinen.

### Q-Winkel post operationem

Der Q-Winkel nach Transposition der Tuberositas tibiae bzw. nach Transposition der Tuberositas tibiae kombiniert mit einer Trochleakeilvertiefung ist graphisch in Abb. 28 wiedergegeben.

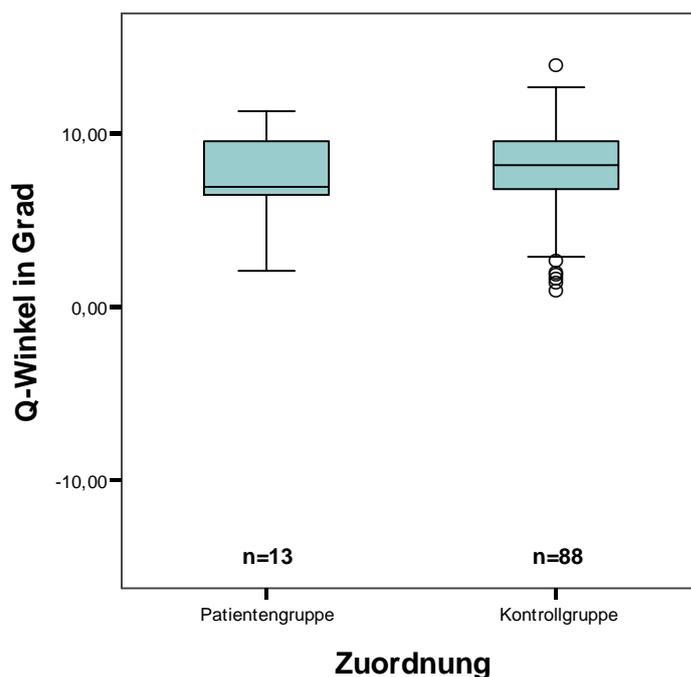


Abbildung 28: Q-Winkel nach Transposition der Tuberositas tibiae mit und ohne Trochleakeilvertiefung und im Vergleich zur Kontrollgruppe

Durch die Operation wurde der Q-Winkel im Median um  $12,8^\circ$ , mit einem Minimum von  $4,4^\circ$ , einem Maximum von  $31,53^\circ$  und einem Mittelwert von  $14,94^\circ$  nach Transposition der Tuberositas tibiae und Trochleakeilvertiefung verändert. Auch durch alleinige Trochleakeilvertiefung wurde der Q-Winkel im Median um  $12,46^\circ$ , mit einem Minimum von  $3,0^\circ$ , einem Maximum von  $39,5^\circ$  und einem Mittelwert von  $17,43^\circ$  verschoben (Abb. 29).

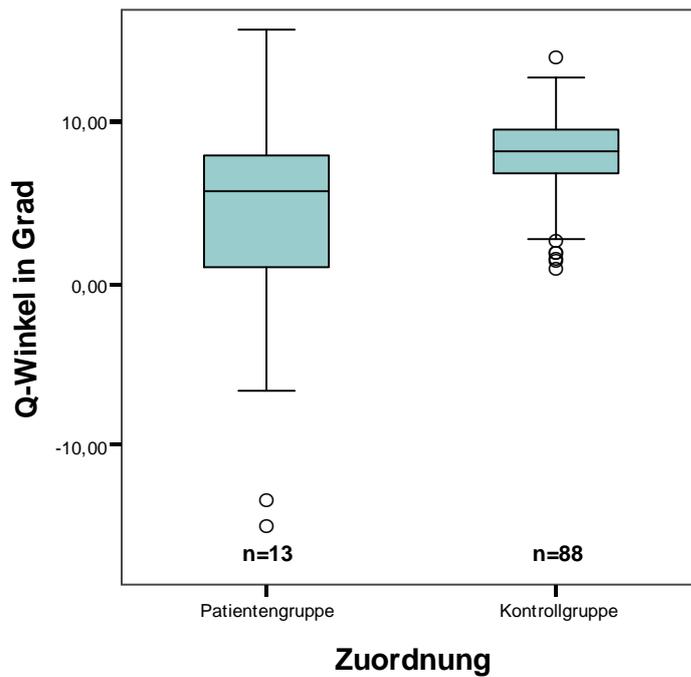


Abbildung 29: Q-Winkel nach Trochleakeilvertiefung in der Patientengruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe

### Trochleatiefe post operationem

Die Trochleatiefe war nur vom Ausmaß der Keilentnahme beeinflusst (Abb. 30). Die Trochlea ossis femoris wurde im Median um 2,07 mm vertieft, im Minimum um 0,3 mm, im Maximum um 5,9 mm und im Mittelwert um 2,28 mm bei alleiniger Trochleakeilvertiefung. Wurde zusätzliche auch die Tuberositas tibiae transponiert, so war bei diesen Tieren die Trochlea ossis femoris im Median um 1,57 mm, im Minimum um 0,3 mm, im Maximum um 5,9 mm und im Mittelwert um 2,36 mm vertieft worden.

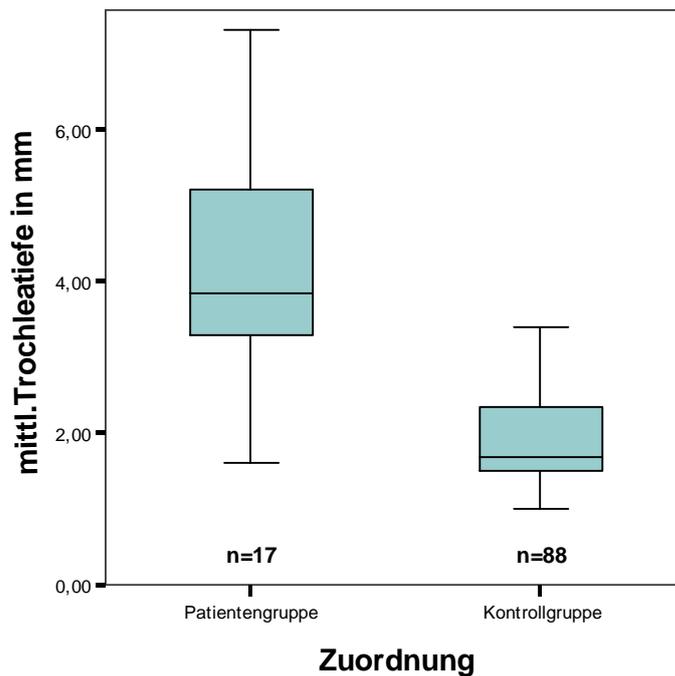


Abbildung 30: Trochleatiefe post operationem im Vergleich zur Kontrollgruppe

### Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke post operationem

Der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke wurde post operationem nach Vertiefung ohne und mit Transposition der Tuberositas tibiae errechnet (Abb. 31).

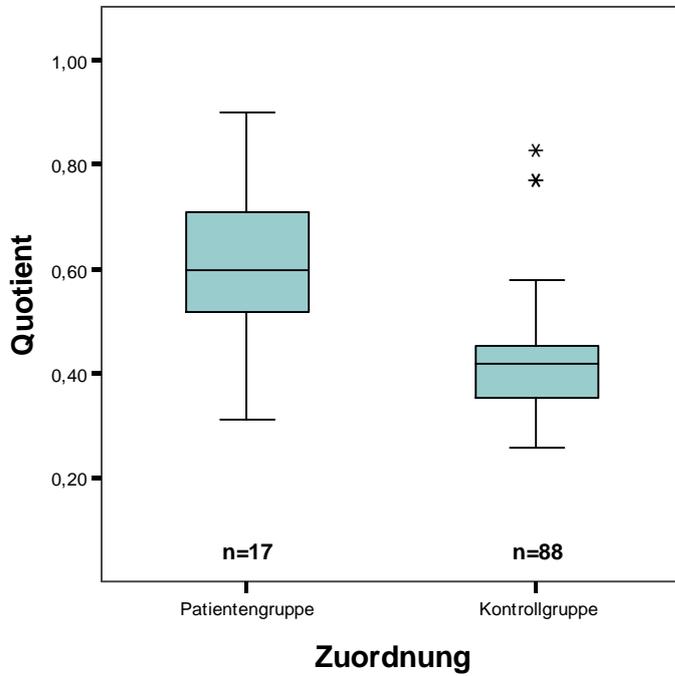


Abbildung 31: Der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke nach Vertiefung ohne und mit Transposition der Tuberositas tibiae im Vergleich zur Kontrollgruppe

### **Messungenauigkeit**

Die Messungen wurden dreimal vorgenommen, um die Messgenauigkeit möglichst zu erhöhen. Das Ergebnis beruht auf dem arithmetischen Mittel der Messungen. Um die Exaktheit der Meßmethode beurteilen zu können, sind alle Messwerte angegeben. Die Abweichungen sind als Messungenauigkeiten bezeichnet. Als Abweichung ist die Differenz aus Maximal- und Minimalwert definiert.

### **Q-Winkel**

Bei der Messung des Q-Winkels betrug die Abweichung im Median  $2,3^\circ$ , im Minimum  $0,1^\circ$ , im Maximum  $9,1^\circ$  und im Mittelwert von  $2,6^\circ$ .

### **Trochleattiefe**

Bei der Messung der Trochleattiefe betrug die Abweichung im Median  $0,0$  mm, im Minimum  $0,0$  mm, im Maximum  $0,2$  mm und im Mittelwert von  $0,3$  mm.

### **Patelladicke**

Bei der Messung der Patelladicke betrug die Abweichung im Median  $0,1$  mm, im Minimum  $0,0$  mm, im Maximum  $0,3$  mm und im Mittelwert von  $0,8$  mm.

## Diskussion

Die Ätiologie der kongenitalen Patellaluxation ist nicht definitiv geklärt und wird kontrovers diskutiert. Bewiesen ist, dass bestimmte Weichteil- und Knochendeformitäten mit einer kongenitalen Patellaluxation assoziiert sind. Die anatomischen Veränderungen können individuell unterschiedlich ausgeprägt sein. Die Beurteilung der Form und des Grades der Patellaluxation ist bisher subjektiv vom klinisch palpatorischen Geschick des Tierarztes abhängig. Hierfür ist der Untersuchungsgang insbesondere im Hinblick auf Zuchthygiene mit dem VDH-Untersuchungsformular sehr genau beschrieben. Dies und flächendeckende vom Bundesverband praktizierender Tierärzte e.V. (BPT) und anderer Fachgruppen angebotene ganztägige Untersuchungskurse für Tierärzte haben in Deutschland zahlreiche Tierärzte zu Untersuchern ausgebildet. Trotz dieser intensiven Bemühungen ist aber auch bekannt, dass die klinische Diagnostik der Patellaluxation selbst bei so genannten Experten mit großen Fehlerquellen behaftet ist. Schon seit Jahren gibt es deswegen Anstrengungen, objektive bildgebende Verfahren zu entwickeln, die Komplexität der anatomischen Abweichungen bei Hunden mit Patellaluxation zu objektivieren. So versuchte FRITZ (1989) die Trochleatiefe durch so genannte Tangentialaufnahmen röntgenologisch zu belegen. MEYER (2001) hat die Tiefe der Trochlea ossis femoris bei Patienten mit Gonarthrotomie mit und ohne Patellaluxation mit der DIMA-Technik (geometrische Direktvergrößerung) indirekt und durch Ausgusspräparate direkt bestimmt. Hierbei konnte im Gegensatz zu tangentialen Röntgenaufnahmen die Trochleatiefe in der gesamten Ausdehnung bestimmt werden. Abweichungen kamen vor allem bei Luxationen zweiten Grades vor, vermutlich durch den starken Abrieb des betroffenen Rollkamms und dem daraus resultierenden Verlust der Knorpelschicht. ROUSH (1993), SLOCUM und SLOCUM (1993), CONSTANTINESCU und TOMLINSON (1994) gaben an, dass sich mit dem Quotienten aus Patelladicke und Trochleatiefe die ideale Trochleatiefe berechnen ließe. Fazit all dieser Bemühungen ist, dass damit kein objektiv jederzeit für jeden Hund reproduzierbares Kriterium entwickelt werden konnte. Dies war Anlass, die Patellaluxation auch im Hinblick auf die Weichteildeformitäten zu analysieren. Bei diesen Studien konnte KAISER (1999) feststellen, dass die Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris (sog. Q-Winkel) ein objektives und reproduzierbares Maß ergibt, das Ausmaß einer Patellaluxation festzustellen.

Ziel der vorliegenden Studie war es zu untersuchen, ob sich mit dem hochauflösenden CT der dritten Generation die Muskelabweichungen definiert als Q-Winkel und die Tiefe der Trochlea ossis femoris als weiteres entscheidendes Kriterium einer Patellaluxation so zweifelsfrei und jederzeit reproduzierbar belegen lassen.

## **Studienklientel**

### **Rasse**

Die Studie wurde an insgesamt 112 Hunden 26 verschiedener Rassen vorgenommen, die in den Jahren 2004 bis 2006 in der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der FU Berlin vorgestellt wurden. 65 Hunde litten an einer Patellaluxation. 44 Tiere waren luxationsfrei. Sie wurden als Kontrolltiere gewertet, da sie den Rassen angehörten, die mit einer Patellaluxation behaftet waren. Die Mehrzahl der Tiere gehörte den Rassen Yorkshire Terrier (n= 25; 23,8 %), Mischlinge kleiner Rassen (n= 12; 11,4 %), West Highland White Terrier (n= 8; 7,6 %), Pudel (n= 8; 7,6 %) und Chihuahua (n= 8; 7,6 %) an. Auch unter den 65 Hunden mit einer Patellaluxation waren Yorkshire Terrier (n= 19; 31,15 %), Mischlinge kleiner Rassen (n= 6; 9,84 %), West Highland White Terrier (n= 5; 8,2 %), Pudel (n= 4; 6,56 %) und Chihuahua (n= 3; 5 %) am häufigsten betroffen.

Dies deckt sich mit zahlreichen Studien zur Patellaluxation bei Hunden kleinwüchsiger Rassen (KODITUWAKKU, 1962; LOEFFLER, 1964; ÜBERREITER, 1966; SINGLETON, 1969; RODENBECK, 1971; DÄMRICH et al, 1975; SCHÄFER, 1981; HOFFMANN, 1983; NUNAMAKER, 1985; MÜLLER und REINHARD, 1986; SCHIMKE und PAATSAMA, 1986; FRITZ, 1989; HULSE, 1993; ANDERSON, 1994; MEYER, 2001; KINSCHER, 2007)

### **Geschlecht**

Auch im Hinblick auf das Geschlecht entspricht das Untersuchungsgut dieser Studie den Angaben zahlreicher Autoren (SINGLETON, 1969; DE ANGELIS, 1971; SCHÄFER et al., 1982; HUTTER et al., 1983; KAISER, 1999). Bei den eigenen Tieren waren 27 weiblich (49,2 %) und 31 männlich (50,8 %). GUSTAFSSON (1969), PRIESTER (1972) und HAYES et al. (1994) geben an, dass häufiger Hündinnen als Rüden betroffen sind. So konnte GUSTAFSSON (1969) experimentell durch Gabe von Estradiol die Ausformung der Trochlea ossis femoris verhindern, so dass PRIESTER (1972) daraus eine Prädisposition für Hündinnen ableitet.

### **Gewicht**

Das Klientel der Studie wurde in vier Gewichtsklassen gruppiert. Beachtet wurde, dass Hunde einer Rasse in derselben Gruppe registriert waren, weil davon auszugehen ist, dass somit zumindest im Hinblick auf Rasse und Skelett trotz aller Individualität in der jeweiligen Gruppe die Tiere gleicher Rasse verglichen werden können. Gut 87 % wogen weniger als 12 kg. Nur knapp 3 % waren 12,0 bis 23,9 kg schwer bzw. schwerer als 24 kg.

## **Alter**

Auch im Hinblick auf das Alter konnten bei den Tieren der vorliegenden Studie verglichen mit den Daten der Literatur keine Besonderheiten aufgedeckt werden. Korreliert man das Alter zum Gewicht der Tiere konnten allerdings wie bei MEYER (2001) und KINSCHER (2007) auffällige Unterschiede bei den Mittelwerten gefunden werden. So war das Durchschnittsalter der bis 5,9 kg (65,6 Monate) und der 6,0 bis 11,9 kg (52,3 Monate) schweren Hunde deutlich höher als bei denen mit 12,0 bis 23,9 kg (22 Monate) und schwereren (15 Monate) Hunden. Nach BRUNNBERG (1998) lahmen junge und ausgewachsene Hunde meist lange intermittierend. Dies wird nicht selten als spaßiges Verhalten sowohl vom Halter als auch Tierarzt interpretiert, so dass diese Patienten oft erst sehr verspätet diagnostiziert werden und damit im Durchschnitt auch älter sind. Größere Hunde werden dagegen frühzeitiger vorgestellt, so dass sie bei Diagnosestellung im Durchschnitt jünger sind. Die Kontrolltiere waren im Durchschnitt deutlich älter (85 Monate) als die Patienten (55 Monate).

## **Klinische Untersuchung**

Unbestritten ist auch aufgrund der eigenen Ergebnisse in Übereinstimmung mit der Literatur, dass die klinische Untersuchung am wachen, nicht sedierten Patienten das bisher wichtigste und entscheidende Diagnostikum der Patellaluxation ist (ROUSH, 1993). Sie entscheidet über das Ausmaß und damit die Gradeinteilung. Röntgenaufnahmen sind nach HERRON (1969) differentialdiagnostisch wichtig, um z.B. einen Legg-Calvé-Perthes auszuschließen und auch für eine Operationsplanung.

## **Luxationsgrad**

Die Einteilung in vier Schweregrade wird nach PUTNAM (1968) und modifiziert nach KOCH und GRUNDMANN (1998) aufgrund des Palpationsbefundes vorgenommen. Das Rotationsausmaß der Tibia nach SINGLETON (1969) dabei mitzubeachten war in der klinischen Untersuchung in Übereinstimmung mit KAISER (1999) schwer zu bestimmen und wurde in der vorliegenden Arbeit nicht berücksichtigt. Die Hunde wurden in Bewegung, im Stand sowie im Liegen befundet. Mit Grad 0 wurden Kniegelenke bezeichnet, bei denen die Patella auf den medialen oder lateralen Rollkamm zu schieben war, aber nicht komplett luxiert werden konnte. Funktionell wird zwischen einer habituellen und einer stationären Patellaluxation unterschieden. Bei der habituellen Form (Grad 1 und Grad 2) ist die Patella primär in situ, nach Luxation erfolgt spontan die Reposition. Bei einer stationären

Patellaluxation bleibt die Kniescheibe luxiert, kann aber manuell reponiert werden, d.h. es liegt eine Patellaluxation (Grad 3) vor. Kann sie nicht reponiert werden, lautet der Befund stationäre Patellaluxation (Grad 4). Nach SCHÄFER (1982) ist die habituelle Patellaluxation häufiger als die stationäre. Dies deckt sich mit den eigenen Ergebnissen: habituell (77/114 = 67,5%), stationäre (37/114= 32,5%). In der Vergleichsgruppe wurden intakte Kniegelenke ohne dass die Patella luxiert war oder palpatorisch luxiert werden konnte, untersucht.

### **Luxationsrichtung**

Nach PRIESTER (1972) ist die Luxatio patellae congenita die häufigste Kniegelenkserkrankung beim Hund und kann bis zu 90 % aller Patellaluxationen ausmachen (KODITUWAKKU, 1962; DE ANGELIS und HOHN, 1970). In der eigenen Studie war in 77 % der Fälle die Patella medial luxiert/-bar. Dies betraf wie auch nach den Literaturangaben vor allem Hunde der Toy- und kleinen Rassen oder deren Mischlinge (KODITUWAKKU, 1962; LOEFFLER, 1964; ÜBERREITER, 1966; PUTNAM, 1968; SINGLETON, 1969; RODENBECK, 1971; CAMPELL und POND, 1972; HOFFMANN, 1983; SCHIMKE und PAATSAMA, 1993; HAYES et al., 1994). Entsprechend selten ist wie bei KODITUWAKKU (1962), ENDRES (1977), HULSE (1981) und HOFFMANN (1983) die laterale Form in 5-25%. Bei den eigenen Patienten betrug der Prozentsatz 17%. Betroffen waren davon eher die schweren Hunde. Interessant ist, dass ROUSH (1993) die laterale Patellaluxation gleich häufig bei kleinen und großen Rassen fand. Medial wie auch laterale luxierte die Patella bei 6%.

### **Computertomographische Untersuchung**

Mit der Computertomographie lässt sich das Kniegelenk beim Hund gut direkt geometrisch vermessen wie die eigene Studie ergab. So wurden der Quadriceps-Winkel (sog. Q-Winkel), die Trochleatiefe, die Patelladicke und auch der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke an Gelenken mit und ohne Patellaluxation bestimmt.

### **Q-Winkel**

Sieht man einmal von der Trochleahypoplasie ab, verursachen die verschiedenen Knochen- und Weichteildeformitäten eine seitliche Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris (SHUTTLEWORTH, 1935; KODITUWAKKU, 1962; KNIGHT, 1963; HULSE 1995; KAISER, 1999), die sich mit dem CT als Quadriceps-Winkel bestimmen lässt. Dieser kann direkt gemessen werden und beträgt physiologisch medial 10° wie KAISER (1999) fand und

MEYER (2001) bestätigte. In der vorliegenden Studie konnte an kniegelenksgesunden Hunden ein medialer Winkel im Median von  $8,2^\circ$  errechnet werden. Mit zunehmendem Schweregrad der Luxatio patellae medialis wird nach KAISER (1999) auch der Q-Winkel medial größer. Dies konnte an den Patienten dieser Studie deutlich bestätigt werden und war bei den Graden 1, 2 und 3 im Vergleich zur Kontrollgruppe signifikant. Für Tiere mit Grad 0 konnte keine signifikante Korrelation aufgedeckt werden. Statistisch ausgewertet werden konnten nicht die Fälle mit Grad 1+2 an derselben Extremität und Grad 4, da keine entsprechende Fallzahl vorlag. Eine extreme Zugrichtungsabweichung bestand bei Patienten mit einer permanent stationären Patellaluxation (Grad 4), was sich insbesondere bei den zehn Tieren mit unilateraler Luxation veranschaulichen lässt. Der Q-Winkel war bei fünf Hunden auf der luxationsfreien Seite größer als kontralateral. Vier dieser Tiere wiesen einen lateralen Q-Winkel auf, der nach KAISER (1999) mit einem negativen Q-Winkel einhergeht. Nach KAISER (1999) sind sowohl Röntgen als auch die Magnetresonanztomographie bestens geeignet, den Q-Winkel zu bestimmen. Allerdings ergaben sich in der Magnetresonanztomographie verglichen mit dem Röntgen nur bei Grad 1 kleinere Werte. Dies dürfte optischen Messungenauigkeiten bei der Lokalisation der Messpunkte im Röntgen und Lagerungsfehlern des Tieres im Röntgen zur Messung des Q-Winkels geschuldet sein (KAISER, 1999).

### **Trochleattiefe**

Die Tiefe der Trochlea ossis femoris war sowohl bei Patienten als auch den Kontrolltieren bei schweren Hunden größer als bei leichten. Bekannt ist, dass die kongenitale Patellaluxation mit einer Hypoplasie der Trochlea ossis femoris einhergeht. Kontrovers diskutiert wird, ob dies Ursache oder Folge einer Patellaluxation ist (SHUTTLEWORTH, 1935; KODITUWAKKU, 1962; KNIGHT, 1963; PEARSON und RAMSEY, 1963; LOEFFLER, 1964; PUTNAM, 1968; SINGLETON, 1969; LEIGHTON, 1970; DE ANGLIS, 1971; HENTSCHEL et al., 1981; HUTTER et al., 1983; DÄMMRICH et al., 1993; Tab. 1). Die Ausformung der Trochlea ossis femoris korreliert signifikant mit dem Luxationsgrad, d.h. je hypo- bis aplastischer, umso höher der Luxationsgrad. Nur bei Grad 0 konnte keine Signifikanz nachgewiesen werden. Bei Grad 1+2 an der gleichen Extremität konnte aufgrund der geringen Anzahl erkrankter Extremitäten keine statistische Testung vorgenommen werden. Auch Patienten mit einer Patellaluxation Grad 4 konnten statistisch nicht weiter bearbeitet werden. Die Trochlea ossis femoris war derart aplastisch, dass keine Bezugspunkte für die Messungen festgelegt werden konnten. Interessant sind die Fälle mit unilateraler Patellaluxation.

Kontralateral war die Patellagleitfurche in elf Fällen tiefer als luxationsseitig. In zwei Fällen war die Trochleatiefe beidseitig trotz einseitiger Luxation gleich tief und in zwei weiteren Fällen war die Trochlea ossis femoris tiefer als auf der luxationsfreien Seite. Damit lässt sich gut die große Bedeutung aller an einer Patellaluxation beteiligten Mechanismen aufzeigen.

Die Trochleatiefe wurde mit dem Rotationsstapelfilmverfahren gemessen. Damit lassen sich mehrere genau definierte und reproduzierbare Schichtbilder anfertigen, und daraus kann die tiefste Stelle der Trochlea ossis femoris exakt bestimmt werden. Die Tiefe wird an einem Querschnittsbild der Trochlea ossis femoris gemessen. Dazu werden die Scheitelpunkte des lateralen und medialen Kondylus mit einer Geraden verbunden und das Lot auf den tiefsten Punkt des Sulkusgrundes gefällt. Die Tiefe kann auch computertomographisch (MARTINO, 1998) und sonographisch (SCHNAPPAUF, 2005) gemessen werden. Dazu das Rotationsstapelfilmverfahren zu nutzen, hat sich nach der vorliegenden Arbeit bewährt. Nicht geeignet ist nicht einmal beim Menschen die konventionelle Röntgentechnik, obwohl das humane Kniegelenk wesentlich größer ist als das canine. Details können konventionell nicht erkannt werden (MEYER, 2001). MEYER (2001) erhöhte die Detailauflösung mit der geometrischen Direktvergrößerung (DIMA-Technik). Er konnte so die Trochleatiefe in ihrer gesamten Länge bestimmen. Dies gelingt mit tangentialen Röntgenaufnahmen nicht, vor allem bei einer Luxation 2. Grades ergaben sich Fehler wohl durch den luxationsbedingten Knorpelabrieb.

### **Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke**

Der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke wird von ROUSH (1993) und SLOCUM und SLOCUM (1993) als ein Maß angegeben, die Tiefe zu bestimmen. Nach ihnen sollte sie  $\frac{1}{2}$  Patelladicke und nach TOMLINSON und CONSTANTINESCU (1994) mindestens  $\frac{1}{2}$  Patelladicke betragen. Nach MEYER's (2001) indirekten und direkten Messungen ist die Trochleatiefe deutlich niedriger als  $\frac{1}{2}$  Patelladicke. Dies deckt sich vollständig mit den vorliegenden eigenen Ergebnissen.

### **Zusammenhang zwischen Q-Winkel und Trochleatiefe (Produkt (P))**

Ein Patient mit einer Luxatio patellae congenita kann verschiedene Knochen- und Weichteildeformitäten in unterschiedlicher Ausprägung aufweisen.

Einzelnen und zusammen können sie den Schweregrad verursachen. Es ist davon auszugehen, dass sich die beiden Hauptmerkmale (Q-Winkel und Trochleatiefe) gegenseitig relativieren können. Der Vergleich des Produktes (P) zwischen der Kontrollgruppe und der

Patientengruppe war teilweise signifikant. Bei Tieren mit Grad 0, Grad 1+2 und Grad 4 konnte aufgrund einer geringen Fallzahl keine statistische Testung durchgeführt werden. Bei Tieren des Luxationsgrades 4 wurden vier Extremitäten ausgeschlossen, da aufgrund einer hypo- bis aplastischen Trochlea ossis femoris keine Tiefe zu bestimmen war. Bei Hunden mit Grad 1, 2 und 3 war der Vergleich mit der Kontrollgruppe signifikant. Mit der Definition des Produktes (P) ist es gelungen, einen objektiven, reproduzierbaren Parameter einzuführen, der sowohl Knochen- als auch Weichteildeformitäten berücksichtigt. Darüber ist es möglich, den Schweregrad einer Luxatio patellae congenita objektiver zu bestimmen. Dennoch wird die klinische (subjektivere) Einteilung in Luxationsgrade die Grundlage zur Diagnostik einer Patellaluxation bleiben. Da als Therapiekontrolle die direkten Parameter (Q-Winkel und Trochleatiefe) genutzt werden können, wurde darauf verzichtet, das Produkt (P) post operationem zu bestimmen. Das Produkt (P) soll als diagnostischer Parameter angesehen werden. Zur Etablierung von diesem in der Literatur bisher noch nicht beschriebenen Parameter sollten weitere Untersuchungen mit einem größeren Patientengut vorgenommen werden.

### **Parameter post operationem**

26 Kniegelenke wurden wegen einer Patellaluxation operiert. Die Trochlea wurde keilvertieft  $13/26 = 50\%$ , die Tuberositas tibiae transponiert  $9/26 = 35\%$  oder beide Verfahren kombiniert  $4/26 = 15\%$  vorgenommen.

Nach GRIFFON et al. (2005) änderte sich der Q-Winkel post operationem um 33-58 %. Der Q-Winkel war bei allen Extremitäten dieser Studie post operationem deutlich korrigiert, lag aber nicht nur im Bereich des physiologischen Q-Winkels. Dies war durch die relativ große Streuung, die schon vorher bestand, bedingt. Der Q-Winkel verbesserte sich auch bei den Extremitäten, bei denen nur eine Trochleakeilvertiefung vorgenommen wurde. Dies könnte durch die Nahttechnik bzw. eine Kapsel-faszienraffung, die zugleich auch die Innenrotationsneigung der Tibia hemmt, bedingt sein. Die Trochleatiefe war nach Trochleakeilvertiefung deutlich und gemessen an der „physiologischen“ Tiefe insbesondere bei unilateralem Leiden fast schon überkorrigiert. Dies sollte bei Patienten, die trotz Operation nicht ein befriedigendes funktionelles Ergebnis erzielen, mit bei der Ursachenanalyse bedacht werden.

## **Artefakte**

Das operative Ergebnis über einen CT-Scan zu beurteilen, erwies sich insbesondere nach Transposition der Tuberositas tibiae als sehr schwierig bis unmöglich. Die transponierte Tuberositas tibiae wird in ihrer Position mit einer Schraube (99%) oder einem Kirschner Draht fixiert. Im CT führt dies zu erheblichen Artefakten, so dass dies die Beurteilung deutlich limitierte.

## **Schlussfolgerung**

Mit den eigenen Untersuchungen kann die Patellaluxation unter rassehygienischen Aspekten mit dem Hochleistungs-CT zweifelsfrei diagnostiziert werden, da nicht nur die Weichteilveränderungen, sondern auch die skelettalen Veränderungen jederzeit reproduzierbar gemessen werden können. Dazu sollte dem Untersucher ein Hochleistungs-Mehrschicht-CT der dritten Generation mit der Möglichkeit der dreidimensionalen Rekonstruktionen der Muskulatur und des Skeletts zur Verfügung stehen.

Begleitet werden muss dies zuvor vom klinischen Untersuchungsgang am wachen Hund durch speziell dahingehend trainierte Tierärzte und Fachtierärzte für Chirurgie oder Diplomates of the European College of Veterinary Surgery (ECVS).

Die Daten sollten dem VDH zur Verfügung gestellt werden, um die Züchter entsprechend beraten zu können.

Hilfreich sind die computertomographischen Untersuchungen ebenfalls bei der praeoperativen Planung bzw. der postoperativen Therapiekontrolle.

## Zusammenfassung

Behrendt, Ulrike (2008): Computertomographische Untersuchungen zur Luxatio patellae congenita des Hundes

Nach einer Beschreibung der Anatomie und Biomechanik des Kniegelenkes wird auf Formen und Pathophysiologie sowie Diagnostik und Therapie der Luxatio patellae congenita des Hundes eingegangen.

Von 2004 bis 2006 wurden an der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der Freien Universität Berlin 114 Kniegelenke von 65 Hunden unterschiedlicher Rasse, Alter und Geschlecht untersucht. Zusätzlich wurden als Kontrollen 88 luxationsfreie Kniegelenke von 44 Hunden untersucht. Die Hintergliedmaßen wurden vor einer computertomographischen Untersuchung nach PUTNAM (1968) modifiziert nach KOCH und GRUNDMANN (1998) in ihre klinischen Luxationsgrade der Patellaluxation eingeteilt. Mittels Computertomographie wurde versucht, die mit einer Patellaluxation assoziierten Knochen- und Weichteildeformitäten durch Parameter zu bestimmen und zu vermessen. Dabei wurden der Q-Winkel, die Trochleatiefe, die Patelladicke und der Quotient aus Trochleatiefe und Patelladicke ermittelt. Im Ergebnisteil wurden die gemessenen Parameter jeweils mit der klinischen Gradeinteilung sowie betroffene mit luxationsfreien Extremitäten verglichen. Ein physiologischer medialer Q-Winkel von  $10^\circ$  konnte bestätigt werden. Es konnte ein Bezug der Tiefe der Trochlea ossis femoris zum Schweregrad der Patellaluxation festgestellt werden. Problematisch war die Bestimmung der Tiefe der Trochlea ossis femoris bei Extremitäten mit einer hypoplastischen Ausbildung. Die Werte für den Quotienten aus Trochleatiefe und Patelladicke lagen deutlich unter den Werten, die in der Literatur gefordert werden. Um einen Zusammenhang zwischen den beiden Hauptmerkmalen – Zugrichtungsabweichung des M. quadriceps femoris und Trochleatiefe – herzustellen, wurde ein bisher noch nicht beschriebener Parameter, das Produkt (P), eingeführt. Dieses ist definiert als das Produkt aus relativem Q-Winkel (gemessener Q-Winkel / physiologischer Q-Winkel) und relativer Trochleatiefe (gemessene Trochleatiefe / Patelladicke). Der Vergleich mit den Kontrollen ergab bei Grad 1, 2 und 3 einen signifikanten Unterschied. Das Produkt (P) stellt hiermit einen objektiven reproduzierbaren Parameter dar, der als Diagnostikum dienen kann. Die klinische Untersuchung ist dennoch nicht zu ersetzen. Allerdings ermöglichen computertomographische Untersuchungen die Ermittlung reproduzierbarer Messungen mit denen das Ausmaß der Weichteil- und Knochendeformitäten bestimmt werden kann. Dies könnte auch zur präoperativen Planung genutzt werden.

## Summary

Behrendt, Ulrike (2008): Computertomographic examinations about congenital patellar luxation in dogs

After a brief description of the anatomy and biomechanics of the stifle joint the literary section enters into the types and pathophysiology, diagnostic and therapy of the congenital patellar luxation in the dog.

Between 2004 and 2006 114 stifle joints of 65 dogs of different breed, age, and sex were examined at the Clinic for Small Animals, Free University Berlin. Additional 88 stifle joints without luxation of 44 dogs were examined. Before computertomographic examination the limbs were classified according to PUTNAM (1968) and modified to KOCH and GRUNDMANN (1998) into their different clinical degrees of patellar luxation. Via computed tomography bone- and soft tissue deformities associated with a patellar luxation were defined and measured. Therefore, Q-angle, depth of trochlea ossis femoris, width of patella and quotient of depth of trochlea ossis femoris and width of patella were analysed. In the results the measured parameters were compared with the particular clinical degrees as well as the hind limbs with or without patellar luxation. A physiologic Q-angle of  $10^\circ$  was approved. An association of depth of trochlea ossis femoris and clinical degree of patellar luxation was found. The determination of depth of trochlea ossis femoris was difficult in cases of hypoplastic trochlea ossis femoris. The values for the quotient of depth of trochlea ossis femoris and width of patella were lower than values found in former studies. To find an association between the main characteristics – deviation in the direction of traction of the M. quadriceps femoris and depth of trochlea – a not yet described parameter, Product (P), was introduced that is defined as product of relative Q-angle (measured Q-angle / physiologic Q-angle) and relative depth of trochlea ossis femoris (measured depth of trochlea ossis femoris / width of patella). The comparison between stifle joints without patellar luxation and hind limbs with patellar luxation degree of luxation 1, 2, and 3 was significant. The Product (P) constitutes an objective reproducible parameter which can be used as a diagnosticum. Nevertheless, the clinical examination cannot be replaced. However, computed tomography enables the reproducible measurements to determine the degree of soft tissue- and bone deformities that could be used in preoperative planning of surgical corrections.

## Literaturverzeichnis

ANDERSON, J. (1994)

The stifle.

In: HOULTON, J.; COLLINSON, R., (Hrsg.): Manual of small animal arthrology

BSAVA, Bournemouth, 267-300

ARNOCZKY, S. P.; G.B.TARVIN, (1980)

Surgery of the stifle- the patella (PART II).

Compend Contin Educ Pract Vet 3, 200-207

ASSHEUER, J.; M. SAGER, (1997)

MRI and CT atlas of the dog.

Blackwell Wissenschaftsverlag Berlin, Vienna, 449-453

BARRATA, R.; M. SOLOMONOV; BH. ZHOU, D. LETSON; R. CHUINARD; R. D'AMBROSIA (1988)

Muscular coactivation. The role of the antagonist musculare in maintaining knee stability.

Am J Sports Med 16, 113-122

BOONE, E.G.; R. B. HOHN; S. E. WEISBRODE (1983)

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

J Am Anim Hosp Assoc 19, 735-742

BRATTSTRÖM, H. (1964)

Shape of the intercondylar groove normally and in recurrent dislocation of patella. A clinical and X-ray- anatomical investigation.

Acta Orthop Scan Suppl 68

BRINKER, W.O., D. L. PIERMATTEI; G. L. FLO (2006)

The stifle: Patellar luxation.

In:BRINKER, W.O.; D.L. PIERMATTEI, G.L. FLO: Handbook of small animal orthopedics and fracture repair

4<sup>th</sup> Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA , 562 – 582

BROWN, D.E.; A.H. ALEXANDER; D.M. LICHTMAN (1984)

The elmslie- trillat procedure: evaluation in patellar dislocation and subluxation.

Am J Sports Med 12, 104-109

BRUNNBERG, L. et al., (1992)

Zu den Verletzungen der Patella und des Ligamentum patellae bei Hund und Katze.

Kleintierpraxis 37, 179-182

BRUNNBERG, L., (1998)

Kniegelenk: Patellaluxation.

In: Lahmheitsdiagnostik beim Hund

Parey Buchverlag, Berlin, 184-191

BUDRAS, K.-D., W. FRICKE; R. RICHTER (2004)

Atlas der Anatomie des Hundes.

Schlütersche Verlagsgesellschaft, Hannover, 7. Aufl., 86-87

CAMPBELL, J. R.; M. J. POND (1972)

The canine stifle joint II. Medial luxation of the patella.

J Small Anim Pract 13, 11-18

CAZIEUX, A., (1964)

Quelques considerations sur la pathologie chirurgicale de la rotule du chien et les interventions qu'elle justifie.

Bull Soc sc vet Lyon 67, 527

DÄMMRICH, K.; W. BRASS (1993)

In: SCHEBITZ, H.; W. BRASS; H.-J. WINTZER (Hrsg.):

Allgemeine Chirurgie für Tierärzte und Studierende.

Parey Verlag, Berlin, Hamburg, 2.Aufl., 122-123

DE ANGELIS, M. (1971)

Patellar luxation in dogs.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 1, 403- 415

DE ANGELIS, M.; R. B. HOHN (1970)

Evaluation of surgical correction of canine patellar luxation in 142 cases.

J Am Vet Med Assoc 156, 587-594

DELGARDO-MARTINS, H. (1979)

A study of the position of the patella using computerised tomography.

J Bone and Joint Surgery 61, 443-444

DENNY, H. R.; H. M. MINTER (1973)

The long term results of surgery of canine stifle disorders.

J Small Anim Pract 14, 695

DE ROTA, F.; L. SANADO; L. LAIDLER; E. GUERADO; A. Q. DE LLANO (1988)

CT-scan in the diagnosis of patellar malalignment.

Int Orthop 12, 223-227

DRAHN, F., (1925)

Der sesamoide Unterstützungsapparat der Patella beim Hund.

Berliner tierärztl Wschr 35, 564-568

DYCE, K. M., W. O. SACK; C. J. G. WENSING (1991)

Anatomie der Haustiere.

Enke Verlag, Stuttgart, 502-504

FLO, G.F., W. O. BRINKER (1970)

Fascia lata overlap procedure for surgical correction of recurrent medial luxation of the patella in the dog.

J Am Vet Med Assoc 156, 595-599

FRITZ, R.M. (1989)

Zur Luxatio patellae des Hundes- Klinisches und röntgenologisches Spätergebnis nach Transposition der Tuberositas tibiae und / oder Vertiefung der Trochlea ossis femoris.

Vet Med Dissertation, LMU München

GABRIEL, L., (1932)

Common Joint Conditions in Canine Patients.

Vet Rec 12, 407-414

GITTERLE, E., (1991)

Die Patellaluxation beim Hund - Klinik und adäquate Therapie.

Kleintierpraxis 36, 232-244

GRIFFON, D. J.; M. W. THOMAS; D. DUNNING; A. JOHNSON (2004)

Pre- and post-operative radiographic and reconstructed three-dimensional computed tomographic evaluation of dogs with medial patellar luxation.

13<sup>th</sup> ECVS- Congress Proceedings, Prague, Czech Republic, 423-424

GRIFFON, D. J.; H. A. TOWLE; M. W. THOMAS; A.M. SIEGEL; A. JOHNSON (2005)

Pre- and postoperative radiographic and computed tomographic evaluation of dogs with medial patellar luxation.

Vet Surg 34, 265-272

GUENGO, L.; J. F. BARDET (1996)

Luxation rotulienne laterale de stade 4 sur quatre chiens de races geantes.

Pract Med Chir Anim Comp 31, 527-538

GUSTAFSSON, P. O., H. KASSTROM; G. LJUNGGREN (1969)

Estradiol induced patellar luxation in the dog: An experimental study.

Am J Vet Res 30, 49-54

HAYES, A. G.; R. J. BOUDRIEAU; H. H. HUNGERFORD (1994)

Frequency and distribution of medial and lateral patellar luxation in dogs: 142 cases (1982-1992).

J Am Vet Med Assoc 205, 716-720

HENSCHEL, E.; G. TEICHERT; J. WALLENBURG (1981)

Zur Instabilität des Kniegelenkes.

Kleintierpraxis 26, 187-191

HERRON, M. R., (1969)

Medial luxation of the canine patella.

Mod Vet Pract 50, 30

HOBDAY, F., (1905)

Congenital Malformation and Displacement of the Patella Joint in the Dog.

Vet J 60, 256-258

HOFFMANN, G. (1983)

Ergebnisse der chirurgischen Therapie bei der Luxatio patellae des Hundes.

Vet Med Dissertation, TiHo, Hannover

HODGMAN, S. F. J. (1963)

Abnormality and defects in pedigree dogs-

An investigation into the existance of abnormalities in pedigree dogs in the British Isles.

J Small Anim Pract 4, 447-456

HORNE, R. D., (1971)

Canine Patellar Luxation.

Vet Med 66, 211-218

HORNE, R. D. (1979)

Transplantation of the cranial head of the satorius muscle for correction of medial patellar luxations.

J Am Anim Hosp Assoc 15, 561-565

HUBERTI, H. H.; W. C. HAYES (1984)

Patellofemoral contact pressures. The influence of Q-angle and tendofemoral contact.

J Bone Joint Surg 66A, 715-724

HULSE, D. A., (1981)

Pathophysiology and management of medial patellar luxation in the dog.

Vet Med Small Anim Clin 76, 43-51

HULSE, D. A.; P. K. SHIRES (1993)

The stifle joint.

In: Slatter, D.A. (Hrsg.): Textbook of small animal Surgery  
3<sup>th</sup> Ed., W.B. Saunders, Philadelphia, USA, 2220-2228

HUTTER, H.; G. PUNZET; N. KOPF (1983)

Patellaluxation nach medial beim Hund- Modifikation der Fixation der versetzten Tuberositas tibiae.

Tierärztl Mschr 70, 269-276

INOUE, M.; K. SHINO; H. HIROSE; S. HORIBE; K. ONO (1988)

Subluxation of the patella.

J Bone and Joint Surgery 9, 1331-1337

INSALL, J; V. GOLDBERG; E. SALVATI (1972)

Recurrent dislocation and high-riding patella.

Clin Orthop 88, 67-69

JOHNSON, A.; C. PROBST; C. E. DECAMP; D. ROSENSTEIN; J. HAUPTMAN;  
B. WEAVER; T. L. KERN (2001)

Comparison of Trochlear Block Recession and Trochlear Wedge Recession for Canine Patellar Luxation Using a Cadaver Model.

Vet Surg 30, 140-150

KAISER, S. (1999)

Magnetresonanztomographische und röntgenologische Untersuchungen zur Luxatio patellae congenita des Hundes.

Vet Med Dissertation, FU Berlin

KAISER, S.; D. CORNELLY.; W. GOLDER.; M. GARNER; H. WAIBL; L. BRUNNBERG (2001)

Magnetic Resonance Measurements of the Deviation of the Angle of Force Generated by Contraction of the Quadriceps Muscle in Dogs With Congenital Patellar Luxation.

Vet Surg 30, 552- 558

KÁSA, F.; G. KÁSA; A. KÁSA (2001)

In: SUTER, P.F., NIEMAND, H.G. (Hrsg.): Praktikum der Hundeklinik

Parey Verlag, Berlin, 9. Auflage, 1023-1025

KINSCHER, S. (2007)

Zur Luxatio patellae- Direkte Beurteilung der Tiefe der Trochlea ossis femoris und bestimmter Parameter mittels der Computertomographie.

Vet Med Dissertation, FU Berlin

KNIGHT, G. C. (1963)

Abnormalities and defects in pedigree dogs. III. Tibio-femoral joint deformity and patella luxation.

J Small Anim Pract 4, 463-464

KOCH, D.; S. GRUNDMANN; D. SALVOLDELLI; H. L'EPLATTENIER;  
P. MONTAVON (1998)

Die Diagnostik der Patellaluxation des Kleintieres.

Schweiz Arch Tierheilkd 140, 371-374

KODITUWAKKU, G. E. (1962)

Luxation of the Patella in the Dog.

Vet Rec 74, 1499-1506

KÖNIG, H.E.; H.-G. LIEBICH (2001)

In: KÖNIG, H.E.; H.-G. LIEBICH: Anatomie der Haussäugetiere, Bd.II: Bewegungsapparat

Schattauer Verlag, Stuttgart, 2.Auflage, 227-333

KRAUS, D. (2006)

Luxatio patellae congenita medialis und Ruptur des Liganmentum cruciatum craniale beim Hund- eine CT- osteoabsorptiometrische Studie.

Vet Med Dissertation, LMU München

LACROIX, J. V. (1930)

Recurrent Luxation of the Patella in Dogs.

North Am Vet 11, 47-48

LEIGHTON, R. L. (1966)

Surgical treatment of patellar luxations.

Amer Animal Hosp Proc 33rd Annual Meeting, 232-236

LEIGHTON, R. L. (1970)

A technic for repair of medial patellar luxation.

Vet Med Small Anim Clin 65, 365-368

LOEFFLER, K. (1964)

Gelenkanomalien als Problem in der Hundezucht.

Dtsch tierärztl Wschr 71, 291-295

LOEFFLER, K.; H. MEYER (1961)

Erbliche Patellaluxation bei Toy-Spaniels.

Dtsch tierärztl Wschr 48, 52-57

LONAAS, L. (1980)

Dislocation of the patella in the dog.

Nor Veterinaertidsskr 92, 221-226

LORENZ, R. J. (1992)

Grundbegriffe der Biometrie

Verlag Fischer, Stuttgart, 3.Auflage, 40-49

MALGHEM, J.; B. MALDAGUE (1989)

Depth insufficiency of the proximal trochlear groove on lateral radiographs of the knee:

Relation to patellar dislocation.

Radiology 170, 507-510

MARQUET, P. (1979)

Mechanics and osteoarthritis of the patellofemoral joint.

Clin Orthop Rel Res 144, 70-73

MARTINEZ, S.; M. KOROBKIN; F. B. FONDREN; L. W. HEDLUND; J. L. GOLDNER  
(1983)

Diagnosis of patellofemoral Malalignment by computed tomography.

J Comp Ass Tomography 6, 1050-1053

MARTINO, F.; A. DE SERIO; L. MACARINI; R. LAFORGIA; A. RIZZO; A. ROTONDO;  
G. ANGELELLI (1998)

Ultrasonography versus computed tomography in evaluation of the femoral trochlear groove morphology: a pilot study on healthy, young volunteers.

Eur Radiol 8, 244-247

MATIS, U. (1999)

Kniegelenk- Zugang zum Kniegelenk bei Luxatio patellae

In: SCHEBITZ, H.; W. BRASS (Hrsg.): Operationen an Hund und Katze

Parey Verlag, Berlin, 2.Auflage, 401-404

McLEAN, R. T. (1962)

Use of Escharotics for the Relief of Symptoms Caused by Luxation in Dogs.

Proc. 29th Ann. Meeting, Am Anim Hosp Assoc

1962, 70-71

MEYER, H. (2001)

Zur Luxatio patellae congenita des Hundes- Indirekte Bestimmung der Tiefe der Trochlea ossis femoris mittels der direkten Röntgenvergrößerung (DIMA-Technik).

Vet Med Dissertation, FU Berlin

MEYER, H.; S. KAISER; H. WAIBL; L. BRUNNBERG (2002)

Röntgendiagnostische Parameter zur praeoperativen Planung der chirurgischen Korrektur der Luxatio patellae congenita des Hundes. Teil 1

Kleintierpraxis 47, 65-70

MEYER, H.; S. KAISER; H. WAIBL; L. BRUNNBERG (2002)

Röntgendiagnostische Parameter zur praeoperativen Planung der chirurgischen Korrektur der Luxatio patellae congenita des Hundes. Teil 2  
Kleintierpraxis 47, 129-138

MOORE, J.A.; W. J. BANKS (1989)

Repair of full-thickness defects in the femoral trochlea of dogs after arthroplasty.  
Am J Vet Res 50, 1406-1413

MORITZ, A. (1960)

Die supra- u. parapatellaren Ansatzbildungen beim Hund.  
Tierärztl Mschr, Festschrift, Wien, 365-377

MÜLLER, H., F. REINHARD (1986)

Hinterextremitäten.

In: SILBERSIEPE, E., BERGE, E., MÜLLER, H. (Hrsg.):  
Lehrbuch der speziellen Chirurgie für Tierärzte  
Enke Verlag, Stuttgart, 16. Auflage, 418-423

NOVELLINE, R. A. (2001)

Computertomographie.

In: NOVELLINE, R. (Hrsg.): Novelline Squire's Radiology  
Schattauer Verlag, Stuttgart, 2.Auflage, 28-32

NUNAMAKER, D. M. (1985)

Patellar luxation.

In: NEWTON, C. D.; D. M. Nunamaker (Hrsg.): Textbook of small animal orthopedics  
J.B. Lippincott, Philadelphia, 941-947

OFF, W.; U. MATIS (1997)

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

OFF, W.; U. MATIS (1997)

Ganganalyse beim Hund. Teil 2: Aufbau eines Ganglabors und bewegungsanalytische Untersuchungen.

Tierärztl Praxis 25, 303-311

OLMSTEAD, M. L. (1981)

Lateral luxation of the patella.

In: Bojrab M.J.: Pathophysiology in small animal surgery

Lea & Febiger, Philadelphia, 638-640

ORMROD, A. N. (1966)

Surgery of the Dog and Cat.

Baillière, Tindall and Cassell, London

PEARSON, P.T.; F. K. RAMSEY (1963)

Evaluation of polytetrafluoroethylene implants to correct canine medial patellar luxations.

J Am Vet Med Assoc 143, 843-853

PEROT, F. (1984)

Luxations de la rotule chez le chien II.

Point Vet 16: No.85, 557-573

POULSEN NAUTRUP, C.; H. WISSDORF; D. BERENS et al. (1992)

Direktvergrößernde Mikrofokusröntgentechnik DIMA-Verfahren.

Waltham Focus Dossier, Bildgebende Techniken in der Tiermedizin, 48-60

PRIESTER, W.A. (1972)

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

J Am Vet Med Assoc 160, 740-742

PUTNAM, R. W. (1968)

Patellar luxation in the dog.

Vet Med Dissertation, Univ., Guelph

PSCHYREMBEL (1990)

Klinisches Wörterbuch.

De Gruyter Verlag, Berlin, 256. Auflage, 845- 846

QUITMAN, E. L. (1927)

Suggestions on Small Animal Practice for the General Practitioner.

North Am Vet 8, 34-41

REICHLER, M.; S. GRUNDMANN; D. KOCH; D. SALVOLDELLI; H. L'EPLATTENIER;  
P. MONTAVON (1999)

Diagnostische Effizienz der Vorsorgeuntersuchung der Patellarluxation bei Zwerghunde-  
rassen.

Kleintierpraxis 44, 825-829

REX, M. A. (1963)

Surgical treatment of three common orthopedic conditions of the dog's stifle.

Austral Vet J 39, 268

RICHARDS, C. D. (1975)

Surgical correction of medial patellar luxation: tibial crest transplantation and trochlear  
arthroplasty.

Vet Med Small Anim Clin 70, 322-325

RIEGERT, S. (2004)

Anatomische und biomechanische Untersuchungen am Kniegelenk des Hundes.

Vet Med Dissertation, LMU München

ROBINS, G. M. (1990)

The Canine Stifle Joint.

In: WHITTICK, W. G.(Hrsg.): Canine Othopedics

2<sup>nd</sup> Ed., Lea & Febiger, Philadelphia, USA, 693-760

RODENBECK, H. (1971)

Ein Beitrag zur chirurgischen Therapie der Patellaluxation.

Kleintierpraxis 16, 119-121

ROUSH, J. K. (1993)

Canine patellar luxation.

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

ROY, R; L. WALLACE; G. JOHNSTON; S. WICKSTROM (1992)

A Retrospective Evaluation of Stifle Osteoarthritis in Dogs with Bilateral Medial Patellar Luxation and Unilateral Surgical Repair.

Vet Surg 21, 475-479

RUDY, R. L. (1965)

Stifle Joint.

In: ARCHIBALD, J. (Hrsg.): Canine Surgery

American veterinary subpublications INC

2<sup>nd</sup> Ed., Drawer K, Santa Barbara, California, 771- 783

SASAKI, T.; T. YAGI (1986)

Subluxation of the patella- Investigation by computerized tomography.

Int Orthop 10, 115-120

SCHÄFER, G. (1981)

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

Vet Med Dissertation, JLU Gießen

SCHAWALDER, P. (1997)

Patellaluxation beim Hund.

Orthopädie beim Hund

12. Jahrestagung der Vereinigten Österreichischen Kleintierpraktiker, Salzburg, Österreich, 191-200

SCHEBITZ, H.; W. BRASS (1999)

Operationen an Hund und Katze.

Parey Buchverlag Berlin, 401-405

SCHEBITZ, H.; H. WILKENS (1989)

Atlas der Röntgenanatomie von Hund und Katze.

Parey Verlag, Berlin, 5. Auflage, 102-105

SCHIMKE, E.; S. PAATSAMA (1986)

Kniegelenk.

In: FREUDIGER, U.; E. G. GRÜNBAUM; E. SCHIMKE (Hrsg.):

Klinik der Hundekrankheiten

Fischer Verlag, Stuttgart, Teil II, 840-847

SCHMIDTKE, H.O. (1981)

Rotationsosteotomie zur Behandlung der habituellen Patellaluxation.

Kleintierpraxis 38, 805-808

SCHMIDTKE, D.; H. O. SCHMIDTKE (1967)

Zur Behandlung der habituellen Patellaluxation bei Hunden.

Kleintierpraxis 12, 98-102

SCHMÖKEL, H.O.; P. M. MONTAVON (1993)

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

Kleintierpraxis 38, 805-808

SCHNAPPAUF, A.

Die sonographische Untersuchung und Vermessung des Knies bei Hunden mit Patellaluxation.

Vet Med Dissertation, JL Universität, Gießen

SCHRÖDER, E.; A. SCHIRRMACHER (1980)

Die Luxatio patellae congenita des Hundes- Möglichkeiten und Ergebnisse der chirurgischen Behandlung.

Monatsh Veterinär 350, 742-744

SCHUTTLEWORTH, A. C. (1935)

Dislocation of the patella in the dog.

Vet Rec 15, 765-774

SCHUTZER, S. F.; G. R. RAMSBY; J. P. FULKERSON (1986)

The evaluation of patellafemoral pain using computerized tomography.

Clin Orthop Rel Res 3, 286-293

SINGLETON, W. B. (1957)

The diagnosis and surgical treatment of some abnormal stifle conditions in the dog.

Vet Rec 69, 1387

SINGLETON, W. B. (1969)

The Surgical Correction of Stifle Deformities in the Dog.

J Small Anim Pract 10, 59-69

SLOCUM, B.; D. B. SOLCUM; T. DEVINE (1982)

Wedge recession for treatment of recurrent luxation of the patella.

Clin Orthop 164, 48-53

SLOCUM, B.; T. DEVINE (1985)

Trochlear recession for correction of luxating patella in the dog.

J Am Vet Med Assoc 186, 365-369

SLOCUM, B.; T. SLOCUM (1993)

Trochlear wedge recession for medial patellar luxation, An update.

Vet Clin North Am Small Anim Pract 23, 869-875

STADER, O. (1944)

Reinforcement of the lateral patellar ligament for correction of recurrent patellar luxation in the dog.

North Am Vet 25, 737-738

TALCOTT, K.; R. L. GORING; J. J. DE HAAN (1999)

Rectangular recession trochleoplasty for treatment of patella luxation in dogs and cats.

Proceedings of the 26th annual conference of Veterinary Orthopedic Society, Sun Valley, USA, 254

TALCOTT, K.W.; R. L. GORING; J. J. DE HAAN (2000)

Rectangular recession trochleoplasty for treatment of patellar luxation in dogs and cats.

Vet Comp Orthop Traumatol 13, 39-43

TOMLINSON, J.; G. M. CONSTANTINESCU (1994)

Repair of medial patellar luxation.

Vet Med 89, 48-56

TROTTER, E. J. (1980)

Medial patellar luxation in the dog.

Compend Contin Educ Pract Vet 1, 58-66

ÜBERREITER, O. (1966)

Klinische und anatomische Befunde bei der angeborenen Patellaluxation des Hundes.

Kleintierpraxis 11, 125-129

VASSEUR, P. B. (1993)

Patellar luxation.

In: SLATTER, D. (Hrsg.): Textbook of small animal Surgery

3<sup>th</sup> Ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA, 2122-2126

VIERHELLER, R. C. (1959)

Surgical correction of patellar ectopia in the dog.

J Am Vet Med Assoc 15, 429-433

VIDONI, B. (1997)

Untersuchung auf Patellaluxation bei Klein- und Zwerghunderassen in Österreich.

Vet Med Dissertation, Wien

VOLLMERHAUS, B.; H. WAIBLE; H. ROOS (1994)

In: FREWEIN, J.; B. VOLLMERHAUS (Hrsg.): Anatomie von Hund und Katze.

Blackwell Wissenschaftsverlag, Berlin, 69- 71

WEBER, U. (1992)

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

Vet Med Dissertation, Zürich

WILLAUER, C. C. ; P. B. VASSEUR (1987)

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

Vet Surg 16, 31-36

WILLE, K.-H.; H. WILKENS (1992)

In: NICKEL, R., A. SCHUMMER; E. SEIFERLE (Hrsg.):

Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bd. I: Bewegungsapparat.

Parey Verlag, Berlin, 6. Auflage, 261- 266

## Anhang

### Auflistung der Daten und der Messwerte

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichtsklasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
1	Havanese	32	m	5,3	≤ 5,9	li	2	med
1	Havanese	32	m	5,3	≤ 5,9	re	2	lat
2	Shih Tzu	25	m	5,0	≤ 5,9	li	3	med
2	Shih Tzu	25	m	5,0	≤ 5,9	re	3	med
3	Mops	16	w	8,2	6,0-11,9	li	3	med
3	Mops	16	w	8,2	6,0-11,9	re	3	med
4	Terrier	69	m	9,5	6,0-11,9	li	1	med
4	Terrier	69	m	9,5	6,0-11,9	re	kk	keine
5	York. Terrier	25	m	3,0	≤ 5,9	re	2	med
5	York. Terrier	25	m	3,0	≤ 5,9	li	3	med
7	Papillon	21	w	2,5	≤ 5,9	re	2	med
7	Papillon	21	w	2,5	≤ 5,9	li	3	med
8	Chihuahua	76	w	1,8	≤ 5,9	li	3	med
8	Chihuahua	76	w	1,8	≤ 5,9	re	kk	keine
9	York. Terrier	85	m	3,2	≤ 5,9	li	2+1	med/lat
9	York. Terrier	85	m	3,2	≤ 5,9	re	2+1	med/lat
10	K. Owtscharka	17	mk	60,0	> 24,0	li	4	lat
10	K. Owtscharka	17	mk	60,0	> 24,0	re	4	lat
11	Pudel	115	w	5,0	≤ 5,9	re	3	med
11	Pudel	115	w	5,0	≤ 5,9	li	3	med
12	York. Terrier	78	mk	3,0	≤ 5,9	re	2	lat
13	York. Terrier	71	m	3,4	≤ 5,9	li	2	med
13	York. Terrier	71	m	3,4	≤ 5,9	re	2	med
14	York. Terrier	52	mk	7,0	6,0-11,9	li	1	med
14	York. Terrier	52	mk	7,0	6,0-11,9	re	2	med
15	York. Terrier	71	w	1,9	≤ 5,9	li	3	med
15	York. Terrier	71	w	1,9	≤ 5,9	re	3	lat
16	Foxterrier	84	wk	10,5	6,0-11,9	li	4	lat
16	Foxterrier	84	wk	10,5	6,0-11,9	re	4	lat
17	JRT	23	m	6,2	6,0-11,9	li	2	med
17	JRT	23	m	6,2	6,0-11,9	re	2	med
18	York. Terrier	82	wk	2,5	≤ 5,9	re	2	med/lat
18	York. Terrier	82	wk	2,5	≤ 5,9	li	2+1	med/lat
19	York. Terrier	41	w	4,2	≤ 5,9	li	2	lat
19	York. Terrier	41	w	4,2	≤ 5,9	re	2	lat
20	York. Terrier	26	w	1,7	≤ 5,9	li	3	med
20	York. Terrier	26	w	1,7	≤ 5,9	re	3	med
21	Neufundländer	4	w	17,0	12,0-23,9	li	3	lat

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe (Fortsetzung)

Pat. Nr.	Prä OP													Post OP				OP Meth.	P
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT	Q			
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	m							
1	10,4	12,7	11,5	11,53	1,4	1,4	1,4	1,4	5,3	5,2	5,4	5,3	0,26	5,77	7,3	0,6	TKV	0,30	
1	-12,6	-9,6	-9,5	-10,57	3,3	3,3	3,3	3,3	11,9	12	11,8	11,9	0,28	5,77	7,3	0,6	TKV	-0,30	
2	20,2	17,7	17,8	18,57	1,7	1,7	1,7	1,7	3,9	3,9	3,9	3,9	0,44					0,82	
2	33,8	35,8	36,9	35,5	1,6	1,6	1,6	1,6	4,6	4,5	4,7	4,6	0,35					1,24	
3	27,8	32,5	30,0	30,1	2,0	2,0	2,0	2,0	5,6	5,6	5,6	5,6	0,36					1,08	
3	22,5	23,6	26,0	24,03	1,7	1,7	1,7	1,7	5,3	5,1	5,2	5,2	0,33					0,79	
4	15,1	13,4	14,4	14,3	1,4	1,4	1,4	1,4	5,7	5,7	5,7	5,7	0,25					0,36	
4	9,3	6,9	7,3	7,83	1,4	1,4	1,4	1,4	5,5	5,5	5,5	5,5	0,25					0,20	
5	14,2	10,4	9,2	11,27	1,4	1,4	1,4	1,4	4,2	4,0	4,1	4,1	0,34					0,38	
5	15,6	19,9	19,1	18,2	1,4	1,4	1,4	1,4	4,2	4,0	4,1	4,1	0,34	6,93	1,4	0,34	TTT	0,62	
7	16,6	13,3	12,0	13,97	1,4	1,3	1,2	1,3	3,8	3,8	3,8	3,8	0,34					0,47	
7	40,7	38,5	38,4	39,2	1,6	1,6	1,5	1,57	3,8	3,8	3,9	3,83	0,4					1,57	
8	21,0	16,1	17,3	18,13	1,4	1,4	1,4	1,4	3,3	3,3	3,2	3,27	0,43					0,78	
8	9,9	8,4	7,7	8,67	1,1	1,3	1,2	1,2	3,1	3,1	3,1	3,1	0,39					0,34	
9	8,8	9,5	6,6	8,3	1,4	1,4	1,4	1,4	4,6	4,6	4,6	4,6	0,3					0,25	
9	7,3	5,6	6,3	6,4	1,6	1,6	1,6	1,6	5,0	5,0	5,0	5,0	0,32					0,20	
10	-2,0	-1,0	-1,5	-1,5	9,1	9,1	9,1	9,1	10,1	10,2	10	10,1	0,9					-0,14	
10	-5,3	-5,0	-6,0	-5,43	6,5	6,5	6,5	6,5	12,4	12,4	12,4	12,4	0,52					-0,28	
11	14,4	12,3	11,6	12,77	1,0	1,0	1,0	1,0	3,9	3,9	3,9	3,9	0,26					0,33	
11	20,6	23,8	22,7	22,37	1,0	1,0	1,0	1,0	4,1	4,1	4,1	4,1	0,24	6,43	1,0	0,24	TTT	0,54	
12	-3,0	-1,8	-1,9	-2,23	1,3	1,4	1,5	1,4	4,2	4,2	4,2	4,2	0,33					-0,07	
13	30,3	32,2	30,1	30,87	1,6	1,6	1,6	1,6	4,1	4,1	4,1	4,1	0,39					1,20	
13	11,8	12,6	12,5	12,3	1,6	1,6	1,6	1,6	3,5	3,6	3,4	3,5	0,46					0,57	
14	16,9	11,8	17,5	15,4	1,5	1,5	1,5	1,5	4,8	4,8	4,8	4,8	0,31					0,48	
14	11,0	12,8	13,7	12,5	1,2	1,2	1,2	1,2	5,0	5,0	5,1	5,03	0,24					0,30	
15	28,8	29,5	29,3	29,2	1,1	1,1	1,1	1,1	3,2	3,3	3,1	3,2	0,34					0,99	
15	-29,8	-29,9	-31,2	-30,3	0	0	0	0	2,5	2,5	2,5	2,5							
16	-3,0	-5,0	-4,9	-4,3	0	0	0	0	4,4	4,4	4,4	4,4							
16	-10,4	-8,7	-8,0	-9,03	0	0	0	0	5,0	5,0	5,0	5,0							
17	16,8	16,9	16,8	16,83	1,3	1,3	1,3	1,3	5,6	5,6	5,6	5,6	0,23					0,39	
17	15,1	11,4	13,8	13,43	1,5	1,5	1,5	1,5	5,7	5,7	5,7	5,7	0,26					0,35	
18	5,8	10,2	9,6	8,53	1,2	1,2	1,2	1,2	3,8	3,9	3,9	3,87	0,31					0,26	
18	15,5	10,2	12,6	12,77	1,3	1,3	1,3	1,3	3,7	3,7	3,8	3,73	0,35					0,45	
19	-41,8	-40,3	-39,7	-40,6	1,3	1,3	1,3	1,3	3,3	3,4	3,4	3,37	0,39					-1,58	
19	-42,1	-40,6	-43,9	-42,2	1,1	1,1	1,1	1,1	3,1	3,1	3,2	3,13	0,42					-1,77	
20	11,3	19,6	20,4	17,1	1,3	1,3	1,3	1,3	2,8	2,9	3,0	2,9	0,45					0,77	
20	24,6	21,7	23,7	23,33	1,3	1,3	1,3	1,3	2,8	2,8	2,9	2,83	0,46					1,07	
21	-19,6	-16,2	-18,8	-18,2	2,4	2,4	2,4	2,4	8,5	8,4	8,6	8,5	0,28	-13,3	6,9	0,81	TKV	-0,51	

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe (Fortsetzung)

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichts-klasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
21	Neufundländer	4	w	17,0	12,0-23,9	re	3	lat
22	CKCS	17	m	7,6	6,0-11,9	li	2	med
22	CKCS	17	m	7,6	6,0-11,9	re	2	med
25	Mischling	53	mk	9,5	6,0-11,9	li	4	lat
25	Mischling	53	mk	9,5	6,0-11,9	re	kk	keine
26	Chihuahua	26	w	3,0	≤ 5,9	li	2	med
26	Chihuahua	26	w	3,0	≤ 5,9	re	2	med
27	WHWT	104	m	9,0	6,0-11,9	re	1	med
28	Chow-Chow	20	wk	26,0	> 24,0	re	2	med
28	Chow-Chow	20	wk	26,0	> 24,0	li	2	med
29	York. Terrier	95	w	5,0	≤ 5,9	re	1	med
29	York. Terrier	95	w	5,0	≤ 5,9	li	kk	keine
42	Mischling	44	m	6,0	6,0-11,9	re	2	med
42	Mischling	44	m	6,0	6,0-11,9	li	3	med
46	Zwergpudel	140	wk	4,0	≤ 5,9	li	1	med
46	Zwergpudel	140	wk	4,0	≤ 5,9	re	2	lat
48	York. Terrier	78	w	2,9	≤ 5,9	li	3	med
48	York. Terrier	78	w	2,9	≤ 5,9	re	3	med
49	Tibet Terrier	53	w	9,0	6,0-11,9	re	2	med
49	Tibet Terrier	53	w	9,0	6,0-11,9	li	2	med
52	York. Terrier	12	mk	3,2	≤ 5,9	li	2	med
52	York. Terrier	12	mk	3,2	≤ 5,9	re	2	med
53	Boston Terrier	30	m	6,9	6,0-11,9	re	1	med
53	Boston Terrier	30	m	6,9	6,0-11,9	li	2	med
54	Terrier	38	mk	6,5	6,0-11,9	re	1	med
54	Terrier	38	mk	6,5	6,0-11,9	li	1	med/lat
56	Mischling	19	mk	8,0	6,0-11,9	re	2	med
56	Mischling	19	mk	8,0	6,0-11,9	li	4	med
58	Englische Bulldogge	32	w	18,0	12,0-23,9	li	2	med
58	Englische Bulldogge	32	w	18,0	12,0-23,9	re	3	med
59	WHWT	116	m	9,3	6,0-11,9	li	2	med
61	York. Terrier	188	w	2,3	≤ 5,9	li	2	med
61	York. Terrier	188	w	2,3	≤ 5,9	re	3	med
62	York. Terrier	48	m	2,2	≤ 5,9	re	2	med
62	York. Terrier	48	m	2,2	≤ 5,9	li	4	med
63	Spitz	55	w	4,7	≤ 5,9	li	3	med
63	Spitz	55	w	4,7	≤ 5,9	re	kk	keine
74	York. Terrier	103	m	3,6	≤ 5,9	re	1	med

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe (Fortsetzung)

Pat. Nr.	Prä OP												Post OP				OP Meth.	P
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT	Q		
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	M						
21	-21,7	-20,4	-20,2	-20,77	2,0	2,0	2,0	2,0	8,8	9,0	8,7	8,83	0,26	-15	7	0,8	TKV	-0,54
22	12,9	13,8	12,0	12,9	2,4	2,4	2,4	2,4	4,9	5,0	4,8	4,9	0,49					0,63
22	15,3	18,2	15,8	16,43	2,3	2,3	2,3	2,3	5,4	5,4	5,4	5,4	0,43					0,71
25	-45,1	-41,4	-42,0	-42,83	1,5	1,5	1,5	1,5	4,9	4,9	4,9	4,9	0,31					-1,33
25	13,6	13,7	19,0	15,43	2,9	2,9	2,9	2,9	4,6	4,6	4,7	4,63	0,63					0,97
26	15,8	13,0	17,2	15,33	1,3	1,3	1,3	1,3	3,1	3,2	3,4	3,23	0,4					0,61
26	14,3	14,5	15,2	14,67	1,1	1,1	1,1	1,1	3,3	3,2	3,3	3,27	0,34					0,50
27	13,2	18,9	15,4	15,83	2,0	2,0	2,0	2,0	5,7	5,6	5,8	5,7	0,35					0,55
28	18,6	21,8	20,3	20,23	2,7	2,7	2,7	2,7	8,0	8,0	8,0	8,0	0,34	9,8	2,7	0,34	TTT	0,69
28	23,6	26,2	27,0	25,6	2,8	2,8	2,8	2,8	8,1	8,3	8,3	8,23	0,35	11,3	2,8	0,35	TTT	0,90
29	13,2	14,8	11,4	13,13	1,4	1,4	1,4	1,4	4,5	4,6	4,6	4,57	0,31					0,41
29	7,3	5,7	6,2	6,07	1,4	1,4	1,4	1,4	4,5	4,5	4,6	4,53	0,31					0,19
42	13,1	15,4	13,6	14,03	1,6	1,6	1,6	1,6	5,1	5,2	5,2	5,17	0,31					0,43
42	25,9	23,5	25,1	24,83	1,5	1,5	1,5	1,5	4,5	4,5	4,4	4,47	0,34					0,84
46	16,5	15,6	15,4	15,83	1,5	1,5	1,5	1,5	3,9	3,9	3,9	3,9	0,38					0,60
46	-23,5	-24,9	-25,3	-24,57	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	3,9	3,8	3,9	0,26					-0,64
48	19,2	19,9	18,7	19,27	1,1	1,1	1,1	1,1	3,0	3,1	3,1	3,07	0,36					0,69
48	39,9	43,7	44,2	42,6	1,0	0,8	0,9	0,9	3,0	3,1	3,1	3,06	0,29	3,1	1,6	0,52	TKV	1,24
49	19,7	20,0	23,1	20,93	2,6	2,6	2,6	2,6	4,2	4,3	4,3	4,27	0,6					1,26
49	24,6	23,0	23,1	23,56	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,1	4,1	4,07	0,61	11,13	2,5	0,61	TTT	1,44
52	14,8	15,2	16,1	15,37	1,0	1,0	1,0	1,0	3,6	3,6	3,7	3,63	0,28					0,43
52	18,8	19,2	19,0	19,0	1,3	1,2	1,4	1,3	3,7	3,7	3,8	3,73	0,35					0,67
53	14,3	15,4	16,3	15,33	1,8	1,8	1,8	1,8	4,9	4,9	4,9	4,9	0,37	7,9	1,8	0,37	TTT	0,57
53	19,4	20,9	14,2	18,17	2,0	2,2	2,1	2,1	4,6	4,6	4,6	4,6	0,46	6,83	2,1	0,46	TTT	0,84
54	15,0	14,6	14,2	14,6	1,7	1,7	1,7	1,7	4,7	4,7	4,7	4,7	0,36					0,53
54	12,9	14,5	14,0	13,8	1,3	1,3	1,3	1,3	5,1	5,1	5,1	5,1	0,25	10,8	1,6	0,31	TKV	0,35
56	12,8	7,6	13,0	11,13	1,3	1,3	1,3	1,3	6,0	6,0	6,0	6,0	0,22					0,24
56	40,5	47,9	48,7	45,7	0	0	0	0	5,9	5,9	5,9	5,9						
58	18,0	19,7	21,3	19,67	2,5	2,5	2,5	2,5	7,0	7,0	7,0	7,0	0,36					0,71
58	27,8	31,7	24,7	28,07	2,0	2,0	2,0	2,0	7,1	7,3	7,2	7,2	0,28	15,73	4,1	0,57	TKV	0,79
59	19,4	19,0	20,6	19,67	1,9	1,9	1,9	1,9	6,0	6,0	5,9	5,97	0,32					0,63
61	13,9	13,3	17,1	14,76	1,2	1,2	1,2	1,2	4,2	4,2	4,3	4,23	0,28					0,41
61	18,8	13,3	17,1	16,4	1,0	1,0	1,0	1,0	3,8	3,9	3,9	3,87	0,26					0,43
62	24,1	19,9	17,6	20,53	1,3	1,3	1,3	1,3	3,8	3,8	3,7	3,77	0,34					0,70
62	54,3	49,4	46,8	50,17	2,2	2,2	2,2	2,2	3,6	3,6	3,6	3,6	0,61					3,06
63	31,6	29,8	31,3	30,9	1,4	1,4	1,4	1,4	3,5	3,6	3,7	3,6	0,39					1,21
63	6,7	9,1	10,3	8,7	1,8	1,8	1,8	1,8	3,7	3,8	3,9	3,8	0,47					0,41
74	15,3	15,5	13,8	14,87	1,2	1,2	1,2	1,2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,4					0,59

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe (Fortsetzung)

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichts-klasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
74	York. Terrier	103	m	3,6	≤ 5,9	li	kk	keine
75	Mischling	66	wk	6,0	6,0-11,9	re	2	med
75	Mischling	66	wk	6,0	6,0-11,9	li	kk	keine
76	WHWT	132	wk	7,2	6,0-11,9	li	2+1	med/lat
76	WHWT	132	wk	7,2	6,0-11,9	re	2+1	med/lat
77	Mischling	24	m	6,5	6,0-11,9	re	kk	keine
77	Mischling	24	m	6,5	6,0-11,9	li	2	med
78	Neufundländer	6	mk	38,0	> 24,0	li	4	lat
78	Neufundländer	6	mk	38,0	> 24,0	re	4	lat
79	Cocker Spaniel	17	w	11,6	6,0-11,9	re	kk	keine
79	Cocker Spaniel	17	w	11,6	6,0-11,9	li	2	med
80	Chihuahua	138	w	2,9	≤ 5,9	re	2	med
80	Chihuahua	138	w	2,9	≤ 5,9	li	3	med
82	Beagle	22	wk	14,0	12,0-23,9	re	kk	keine
82	Beagle	22	wk	14,0	12,0-23,9	li	2	lat
83	Zwergpudel	67	w	5,0	≤ 5,9	li	1	med
83	Zwergpudel	67	w	5,0	≤ 5,9	re	kk	keine
84	York. Terrier	153	m	3,8	≤ 5,9	re	2	med
84	York. Terrier	153	m	3,8	≤ 5,9	li	3	med
85	York. Terrier	16	w	1,7	≤ 5,9	li	2	med
85	York. Terrier	16	w	1,7	≤ 5,9	re	2	med
86	York. Terrier	119	m	2,4	≤ 5,9	re	1	med
86	York. Terrier	119	m	2,4	≤ 5,9	li	1	lat
87	Malteser	25	w	2,6	≤ 5,9	li	2	med
87	Malteser	25	w	2,6	≤ 5,9	re	2	med
88	WHWT	38	wk	8,0	6,0-11,9	li	1	med
88	WHWT	38	wk	8,0	6,0-11,9	re	1	med
98	Zwergpudel	13	w	4,5	≤ 5,9	re	.	.
98	Zwergpudel	13	w	4,5	≤ 5,9	li	1	med
104	Wolfspitz	12	w	19,5	12,0-23,9	li	2	med
104	Wolfspitz	12	w	19,5	12,0-23,9	re	2	med
109	Mischling	37	m	20,0	12,0-23,9	re	1	lat
109	Mischling	37	m	20,0	12,0-23,9	li	1	lat
111	Foxterrier	57	mk	9,0	6,0-11,9	li	3	med
111	Foxterrier	57	mk	9,0	6,0-11,9	re	3	med
112	York. Terrier	54	mk	5,0	≤ 5,9	re	2	med
112	York. Terrier	54	mk	5,0	≤ 5,9	li	4	med
113	Papillon	31	m	4,2	≤ 5,9	li	1	med

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe (Fortsetzung)

Pat. Nr.	Prä OP												Post OP				OP Meth.	P
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT	Q		
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	m						
74	9,5	7,8	8,6	8,63	1,3	1,3	1,3	1,3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,43					0,37
75	14,7	13,8	14,2	14,23	1,8	1,8	1,8	1,8	4,0	4,0	4,0	4,0	0,45					0,64
75	10,9	12,7	11,2	11,6	2,3	2,3	2,3	2,3	4,0	4,0	4,0	4,0	0,58					0,67
76	9,9	12,3	8,7	10,3	1,6	1,5	1,6	1,57	4,8	4,8	4,8	4,8	0,33					0,34
76	15,6	12,0	10,9	12,83	3,0	3,0	3,0	3,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,6					0,77
77	8,3	7,7	7,0	7,67	4,2	4,3	4,3	4,27	6,4	6,3	6,3	6,33	0,67					0,51
77	23,5	27,0	23,3	24,6	1,2	1,3	1,3	1,27	6,0	6,1	6,0	6,03	0,21	9,53	3,83	0,64	TKV, TTT	0,52
78	-21,4	-26,3	-23,5	-23,73	3,5	3,5	3,5	3,5	11,5	11,5	11,6	11,5	0,3	9,53	3,5	0,3	TTT	-0,71
78	-20,7	-23,6	-21,7	-22,0	3,5	3,5	3,5	3,5	11,5	11,5	11,6	11,5	0,3	6,43	3,5	0,3	TTT	-0,66
79	9,7	7,5	10,2	9,13	2,3	2,2	2,3	2,27	6,2	6,3	6,3	6,23	0,36					0,33
79	22,8	24,4	21,7	22,97	1,9	1,9	1,9	1,9	5,8	5,8	5,7	5,73	0,33	7,5	4,1	0,71	TKV	0,76
80	17,7	20,0	18,5	18,73	1,1	1,2	1,1	1,13	3,4	3,4	3,4	3,4	0,33					0,62
80	25,9	27,0	25,1	26,0	1,3	1,3	1,2	1,27	3,1	3,1	3,2	3,13	0,41					1,07
82	1,3	1,4	1,7	1,47	2,4	2,4	2,4	2,4	5,6	5,5	5,7	5,6	0,43					0,06
82	-1,8	-0,7	-3,0	-1,83	1,9	1,8	1,9	1,87	5,5	5,5	5,6	5,53	0,34	10,4	3,4	0,61	TKV	-0,06
83	12,4	14,7	15,1	14,07	1,3	1,3	1,2	1,27	3,0	3,0	3,1	3,03	0,42					0,59
83	8,2	8,9	9,2	8,77	1,4	1,4	1,3	1,37	3,2	3,1	3,2	3,17	0,43					0,38
84	17,3	16,0	13,2	15,5	1,3	1,3	1,3	1,3	3,4	3,4	3,4	3,4	0,38					0,59
84	37,2	37,6	37,5	37,43	1,2	1,2	1,2	1,2	3,3	3,3	3,3	3,3	0,36					1,35
85	14,5	10,5	9,9	11,63	1,6	1,6	1,5	1,57	3,0	2,9	3,1	3,0	0,52					0,60
85	16,2	14,6	17,3	16,03	1,5	1,5	1,5	1,5	3,0	2,9	3,0	2,97	0,51					0,82
86	12,6	13,7	13,0	13,1	1,6	1,6	1,6	1,6	3,3	3,2	3,3	3,27	0,49					0,64
86	-8,1	-9,9	-10,2	-9,4	1,4	1,4	1,4	1,4	3,0	3,1	2,9	3,0	0,47					-0,44
87	16,9	17,0	17,2	17,03	1,6	1,7	1,6	1,63	3,2	3,2	3,1	3,17	0,51					0,87
87	16,0	14,7	14,0	14,9	1,4	1,4	1,4	1,4	3,5	3,6	3,6	3,57	0,39	5,37	2,33	0,65	TKV, TTT	0,58
88	9,6	12,6	17,3	13,16	1,7	1,7	1,7	1,7	5,2	5,0	5,1	5,1	0,33					0,43
88	14,3	18,2	16,0	16,16	1,8	1,9	1,9	1,83	5,0	5,1	5,1	5,07	0,36	3,7	3,4	0,36	TKV	0,58
98																		
98	15,3	16,0	14,0	15,1	1,0	1,0	1,0	1,0	4,0	4,0	4,0	4,0	0,33					0,50
104	8,7	7,9	5,9	7,5	2,6	2,7	2,6	2,63	5,1	5,2	5,1	5,13	0,51	2,1	4,7	0,9	TKV, TTT	0,38
104	9,5	7,7	8,6	8,6	2,6	2,7	2,6	2,63	5,0	5,1	5,1	5,07	0,52	4,2	5,2	0,52	TKV, TTT	0,45
109	-11,7	-12,5	-13,8	-12,67	3,0	3,1	3,2	3,1	7,8	7,7	7,8	7,77	0,4					-0,51
109	-14,3	-14,1	-13,7	-14,03	2,9	2,9	2,8	2,87	7,9	7,8	7,9	7,87	0,36	-6,57	3,7	0,47	TKV	-0,51
111	39,1	37,7	38,6	38,47	1,7	1,7	1,7	1,7	4,7	4,7	4,8	4,73	0,36					1,38
111	35,6	37,5	37,2	36,77	1,3	1,5	1,3	1,36	4,7	4,8	4,7	4,73	0,29	1,0	2,53	0,53	TKV	1,07
112	20,2	20,0	18,7	19,63	2,5	2,5	2,5	2,5	3,8	3,8	3,8	3,8	0,66					1,30
112	34,9	34,7	34,0	34,53	2,5	2,4	2,5	2,47	3,7	3,6	3,7	3,67	0,67	7,93	3,3	0,9	TKV	2,31
113	13,7	12,8	14,3	13,6	1,8	1,8	1,8	1,8	5,0	5,0	5,1	5,03	0,36					0,49

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe (Fortsetzung)

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichtsklasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
113	Papillon	31	m	4,2	≤ 5,9	re	1	med
114	WHWT	12	m	6,5	6,0-11,9	li	1	med
114	WHWT	12	m	6,5	6,0-11,9	re	2	med
115	Pudel	120	w	6,7	6,0-11,9	li	1	med
115	Pudel	120	w	6,7	6,0-11,9	re	2	med
116	Pudel	56	m	4,5	≤ 5,9	re	1	med
116	Pudel	56	m	4,5	≤ 5,9	li	1	med
117	Mischling	122	m	15	12,0-23,9	li	1	med
118	York. Terrier	20	w	2,5	≤ 5,9	li	3	med
118	York. Terrier	20	w	2,5	≤ 5,9	re	4	med
119	York. Terrier	164	wk	3,4	≤ 5,9	li	1	med
119	York. Terrier	164	wk	3,4	≤ 5,9	re	1	med

Tab. 13: Übersicht der Daten der Patientengruppe (Fortsetzung)

Pat. Nr.	Prä OP													Post OP			OP Meth.	P
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT	Q		
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	m						
113	11,3	11,0	12,4	11,57	1,7	1,8	1,9	1,8	5,0	5,0	5,1	5,03	0,36					0,42
114	15,3	14,9	16,0	15,4	1,6	1,6	1,6	1,6	5,4	5,4	5,3	5,37	0,3					0,46
114	17,3	16,5	18,3	14,03	1,6	1,4	1,5	1,5	5,6	5,7	5,7	5,67	0,26					0,36
115	12,56	13,1	14,5	13,39	1,3	1,2	1,3	1,27	5,5	5,4	5,5	5,47	0,23					0,31
115	17,3	17,9	18,4	17,87	1,1	1,1	1,1	1,1	4,0	4,0	4,0	4,0	0,28					0,50
116	15,3	15,8	16,1	15,73	1,4	1,4	1,4	1,4	2,7	2,6	2,7	2,67	0,52					0,82
116	15,3	12,5	13,4	13,74	1,4	1,4	1,4	1,4	2,8	2,7	2,8	2,77	0,51					0,70
117	13,3	14,0	14,5	13,93	2,8	2,8	2,8	2,8	5,5	5,6	5,5	5,53	0,51					0,71
118	24,6	24,9	25,3	24,93	1,0	1,0	1,0	1,0	3,5	3,5	3,5	3,5	0,29					0,72
118	27,0	26,3	27,7	27,0	1,0	1,0	1,0	1,0	3,4	3,4	3,4	3,4	0,29					0,78
119	15,4	16,3	16,8	16,17	1,3	1,3	1,3	1,3	3,2	3,2	3,2	3,2	0,41					0,66
119	16,4	17,8	18,0	17,4	1,3	1,3	1,3	1,3	3,3	3,3	3,3	3,3	0,39					0,68

Tab. 14: Übersicht der Daten der Kontrollgruppe

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichts-klasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
30	York. Terrier	134	w	5,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
30	York. Terrier	134	w	5,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
31	Franz. Bulldogge	56	wk	10,0	6,0-11,9	li	keinen	keine
31	Franz. Bulldogge	56	wk	10,0	6,0-11,9	re	keinen	keine
32	Chihuahua	21	w	1,5	≤ 5,9	li	keinen	keine
32	Chihuahua	21	w	1,5	≤ 5,9	re	keinen	keine
34	Malteser	111	w	3,5	≤ 5,9	li	keinen	keine
34	Malteser	111	w	3,5	≤ 5,9	re	keinen	keine
37	Foxterrier	56	m	10,0	6,0-11,9	li	keinen	keine
37	Foxterrier	56	m	10,0	6,0-11,9	re	keinen	keine
38	Foxterrier	153	wk	8,5	6,0-11,9	li	keinen	keine
38	Foxterrier	153	wk	8,5	6,0-11,9	re	keinen	keine
39	York. Terrier	104	w	4,2	≤ 5,9	li	keinen	keine
39	York. Terrier	104	w	4,2	≤ 5,9	re	keinen	keine
40	CKCS	68	w	15,0	12,0-23,9	li	keinen	keine
40	CKCS	68	w	15,0	12,0-23,9	re	keinen	keine
41	CKCS	87	w	4,1	≤ 5,9	li	keinen	keine
41	CKCS	87	w	4,1	≤ 5,9	re	keinen	keine
43	Mops	53	m	10,6	6,0-11,9	li	keinen	keine
43	Mops	53	m	10,6	6,0-11,9	re	keinen	keine
44	Franz. Bulldogge	25	w	13,5	12,0-23,9	li	keinen	keine
44	Franz. Bulldogge	25	w	13,5	12,0-23,9	re	keinen	keine
45	Cocker Spaniel	128	w	14,0	12,0-23,9	li	keinen	keine
45	Cocker Spaniel	128	w	14,0	12,0-23,9	re	keinen	keine
47	Mischling	77	wk	25,0	> 24,0	li	keinen	keine
47	Mischling	77	wk	25,0	> 24,0	re	keinen	keine
57	Cocker Spaniel	129	mk	12,6	12,0-23,9	li	keinen	keine
57	Cocker Spaniel	129	mk	12,6	12,0-23,9	re	keinen	keine
60	Pudel	103	m	5,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
60	Pudel	103	m	5,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
64	Pudel	95	w	3,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
64	Pudel	95	w	3,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
65	Shih Tzu	14	m	3,5	≤ 5,9	li	keinen	keine
65	Shih Tzu	14	m	3,5	≤ 5,9	re	keinen	keine
66	Terrier	31	w	5,5	≤ 5,9	li	keinen	keine
66	Terrier	31	w	5,5	≤ 5,9	re	keinen	keine

Tab. 14: Übersicht der Daten der Kontrollgruppe (Fortsetzung)

Pat. Nr.	Prä OP													Post OP				OP Meth.	P
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT	Q			
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	m							
30	12,7	11,6	11,0	11,77	1,7	1,7	1,7	1,7	2,0	2,1	2,1	2,06	0,83					0,98	
30	12,8	12,1	11,7	12,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,1	1,8	1,9	1,93	0,77					0,94	
31	10,3	9,5	10,7	10,17	2,6	2,6	2,6	2,6	4,7	4,7	4,7	4,7	0,55					0,56	
31	11,7	9,5	10,7	10,63	2,4	2,4	2,4	2,4	4,5	4,5	4,4	4,47	0,54					0,57	
32	12,6	12,2	13,4	12,73	1,1	1,1	1,1	1,1	2,9	3,0	3,0	2,97	0,37					0,47	
32	4,1	9,0	9,9	7,67	1,2	1,2	1,2	1,2	3,1	3,0	3,0	3,03	0,40					0,31	
34	10,1	11,6	6,5	9,4	1,4	1,4	1,4	1,4	4,6	4,6	4,7	4,63	0,30					0,28	
34	11,6	10,7	7,5	9,93	1,5	1,5	1,5	1,5	4,3	4,3	4,4	4,33	0,35					0,35	
37	3,6	4,0	2,7	3,43	2,4	2,4	2,4	2,4	6,3	6,4	6,4	6,37	0,38					0,13	
37	6,2	9,0	7,9	7,7	2,4	2,4	2,4	2,4	6,1	6,1	6,3	6,17	0,39					0,30	
38	0,5	1,3	1,1	0,97	2,2	2,2	2,2	2,2	5,7	5,6	5,8	5,7	0,39					0,04	
38	7,6	8,5	4,8	6,97	1,9	1,9	1,9	1,9	5,7	5,7	5,7	5,7	0,33					0,23	
39	8,2	7,8	7,3	7,77	1,5	1,5	1,5	1,5	4,3	4,4	4,5	4,4	0,34					0,26	
39	7,4	5,6	4,7	5,9	1,5	1,5	1,5	1,5	4,3	4,3	4,3	4,3	0,35					0,21	
40	11,3	11,9	12,2	11,8	2,1	2,1	2,1	2,1	4,0	4,1	3,9	4,0	0,53					0,63	
40	14,6	13,3	13,9	13,93	2,2	2,2	2,2	2,2	4,2	4,2	4,2	4,2	0,52					0,72	
41	4,8	1,7	2,0	2,83	2,4	2,4	2,4	2,4	4,2	4,1	4,3	4,2	0,57					0,16	
41	10,3	11,1	8,5	9,97	2,3	2,3	2,3	2,3	4,0	3,9	4,1	4,0	0,58					0,58	
43	5,8	4,9	4,3	5,0	2,2	2,2	2,2	2,2	5,7	5,7	5,8	5,73	0,38					0,19	
43	10,0	10,0	11,0	10,33	2,2	2,2	2,2	2,2	5,4	5,5	5,5	5,47	0,40					0,41	
44	9,1	8,8	7,0	8,3	1,6	1,6	1,6	1,6	4,8	4,8	4,9	4,83	0,33					0,27	
44	7,5	9,7	7,5	8,23	1,7	1,7	1,7	1,7	4,8	4,8	4,9	4,83	0,35					0,29	
45	4,1	1,3	0,2	1,87	2,2	2,2	2,2	2,2	6,7	6,6	6,8	6,7	0,33					0,06	
45	1,7	5,5	4,9	4,03	2,2	2,2	2,2	2,2	6,7	6,8	6,9	6,8	0,32					0,13	
47	1,5	1,3	1,4	1,4	1,6	1,6	1,6	1,6	4,0	4,0	4,1	4,03	0,39					0,05	
47	9,1	7,0	7,2	7,77	1,9	1,8	2,0	1,9	4,5	4,6	4,6	4,57	0,42					0,33	
57	7,0	9,6	9,3	8,63	2,4	2,4	2,4	2,4	7,3	7,3	7,3	7,3	0,33					0,28	
57	9,9	10,6	6,8	9,1	2,3	2,3	2,3	2,3	7,0	7,0	7,0	7,0	0,33					0,30	
60	4,6	5,3	2,4	4,1	1,3	1,3	1,3	1,3	4,2	4,2	4,3	4,23	0,31					0,13	
60	10,4	6,5	10,7	9,2	1,1	1,1	1,1	1,1	4,3	4,3	4,3	4,3	0,26					0,24	
64	4,1	1,5	3,4	3,0	1,7	1,7	1,7	1,7	4,2	4,2	4,1	4,17	0,40					0,12	
64	10,1	7,1	7,9	8,37	1,6	1,6	1,6	1,6	3,8	3,8	3,9	3,83	0,42					0,35	
65	6,3	6,5	6,1	6,3	1,8	1,8	1,8	1,8	3,9	3,9	4,0	3,93	0,46					0,29	
65	7,6	7,7	8,9	8,07	1,7	1,7	1,7	1,7	3,8	3,8	3,9	3,83	0,44					0,36	
66	4,9	6,2	4,7	5,27	1,7	1,7	1,7	1,7	5,5	5,5	5,5	5,5	0,31					0,16	
66	5,5	1,7	4,7	3,97	1,8	1,8	1,8	1,8	5,2	5,2	5,4	5,27	0,34					0,13	

Tab. 14: Übersicht der Daten der Kontrollgruppe (Fortsetzung)

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichts-klasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
67	Mischling	124	m	9,0	6,0-11,9	li	keinen	keine
67	Mischling	124	m	9,0	6,0-11,9	re	keinen	keine
68	Chihuahua	65	w	1,9	≤ 5,9	li	keinen	keine
68	Chihuahua	65	w	1,9	≤ 5,9	re	keinen	keine
69	Beagle	24	w	15,0	12,0-23,9	li	keinen	keine
69	Beagle	24	w	15,0	12,0-23,9	re	keinen	keine
70	Beagle	24	w	15,0	12,0-23,9	li	keinen	keine
70	Beagle	24	w	15,0	12,0-23,9	re	keinen	keine
71	Beagle	24	w	14,0	12,0-23,9	li	keinen	keine
71	Beagle	24	w	14,0	12,0-23,9	re	keinen	keine
72	Beagle	36	m	14,0	12,0-23,9	li	keinen	keine
72	Beagle	36	m	14,0	12,0-23,9	re	keinen	keine
73	Beagle	36	m	14,0	12,0-23,9	li	keinen	keine
73	Beagle	36	m	14,0	12,0-23,9	re	keinen	keine
81	Chihuahua	123	w	3,1	≤ 5,9	li	keinen	keine
81	Chihuahua	123	w	3,1	≤ 5,9	re	keinen	keine
89	York. Terrier	93	mk	3,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
89	York. Terrier	93	mk	3,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
90	Chihuahua	113	wk	2,3	≤ 5,9	li	keinen	keine
90	Chihuahua	113	wk	2,3	≤ 5,9	re	keinen	keine
91	WHWT	103	w	8,5	6,0-11,9	li	keinen	keine
91	WHWT	103	w	8,5	6,0-11,9	re	keinen	keine
92	Spitz	177	w	7,0	6,0-11,9	li	keinen	keine
92	Spitz	177	w	7,0	6,0-11,9	re	keinen	keine
93	Pudel	95	m	4,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
93	Pudel	95	m	4,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
94	Spitz	189	wk	5,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
94	Spitz	189	wk	5,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
95	York. Terrier	102	w	6,3	6,0-11,9	li	keinen	keine
95	York. Terrier	102	w	6,3	6,0-11,9	re	keinen	keine
96	York. Terrier	17	m	3,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
96	York. Terrier	17	m	3,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
97	Mischling	124	mk	7,0	6,0-11,9	li	keinen	keine
97	Mischling	124	mk	7,0	6,0-11,9	re	keinen	keine
99	Zwergpudel	106	w	5,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
99	Zwergpudel	106	w	5,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
100	WHWT	63	w	5,1	≤ 5,9	li	keinen	keine
100	WHWT	63	w	5,1	≤ 5,9	re	keinen	keine

Tab. 14: Übersicht der Daten der Kontrollgruppe (Fortsetzung)

Pat. Nr.	Prä OP													Post OP				OP Meth.	P
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT	Q			
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	m							
67	6,5	6,0	7,3	6,6	2,7	2,6	2,8	2,7	6,5	6,4	6,4	6,43	0,42					0,28	
67	10,8	4,6	5,0	6,8	2,2	2,2	2,2	2,2	6,5	6,5	6,4	6,47	0,34					0,23	
68	8,9	6,3	9,3	8,17	2,5	2,5	2,5	2,5	3,2	3,3	3,2	3,23	0,77					0,63	
68	3,6	2,3	4,0	2,63	1,0	1,0	1,0	1,0	3,4	3,4	3,4	3,4	0,29					0,08	
69	7,7	6,6	6,6	7,07	3,3	3,3	3,3	3,3	6,6	6,6	6,6	6,6	0,50					0,35	
69	7,3	6,6	4,9	6,27	3,4	3,4	3,4	3,4	7,3	7,3	7,3	7,3	0,47					0,29	
70	8,8	10,5	9,9	9,73	2,8	2,8	2,8	2,8	6,3	6,3	6,3	6,3	0,44					0,43	
70	6,3	8,5	10,0	8,27	3,1	3,1	3,1	3,1	6,5	6,5	6,5	6,5	0,48					0,40	
71	2,0	1,6	2,2	1,93	3,2	3,3	3,1	3,2	6,3	6,3	6,3	6,3	0,51					0,10	
71	1,8	5,6	3,6	3,67	3,1	3,1	3,1	3,1	6,1	6,1	6,1	6,1	0,51					0,19	
72	10,7	9,6	8,7	9,67	2,8	2,9	3,0	2,9	6,4	6,4	6,4	6,4	0,45					0,44	
72	6,9	6,7	7,2	6,93	3,1	3,1	3,1	3,1	6,4	6,4	6,4	6,4	0,48					0,33	
73	11,5	9,5	10,0	10,33	2,7	2,9	2,8	2,8	6,2	6,2	6,2	6,2	0,45					0,46	
73	10,5	11,0	10,0	10,5	2,9	2,9	2,9	2,9	6,1	6,1	6,1	6,1	0,48					0,50	
81	10,0	7,7	6,9	8,2	1,1	1,2	1,1	1,13	3,2	3,1	3,0	3,1	0,36					0,30	
81	6,8	7,2	6,5	6,83	1,0	1,0	1,1	1,03	3,1	3,1	3,1	3,1	0,33					0,23	
89	8,8	8,2	8,3	8,43	1,2	1,2	1,2	1,2	3,0	3,0	3,0	3,0	0,40					0,34	
89	8,3	6,9	7,5	7,57	1,3	1,3	1,3	1,3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,43					0,33	
90	6,8	8,0	6,9	7,23	1,5	1,5	1,5	1,5	3,7	3,8	3,9	3,8	0,39					0,28	
90	4,3	6,9	7,5	6,23	1,5	1,5	1,5	1,5	3,8	3,8	3,8	3,8	0,39					0,24	
91	8,0	6,9	9,6	8,17	2,0	2,0	2,0	2,0	4,6	4,4	4,5	4,5	0,44					0,36	
91	6,3	7,0	8,3	7,86	2,0	2,0	2,0	2,0	4,6	4,7	4,5	4,6	0,43					0,34	
92	7,0	6,3	6,9	6,73	1,5	1,5	1,5	1,5	3,5	3,5	3,5	3,5	0,43					0,29	
92	7,0	5,5	8,5	7,0	1,5	1,6	1,7	1,6	3,5	3,5	3,5	3,5	0,46					0,32	
93	10,3	10,7	9,0	10,0	1,2	1,3	1,4	1,3	3,3	3,3	3,3	3,3	0,39					0,39	
93	9,3	9,6	10,9	9,93	1,4	1,4	1,4	1,4	3,3	3,3	3,3	3,3	0,42					0,42	
94	10,0	9,0	11,0	10,0	1,5	1,4	1,4	1,43	3,3	3,3	3,3	3,3	0,43					0,43	
94	10,4	11,2	7,5	9,7	1,5	1,5	1,5	1,5	3,4	3,4	3,4	3,4	0,44					0,43	
95	7,8	10,6	6,7	8,36	1,6	1,5	1,7	1,6	3,7	3,7	3,7	3,7	0,43					0,36	
95	10,1	8,5	6,6	8,4	1,7	1,7	1,7	1,7	3,7	3,7	3,7	3,7	0,46					0,39	
96	6,8	10,4	10,9	9,37	1,1	1,1	1,1	1,1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,37					0,35	
96	8,7	8,0	11,3	9,33	1,0	1,0	1,0	1,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,33					0,31	
97	6,0	8,3	8,0	7,43	1,8	1,6	1,7	1,7	3,8	3,8	3,8	3,8	0,45					0,33	
97	8,0	6,7	9,7	8,2	1,6	1,7	1,8	1,7	3,9	3,9	3,9	3,9	0,43					0,35	
99	8,6	9,0	9,9	9,17	1,4	1,4	1,4	1,4	3,0	3,0	3,0	3,0	0,47					0,43	
99	5,3	7,8	11,5	8,2	1,3	1,3	1,3	1,3	3,0	3,0	3,0	3,0	0,43					0,35	
100	10,0	7,0	7,1	8,03	1,5	1,5	1,5	1,5	3,7	3,9	3,8	3,8	0,39					0,31	
100	7,0	6,7	9,3	7,67	1,6	1,6	1,6	1,6	3,5	3,7	3,6	3,6	0,42					0,32	

Tab. 14: Übersicht der Daten der Kontrollgruppe (Fortsetzung)

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichts-klasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
101	Mischling	101	m	9,5	6,0-11,9	li	keinen	keine
101	Mischling	101	m	9,5	6,0-11,9	re	keinen	keine
102	Mischling	81	mk	8,0	6,0-11,9	li	keinen	keine
102	Mischling	81	mk	8,0	6,0-11,9	re	keinen	keine
103	York. Terrier	88	w	1,6	≤ 5,9	li	keinen	keine
103	York. Terrier	88	w	1,6	≤ 5,9	re	keinen	keine
105	Rehpinscher	120	m	3,0	≤ 5,9	li	keinen	keine
105	Rehpinscher	120	m	3,0	≤ 5,9	re	keinen	keine
106	Mischling	12	m	10,5	6,0-11,9	li	keinen	keine
106	Mischling	12	m	10,5	6,0-11,9	re	keinen	keine
107	WHWT	102	w	9,5	6,0-11,9	li	keinen	keine
107	WHWT	102	w	9,5	6,0-11,9	re	keinen	keine
108	JRT	172	mk	8,0	6,0-11,9	li	keinen	keine
108	JRT	172	mk	8,0	6,0-11,9	re	keinen	keine

Tab. 14: Übersicht der Daten der Kontrollgruppe (Fortsetzung)

Pat. Nr.	Prä OP												Post OP			OP Meth.	P	
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT			Q
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	m						
101	8,1	8,0	8,8	8,3	2,0	2,0	2,0	2,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,40					0,33
101	9,7	5,9	12,0	9,2	2,2	2,2	2,2	2,2	5,0	5,0	5,0	5,0	0,44					0,40
102	10,0	12,3	11,6	11,3	2,5	2,5	2,5	2,5	5,1	5,1	5,1	5,1	0,49					0,55
102	6,9	10,0	11,6	9,5	2,6	2,6	2,6	2,6	5,3	5,3	5,3	5,3	0,49					0,47
103	6,9	7,9	7,4	8,0	1,1	1,1	1,1	1,1	3,0	3,0	3,0	3,0	0,37					0,30
103	6,9	8,8	8,3	8,0	1,2	1,2	1,2	1,2	3,2	3,3	3,1	3,2	0,38					0,30
105	7,7	10,5	8,8	9,0	1,5	1,4	1,5	1,47	4,0	4,0	3,9	3,97	0,37					0,33
105	9,7	11,5	9,0	10,07	1,4	1,4	1,3	1,37	4,0	3,9	3,8	3,9	0,35					0,35
106	1,5	3,2	0,1	1,6	2,2	2,3	2,2	2,23	5,4	5,5	5,5	5,47	0,40					0,06
106	9,1	8,2	10,3	9,2	2,5	2,6	2,6	2,53	5,7	5,6	5,7	5,67	0,45					0,41
107	8,9	8,2	11,0	9,37	2,2	2,3	2,3	2,27	5,3	5,3	5,2	5,27	0,43					0,40
107	9,3	6,8	8,7	8,27	2,4	2,4	2,3	2,37	5,3	5,3	5,4	5,33	0,44					0,36
108	11,5	7,8	9,5	9,6	1,5	1,5	1,6	1,53	5,4	5,3	5,3	5,33	0,29					0,28
108	10,4	11,2	7,5	9,7	1,9	1,9	1,9	1,9	5,6	5,4	5,4	5,47	0,35					0,34

Tab. 15: Übersicht der Daten der Zusatzgruppe

Nr.	Rasse	Alter (Mon.)	Geschlecht	Gewicht (kg)	Gewichtsklasse	Gliedermaße	Luxations-	
							grad	richtung
12	York. Terrier	78	mk	3,0	≤ 5,9	li	0	keine
23	Malteser	52	m	3,0	≤ 5,9	li	0	med
23	Malteser	52	m	3,0	≤ 5,9	re	0	med
24	Zwergpudel	118	m	6,0	6,0-11,9	li	0	med
24	Zwergpudel	118	m	6,0	6,0-11,9	re	0	med
27	WHWT	104	m	9,0	6,0-11,9	li	0	med
50	Minibullterrier	35	m	14,0	12,0-23,9	li	0	lat
50	Minibullterrier	35	m	14,0	12,0-23,9	re	0	lat
59	WHWT	116	m	9,3	6,0-11,9	re	0	med
117	Mischling	122	m	15,0	12,0-23,9	re	0	med

Tab. 15: Übersicht der Daten der Zusatzgruppe

Pat. Nr.	Prä OP													Post OP			OP Meth.	P
	Q-W				TT				PD				Q	Q-W	TT	Q		
	1	2	3	m	1	2	3	m	1	2	3	m						
12	10,0	9,5	11,0	10,17	1,5	1,5	1,5	1,5	4,0	4,0	4,0	4,0	0,38				0,39	
23	15,7	14,7	18,9	16,43	1,6	1,6	1,6	1,6	4,3	4,3	4,3	4,3	0,37				0,61	
23	26,3	22,1	25,9	24,77	1,5	1,5	1,5	1,5	3,9	4,0	4,0	3,97	0,38				0,94	
24	4,9	2,1	4,0	3,67	1,7	1,7	1,7	1,7	3,9	3,9	4,0	3,93	0,18				0,07	
24	2,8	3,3	5,0	3,7	1,8	1,8	1,8	1,8	3,9	3,9	3,9	3,9	0,46				0,17	
27	2,3	1,7	0,5	1,5	2,4	2,4	2,4	2,4	5,4	5,4	5,2	5,33	0,45				0,07	
50	-8,3	-8,6	-8,9	-8,6	2,6	2,6	2,6	2,6	6,0	6,0	6,1	6,03	0,43				-0,37	
50	-12,2	-10,8	-13,9	-12,3	2,6	2,6	2,6	2,6	6,5	6,6	6,5	6,53	0,40				-0,49	
59	13,6	12,8	13,1	13,17	1,8	1,8	1,8	1,8	5,9	6,0	6,1	6,0	0,30				0,40	
117	11,5	12,0	12,3	11,93	2,7	2,8	2,7	2,74	5,6	5,6	5,6	5,6	0,49				0,58	

## **Danksagung**

Danken möchte ich allen, die mich unterstützt und gefördert haben, diese Schrift anzufertigen: Herr Prof. Brunnberg hat mir das interessante Thema gegeben. Er hat mich fortwährend beraten, geduldig meine Fragen diskutiert und mir vertraut.

Herr Dr. Stephan Kaiser begleitete die Problematik der Arbeit kritisch konstruktiv und hat das Manuskript durchgesehen.

Herr Guido Fritsch hat mich angeleitet, die computertomographischen Untersuchungen ausführen zu können.

Frau Dr. Arndt und Frau Lüdecke aus dem Institut für Biometrie der FU Berlin haben mich in die statistische Methodik eingewiesen, die zahlreichen Daten der Arbeit entsprechend aufzuarbeiten.

Den Mitarbeitern und Doktoranden der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der FU Berlin, insbesondere Daniela Galke, Dr. Claudia Kellermeier, Bedrich Nakladal, Constanze Richter und Simone Schleich, danke ich für ihre gute tägliche Zusammenarbeit und Unterstützung besonders in der Endphase der Arbeit.

Brit Benndorf und Dorothea Kalmbach danke ich für ihre Freundschaft und ihren Zuspruch.

Meinen Eltern und meiner Patentante, Marlies Henze, gilt ein ganz besonderer Dank, weil sie mich jederzeit unterstützt und an mich geglaubt haben.

## **Selbstständigkeitserklärung**

Hiermit versichere ich, die vorliegende Dissertation selbständig und nur unter Zuhilfenahme der angegebenen Literatur verfasst zu haben.

Diese Arbeit wurde noch in keinem früheren Promotionsverfahren angenommen oder abgelehnt.

Berlin, den 13.5.2008

U. Behrendt