

A close-up portrait of a dog, likely a Mastiff or similar breed, with a brown coat and black markings on its face and ears. The dog is looking directly at the camera with a calm expression. The background is a plain, light-colored wall.

**Radiologische Untersuchung des
Neigungswinkels des Tibiaplateaus als möglicher
prädisponierender Faktor für die
Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Hund**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Elisabeth Gielen

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

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

1. Auflage 2005

**© 2005 by Verlag: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft Service GmbH, Gießen
Printed in Germany**

ISBN 3-938026-23-5

**Verlag: DVG Service GmbH
Frankfurter Straße 89
35392 Gießen
0641/24466
geschaefsstelle@dvf.net
www.dvf.net**

Aus der Klinik für Kleintierchirurgie
der Justus-Liebig-Universität Gießen
Betreuer: Prof. Dr. M. Kramer

**Radiologische Untersuchung des
Neigungswinkels des Tibiaplateaus als möglicher
prädisponierender Faktor für die
Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Hund**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
beim Fachbereich Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von
Elisabeth Gielen
Tierärztin aus Soest (Westfalen)

Gießen 2005

Mit Genehmigung des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan

Prof. Dr. M. Reinacher

Berichtserstatter

Prof. Dr. M. Kramer

Berichtserstatter

Prof. Dr. Dr. h. c. R. Leiser

Tag der mündlichen Prüfung

17.02.2005

Verzeichnis der Abkürzungen:

Abb.	Abbildung
Am.	American
Austr.	Australian
bds.	beiderseits
BSH	Berner Sennenhund
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CCLR	Cranial Cruciate Ligament Rupture
DDH	Deutsch Drahthaar
d. h.	das heißt
DKH	Deutsch Kurzhaar
DSH	Deutscher Schäferhund
HD	Hüftgelenkdysplasie
hochgr.	hochgradig
HWS	Halswirbelsäule
ICM	Instant Center of Motion
ICR	Instant Center of Rotation
Kanad.	Kanadischer
kastr.	kastriert
kg	Kilogramm
KM	Körpermasse
Kompr.	Kompression
Lab.	Labrador
li.	links
Lig.	Ligamentum
männl.	männlich
M.	Musculus
N.	Nervus
N	Newton
obB	ohne besonderen Befund
od.	oder
p-Wert	propability-Wert
re.	rechts
Rö.	Röntgen
s ²	Varianz
Tab.	Tabelle
u.	und
v. a.	vor allem
weibl.	weiblich
WHWT	West Highland White Terrier
z. B.	zum Beispiel
z. T.	zum Teil
$\sqrt{s^2}$	Standardabweichung
<	kleiner als
>	größer als

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Literaturübersicht	3
2.1	Morphologische und funktionelle Anatomie des Kniegelenkes	3
2.1.1	Articulatio femorotibialis.....	3
2.1.2	Articulatio femoropatellaris	5
2.1.3	Articulatio tibiofibularis proximalis	6
2.1.4	Menisken.....	6
2.1.5	Gelenkkapsel	9
2.1.6	Muskulatur	9
2.1.7	Bänder.....	11
2.1.7.1	Kollateralbänder.....	11
2.1.7.2	Kreuzbänder	11
2.1.7.2.1	Vorderes Kreuzband	12
2.1.7.2.2	Hinteres Kreuzband	14
2.1.7.3	Innervation	15
2.1.7.3.1	Primäre Gelenknerven	15
2.1.7.3.2	Akzessorische Gelenknerven	15
2.1.7.4	Tibiaplateau.....	16
2.2	Röntgenanatomie	17
2.2.1	Röntgenanatomie des gesunden Kniegelenkes.....	17
2.2.2	Röntgenanatomie des pathologisch veränderten Kniegelenkes	19
2.2.2.1	Veränderungen im Weichteilgewebe bei Kreuzbandruptur	19
2.2.2.2	Veränderungen im Knochengewebe bei Kreuzbandruptur	20
2.2.2.3	Veränderung der Gelenkkonformation bei Kreuzbandruptur	21
2.3	Biomechanik am physiologischen und pathologisch veränderten Kniegelenk	23
2.3.1	Kinematik des Kniegelenkes.....	23
2.3.2	Theorien zur Beschreibung des Rotationszentrums des Kniegelenkes	24
2.3.2.1	Instant Center of Rotation	24
2.3.2.2	Modell der ebenen, überschlagenen Viergelenkkette	26
2.3.2.3	Burmester-Kurve.....	29
2.3.3	Muskelkoaktivität	30
2.3.4	Schubladenphänomen	31
2.3.5	Tibiakompressionstest.....	31
2.3.6	Kranialer Tibiaschub	32
2.4	Pathogenese der Kreuzbandruptur	33
2.4.1	Traumatisch bedingte Kreuzbandrupturen.....	33
2.4.2	Kreuzbandrupturen anderer Genese.....	35
2.4.2.1	Alter	36

2.4.2.2	Körpermasse.....	38
2.4.2.3	Trainingszustand	39
2.4.2.4	Arthritiden	40
2.4.2.4.1	Degenerativ bedingte Arthritiden.....	40
2.4.2.4.2	Immunologisch-, und infektiösbedingte Arthritis.....	41
2.4.2.5	Konformationsbedingte Faktoren	42
2.4.2.6	Prädilektionsstellen für Kreuzbandrupturen	45
2.5	Verteilung der Patienten mit Kreuzbandruptur	45
2.5.1	Lebensalter	46
2.5.2	Rasse.....	47
2.5.3	Gewicht	48
2.5.4	Geschlecht.....	49
2.6	Messmethoden zur Bestimmung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus.....	50
2.6.1	Messmethode nach JIANG	50
2.6.2	Messmethode nach MOORE U. HARVEY.....	51
2.6.3	Messmethode nach BALZPOULOS (Videofluorsokopische Methode).....	52
2.6.4	Messmethode nach DEJOUR U. BONIN.....	52
2.6.5	"Alte" Messmethode nach SLOCUM U. DEVINE	53
2.6.6	Messmethode nach READ U. ROBINS.....	54
2.6.7	Aktuelle Messmethode nach SLOCUM.....	55
2.7	Untersuchungen über den Neigungswinkel des Tibiaplateaus	58
3	Eigene Untersuchungen.....	63
3.1	Technische Daten	63
3.2	Voruntersuchungen	64
3.2.1	Lagerungstechnik	64
3.2.1.1	Darstellung des medialen Tibiaplateaus	64
3.2.1.2	Einfluss der Lagerungstechnik.....	64
3.2.1.2.1	Ab- und Adduktion der Tibia.....	64
3.2.1.2.2	Axiale Rotation der Tibia	65
3.2.2	Messtechnik	66
3.2.2.1	Messmethode „A“	67
3.2.2.2	Messmethode „B“	67
3.3	Hauptuntersuchungen	69
3.3.1	Untersuchte Patienten	69
3.3.2	Lagerungstechnik	71
3.3.3	Winkelvergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur	72
3.3.4	Winkelvergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever.....	72
3.3.5	Neigungswinkel im Rassenvergleich	73

3.3.6	Datenanalyse der Gruppe der Hunde mit Kreuzbandruptur und der Vergleichsgruppe ohne Kreuzbandruptur	73
3.3.7	Rassenspiegel.....	74
3.3.8	Statistische Auswertung.....	75
4	Untersuchungsergebnisse.....	77
4.1	Ergebnisse der Voruntersuchungen.....	77
4.1.1	Voruntersuchungen zur röntgenologischen Darstellung des medialen Tibiaplateaus	77
4.1.2	Voruntersuchungen zum Einfluss der Lagerungstechnik auf die Darstellung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus.	77
4.1.2.1	Ab- und Adduktion der Tibia.....	77
4.1.2.2	Axiale Rotation	78
4.1.2.3	Vergleich Messmethode „A“ mit Messmethode „B“, Reproduzierbarkeit der Messmethoden	78
4.2	Ergebnisse der Hauptuntersuchungen.....	79
4.2.1	Winkelvergleich bei Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur	79
4.2.1.1	Rechtes Kniegelenk.....	79
4.2.1.2	Linkes Kniegelenk	80
4.2.2	Winkelvergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever.....	82
4.2.2.1	Rechtes Kniegelenk.....	82
4.2.2.2	Linkes Kniegelenk	84
4.2.3	Neigungswinkel im Rassenvergleich	86
4.2.3.1	Rechtes Kniegelenk.....	86
4.2.3.2	Linkes Kniegelenk	87
4.2.3.3	Mittelwert beider Seiten.....	87
4.2.4	Datenanalyse der Hunde mit Kreuzbandruptur und der Vergleichsgruppe ohne Kreuzbandruptur.....	88
4.2.4.1	Altersverteilung.....	88
4.2.4.2	Körpermassenverteilung	89
4.2.4.3	Vergleich des Ernährungszustandes.....	92
4.2.4.4	Geschlechterverteilung.....	93
4.2.4.5	Körperseitenverteilung der Kreuzbandrupturen	94
4.2.4.6	Rassenverteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur	95
4.2.5	Rassenspiegel.....	96
4.2.5.1	Poliklinisch vorgestellte Hunde der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen im Jahre 1996	96
4.2.5.2	Stationär behandelte Hunde der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen im Jahre 1996	100

5	Diskussion	105
5.1	Statistische Analyse der Population mit Kreuzbandruptur.....	105
5.1.1	Alter der Tiere mit Kreuzbandruptur.....	105
5.1.2	Körpermasse und Ernährungszustand.....	106
5.1.3	Geschlechterverteilung.....	107
5.1.4	Körperseitenverteilung der Kreuzbandruptur	108
5.1.5	Rassenverteilung	109
5.2	Zur Wahl der Messmethode.....	113
5.3	Einfluss der Abduktion, Adduktion und der Rotation bei der Lagerung	115
5.4	Einfluss der Narkose bzw. Euthanasie auf die Lagerung der Tiere.....	116
5.5	Vergleich der Neigungswinkel	116
5.5.1	Vergleich der Neigungswinkel zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur	116
5.5.2	Vergleich der Neigungswinkel zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever	119
5.5.3	Vergleich des Neigungswinkels zwischen verschiedenen Rassen.....	120
6	Zusammenfassung.....	123
7	Summary	127
8	Literaturverzeichnis	131
9	Anhang	141
9.1	Abbildungen und Tabellen.....	141
	Danksagung	166

1 Einleitung

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes ist eine häufig diagnostizierte orthopädische Erkrankung des Hundes, seit PAATSAMA im Rahmen seiner Habilitation 1952 die Diagnose und Behandlung dieser Erkrankung beschrieben hat. Hunde größerer Rassen sind häufiger und meist in jüngeren Jahren betroffen als Hunde kleinerer Rassen (BRUNNBERG 1987). Die Pathogenese der Kreuzbandruptur des Hundes ist noch nicht eindeutig geklärt und Gegenstand vieler Hypothesen. Es ist bekannt, dass am vorderen Kreuzband meistens Rupturen vorkommen, die nicht durch ein Trauma verursacht werden. Biomechanische, degenerative und genetische Faktoren werden diskutiert, aber wenige Untersuchungen haben sich bisher damit befaßt, die Pathogenese dieser nicht traumatisch bedingten Rupturen systematisch zu ergründen.

Die vorliegende Arbeit untersucht den Neigungswinkel des Tibiaplateaus, der möglicherweise prädisponierend für Kreuzbandrupturen sein könnte.

Anregung zu dieser Untersuchung waren Veröffentlichungen von SLOCUM und DEVINE (1984 u. 1993) über die Kräftewirkungen im Kniegelenk. Sie beschreiben den kranialen Tibiaschub, der durch die kaudale Neigung des Tibiaplateaus hervorgerufen wird und dem das vordere Kreuzband entgegenwirkt. Je größer die kaudale Neigung des Tibiaplateaus ist, desto größer ist der kraniale Tibiaschub und die Belastung des vorderen Kreuzbandes. Auf der Basis dieses Prinzips entwickelten sie eine neuartige Operationsmethode zur Behandlung von Kreuzbandrupturen, die „Tibial Plateau Leveling Osteotomy“ (TPLO) (SLOCUM u. DEVINE 1993, SLOCUM u. SLOCUM 1995). Das Ziel dieser Operation ist es, durch eine Verringerung der Neigung des Tibiaplateaus den kranialen Tibiaschub aufzuheben und dadurch das Kniegelenk zu stabilisieren. Der klinische Erfolg dieser Operationsmethode unterstützt die Vermutung, dass die Neigung des Tibiaplateaus ein wichtiger Faktor in der Biomechanik des Kniegelenkes ist. Diese in den Vereinigten Staaten von Amerika vielfach angewendete neue Operationsmethode hat auch in Europa Eingang gefunden.

Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob der Neigungswinkel des Tibiaplateaus einen Einfluss auf die Entstehung von Kreuzbandrupturen haben könnte. Zu diesem Zweck wurden die Kniegelenke gesunder Hunde und die Kniegelenke von Hunden mit Kreuzbandrupturen klinisch und röntgenologisch untersucht. Weiterhin wurde ein Rassenspiegel erstellt, um eine Prädisposition für Kreuzbandruptur bei bestimmten Rassen zu ermitteln.

2 Literaturübersicht

2.1 Morphologische und funktionelle Anatomie des Kniegelenkes

Aufgrund der anatomischen und funktionellen Ähnlichkeiten der Kniegelenke des Menschen und des Hundes wird in der Humanmedizin der Hund als Tiermodell benutzt (ARNOCZKY et al. 1979b, POURNARAS et al. 1983, NIEBAUER et al. 1987).

Das Kniegelenk besteht aus drei miteinander in Verbindung stehenden Gelenken:

- *Articulatio femorotibialis*
- *Articulatio femoropatellaris*
- *Articulatio tibiofibularis proximalis*

Weitere Bestandteile der Funktionseinheit Kniegelenk sind die Gelenkkapsel, der mediale und der laterale Meniskus, Bänder und Muskeln (ROBINS 1990).

2.1.1 *Articulatio femorotibialis*

Das Femorotibialgelenk, auch Kniekehlgelenk, ist ein inkongruentes Spiralgelenk (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984) und funktioniert wie ein Scharniergelenk (DYCE et al. 1991).

Das distale Endstück des Femur besteht aus den kaudodistal abgebogenen *Condylus medialis* und *Condylus lateralis*. Die Kondylen werden durch die *Fossa intercondylaris* getrennt. Bei der Betrachtung des Femur von kaudal erkennt man, dass die distale Verbindungslinie der beiden Gelenkflächen nicht im Winkel von 90° zur Femurschaftachse verläuft, sondern einen Winkel von ca. 93° nach lateral respektive 87° nach medial hat (RUDY 1974, ROBINS 1990) (Abb.1).

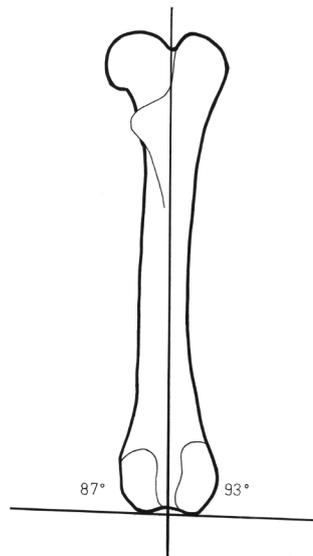


Abbildung 1: Winkel zwischen der Femurschaftachse und der Verbindungslinie zwischen den beiden distalen Gelenkflächen (modifiziert nach RUDY 1974).

Seitlich an jedem Kondylus befinden sich der Epicondylus lateralis bzw. medialis als Bandansatzstellen für die Ligamenta collateralia. Kaudoproximal tragen die Kondylen die Facies articulares sesamoidea und die Ursprungsstellen des Musculus gastrocnemius. Noch weiter proximal ist die Tuberositas supracondylaris lateralis als prominente Ursprungsstelle für den Musculus flexor digitalis superficialis ausgebildet. Distal trägt der Condylus lateralis die Muskelgruben für den M. popliteus und den M. extensor digitalis longus (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984, ROBINS 1990).

Das proximale Endstück der Tibia besteht ebenfalls aus zwei Gelenkflächen, dem Condylus lateralis und dem Condylus medialis, die kaudal durch die Incisura poplitea getrennt werden. Kranial des lateralen Kondylus ist der Sulcus extensorius ausgebildet, eine Rinne, in der der Musculus extensor digitalis communis verläuft. Zwischen den beiden Kondylen erhebt sich die knorpelfreie Eminentia intercondylaris, an der, durch die Area intercondylaris centralis getrennt, das Tuberculum intercondylare laterale und das Tuberculum intercondylare mediale ausgebildet sind. Als weitere Bandgruben gibt es zwei Areas intercondylares cranialis und eine Area intercondylare caudale. Die kraniale Begrenzung stellt die Tuberositas tibiae dar, eine kräftig ausgebildete Knochenleiste als Ansatzstelle für den Musculus quadriceps femoris (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984) (Abb. 2).

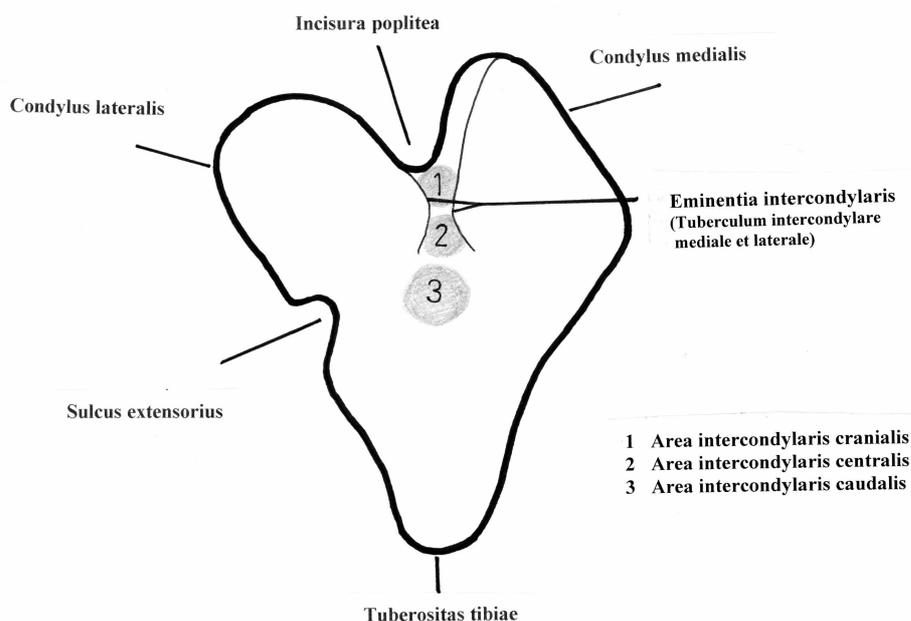


Abbildung 2: proximales Endstück der Tibia.

Lediglich zwei kleine, an den Tubercula intercondylares lateralis und medialis angrenzende Bereiche, haben direkten Kontakt mit den Femurkondylen. Die Hauptanteile der Gelenkflächen von Femur und Tibia werden durch den medialen und lateralen Meniskus getrennt (ROBINS 1990).

2.1.2 Articulatio femoropatellaris

Das Femoropatellargelenk (Kniescheibengelenk) ist ein Schlittengelenk und wird durch die Trochlea ossis femoris und das Sesambein des Musculus quadriceps femoris, die Patella, gebildet. Die Patella ist in die Sehne des Musculus quadriceps femoris, die als Ligamentum patellae an der Tuberositas tibiae ansetzt, eingebettet (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984).

2.1.3 Articulatio tibiofibularis proximalis

Das proximale Tibiofibulargelenk ist ein straffes Gelenk, dessen Gelenkhöhle mit dem lateralen Cavum articulare des Femorotibialgelenkes in Verbindung steht (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984).

Der maximale Streckwinkel des Kniegelenkes des Hundes beträgt 150° (DYCE et al. 1991). Im Stand hat der Hund einen Kniegelenkwinkel von 130° bis 140°. Er ist abhängig von der Position, der Rasse und der Konformation der Hintergliedmaße (SCHREIBER 1947, RUDY 1974, ROBINS 1990). LOTT (1988) führte Untersuchungen an stehenden Boxern und Deutschen Schäferhunden durch. Die Kniegelenkwinkel beim Boxer betragen im Mittel 132° (115° - 141°) und beim Deutschen Schäferhund 123° (112° - 140°).

2.1.4 Menisken

Die Menisken sind fibrocartilaginäre Gelenkzwischenscheiben und bestehen aus Wasser, Proteoglykanen und Typ I Kollagenfaserbündeln (FITHIAN et al. 1989). Sie sind nicht von einer Synoviamembran umhüllt (STONE et al. 1980).

Die Kniegelenkmenisken besitzen Mandarinenscheibenform mit scharfem konkavem Innenrand und dickem konvexem Außenrand. Sie werden durch sechs Bänder in ihrer Position fixiert. Über das Ligamentum transversum genu sind sie untereinander verbunden. Nach kranial und nach kaudal sind sie jeweils mit einem meniskotibialen Ligament verbunden. Nur der laterale Meniskus hat eine Verbindung nach kaudal mit dem lateralen Condylus femoris. Der mediale Meniskus steht zusätzlich mit dem medialen Kollateralband und der medialen Gelenkkapsel in Verbindung. Dieses ergibt eine festere Verankerung des medialen Meniskus im Vergleich zum lateralen Meniskus (ARNOCZKY u. MARSHALL 1981, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984) (Abbildung 3).

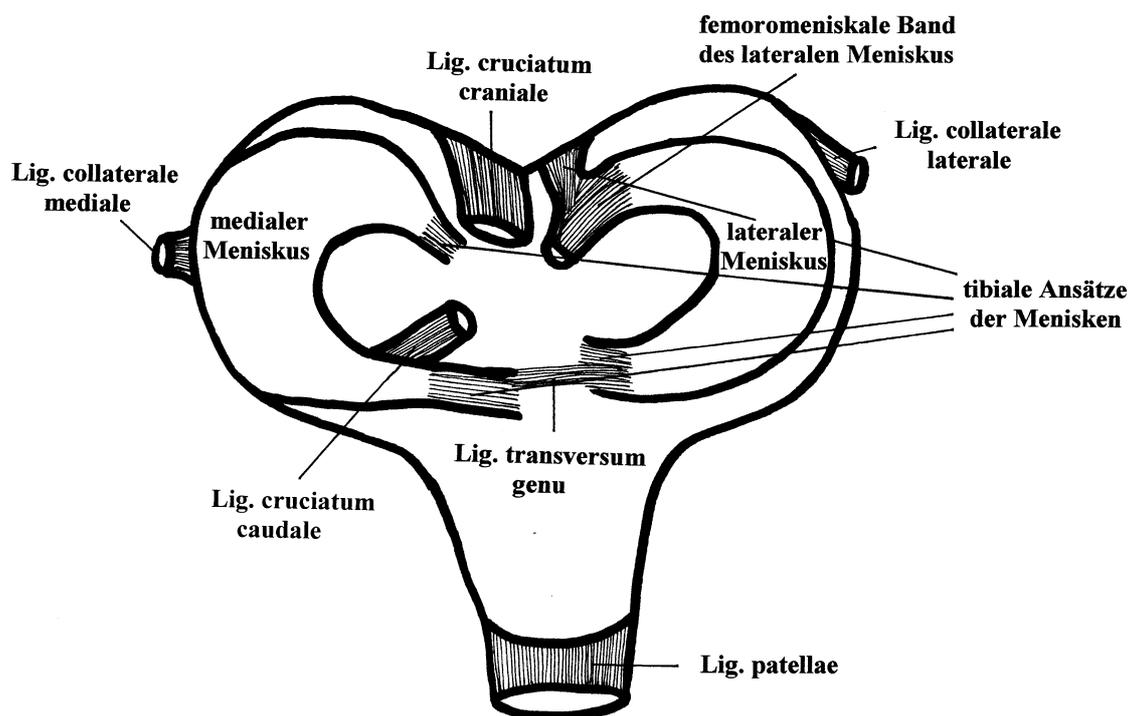


Abbildung 3: Menisken und ihre Bänder (modifiziert nach ARNOZKY u. MARSHALL 1981).

Die Beweglichkeit zwischen Femur und Menisken beträgt das Dreifache der Beweglichkeit zwischen Menisken und Tibia (DYCE 1991).

Bei Beugung gleiten beide Menisken nach kaudal und bei Streckung gleiten sie nach kranial. Aufgrund seiner engeren Verbindung mit der Kapsel und dem medialen Seitenband verschiebt sich der mediale Meniskus bedeutend weniger als der lockerer befestigte laterale Meniskus. Die infolge einer Kreuzbandruptur entstehende Instabilität des Gelenkes kann zu Verletzungen des medialen Meniskus führen. Durch die Subluxation der Tibia nach kranial und die vermehrte Innenrotation der Tibia wird das kaudale Horn des wenig beweglichen medialen Meniskus während einer starken Beugung zwischen dem medialen Condylus femoris und dem Tibiaplateau gequetscht (RUDY 1974, HOHN u. NEWTON 1975, STONE et al. 1980, ARNOZKY u. MARSHALL 1981, HULSE u. SHIRES 1981 und 1983, ARNOZKY 1985, SLOCUM u. DEVINE 1993).

Die Funktionen der Menisken sind vielseitig (PAATSAMA 1952, RUDY 1974, KRAUSE et al. 1976, ARNOCKY et al. 1977b, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984, HULSE u. SHIRES 1983, SHOEMAKER u. MARKOLF 1986, FITHIAN et al. 1989). Sie dienen als Ausgleich für die Inkongruenz im Femorotibialgelenk und verhindern, dass die Gelenkkapsel eingeklemmt wird. Sie verteilen die Druckkräfte während der axialen Belastung über ein großflächigeres Areal. Sie vergrößern somit die Kontaktfläche und mindern dadurch die Stresskonzentration am Gelenkknorpel. Weiterhin fungieren sie als Schockabsorber bei dynamischer Belastung. KRAUSE et al. (1976) berichteten, dass die Menisken beim stehenden Hund 65 % der Gewichtskraft übertragen (beim Menschen nur 30% bis 55%). Weiterhin stellten sie fest, dass nach Meniskektomie, und somit verkleinerter Kontaktfläche, die auf den Gelenkknorpel einwirkenden Kompressionskräfte den zwei- bis dreifachen Wert betragen. Des Weiteren fördern die Menisken die Verteilung von Synoviaflüssigkeit und tragen somit zur Gleitfähigkeit bei (FITHIAN et al. 1989).

An menschlichen Kniegelenkpräparaten zeigt sich, dass die Menisken in Fällen von Kreuzbandruptur zur Kniegelenkstabilität beitragen (LEVY et al. 1982, SHOEMAKER u. MARKOLF 1986). LEVY et al. (1982) berichteten, dass die Intensität des kranialen Tibiaschubes bei durchtrenntem vorderen Kreuzband bedeutend größer ist nach Entfernung des medialen Meniskus als bei belassenen Menisken. Ähnliches beschrieben SHOEMAKER u. MARKOLF (1986). Sie stellten fest, dass die Menisken die Fähigkeit besitzen, in einem Kniegelenk mit durchtrenntem vorderen Kreuzband relativ geringen kranialen Tibiaschubkräften entgegenzuwirken. Bei intaktem vorderen Kreuzband ist kein erhöhter kranialer Tibiaschub nach Meniskektomie zu verzeichnen (LEVY et al. 1982).

Bei Hunden werden Meniskusschäden nicht selten im Zusammenhang mit Kreuzbandruptur beobachtet. Die Aussagen über die Häufigkeit gehen jedoch sehr auseinander. So diagnostizierten FLO u. DE YOUNG (1978) bei 58 % von 113 an Kreuzbandruptur operierten Kniegelenken Meniskusschäden, DE ANGELIS u. LAU (1970) fanden bei 9 von 42 Kniegelenken (21 %) Meniskusshäden, GAMBARDELLA et al. (1981) bei 80 %, HARRISON u. MONTAVON (1981) bei 29 %, HULSE u. SHIRES (1981) bei 73 %, SCAVELLI et al. (1990) bei 61% und DENNY u. BARR (1987) nur bei 7 %.

DE YOUNG et al. (1980) stellten Regenerationsprozesse an den Menisken fest. An zehn Hunden wurde das vordere Kreuzband durchtrennt, der mediale Meniskus vollständig entfernt und die Kniegelenkstabilität operativ wiederhergestellt. Nach Ablauf von sieben Monaten hatten sich in allen betroffenen Kniegelenken neue Gelenkzwischen Scheiben gebildet, deren

Morphologie und Funktion vergleichbar waren mit den gesunden, nicht beschädigten Menisken.

2.1.5 Gelenkkapsel

Die Gelenkkapsel besteht aus drei miteinander kommunizierenden Höhlen. Die größte Gelenkhöhle umfaßt das Femoropatellargelenk. Die beiden kleineren Kniekehlgelenksäcke beherbergen das mediale und das laterale femorotibiale Kondylenpaar. Des Weiteren umfaßt die Gelenkkapsel das proximale Tibiofibulargelenk, den Sulcus extensorius inklusive des Ansatzes des Musculus digitalis longus sowie die Vesalischen Sesambeine.

Die Kapsel besteht aus einer derben, unelastischen, fibrösen äußeren Membran und einer dünnen, vaskularisierten inneren Membrana synovialis. Diese beiden Schichten stehen in enger Verbindung miteinander, mit Ausnahme des Bereiches distal der Patella. Dort ist ein infrapatellarer Fettkörper (Corpus adiposum infrapatellare) dazwischengelagert (ROBINS 1990). Distal der Patella, kranial des vorderen Kreuzbandes, in der Fossa intercondylaris, befindet sich das Ligamentum synoviale infrapatellare. Es ist eine Synoviamembranfalte, in der Gefäße und Nerven eingelagert sind. Vermutlich ist sie der Rest einer ursprünglichen Scheidewand (SCHNORR, persönliche Mitteilung 1996). In der Humanmedizin wird diese Struktur Plica infrapatellaris genannt und kann im hypertrophierten Zustand endoskopisch mit dem vorderen Kreuzband verwechselt werden (STROBEL u. STEDTFELD 1991).

2.1.6 Muskulatur

Der Musculus quadriceps femoris ist der stärkste Strecker des Kniegelenkes. Seine vier Köpfe haben ihre Ursprünge am proximalen Femurschaft sowie am Os ilium. Er bedeckt den lateralen, kranialen und medialen Femurschaft und setzt als Ligamentum patellae an der Tuberositas tibiae an. In diesem Band ist die Kniescheibe eingelagert (RUDY 1974, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984, ROBINS 1990).

Der Musculus popliteus ist ein Beuger des Kniegelenkes, wirkt jedoch hauptsächlich als Pronator der Tibia. Er entspringt seitlich am lateralen Condylus femoris und windet sich spiralig über die kaudale zur medialen Seite der Tibia, um breitflächig proximal am kaudomedialen Tibiaschaft anzusetzen. In seiner Ursprungssehne, lateroproximal der Tibia,

führt er meistens ein kleines Sesambein mit sich (RUDY 1974, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984, ROBINS 1990).

Der *Musculus tensor fasciae latae* fungiert als Strecker des Kniegelenkes und als Spanner der *Fascia lata*. Er verläuft vom *Tuber coxae* breitflächig, lateral über dem Femur divergierend, um in die *Fascia lata*, eine breite Aponeurose, überzugehen (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984).

Der *Musculus gastrocnemius* ist ein Beuger des Kniegelenkes. Er entspringt mit seinem *Caput laterale* und *mediale* kaudoproximal an den Femurkondylen, enthält in seinen Ansatzsehnen die Vesalischen Sesambeine, auch *Fabellae* genannt, und endet mit der Achillessehne am *Tuber calcanei* (RUDY 1974, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984, ROBINS 1990).

Der *Musculus biceps femoris* wirkt in der Stützbeinphase mit seiner kranialen Portion als Strecker und in der Hangbeinphase mit seiner kaudalen Portion als Beuger des Kniegelenkes. Seine beiden Köpfe finden ihren Ursprung zum einen am Kreuzbein und dem *Ligamentum sacrotuberale* als Wirbelkopf und zum anderen am *Tuber ischiadicum* als Becken Kopf. In Höhe des lateralen Kniegelenkes und proximal der Tibia gehen die Muskelbäuche sehnig und flächenhaft in die *Fascia lata* bzw. *Fascia cruris* sowie die *Tendo calcaneus communis* über, mit Anheftungen lateral an das *Ligamentum patellae* und am Fibulakopf (RUDY 1974, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984).

Der *Musculus sartorius* hat seinen Ursprung am *Tuber coxae*. Der *Musculus gracilis* entspringt an der Beckensymphyse und der Endsehne des *M. rectus abdominis*. Der *Musculus semitendinosus* hat seinen Ursprung am *Tuber ischiadicum*. In Höhe des Kniegelenkes verschmilzt seine Endsehne mit der des *Musculus gracilis* und des *Musculus sartorius* um gemeinsam medial an der proximalen Tibia anzusetzen und in die *Fascia cruris* überzugehen. Der *M. gracilis* und der *M. sartorius* haben Streckfunktion am Kniegelenk. Der *M. semitendinosus* hat in der Stützbeinphase Streckwirkung und in der Hangbeinphase Beugewirkung (RUDY 1974, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984, ROBINS 1990).

Der *Musculus semimembranosus* hat in der Stützbeinphase Streckfunktion am Kniegelenk und entspringt ebenfalls am *Tuber ischiadicum*. Dieser Muskel teilt sich distal und setzt am *Condylus medialis femoris* bzw. an der medialen *Fabella* an (NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984).

Unter den Hosenmuskeln versteht man eine Muskelgruppe, deren Endsehnen die *Fossa poplitea lateral* und *medial* begrenzen. Zu den lateralen Hosenmuskeln zählen die beiden

Köpfe des M. biceps femoris. Zu den medialen Hosenmuskeln gehören der M. gracilis, M. sartorius, M. semimembranosus und der M. semitendinosus.

Die Fascia lata ist eine Sehnenplatte, die die laterale Fläche des Oberschenkels bedeckt. Sie liegt dem M. semitendinosus und dem Musculus quadriceps locker auf, entspringt aus dem Musculus tensor fasciae latae und verschmilzt mit dem Epimysium des Musculus biceps femoris. Sie geht nach medial in die Fascia femoralis medialis, nach distal in die Fascia genus (auch Retinaculum genannt) und Fascia cruris über (RUDY 1974, NICKEL, SCHUMMER, SEIFERLE 1984.).

2.1.7 Bänder

2.1.7.1 Kollateralbänder

Das Ligamentum collaterale laterale hat seinen Ursprung am lateralen Epicondylus des Femur und seinen Ansatz dorsolateral am Fibulakopf.

Das Ligamentum collaterale mediale hat seinen Ursprung am Epicondylus femoris medialis und seinen länglichen rechteckigen Ansatz medial am Condylus tibialis medialis. In seinem Verlauf ist dieses Band zum Teil fest mit der Gelenkkapsel und dem medialen Meniskus verbunden. Zwischen dem medialen Kollateralband und der Tibia befindet sich ein Schleimbeutel.

Varusstellung wird durch das laterale und Valgusstellung durch das mediale Kollateralband gehemmt. Bei Streckung stehen beide Seitenbänder unter Spannung, bei Beugung ist nur noch der kraniale Anteil des medialen Kollateralbandes gespannt, das laterale Kollateralband ist völlig relaxiert (VASSEUR u. ARNOCKY 1981).

2.1.7.2 Kreuzbänder

Die beiden Kreuzbänder befinden sich intraartikulär und sind von einer synovialen Membran umhüllt (DYCE 1991, STROBEL u. STEDTFELD 1991). Die Blutversorgung der Kreuzbänder wird über Gefäße gewährleistet, die aus dem infrapatellaren Fettgewebe und der Membrana synovialis kommen. Die Gefäße verzweigen sich, treten ins Innere zwischen den Faserbündeln ein und versorgen, mit Ausnahme des Zentrums, das Kreuzbandgewebe (ZAHM 1964, ARNOCKY et al. 1979a, ARNOCKY u. MARSHALL 1981 und ARNOCKY 1988). Zufluß wird

über die A. genus descendens (aus der A. femoralis) und der A. metaphysale cranialis descendens gewährleistet (TIRGARI u. VAUGHAN 1978). Das hintere Kreuzband scheint wesentlich stärker vaskularisiert zu sein als das vordere (TIRGARI u. VAUGHAN 1978, ARNO CZKY et al. 1979a).

2.1.7.2.1 Vorderes Kreuzband

Das kraniale Kreuzband hat seinen Ursprung kaudomedial am Condylus lateralis femoris. Wenige Fasern entspringen am kaudolateralen Bereich der Fossa intercondylaris. Der weitere Verlauf des Ligamentes führt in kraniomediodistaler Richtung durch das Gelenk bis zur Area intercondylaris cranialis der Tibia. Wenige Fasern setzen am Tuberculum intercondylare mediale an. Es ist in Streckstellung gespannt und in Beugstellung entspannt. Beim Beugen verdrillt es sich um die eigene Achse (ARNOCZKY u. MARSHALL 1977b).

Das kraniale Kreuzband besteht aus zwei funktionell unabhängigen Komponenten. Der dünnere, aber längere spiralige Teil hat seinen Ursprung im kraniodorsalen Bereich der femoralen Insertion und zieht zum kraniomedialen Bereich des tibialen Ansatzes und wird als kraniomediales Band benannt. Es bleibt sowohl bei Streckung als auch bei Beugung gespannt. Der andere Anteil des vorderen Kreuzbandes ist kürzer, gerader und wird als kaudolaterales Band bezeichnet. Es ist bei Streckung gespannt und in Beugstellung relaxiert (ARNOCZKY u. MARSHALL 1977b, HEFFRON u. CAMPBELL 1978, ROBINS 1990) (Abb. 4).

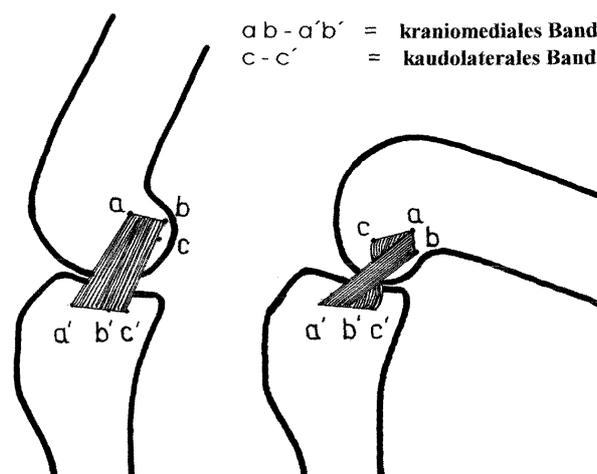


Abbildung 4: das kraniale Kreuzband bei Streckung und Beugung (modifiziert nach ARNO CZKY u. MARSHALL 1977).

In einer biomechanischen und histologischen Studie an den Kniegelenken von 65 Hunden verschiedenen Alters und verschiedener Größe beträgt die mittlere Länge des vorderen Kreuzbandes $18,6 \text{ mm} \pm 3,8 \text{ mm}$ (VASSEUR et al. 1985).

Die primären Funktionen des vorderen Kreuzbandes sind:

- Hemmung der Subluxation der Tibia nach kranial (das kraniomediale Band spielt hierbei die Hauptrolle).
- Einschränkung der internen Rotation der Tibia (die interne Rotation wird durch das Umeinanderwinden der beiden Kreuzbänder verhindert).
- Verhinderung der Hyperextension des Gelenkes (RUDY 1974, ARNOCZKY u. MARSHALL 1977b).

ARNOCZKY u. MARSHALL (1977b) beschreiben in einer anatomischen und funktionellen Analyse an Kniegelenken mittelgroßer Hunde den Ablauf der Funktionen der Ligamenta cruciata folgendermaßen:

- **Kraniokaudale Stabilität**
Nach Durchtrennung des kaudolateralen Anteils des vorderen Kreuzbandes bleibt das Gelenk stabil. Nach Durchtrennung des kraniomedialen Anteils kommt es zu keiner Instabilität bei Streckung, bei Beugung verschiebt sich die Tibia jedoch um 1,5 mm nach kranial. Nach Durchtrennung beider Anteile des Kreuzbandes wird bei Streckung eine Kranialverschiebung von 2 mm und bei 90 Grad Beugung werden 9,5 mm Kranialverschiebung gemessen.
- **Rotationsstabilität**
Am intakten Kniegelenk ist bei Streckung Innenrotation bis 6° und Außenrotation bis 5° möglich. Bei Beugung um 90° ist Innenrotation bis 19° und Außenrotation bis 8° möglich. Nach Durchtrennung des kranialen Kreuzbandes kommt es bei Streckung zu Innenrotation bis 15° und Außenrotation bis 5° . Bei Beugung des Gelenkes um 90° wird Innenrotation bis 45° und Außenrotation bis 8° gemessen.
- **Extensionsstabilität**
Der physiologische Streckwinkel beträgt 148° . Nach Entfernung des vorderen Kreuzbandes entsteht Hyperextension bis 12° , wenn das hintere Kreuzband ebenfalls entfernt wird sogar bis 18° . Die isolierte Durchtrennung des hinteren Kreuzbandes erlaubt keine Hyperextension.

2.1.7.2.2 Hinteres Kreuzband

Das kaudale Kreuzband hat seinen Ursprung ventrolateral am medialen Condylus femoris. Es verläuft in kaudodistaler Richtung durch das Gelenk, um medial an der Fossa poplitea anzusetzen. Das kaudale Kreuzband ist in Streckstellung entspannt und in Beugestellung gespannt. Sukzessive Durchtrennung des kaudalen Kreuzbandes, der Kollateralbänder und des kaudolateralen Anteils des vorderen Kreuzbandes haben keinen subluzierenden Einfluss auf die Tibia (ARNOCZKY u. MARSHALL 1977b).

Dieses Ligament besteht ebenfalls aus zwei funktionell unabhängigen Bändern. Der stärkere kraniale Anteil ist in Beugung gespannt und in Streckung relaxiert, der kaudale Anteil verhält sich umgekehrt (ARNOCZKY u. MARSHALL 1977b).

Die Hauptfunktionen des kaudalen Kreuzbandes sind Hemmung der kaudalen Subluxation der Tibia und in geringerem Umfang Einschränkung der axialen Rotation der Tibia (ARNOCZKY u. MARSHALL 1977b).

Das hintere Kreuzband befindet sich medial des vorderen, sie überkreuzen sich im Bereich der Fossa intercondylaris. Während der Beugung winden sie sich umeinander. Von allen vier Insertionsstellen befindet sich nur die distale Ansatzstelle des vorderen Kreuzbandes kranial der Beugeachse (RUDY 1974, ARNOZKY u. MARSHALL 1977b, ROBINS 1990).

Die Innenrotation der Tibia wird von den Seitenbändern und von den Kreuzbändern gemeinsam beeinflusst. Bei Streckung haben die Seitenbänder die Haupthemmwirkung und bei Beugung haben die Kreuzbänder die Haupthemmwirkung auf die Einwärtsdrehung der Tibia.

Die Außenrotation der Tibia wird ausschließlich durch die Kollateralbänder gehemmt, bei Streckung durch beide und bei Beugung nur durch das mediale Kollateralband (VASSEUR u. ARNOZKY 1981).

Das vordere Kreuzband spielt eine bedeutend größere Rolle bei der Stabilisierung des Kniegelenkes als das hintere Kreuzband. POURNARAS et al. (1983) erzeugten nach experimenteller Durchtrennung des vorderen Kreuzbandes hochgradige degenerative Schädigungen der betroffenen Kniegelenke, während die experimentelle Durchtrennung des hinteren Kreuzbandes (HARARI et al. 1987) nur minimale klinische und pathologische Veränderungen an den Kniegelenken auslöste.

2.1.7.3 Innervation

2.1.7.3.1 Primäre Gelenknerven

O'CONNOR U. WOODBURY (1982) beschreiben ausführlich die primären Gelenknerven beim Hund.

- Der mediale Gelenknerv (N. articularis medialis) ist ein Ast des N. saphenus. Er ist der kräftigste der primären Gelenknerven und versorgt den medialen, kaudalen und kranialen Bereich des Gelenkes. Fasern dieses Nerves erreichen die Gelenkkapsel, das Ligamentum kollaterale mediale, das kaudale Horn des medialen und des lateralen Meniskus, das infrapatellare Fettpolster und, über die Plica synovialis, die Kreuzbandansätze. Bei manchen Hunden erhält der mediale Gelenknerv einen zusätzlichen Ast des N. femoralis oder des N. obturatorius.
- Der kaudale Gelenknerv (N. articularis caudalis) ist ein dünner Ast des N. tibialis und kommt nur bei weniger als die Hälfte der Hunden vor. Er innerviert, wenn vorhanden, die Gelenkkapsel kaudal, das Ligamentum collaterale mediale, den medialen Meniskus und das infrapatellare Fettpolster.
- Der laterale Gelenknerv (N. articularis laterale) ist ein Ast des N. fibularis. Er versorgt die Gelenkkapsel lateral, das Ligamentum collaterale laterale und das tibiofibuläre Gelenk.

2.1.7.3.2 Akzessorische Gelenknerven

FREEMANN U. WYKE (1967) beschreiben die akzessorischen Gelenknerven bei Katzen, sie kommen jedoch in gleicher Weise auch bei Hunden vor (O'CONNOR U. WYKE 1982). Sie sind von Tier zu Tier sehr variabel angelegt und entstammen aus Nerven, die die umliegenden Muskeln versorgen. Sie erfüllen propriozeptive Funktionen.

Die Nervenendigungen im Kniegelenk werden morphologisch und funktionell in vier Kategorien unterteilt:

- Typ I sind die Ruffinischen Körperchen. Sie sind langsam adaptierend, haben eine niedrige Reizschwelle und kommen in den peripheren Schichten der Gelenkkapsel sowie in den Seitenbändern vor.

- Typ II sind die Vater-Pacinischen Körperchen. Sie sind schnell adaptierend und haben ebenfalls eine geringe Reizschwelle. Sie kommen in den tieferen Schichten der Gelenkkapsel sowie im infrapatellaren Fettkörper vor.
- Typ III sind wie die Typ I Nervenendigungen ebenfalls Golgi Endkörperchen, jedoch sehr langsam adaptierend, haben eine hohe Reizschwelle und kommen nur in den Ligamenta vor.
- Typ IV sind nicht myelinisierte Endkörperchen und werden in afferente Schmerzrezeptoren und vasomotorische, efferente Nervenendigungen unterteilt.
- Typ I - III sind Mechanorezeptoren.

Die Kreuzbänder enthalten hauptsächlich Typ III Endkörperchen und wenige vom Typ IV. Die Synoviamembran sowie die zentralen Bereiche der Menisken sind nicht innerviert. In der Peripherie der Menisken befindet sich eine geringe Anzahl von Schmerzrezeptoren und Typ I Mechanorezeptoren. Der infrapatellare Fettkörper enthält zahlreiche Typ I Mechanorezeptoren sowie Schmerzrezeptoren.

Die Ruffinischen Körperchen reagieren auf intraartikulären Druck, übermitteln die Wirkung von statischen und dynamischen Zugkräften und signalisieren somit die Grenzen der Zugfestigkeit bei Rotation des Kniegelenkes in der Streckstellung.

Die Vater-Pacinischen Körperchen übermitteln die Geschwindigkeit und die Beschleunigung einer Bewegung zu Beginn und am Ende der Bewegung.

Mechanorezeptoren geben Informationen über Geschwindigkeit, Beschleunigung, Richtung der Bewegung und die Stellung des Gelenkes.

Somit haben die Kreuzbänder neben den biomechanischen Funktionen zusätzlich noch propriozeptive Steuerfunktionen (ZIMNY u. SCHUTTE 1986, SCHUTTE et al. 1987).

2.1.7.4 Tibiaplateau

Unter dem Tibiaplateau versteht man die den Femurkondylen gegenüberliegenden medialen und lateralen Gelenkflächen der proximalen Tibia (MC LEOD et al. 1977).

Die topographische Anatomie des Tibiaplateaus des Hundes zeigt in der transversalen Ebene konkav erscheinende Kondylen und in der sagitalen Ebene konvex erscheinende Kondylen. Aus der Seitenansicht ergibt sich eine Neigung der Kondylen nach caudodistal (ROBINS 1990).

2.2 Röntgenanatomie

2.2.1 Röntgenanatomie des gesunden Kniegelenkes

Durch röntgenologische Untersuchungen sind die meisten am Kniegelenkaufbau beteiligten Gewebe nicht als getrennte Strukturen zu identifizieren. Aufgrund der aneinander angrenzenden Fett-, Weichteil- und Knochengewebe, die unterschiedliche Röntgendichten aufweisen, können Informationen gewonnen werden.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich auf Röntgenbilder, die im mediolateralen Strahlengang angefertigt wurden.

Zu den Weichteilstrukturen gehören das Ligamentum patellare, der infrapatellare Fettkörper, die Gelenkkapsel sowie die Muskelfaszien. Das Ligamentum patellare stellt sich als lineares, weichteildichtes Gebilde dar, das sich distal mit der Tuberositas tibiae verbindet. Die radiologische Dichte des infrapatellaren Fettkörpers ist geringer als jene von Weichteilgewebe. Dieser Fettkörper befindet sich unter dem Lig. patellare und hat eine dreieckige Form. Er wird durch das Lig. patellare, den distalen Femur und die proximale Tibia begrenzt. Der infrapatellare Fettkörper liegt als vordere Begrenzung eines weichteildichten Gebietes im femorotibialen Gelenk. Dieser weichteildichte Bereich besteht aus Gelenkkapsel und vorderem Kreuzband. Die hintere Ausbuchtung der Gelenkkapsel wird durch leicht konvexe fett-dichte Linie kaudal des femorotibialen Gelenkes begrenzt. Es handelt sich um fetthaltige Muskelfaszien.

Das Skelett des Kniegelenkes besteht proximal aus dem Femur und distal aus der Tibia sowie vier Sesambeinen. Zu den vier Sesambeinen gehören die Patella, zwei Fabellae in den Sehnen des M. gastrocnemius sowie eine Fabella in der Ursprungssehne des M. popliteus. Gelegentlich kommt es vor, dass die Fabellae des M. gastrocnemius (Vesalische Sesambeine) nicht knöchern angelegt sind. Die Fabella des M. popliteus fehlt manchmal. Die Fabellae des M. gastrocnemius liegen kaudal und proximal der Femurkondylen. Die laterale Fabella ist größer als die mediale. Die mediale Fabella kann auch physiologisch nach medial und/oder distal verlagert sein. Die Femurkondylen sind rund und glatt. Der Bereich der Fossa extensoria zeigt sich als leichte Konkavität zwischen den Femurkondylen, kranial der durch den Sulcus intercondylaris bedingten linienartigen Sklerosierung. Hier setzt der M. extensor digitalis longus an. Gelegentlich erkennt man die Ansatzstelle des M. gastrocnemius als kleine unregelmäßige Erhebung kaudodistal am Femur proximal der Gastrocnemius-

Sesambeine. Etwa in der Mitte des Tibiaplateaus erhebt sich die ein bis zwei Millimeter hohe Eminentia intercondylica. Am kranioproximalen Aspekt der Tibia befindet sich der Margo cranialis und die Tuberositas tibiae (PARK 1979).



Abbildung 5: Kniegelenk in mediolateraler Projektion.

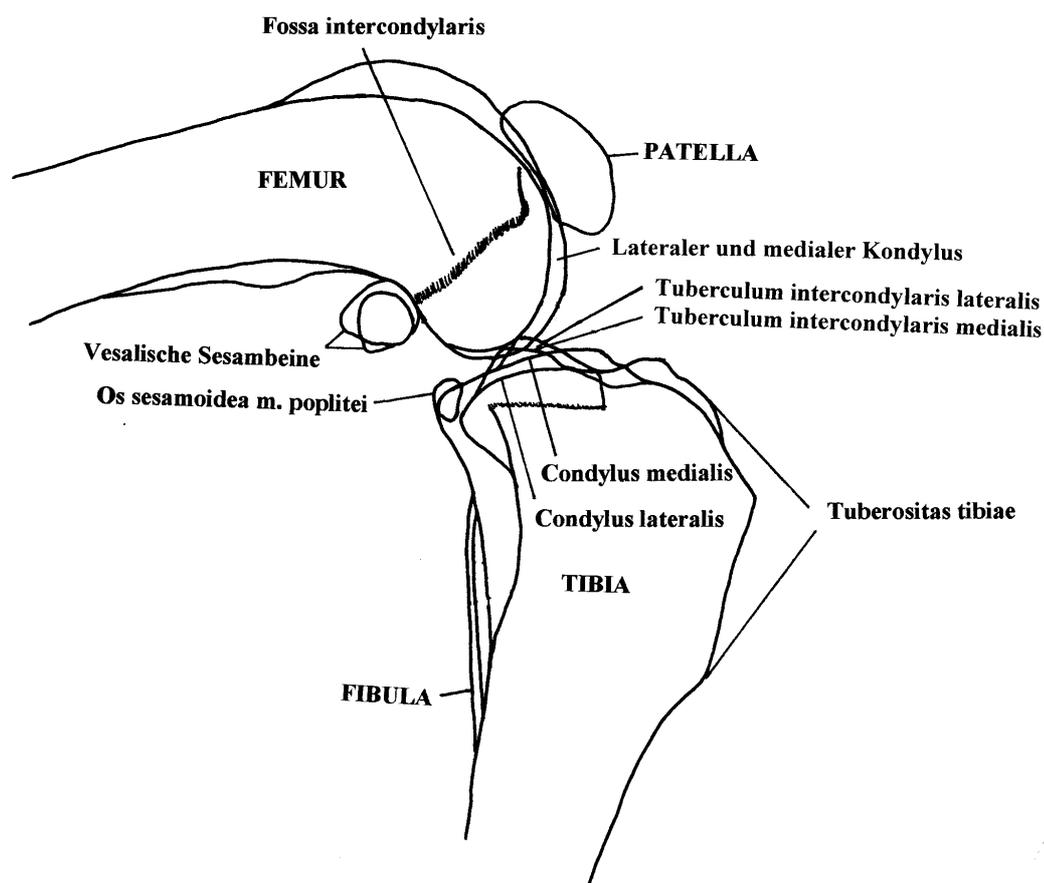


Abbildung 6: Kniegelenk in mediolateraler Projektion , Skizze.

2.2.2 Röntgenanatomie des pathologisch veränderten Kniegelenkes

Pathologische Veränderungen am Kniegelenk, die nach Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale auftreten können, erscheinen radiologisch sowohl am knochendichten als auch am weichteildichten Gewebe.

2.2.2.1 Veränderungen im Weichteilgewebe bei Kreuzbandruptur

Gelegentlich werden kleine kalkdichte Verschattungen im intrakapsulären Bereich gefunden. Hierbei kann es sich um Avulsionsfrakturen der Insertionsstellen der Kreuzbänder oder des M. extensor digitalis longus, dystrophische Verkalkungen der Kreuzbandstümpfe, isolierte verkalkte Knorpelstücke bei OCD, artikulare und periartikuläre Weichteilverkalkungen, kalzifizierte kraniale Pole des medialen Meniskus oder um eine synoviale

Osteochondromatose handeln. Geteilte Vesalische Sesambeine kommen gelegentlich vor und sind Zufallsbefunde (MAHONEY 1996).

Röntgenologische Anhaltspunkte für Umfangsvermehrungen des Kniegelenkes sind:

- **Mediolaterale Projektion**

Verdrängung oder Fehlen des fettgedichteten Schattens des infrapatellaren Fettgewebes durch weichteildichtes Gewebe. Die Verdrängung des Fettgewebes erfolgt von kaudal nach kranial. Das Ausmaß ist abhängig von der Menge der Gelenkfüllung oder der vorhandenen fibroplastischen Reaktionen. Die Verbreiterung eines konvexen Weichteilschattens am kaudalen Aspekt des Gelenkes deutet ebenfalls auf eine vermehrte Füllung im femorotibialen Gelenk hin. Ein weiterer Hinweis ist die nach kaudal verschobene fettgedichtete Faszie des M. gastrocnemius.

- **Kraniokaudale Projektion**

Betonung der beiden konvexen Weichteilschatten am lateralen und medialen Aspekt des femorotibialen Gelenkes (PARK 1979).

2.2.2.2 Veränderungen im Knochengewebe bei Kreuzbandruptur

Röntgenologische Veränderungen der knöchernen Bestandteile des Kniegelenkes zeigen sich in periartikulärer Osteophytenbildung, Sklerosierung, generalisierter oder lokaler Lyse. Osteophytäre Zubildungen resultieren aus der Instabilität des Gelenkes. Sie entstehen durch die Proliferation von fibroplastischem Gewebe aus der proliferativen Zone, die sich an der Grenze von Gelenkkapsel, Periosteum und Gelenkknorpel befindet. Fibroplastisches Gewebe unterliegt der chondroiden Metamorphose und enchondralen Ossifikation. Osteophyten sollen wenige Wochen nach Beginn der auslösenden Verletzung entstehen (PARK 1979).

Die ersten Hinweise der knöchernen Zubildung zeigen sich an den medialen und lateralen Rollkämmen des Femur und am distalen Ende der Patella. Später erkennt man weitere periartikuläre Osteophyten um die Kondylen von Femur und Tibia. Nach Schädigung des Gelenkknorpels kommt es zur subchondralen Sklerosierung (PARK 1979).

MARSHALL u. OLSSON (1971) sahen die ersten Osteophyten 26 Tage nach Durchtrennung des vorderen Kreuzbandes. Auch ROBINS (1990) berichteten, dass die Osteophyten ca. 3-6 Wochen nach Ruptur radiologisch sichtbar sind. GAMBARDELLA et al. (1981) sahen Osteophyten frühesten nach 3 Wochen. Die Bildung von periartikulären Osteophyten scheint der Versuch des Organismus zu sein, die bestehende Instabilität zu kompensieren. Bei

verengten Gelenkspalten bilden sich Osteophyten parallel zur Gelenkfläche. Durch die Verbreiterung kommt es zum besseren Kontakt mit der gegenüberliegenden Gelenkfläche. Wenn der Gelenkspalt aufgrund von Valgus- oder Varusfehlstellung erweitert ist, bilden sich die Osteophyten senkrecht zur Gelenkfläche. Dies scheint die Reaktion auf die unter Spannung stehenden umgebenden Weichteilstrukturen zu sein (MORGAN 1969).

Von POND u. CAMPBELL (1972) und POURNARAS et al. (1983) wird auf die zunehmende Knochenproliferation am kaudalen Rand des Tibiaplateaus mit der Folge einer Vergrößerung der tibialen Gelenkfläche hingewiesen.

TIRGARI u. VAUGHAN (1975) beschreiben arthrotische Veränderungen an Kniegelenken, die von unterschiedlichen Krankheiten betroffen sind. Hierbei finden sie ausnahmslos nur in Gelenken mit Kreuzbandruptur Exostosenbildungen in der Fossa intercondylaris. Die Exostosen befinden sich konstant am lateralen Aspekt der Fossa, an der Ursprungsstelle des vorderen Kreuzbandes. Diese Zubildungen sind von unterschiedlichem Ausmaß. Sie reichen von kleinen „Spornen“ bis hin zu fast vollständig die Fossa ausfüllenden Brücken. An den tibialen Ansatzstellen des Kreuzbandes finden sie ebenfalls Exostosen, wiederum ausschließlich an Kniegelenken mit Kreuzbandruptur. Diese Zubildungen erscheinen als kleine konvexe Gebilde, gelegentlich sind sie auch groß und schnabelförmig.

Auch MARSHALL und OLSSON (1971) sowie POURNARAS et al. (1983) berichten von Versuchsergebnissen, wobei an allen Kniegelenken mit durchtrenntem vorderem Kreuzband sich erhebliche Osteophyten in der Fossa intercondylare gebildet wurden.

Ähnliche Veränderungen wurden auch von VASSEUR u. BERRY (1992) beschrieben.

TIRGARI (1977) bezeichnet die Osteophytenbildung in der Fossa intercondylare an den Insertionsstellen des Kreuzbandes als pathognomonisch für die Ruptur des kranialen Kreuzbandes.

FITCH (1995) postuliert, dass es sekundär nach einer Kreuzbandruptur zur Osteophytenformation und damit zur Stenose der Fossa intercondylare kommt.

2.2.2.3 Veränderung der Gelenkkonformation bei Kreuzbandruptur

Auf der Seitenansicht eines Kniegelenkes mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes kann sich die proximale Tibia nach kranial subluxiert darstellen. Bei der Ruptur des kaudalen Kreuzbandes stellt sich die proximale Tibia nach kaudal subluxiert dar. Dieses ist daran zu erkennen, dass der am weitesten distal gelegene Punkt der Femurkondylen im Verhältnis zur Eminetia

intercondylaris nach kaudal bzw. nach kranial verschoben ist. Im gesunden Kniegelenk liegen diese beiden Punkte einander direkt gegenüber.

Veränderungen der Weite des Gelenkspaltes und die Konformation des Gelenkes sind auf der kraniokaudalen Aufnahme beim nicht stehenden Tier schwierig zu beurteilen. Aufgrund von Lagerungs- und Zentrierungsfehlern kann der Gelenkspalt unterschiedlich weit erscheinen (MORGAN 1969, PARK 1979).

Verschiedene Autoren (BENNETT 1988, VASSEUR u. BERRY 1992) stellen Punkteschemata auf, um arthrotische Veränderungen am Kniegelenk nach Kreuzbandruptur radiologisch zu beurteilen:

- Osteophyten am proximalen und distalen Rand der Patella (PAATSAMA 1952, BENNETT 1988, VASSEUR u. BERRY 1992).
- kraniodistale Insertionstendopathie der Patella (VASSEUR u. BERRY 1992).
- periartikuläre Osteophyten an der Fossa intercondylaris femoris (BENNETT 1988, VASSEUR u. BERRY 1992).
- supratrochleare Lysis am Femur (VASSEUR u. BERRY 1992).
- periartikuläre Osteophyten medial und lateral der Femurkondylen (BENNETT 1988, VASSEUR u. BERRY 1992).
- subchondrale Sklerose im distalen Femur (VASSEUR u. BERRY 1992).
- Remodellierung der Femurkondylen (VASSEUR u. BERRY 1992).
- subchondrale zystische Aufhellungen an Femurmetaphyse und Kondylen (VASSEUR u. BERRY 1992).
- periartikuläre Osteophyten an den Fabellae inklusive des Sesambeines des M. popliteus (BENNETT 1988, VASSEUR u. BERRY 1992).
- Insertionstendopathie des Lig. collaterale mediale und laterale (VASSEUR u. BERRY 1992)
- interkondyläre Weite des Femur (VASSEUR u. BERRY 1992).
- mediale, laterale, kraniale und kaudale periartikuläre Osteophyten am Tibiaplateau (BENNETT 1988, VASSEUR u. BERRY 1992).
- mediale und laterale subchondrale Sklerose der proximalen Tibia (VASSEUR u. BERRY 1992).
- subchondrale zystische Läsionen der proximalen Tibia (VASSEUR u. BERRY 1992).
- Remodellierung der proximalen Tibia (VASSEUR u. BERRY 1992).
- Osteophyten zentral am Tibiaplateau (VASSEUR u. BERRY 1992).

- vermehrte Gelenkfüllung, Kapselverdickung, Erweiterung des kaudalen Gelenksackes (BENNETT 1988, VASSEUR u. BERRY 1992).
- intraartikuläre mineralisierte Fragmente (VASSEUR u. BERRY 1992).
- Mineralisierung der Menisken (VASSEUR u. BERRY 1992).
- Verlust des infrapatellaren Fettgewebes (BENNETT 1988).

2.3 Biomechanik am physiologischen und pathologisch veränderten Kniegelenk

2.3.1 Kinematik des Kniegelenkes

Die physiologische Bewegung des Kniegelenkes ist eine kombinierte Bewegung in zwei Ebenen (Abb. 7). Streckung und Beugung erfolgen um die transversale Achse (X-Achse = mediolaterale Achse). Die Rotation erfolgt um die vertikale Achse (Y-Achse = proximodistale Achse). Die Rotation wird durch die Geometrie der Kondylen und durch die Gelenkbänder begrenzt. Eine Translation auf der sagittalen Achse (Z-Achse = kraniokaudale Achse) wird durch die Kreuzbänder verhindert.

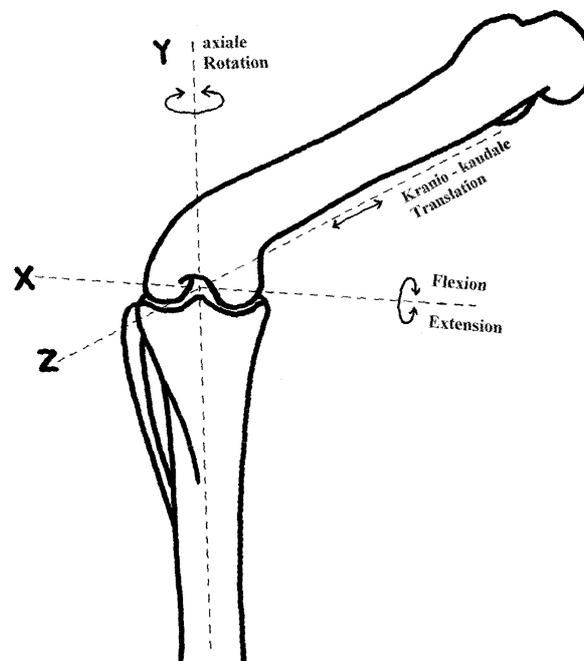


Abbildung 7: Bewegungsachsen des Kniegelenkes (modifiziert nach ARNOCKY 1985).

Im Verlaufe der Beugebewegung wird der Abstand zwischen den femoralen und tibialen Insertionsstellen des lateralen Seitenbandes immer kleiner und das Band relaxiert. Dies ermöglicht dem lateralen Condylus femoris, auf der lateralen Gelenkfläche der Tibia nach kaudal zu gleiten, wobei die Tibia nach innen rotiert. Es findet demnach eine Rotation um die Y-Achse statt. Im Verlaufe der Streckbewegung verhält sich das Gelenk umgekehrt und es findet eine Rotation der Tibia nach außen statt. In der Humanmedizin wird dieser Effekt als „screw-home“ bezeichnet.

Diese kombinierte Streck-Beuge-Rotationsbewegung wird durch die Gelenkkonformation bestimmt (ARNOCZKY u. MARSHALL 1977b, VASSEUR u. ARNOZKY 1981 und ARNOZKY 1985).

KORVICK (1991) vergleicht den dreidimensionalen Bewegungsablauf in Kniegelenken großer Hunderassen mit und ohne Kreuzbandruptur. Bei den Tieren mit durchtrenntem vorderen Kreuzband erfolgt am Übergang von der Schwing- zur Stützphase eine abrupte kraniale Subluxation der Tibia, die dann während der gesamten Stützphase bestehen bleibt. Beim Übergang von der Stütz- zur Schwingphase nehmen die femoralen und tibialen Gelenkflächen den physiologischen, ursprünglichen Gelenkzustand wieder ein. Das Kniegelenk ist also während der Stützphase der Bewegung von der Funktion des Kreuzbandes abhängig. Der Versuch der Hunde, durch verminderte Belastung und vermehrte Beugehaltung des betroffenen Beines den Funktionsausfall zu kompensieren, bleibt ohne Erfolg.

Bei der Ganganalyse mit Hilfe der Kraftplattenmessung stellen NUNAMAKER u. BLAUNER (1985) charakteristische Veränderungen an den Kurven bei Hunden mit Kreuzbandruptur fest. Bei der vertikal gerichteten Kraft ist die Amplitude am erkrankten Bein kleiner als am gesunden Bein. Bei der horizontal gerichteten Kraft zeigt die Kurve des erkrankten Beines Oszillationen als Zeichen bestehender Instabilität im Kniegelenk.

2.3.2 Theorien zur Beschreibung des Rotationszentrums des Kniegelenkes

2.3.2.1 Instant Center of Rotation

Das instant center of rotation (ICR) ist das augenblickliche Rotationszentrum, auch Momentanzentrum genannt. Einige Autoren nennen es „instant center of motion“ (ICM). Aufgrund der Kondylengeometrie, der Struktur der Kniegelenkbänder und Kniegelenkmuskeln ist die Rotationsachse des Femur im Verhältnis zur Tibia während der

Beugung und Streckung nicht konstant. Es gibt zu jedem Zeitpunkt im Bewegungsablauf einen bestimmten Punkt im distalen Femur, der im Verhältnis zur Tibia keine Fortbewegung erfährt. Dieser Punkt bildet das „instant center of rotation“ (ICR). Beliebige weiteren Punkte auf oder im Femur beschreiben Kreise um diesen Punkt. Das ICR lässt sich wie in Abb. 8 beschrieben darstellen:

An den Femurkondylen werden die Verschiebungen zweier definierter Punkte (a und b) während einer Bewegung bestimmt. Diese Punkte werden miteinander verbunden ($a \Rightarrow a'$ und $b \Rightarrow b'$) und man bildet jeweils eine, diese Linien halbierende Senkrechte. Der Schnittpunkt dieser Senkrechten ist das instant center of rotation (c) der durchgeführten Bewegung.

Wenn das ICR mit dem Kontaktpunkt der Gelenkflächen (d) identisch ist, erfolgt eine rollende Bewegung. Befindet sich das ICR jedoch proximal des Kontaktpunktes der Gelenkflächen auf einer Senkrechten zur Gelenkfläche (auf cd), erfolgt eine gleitende Bewegung. In diesen beiden Fällen besteht der geringste Widerstand, denn die Richtung der Fortbewegung des Gelenkkontaktpunktes ist tangential zur Gelenkfläche. Physiologisch ist eine gleitende oder auch eine kombinierte Rollgleitbewegung. In diesen Fällen erfolgt der Bewegungsablauf mit geringstem Widerstand (FRANKEL et al. 1971, ARNOCKY et al. 1977a, IRELAND et al. 1986).

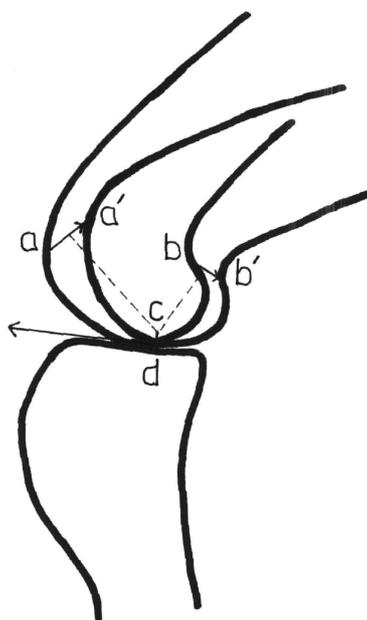


Abbildung 8: Instant Center of Rotation (ICR) (modifiziert nach ARNOCKY et al. 1977a).

IRELAND et al. (1986) lokalisierten das ICR während Flexion-Extensionsbewegungen von 148° bis 58° an pathologisch unveränderten Kniegelenken von Hunden. Sie stellten fest, dass sich das ICR während der Bewegung in Gelenkflächennähe befindet und somit eine in erster Linie rollende Bewegung stattfindet. Sie fanden heraus, dass bei Beugung des Gelenkes sich das ICR um ca. 0,8 mm nach kaudal und umgekehrt bei Streckung um ca. 0,8 mm nach kranial verschiebt.

Wenn das ICR nicht auf der senkrechten Linie des Kontaktpunktes zur Gelenkfläche liegt, erfolgt zwar auch eine gleitende Bewegung, aber die Richtung der Fortbewegung ist nicht tangential zur Gelenkfläche. In diesem Fall resultiert, je nach Richtung, eine Kompressions- oder Separationskraft, also eine abnormale Gelenkfunktion. Die Folgen sind Knorpelerosionen, Meniskusschäden, Stressbelastung an den Gelenkbändern, usw. Dieser Zustand besteht z. B. bei Meniskusschäden, Valgus- oder Varusfehlstellungen und Veränderungen in der axialen Rotation des Femur (FRANKEL et al. 1971, IRELAND et al. 1986). ARNO CZKY et al. (1977a) stellen in ihrer Studie über das ICR fest, dass an den Gelenken mit experimentell durchtrenntem vorderen Kreuzband eine dem physiologischen Mechanismus entsprechende gleitende Bewegung stattfindet. Bei dieser Untersuchung wurde keine Belastung auf das Kniegelenk ausgeübt.

MITTON et al. (1991) beschreiben das ICR an Hunden mit spontaner Kreuzbandruptur. Im Gegensatz zu ARNO CZKY et al. (1977a) applizierten sie während der Röntgenaufnahmen auf die Tibia nach kranial gerichtete Zugkräfte, um die dynamische Situation zu simulieren. Sie fanden das ICR während des gesamten Bewegungsablaufes deutlich mehr proximal und kaudal lokalisiert als bei gesunden Kniegelenken. Die Senkrechte zur Linie zwischen ICR und Gelenkkontaktpunkt verlief nicht tangential zur Gelenkfläche.

2.3.2.2 Modell der ebenen, überschlagenen Viergelenkkette

Das Modell der ebenen, überschlagenen Viergelenkkette ist ein vereinfachtes Modell.

Es handelt sich um eine geometrische Konstruktion, mit der der zwanghafte Bewegungsablauf des Kniegelenkes beschrieben werden kann. Bei diesem Modell werden jedoch nur die Kreuzbänder als biomechanische Faktoren berücksichtigt (Abb. 9). Man stellt sich vier Balken vor, die gelenkig miteinander verbunden sind:

Auf der Skizze in Abbildung 9 ist der Balken $a-a_1$ das vordere, der Balken $b-b_1$ das hintere Kreuzband. Der Balken $a-b$ stellt den Abstand der femoralen Kreuzbandursprungspunkte und a_1-b_1 den Abstand der Kreuzbandansätze auf dem Tibiaplateau dar. Die Entstehung des Überschlags muß man sich folgendermaßen vorstellen: nach entsprechender Längenkorrektur der Strecken $a-a_1$ und $b-b_1$ rotiert der Punkt a über den Punkt b und gleichzeitig rotiert der Punkt b unter den Punkt a . Als Resultat hat sich die Strecke $a-b$ um 180° gedreht. Die Strecken $a-a_1$ und $b-b_1$ kreuzen sich nun in einem Punkt R , dem Rotationszentrum.

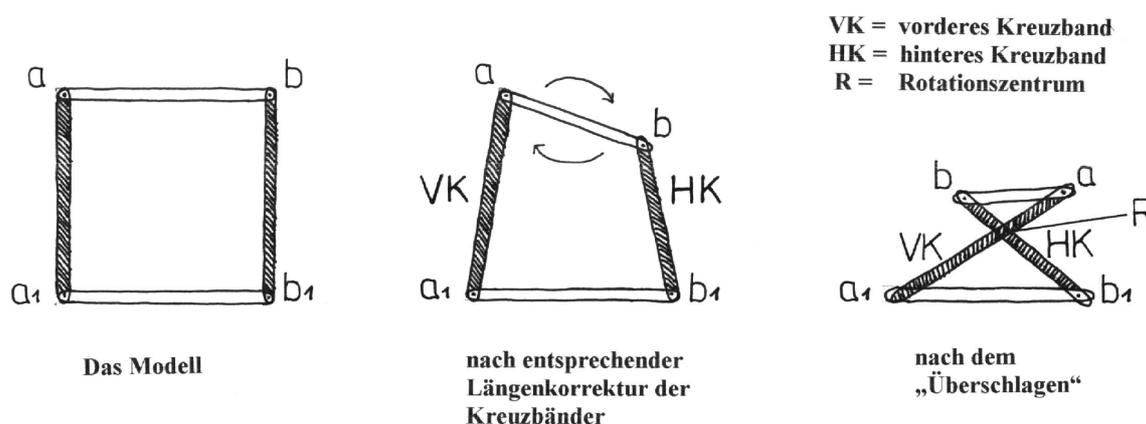


Abbildung 9: das Modell der ebenen, überschlagenen Viereckskette (modifiziert nach STROBEL u. STEDTFELD 1991).

O'CONNOR (1993) beschreibt den ICR mit Hilfe der überschlagenen Viereckskette (Abb. 10). Er definiert zwei Strecken, eine Strecke bc , die durch die femoralen Ursprungspunkte beider Kreuzbänder läuft, und eine zweite Strecke cd , die durch die tibialen Ansatzpunkte beider Kreuzbänder läuft. Der Winkel, der von diesen beiden Strecken geformt wird, ändert sich im gleichen Maße wie der Beugewinkel des Kniegelenkes während der Bewegung.

Die Änderung des Beugewinkels des Gelenkes resultiert in gleichen Änderungen in den Winkeln zwischen der Strecke bc im Femur und der Strecke cd in der Tibia. Gleichzeitig rotieren die Ligamenta um ihre Ansatzpunkte an den beiden Knochen. Die Richtung der Ligamenta kann für jeden Beugewinkel aus dem Modell errechnet werden.

Der ICR ist im Punkt I dort, wo die Ligamentketten sich kreuzen. Da sich die Geometrie der Ligamenta im Verlaufe der Bewegung ändert, wandert der augenblickliche Drehpunkt nach kaudal und nach kranial mit dem Effekt, dass die Femurkondylen auf dem Tibiaplateau sowohl rollen als auch gleiten.

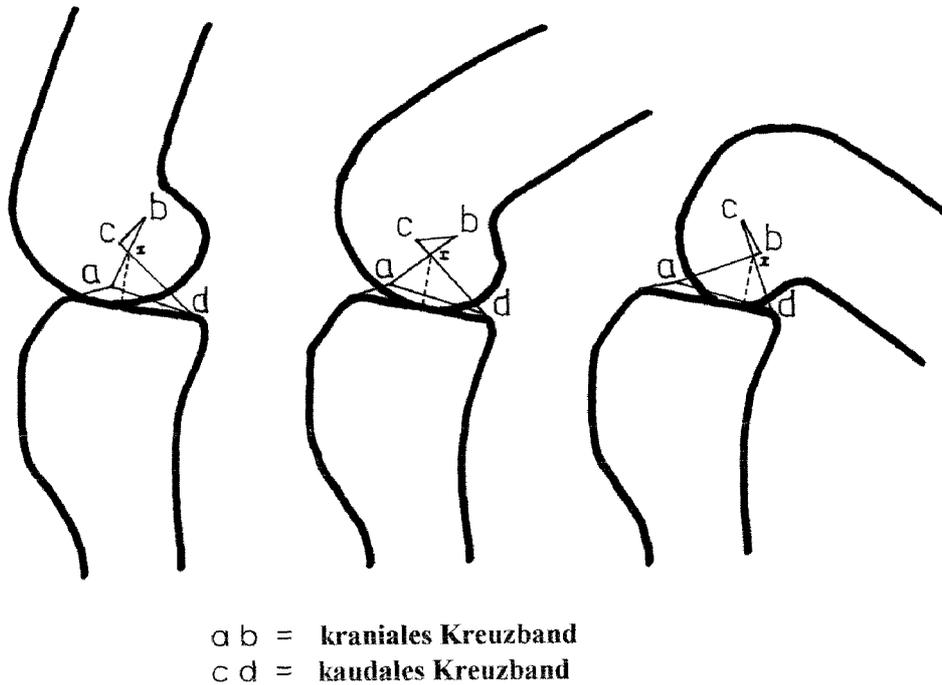


Abbildung 10: Beschreibung des ICR mit Hilfe der überschlagenen Viereckskette (modifiziert nach O'CONNOR 1993).

BADOUX (1984) untersuchte an Hundekniegelenken die Längenverhältnisse zwischen dem vorderen und hinteren Kreuzband und dem Abstand zwischen ihren femoralen und tibialen Ansatzpunkten. Er fand ein Verhältnis von 2 : 4 : 5 (Strecke femorale Kreuzbandursprünge : Strecke tibiale Kreuzbandansätze : Kreuzbandlänge, wobei beide Kreuzbänder im Beugungsablauf von 40° die gleiche Länge behalten). Dieses Längenverhältnis ist mitbestimmend für die Geometrie der Bewegung zwischen den femoralen Kondylen und dem Tibiaplateau und kann durch den sogenannten Tchebychev-Mechanismus, ein technischer Begriff für die Parallelbewegung zweier Strecken in einer Kette, erklärt werden.

2.3.2.3 Burmester-Kurve

Die von MENSCHIK erstmals 1974 beschriebene Burmester-Kurve berücksichtigt sowohl die Kreuzbänder als auch die Seitenbänder als biomechanische Faktoren der Kniegelenkbewegung. Sämtliche Ursprungs- und Ansatzpunkte liegen auf der Burmester-Kurve. Dabei muss man das Kniegelenk so betrachten, dass die Kreuz- und Kollateralbandursprünge und ihre Ansätze in einer Ebene liegen. Die Kreuz- und Seitenbänder verlaufen durch einen gemeinsamen Kreuzungspunkt, das Momentanzentrum des Bewegungssystems.

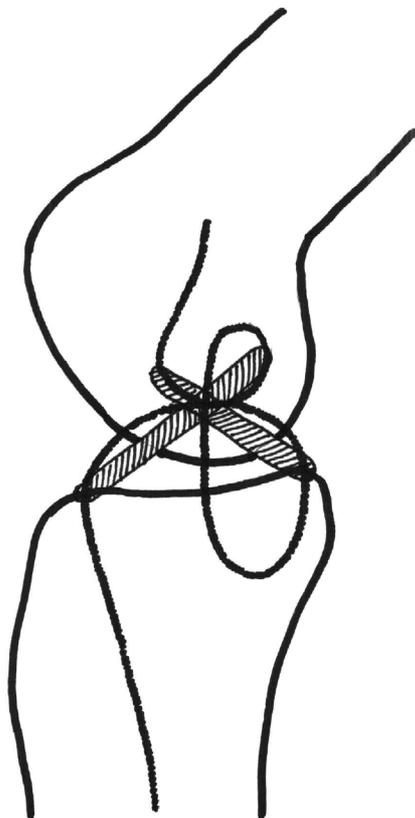


Abbildung 11: Burmester-Kurve mit beiden Kreuzbändern eingezeichnet (modifiziert nach STROBEL u. STEDTFELD 1991).

2.3.3 Muskelkoaktivität

Unter Muskelkoaktivität versteht man die Funktion der Muskulatur zur Erhaltung der Kniegelenkstabilität. In Hinblick auf die Funktion des vorderen Kreuzbandes werden bestimmte Muskelgruppen als Agonisten bzw. Antagonisten beschrieben (HENDERSON u. MILTON 1978, SOLOMONOW et al. 1987, KÅLUND et al. 1990, MORE et al. 1993, O'CONNOR 1993). HENDERSON und MILTON (1978) und O'CONNOR (1993) beschreiben die biomechanische Beziehung dreier Muskelgruppen zu den Kreuzbändern (Abb. 12).

Die Hosenmuskeln (M. biceps femoris, M. semimembranosus, M. semitendinosus, M. abductor cruris caudalis, M. gracilis, M. sartorius) unterstützen die Funktion des vorderen Kreuzbandes, indem sie eine auf die proximale Tibia nach kaudal gerichtete Zugwirkung ausüben und somit als Agonisten des kranialen Kreuzbandes fungieren.

Der M. quadriceps ist dagegen ein biomechanischer Antagonist. Er ist die einzige Muskelgruppe, die einen kranioproximalen Zug auf die Tibia ausübt. Diese Zugkraft wird durch die Patella transferiert und teilt sich in eine Zugwirkung auf die Tibia nach kranioproximal und eine Druckwirkung auf die Femurkondylen nach kaudal.

Der M. gastrocnemius wirkt ebenfalls als Antagonist, indem er eine starke kaudale Zugkraft auf das distale Femur erzeugt.

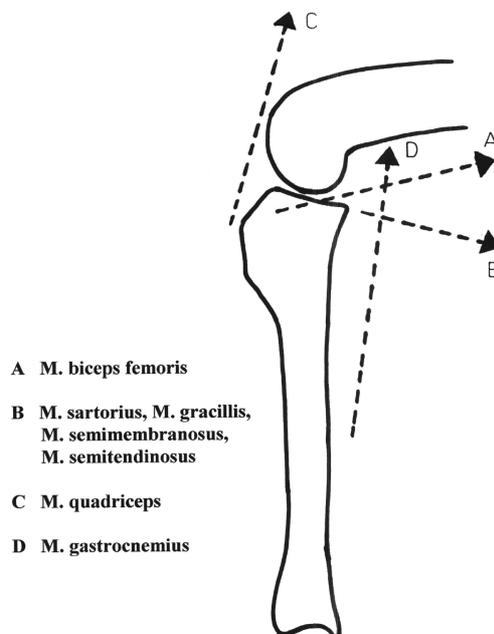


Abbildung 12: Zugrichtungen der Kniegelenkmuskeln.

2.3.4 Schubladenphänomen

Der Schubladentest ist die sehr hilfreiche Methode zur Feststellung von Instabilität des Kniegelenkes in der sagittalen Ebene und somit zur Diagnose der Ruptur des vorderen bzw. des hinteren Kreuzbandes (PAATSAMA 1952).

Der Schubladentest wird am Tier in Seitenlage durchgeführt, indem man mit je einer Hand das distale Femur und die proximale Tibia umgreift. Der Daumen und der Zeigefinger der einen Hand werden auf die laterale Fabella beziehungsweise auf die Patella gelegt, Daumen und Zeigefinger der anderen Hand werden auf den Fibulakopf beziehungsweise auf die Tuberositas tibiae gelegt. Dann wird versucht, in verschiedenen Beuge- und Streckwinkeln des Kniegelenkes die Tibia gegenüber dem Femur nach kranial (vordere Schublade bei Riß des Lig. cruciatum craniale) und nach kaudal (hintere Schublade bei Ruptur des Lig. cruciatum caudale) zu verschieben, also eine Subluxation der Tibia zu provozieren (PAATSAMA 1952, KELLER 1965, HENDERSON u. MILTON 1978). Vorsicht ist bei der Untersuchung von jungen Hunden geboten, da hier meistens aufgrund der noch erhöhten Elastizität der Bänder ein gewisser positiver Schubladentest auslösbar ist (BENNET 1988).

Ein geringgradiges Schubladenphänomen kann durch Teilruptur oder Dehnung des Kreuzbandes (FLO u. NOSER 1979), Beweglichkeitseinschränkung durch sekundäre Arthrosen bzw. Gelenkkapselverdickung bei kompletter Ruptur (PAATSAMA 1952, FLO u. NOSER 1979), oder durch unzureichende Entspannung des Kreuzbandpatienten während der Untersuchung bedingt sein. Im letzteren Fall ist tiefe Sedierung oder Narkose zur Untersuchung angezeigt.

2.3.5 Tibiakompressionstest

HENDERSON u. MILTON (1978) beschreiben diesen Test zur Kreuzbandrupturdiagnostik.

Während der Stützphase wird die Tibia zwischen Femur und Tarsus „komprimiert“. Dies geschieht zum einen durch das Gewicht und zum anderen durch die Kontraktion des M. gastrocnemius, der die Tibia vom Femur bis zum Kalkaneus überspannt. Diese durch den Tibiakompressionsmechanismus erzeugten Kräfte wirken antagonistisch zur Funktion des vorderen Kreuzbandes (HENDERSON 1978).

Der Tibiakompressionstest wird beim Beugewinkel von etwa 140° durchgeführt. Mit der einen Hand wird das distale Femur umgriffen, wobei der Zeigefinger auf der Tuberositas

tibiae liegt und diese leicht nach kaudal preßt. Mit der anderen Hand wird das Tarsalgelenk alternierend gebeugt und gestreckt. Dieser Vorgang ist analog zur Kontraktion des M. gastrocnemius. Der Test ist positiv, wenn mit dem Zeigefinger die Subluxation der Tibia nach kranial, also eine vordere Schublade palpiert werden kann.

2.3.6 Kranialer Tibiaschub

SLOCUM und DEVINE beschrieben 1983 den kranialen Tibiaschub als eine Hauptkraftwirkung im Kniegelenk von Hunden. Bei der näheren Untersuchung des Tibiakompressionsmechanismus erkannten sie, dass bei Belastung eine Kraft im Kniegelenk erzeugt wird, welche die Tibia nach kranial „schiebt“. Diese Kraft wird als kranialer Tibiaschub bezeichnet und ist das Ergebnis von tibialer Kompression und der Neigung des Tibiaplateaus (Abb. 13).

Die Kompressionskräfte, die zur Tibiakompression führen wirken exzentrisch zur funktionellen Tibiaachse, die die Rotationszentren von Knie- und Sprunggelenk verbindet, da sie relativ zum Kontaktpunkt des Kniegelenks nach kranial verlagert sind.

Somit entsteht nicht nur eine Kraft parallel zur Tibiaachse, sondern auch senkrecht zu ihr. Die senkrechte Kraftkomponente führt dann zum kranialen Tibiaschub (SLOCUM u. DEVINE 1983).

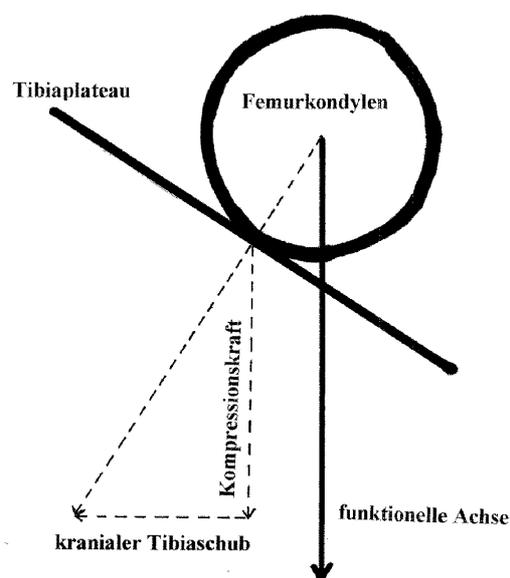


Abbildung 13: kranialer Tibiaschub (modifiziert nach SLOCUM u. DEVINE 1983).

LEVY (1982), SHOEMAKER u. MARKOLF (1986) und SLOCUM (1993) beschreiben, dass der mediale Meniskus, insbesondere dessen kaudales Horn, in gewissen Maßen dem kranialen Tibiaschub entgegenwirkt und das Gelenk stabilisiert. Wahrscheinlich durch das Fehlen des räumlichen Effektes der Menisken wird die kraniokaudale Stabilität des Kniegelenkes nach Entfernung des kaudalen Hornes des medialen Meniskus vermindert. Das kaudale Horn des medialen Meniskus erzeugt eine „Erhöhung“ des kaudalen Randes des Tibiaplateaus und somit die Verminderung der Neigung. SHOEMAKER und MARKOLF (1986) stellten an menschlichen Kniegelenken mit durchtrenntem vorderen Kreuzband und entferntem medialen Meniskus fest, dass eine senkrechte Kompressionskraft ausreicht, um die Tibia nach kranial zu subluxieren. Sie vermuten, dass die Ursache hierfür die nach kaudal gerichtete Neigung des Tibiaplateaus ist.

2.4 Pathogenese der Kreuzbandruptur

2.4.1 Traumatisch bedingte Kreuzbandrupturen

Bereits 1952 unterteilte PAATSAMA Hunde mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes in traumatisch verursachte Fälle und in Fälle anderer Genese. Er verzeichnete ein Häufigkeitsverhältnis von 5:32 zwischen traumatisch und nichttraumatisch bedingten Rupturen. Zu den traumatisch bedingten Kreuzbandrupturen zählte er Tiere, die einen Unfall erlitten hatten (z. B. Autounfall oder mit dem Bein hängengeblieben) und das betroffene Kniegelenk zu dem Zeitpunkt keine arthrotischen Veränderungen zeigte. Zu den nichttraumatisch bzw. chronisch entstandenen Kreuzbandrupturen zählte er die Fälle anderer Genese, bei denen kein traumatisches Ereignis in der Anamnese bekannt war, die Lahmheitsentwicklung graduell und langsam verlief und arthrotische Veränderungen im Gelenk vorzufinden waren.

REESE (1995) berichtet, dass von 56 Hunden mit Kreuzbandruptur, lediglich bei zwei Tieren ein heftigeres Trauma (mehrere Meter tiefer Sturz, Autounfall) beobachtet wurde. In einem Drittel der Fallzahlen begann die Lahmheit nach ausgelassenen Spielen, Sprüngen über Zäune und Gräben und „Vertreten“ beim Laufen.

Die Tiere werden mit akuten Lahmheitserscheinungen und fehlender Belastung der Gliedmaße vorgestellt. Die traumatisch bedingte Ruptur kann bei Tieren jeden Alters

auftreten. Wenn Hunde jünger als ein Jahr sind, kommt es allerdings eher zur Epiphysiolysis im distalen Femurbereich. Bei jungen Hunden in einem Alter bis zu 2 Jahren, ist die Avulsionsfraktur des Ligamentum cruciatum craniale häufig anzutreffen. Bei adulten Tieren hingegen rupturiert das Kreuzband, und zwar meistens in der Mitte (PAATSAMA 1952, ZAHM 1964, GUPTA et al. 1969, ARNOCKY u. MARSHALL 1977b, ROBINS 1990, REESE 1995).

REINKE (1982) untersuchte 95 Hunde mit Kreuzbandruptur. Die sechs jüngsten Tiere sind weniger als zwei Jahre alt und zeigen eine Avulsion des tibialen Ansatzes des vorderen (vier Tiere) oder hinteren (zwei Tiere) Kreuzbandes. Sie gehören zu den mittleren bis großen Rassen (Afghane, Golden Retriever, Neufundländer, Australian Shepherd, Labrador Retriever). REESE (1995) beschreibt 56 Hunde mit Kreuzbandruptur, von denen zwei Tiere eine Avulsionsfraktur des Kreuzbandansatzes haben.

Die traumatisch bedingte Ruptur des vorderen Kreuzbandes steht in direktem Bezug zur Funktion des Ligamentes als ein dynamischer Begrenzer der Kniegelenkbewegung (ROBINS 1990). Wenn in der Anamnese von einem eindeutigen Verletzungsvorgang als Auslöser für die Lahmheit berichtet wurde, kann man davon ausgehen, dass die Stärke des Traumas ausreichend groß war, um das Ligament zu überlasten. Der Untersuchung ROBINS (1990) zufolge beträgt die Zugfestigkeit des Kreuzbandes 63,77 Newton pro kg Körpermasse.

GUPTA et al. erforschten 1969 die Reißfestigkeit der vorderen Kreuzbänder von 26 Hunden mit einer Körpermasse von bis zu 12 kg mit Hilfe eines elektronischen Zugkraftmessgerätes. Sie entfernten zuvor die Muskeln, die Gelenkkapsel und die Kollateralbänder. Die nötige Kraft, um das vordere bzw. das hintere Kreuzband zum Zerreißen zu bringen, betrug 66 bis 126 kg. Das kraniale und das kaudale Band benötigen ungefähr die gleiche Zugkraft.

REESE (1995) untersuchte an 36 Hundekniegelenken die Zugfestigkeit des vorderen Kreuzbandes. Bei den Zugversuchen erfolgte die vollständige Zerreißen nach Dehnung auf etwa das Eineinhalbfache der ursprünglichen Länge des Kreuzbandes. REESE (1995) fand für die Zugfestigkeit einen durchschnittlichen Wert von $38,6 \pm 9,2 \text{ N/mm}^2$ und für die maximale Zugbelastbarkeit einen mittleren Wert von $34,6 \pm 11,5 \text{ N/kg KM}$.

Der am häufigsten auftretende Mechanismus, der zur traumatisch bedingten Kreuzbandruptur führt, ist die plötzliche Innenrotation des Kniegelenkes (bzw. der Tibia) bei Beugungswinkeln von 20° bis 50° . In diesem Bereich sind die beiden Kreuzbänder umeinander verdrillt und versuchen die Innenrotation zu begrenzen. Hinzu kommt noch die Verletzung des Kreuzbandes durch den medialen Rand des lateralen Condylus femoris bzw. durch die laterale Begrenzung der Fossa intercondylaris. Diese Bewegung geschieht bei Tieren, wenn sie eine

plötzliche Drehbewegung auf dem belasteten oder festgekeilten Bein durchführen (PAATSAMA 1952, HOHN u. NEWTON 1975, ARNOCKY u. MARSHALL 1981, ROBINS 1990, SLOCUM u. DEVINE 1993).

Hyperextension ist eine weitere Situation, bei der das vordere Kreuzband extrem gespannt ist und reißen kann. Dies geschieht z. B. wenn das Tier bei hoher Geschwindigkeit mit dem Hinterbein in ein Loch tritt und hängenbleibt oder sich mit der distalen Gliedmaße in einem Zaun verfängt. Die dabei entstehende extreme Zugspannung wirkt primär auf das vordere und sekundär auf das hintere Kreuzband (ARNOCKY u. MARSHALL 1981, ROBINS 1990).

Schließlich kann die extreme Belastung der Gliedmaße in Verbindung mit Gastroknemiuskontraktion bzw. kranialem Tibiaschub, z. B. während eines Sprunges oder Sturzes, ein solch starkes Ausmaß haben, dass die Zugfestigkeit des Kreuzbandes übertroffen wird und es zur Ruptur kommt (HENDERSON u. MILTON 1978, SCAVELLI et al. 1990).

2.4.2 Kreuzbandrupturen anderer Genese

Unter chronisch entstandenen Kreuzbandrupturen werden die Fälle eingegliedert, bei denen sich die Lahmheit progressiv entwickelt hat oder kein eindeutiges Trauma beobachtet wurde, sowie solche, bei denen das beobachtete geringe Trauma die Leistungsfähigkeit des Bandes normalerweise nicht überschreitet (ROBINS 1990).

Die Ruptur erfolgt in den meisten Fällen nicht schlagartig. Einer schleichenden Desintegration der Bandstruktur in Stadien der Überdehnung, intraligamentären Rupturen und Teilrupturen folgt schließlich die totale Ruptur nach einem geringgradigen Trauma (REESE 1995).

In der Literatur werden folgende Faktoren als Ursache für chronisch entstandene Kreuzbandrupturen erwähnt:

- Alter
- Körpermasse
- Trainingszustand
- Arthritiden
- Gelenkkonformationen

2.4.2.1 Alter

Die vorliegende Literatur zeigt auf, dass die intraartikulären Strukturen mit steigendem Alter progressiver Degeneration und Schwächung unterliegen, wodurch sie leichter Verletzungen erleiden können (PAATSAMA 1952, ZAHM 1964, RUDY 1974, HOHN u. NEWTON 1975, ARNOCZKY u. MARSAHL 1981, VASSEUR et al. 1985, REESE 1995).

VASSEUR et al. (1985) sieht bei Hunden eine Korrelation zwischen Alter, Körpermasse der Tiere und Ausmaß der degenerativen Erscheinungen im vorderen Kreuzband. Sowohl mit steigendem Alter als auch zunehmender Körpermasse der Tiere bilden sich die degenerativen Veränderungen im Kreuzband ausgeprägter und frühzeitiger aus. In ihrer Untersuchung waren sämtliche von klinisch unauffälligen Hunden mit einer Körpermasse über 15 kg und einem Alter von über 5 Jahren stammenden Kreuzbandpräparate mikroskopisch degenerativ verändert. Die häufigsten Degenerationen wurden im zentralen Teil des Bandes gefunden. Die Synovialmembran erschien hyperplastisch. In der subintimalen Schicht der Synovialis fanden sich mononukleäre Entzündungszellen und vermehrt fibrotisches Gewebe. Bei der Durchführung des Tests auf Reißfestigkeit kam es bei 89,2 % der Präparate zur Ruptur im mittleren Stück. Im kaudalen Kreuzband waren die Veränderungen bedeutend geringer ausgebildet. Kreuzbänder von Hunden unter 15 kg Körpermasse zeigten weniger starke Veränderungen bzw. sie traten erst im viel höheren Alter auf. VASSEUR et al. (1985) begründen die mikroskopischen Veränderungen mit dem erworbenen Verlust der Vaskularisation im Mittelstück. Infolge der Ischämie kommt es zum Defizit an Reparaturleistung.

REESE (1995) konnte mit zunehmendem Alter der Hunde histochemisch degenerative Veränderungen im mittleren Drittel des Kreuzbandes feststellen. Mit steigendem Alter erhöhten sich die Konzentrationen an Proteoglykanen, Glykogen, Chondroitin, Dermatansulfat, Keratansulfat und Fetteinlagerungen im Mittelstück. Es fanden sich auch vermehrt Zellnekrosen.

BRUNNBERG (1987) fand bei seinen pathohistologischen Untersuchungen an Bandstümpfen gerissener Ligamenta cruciata cranialia einen signifikant stärker fortgeschrittenen Grad degenerativer Zellmetamorphose bei Hunden großwüchsiger Rassen und bei Patienten die älter als sieben Jahre waren.

ROBINS (1982, 1990) versuchte zu klären, ob das kraniale Kreuzband aufgrund von Alterungsprozessen an Zugfestigkeit verliert. Aus den Ergebnissen seiner Untersuchung schließt er, dass außer dem Lebensalter, Faktoren wie Übergewicht und Osteoarthrose vermutlich noch größere Bedeutung bei der Entstehung von Kreuzbandrupturen haben.

ZAHM (1964) beschreibt in seiner Dissertation die makroskopisch und histologisch erkennbaren Veränderungen, die mit fortschreitendem Alter im Kreuzband vorkommen. Er untersuchte hierzu 240 nicht ausgewählte, zur Sektion bestimmte Hunde verschiedenen Alters. Beim Junghund um ein Jahr erschien das Kreuzband bläulich schimmernd, die Konsistenz ging vom Elastischen ins Feste über, die Faserstruktur wurde allmählich sichtbar. Im Alter von sechs bis acht Jahren änderte sich die Farbe der Bänder zu weißglänzend, und die Rillenstruktur zwischen den Fasersträngen zeigte sich deutlicher. Beim älteren Hund mit acht bis zehn Jahren und mehr erschien das Band grauweiß, der Glanz ging verloren, die Faserbündel waren deutlich voneinander abgesetzt, die Konsistenz des Bandes veränderte sich zu derbhart und spröde. Das gefäßarme Mittelstück verlängerte sich mit zunehmendem Alter. Die Wellenstruktur ging verloren, es kam zu Kernnekrosen in den Fibrozyten, gefäß- und zellfreie Spalten mehrten sich. Der Degenerationsprozeß zeigte Kalk- und Fettablagerungen und Einlagerungen von Knorpelriesenzellen in den zunehmend vorkommenden zellfreien Spalten als Ergebnis degenerativer Metamorphose. Von diesem Degenerationsprozeß war das Bandinnere eher betroffen als die oberflächlichen Schichten, die Mitte eher als die Ansatzgebiete. ZAHM (1964) stellt fest, dass mit zunehmendem Alter in den Kreuzbändern gesunder Kniegelenke unaufhaltsame degenerative Veränderungen auftreten. Die dadurch bedingte Abweichung der physiologischen Statik führt zu einem Circulus vitiosus unter Beteiligung anderer Gelenkanteile. In der nächsten Umgebung der Bandansätze bilden sich Exostosen die Druck und Reibung auf die Bänder ausüben. Das gesamte Kniegelenk erfährt Umbauprozesse in Form von Arthrosis deformans, Pommerschen Randwülsten, Knorpelerosionen, Verengung bzw. Brückenbildung in der Fossa intercondylaris, Abflachung der Femurkondylen, periostale Zubildungen an der Patella, Kapselwandverdickung, Zottenhyperplasie und Meniskusschäden. Schließlich kommt es zur partiellen oder totalen Kreuzbandruptur. ZAHM (1964) sieht die fortgeschrittene Banddegeneration als Ursache und die Kreuzbandruptur als Folge der Arthrosis deformans.

In der Humanmedizin untersuchten NOYES u. GOOD (1976) die Zugfestigkeit des vorderen Kreuzbandes an Kniegelenkpräparaten von Menschen unterschiedlichen Alters (16 bis 86 Jahre). Dabei stellten sie fest, dass die nötige Kraft, um die Kreuzbänder zum Zerreißen zu

bringen, bei jungen erwachsenen Menschen den zwei- bis dreifachen Wert beträgt als bei Menschen ab 60 Jahren.

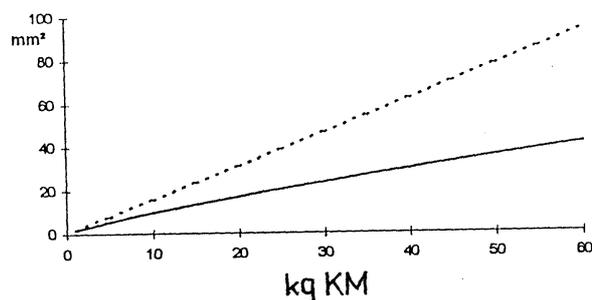
Bei der Untersuchung von REESE (1995) zur Zugfestigkeit des vorderen Kreuzbandes kam es bei den drei jüngsten Tieren zu Avulsionsfrakturen. Die restlichen Kreuzbänder zerrissen im mittleren Drittel des Bandes. Er fand eine Abhängigkeit der Kreuzbandbelastbarkeit von Körpermasse und Alter der Tiere. Sowohl mit steigendem Alter als auch mit steigender Körpermasse sank die Belastbarkeit des Ligamentum cruciatum craniale.

HOHN u. NEWTON (1975) begründen das vermehrte Auftreten von Kreuzbandrupturen bei älteren Patienten (über 5 Jahre) mit der Tatsache, dass das Kreuzband mit steigendem Alter zunehmende degenerative Veränderungen aufweist. Die traumatisch bedingten Fälle schließen sie aus dieser Ansicht aus.

2.4.2.2 Körpermasse

Vermehrte Belastung der Gelenke durch Übergewicht wird von vielen Autoren als prädisponierender Faktor erwähnt (PAATSAMA 1952, RUDY 1974, HOHN u. NEWTON 1975, CAMPBELL et al. 1977, HENDERSON u. MILTON 1978, ARNOCKY u. MARSHALL 1981, ROBINS 1982, VASSEUR et al. 1985, ROBINS (1990), DUVAL 1999, SELMI u. PADILHA FILHO 2001).

VASSEUR et al. (1985) beschreiben, dass mit steigender Körpergröße die Querschnittsfläche des Ligamentum cruciatum craniale sich weniger vergrößert, als die Körpermasse ansteigt. Dieses Erkenntnis erklärt die geringere Zugbelastbarkeit/kg Körpermasse großwüchsiger Hunde. In der hierzu von REESE (1995) erstellten Graphik (Abb. 14) wird dies deutlich.



_____ = Querschnittsfläche des Ligamentum cruciatum craniale in Abhängigkeit von der jeweiligen Körpermasse (KM), berechnet nach der Formel $\log A = 0,801 \log KM + 0,1899$ (aus VASSEUR et al. 1985).

..... = theoretischer, linearer Verlauf, wenn die Querschnittsfläche des vorderen Kreuzbandes mit steigender Körpermasse proportional zunehmen würde.

Abbildung 14: Darstellung des Verhältnisses der Querschnittsfläche des Ligamentum cruciatum craniale zur Körpermasse in einem Diagramm (modifiziert nach REESE 1995).

2.4.2.3 Trainingszustand

Verschiedene Untersuchungen ergeben, dass die Bewegungsaktivität der Tiere Einfluss auf die Zugfestigkeit der Bänder hat. So untersuchten TIPTON et al. (1970) den Einfluss der Bewegungsaktivität auf die Zugfestigkeit des Ligamentum collaterale mediale bei Hunden. Dabei stellte sich heraus, dass das Seitenband von Hunden, deren Gliedmaße über sechs Wochen immobilisiert wurde, signifikant geringere Zugfestigkeit besaß (fast um die Hälfte) als das Kollateralband von trainierten Tieren. Desweiteren stellten sie fest, dass der Durchmesser des Kollateralbandes immobilisierter Tiere kleiner als der trainierter Tiere war. HENDERSON u. MILTON (1978) teilen die Patienten mit Kreuzbandruptur in zwei Gruppen ein. Zur einen gehören die jungen, ungestümen, gut konditionierten Hunde, die sich in der Regel durch mechanische Überbeanspruchung einseitige Kreuzbandrupturen zuziehen. Zur anderen Gruppe zählen sie die älteren, übergewichtigen, inaktiveren Tiere, die sich die Kreuzbandruptur im Laufe der normalen Aktivität zuziehen. Häufig erleiden sie später eine Kreuzbandruptur der Gegenseite. HENDERSON u. MILTON (1978) führen die Prädisposition auf inaktivitätsbedingte Degenerationen der Bänder und auf Muskelatrophie zurück.

2.4.2.4 Arthritiden

2.4.2.4.1 Degenerativ bedingte Arthritiden

DOVERSPIKE (1993) berichtet, dass bei degenerativen Prozessen im Kniegelenk als Ursache für Kreuzbandrupturen eine sehr hohe Rate von bilateralen Kreuzbandrupturen zu erwarten ist. Er untersuchte die Inzidenz von beiderseitigen Kreuzbandrupturen in einer Patientenpopulation, bei der traumatisch bedingte Ursachen ausgeschlossen werden konnten. Bei 56 Hunden mit einseitiger, nicht traumatisch bedingter Kreuzbandruptur wurde bei der Erstvorstellung das gesunde Kniegelenk zusätzlich geröntgt. Bei 29 (52 %) dieser Tiere konnten degenerative Veränderungen radiologisch am kontralateralen Kniegelenk festgestellt werden. Beiderseitige Rupturen entwickelten sich nach Ablauf von mindestens 12 Monaten bei 17 (59 %) dieser Tiere, während von den 27 Tieren mit radiologisch unauffälligen kontralateralen Kniegelenken nur 2 (7 %) Tiere in diesem Zeitraum eine Ruptur des zweiten vorderen Kreuzbandes erlitten. Die Anwesenheit von radiologisch sichtbaren degenerativen Veränderungen bei der Erstvorstellung klinisch unauffälliger Kniegelenke, die später eine Kreuzbandruptur ausbildeten, ist nach DOVERSPIKE (1993) ein Hinweis auf die degenerative Pathogenese.

Rupturen des vorderen Kreuzbandes treten nicht selten beiderseits auf (RUDY 1974, HOHN u. NEWTON 1975, ARNO CZKY 1985). Die Wahrscheinlichkeit, dass während eines Zeitraumes von ca. drei Jahren das kraniale Kreuzband der kontralateralen Seite ebenfalls rupturiert, liegt nach ROBINS (1990) bei 10 % bis 25 % bzw. nach MOORE u. READ (1995) bei 20 % bis 40 %. DOVERSPIKE (1993) zählte von 114 Tieren mit Kreuzbandruptur 42 (37%), die ebenfalls auf der kontralateralen Seite erkrankten. In einer experimentellen Langzeitstudie von CAMPBELL et al. (1982) über 2 1/2 Jahren wurde herausgefunden, dass die intakten Kniegelenke von drei Hunden mit einseitig durchtrenntem Kreuzband keinerlei mikroskopisch oder makroskopisch sichtbare arthrotischen Veränderungen entwickelt hatten.

2.4.2.4.2 Immunologisch-, und infektiösbedingte Arthritis

GOLDBERG et al. (1982) induzierten immunbedingte Synovitiden in Kniegelenken von Kaninchen und untersuchten die Gelenke sechs Wochen später histologisch, biochemisch und biomechanisch. Die histologischen Ergebnisse der Kreuzbänder zeigten Verlust der wellenförmigen Faserstruktur sowie Infiltration mit mononukleären und polymorphkernigen Entzündungszellen. Biochemische Tests zeigten den deutlichen Anstieg des lysosomalen Enzyms Kathepsin-D in der Synovialmembran. Biomechanische Untersuchungen ergaben signifikante Erniedrigungen der Reißfestigkeit (22 N/kg Körpermasse gegenüber 74 N/kg KM bei gesunden Tieren). Die makroskopischen Veränderungen waren ähnlich denen von rheumatoider Arthritis. Diese Ergebnisse zeigen, dass immunvermittelte Synovitis nicht nur den Gelenkknorpel angreift, sondern auch deutliche Schwächung des vorderen Kreuzbandes verursacht.

In der klinischen Studie von NIEBAUER (1982) wurde Synovia und Serum von Hunden mit entzündlicher Kniegelenkarthropathie auf die Anwesenheit von Immunkomplexen und Kollagenantikörpern untersucht. Siebenundvierzig der 58 Tiere litten an Kreuzbandruptur. Signifikante Konzentrationen von Immunkomplexen wurden in den Seren von 79 % und in der synovialen Flüssigkeit von 69 % der untersuchten Fälle gemessen. Es wurde in dieser Studie kein Hinweis auf Kollagenautoantikörper gefunden. Rheumatoide Faktoren fanden sich in wenigen Fällen. Diese Ergebnisse deuten darauf hin, dass Immunmechanismen bei der Entwicklung von Kreuzbandrupturen mitwirken. Es wird gefolgert, dass die Bänder durch die chronische Entzündung geschwächt werden und letztendlich durch ein geringes Trauma reißen.

1987 berichten NIEBAUER et al. von erhöhten Kollagenantikörpergehalten gegen das Kollagen Typ I und Typ II in der Synovia bei Hunden mit spontaner Kreuzbandruptur. 91 % der Hunde hatten Autoantikörper gegen Typ I Kollagen, welches unter anderem in den Ligamenta vorkommt. 88 % der Tiere hatten Autoantikörper gegen Typ II Kollagen, das im Gelenkknorpel vorkommt. Da die Kollagenaseaktivität in Gelenken mit Kreuzbandruptur erhöht ist, kommt es zur Resorption von Bandgewebe und Ansammlung von degenerativen Bindegewebspaltprodukten im Gelenk. Durch den Entzündungsprozess wird eine Immunantwort aktiviert, bei der lokal Antikörper gegen homologes Kollagen Typ I (als Antwort auf unmaskiertes Kollagengewebe aus Bändern und Menisken) und Typ II (aus

degeneriertem Gelenkknorpel) gebildet wird. Durch diese Untersuchungen wird deutlich, dass immunologische Vorgänge den Gang oder Verlauf der degenerativen Veränderungen bei Kreuzbandrupturen beeinflussen. Es wird vermutet, dass die im Gelenkknorpel und in den Bändern eingelagerten Immunkomplexe die Fähigkeit haben, lokal Bindegewebsschädigungen auszulösen und somit Kollagenspaltprodukte im Gelenk freizusetzen.

Auch REESE (1995) fand autoimmunologische Reaktionen gegen das im mittleren Drittel des Kreuzbandes enthaltene Faserknorpelkollagen vom Typ I und II. Aufgrund der unzureichenden Blutversorgung in diesem Bereich entsteht nach teilweisen und vollständigen Kreuzbandrupturen lymphoplasmazelluläre Entzündung mit Ausbildung immunpathologischer Arthritis. Wenn rechtzeitig nach Kreuzbandruptur kein chirurgisches „cleaning up“ erfolgt, bildet sich durch diesen Entzündungsprozess im Laufe eines halben Jahres eine vollständige Atrophie der Kreuzbandstümpfe aus.

In der retrospektiven Studie über rheumatoide Arthritis beim Hund berichten NEWTON et al. (1976) von beiderseitigen Kreuzbandrupturen bei mehreren Tieren.

BENNETT et al. (1978) berichten von einem Fall mit bakteriell bedingter Endokarditis und sekundärer Polyarthrititis mit einseitiger Kreuzbandruptur.

In diesen beiden Veröffentlichungen (NEWTON et al. 1976, BENNETT et al. 1978) werden die für rheumatoide Arthritis typischen pathologischen Gelenkveränderungen beschrieben:

Verfärbung der Synovia mit erhöhtem Zellgehalt, Proliferation und bräunliche Verfärbung der Synovialmembran, Erosionen des Gelenkknorpels.

2.4.2.5 Konformationsbedingte Faktoren

READ u. ROBINS (1982) beschreiben bei fünf jungen Hunden die Deformation der proximalen Tibia. Vermutlich aufgrund von Wachstumsstörungen in der prox. Epiphysenfuge der Tibia entstand eine Kranialbiegung der proximalen Tibia. Dies führte zu verstärktem Abfall des Tibiaplateaus nach kaudal und gleichzeitig zur Varusstellung (O-Beinigkeits) der Kniegelenke. Bedingt durch die veränderte Biomechanik der Gelenke kam es zu progressiven arthrotischen Umbauprozessen und progressiven Lahmheitserscheinungen. An sechs der zehn mehr oder weniger stark deformierten Hintergliedmaßen bzw. bei vier von fünf Hunden wurde schließlich die Ruptur des vorderen Kreuzbandes diagnostiziert. READ u. ROBINS (1982)

sehen die Korrelation zwischen dieser Art der Abweichung der Gelenkkonformation und dem Auftreten der Kreuzbandruptur.

SELMİ und PADILHA FILHO (1999) behandelten fünf Zwergpudel bzw. Pudelmischlinge mit Kreuzbandriss. Alle Tiere zeigten eine auffällig starke Neigung des Tibiaplateaus. Der abnorme Neigungswinkel des Tibiaplateaus in diesen Fällen sei durch übermäßigem Wachstum im kranialen Bereich der proximalen Wachstumsfuge und vorzeitigem Fugenschluss im kaudalen Bereich erfolgt.

HULSE und ARON (1994) erklären eine genetische Prädisposition zur Kreuzbandruptur und zwar entweder durch genetisch bedingte Degenerationen von Gelenkstrukturen oder durch genetisch bedingte Konformationstörungen. Sie begründen diese Hypothese mit der Tatsache, dass Hunde bestimmter großer Rassen (Labrador Retriever und Rottweiler) überrepräsentiert sind und häufig im früheren Alter erkranken. Des Weiteren werden die degenerativen Gelenkveränderungen vor oder simultan mit der Kreuzbandruptur diagnostiziert. Es ist häufig ein bilaterales Geschehen.

In seiner Untersuchung zur anatomischen Beschreibung der Fossa intercondylaris beim Hund fand FITCH (1995a u. 1995b), dass es ähnlich wie beim Menschen Tiere gibt, die eine Stenose der Fossa intercondylaris haben. Der kraniale Ausgang der Fossa intercondylaris ist die engste Stelle dieser Struktur. Hier kommt es bei Streckung des Kniegelenkes zum Kontakt zwischen dem kranialen Kreuzband und dem proximomedialen Rand des Condylus femoris lateralis.

In der Humanmedizin ist bekannt, dass diese Kontaktstelle die häufigste Lokalisation für die Kreuzbandruptur ist. So kann die Stenose in diesem Bereich zur Beeinträchtigung der Funktion und zu pathologischen Veränderungen des Kreuzbandes führen. In der Humanmedizin wird postuliert, dass zwei bis vier Prozent aller Rupturpatienten eine kongenital bedingte Stenose der Fossa intercondylaris haben. Beiderseitige Rupturen treten häufiger bei jüngeren Patienten auf.

ANDERSON (1987) stellt signifikante Unterschiede in der Morphologie der Fossa intercondylaris (Öffnungswinkel, Grubenweite) von Menschen mit und ohne Kreuzbandruptur fest, was ihn auf einen Zusammenhang zwischen Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale und Stenose des kranialen Ausganges der Fossa intercondylaris schließen lässt. In seiner Studie litten zwei Prozent der Patienten an beiderseitiger Ruptur. SOURYAL (1988) zählt in seiner retrospektiven Studie die Rate von vier Prozent bilateral betroffene Rupturpatienten, wobei das mittlere Alter 19 Jahre betrug. Bei der Analyse gesunder Testpersonen und Patienten mit akuter Kreuzbandruptur konnte er keinen statistisch signifikanten Unterschied

in der Weite der Fossa intercondylaris feststellen. Im Vergleich dazu zeigten Patienten mit beiderseitiger Ruptur die statistisch signifikante Stenose der Grube.

RUDY (1974), ARNOCKY u. MARSHALL (1981), ARNOCKY (1985), BENNETT (1988) und ROBINS (1990) sehen Valgusstellung (X-Beinigkeits) und Varusstellung (O-Beinigkeits) des Kniegelenkes als mögliche Prädispositions-faktoren an. HOHN u. NEWTON (1975), ARNOCKY u. MARSHALL (1981) und ARNOCKY (1985) fallen die gehäufte Anzahl von Patellaluxationen bei Rupturpatienten auf. BENNETT (1988) und BRUNNBERG (1987) vermuten einen Zusammenhang zwischen Hüftgelenkdysplasie und Kreuzbandruptur. PAATSAMA (1952), RUDY (1974), ARNOCKY u. MARSHALL (1981) und ROBINS (1990) sehen die Hyperextensionstellung der Hintergliedmaße als prädisponierend für Kreuzbandruptur. PAATSAMA (1952) fällt auf, dass die seiner Ansicht nach mit einer Prädisposition für Kreuzbandruptur behafteten Rassen Scottish Terrier, Neufundländer, Boxer und insbesondere Rottweiler besonders steile Kniegelenkstellung haben.

LOTT (1988) bestimmte die Gelenkwinkel mit Fotoaufnahmen stehender Deutscher Schäferhunde und Boxer. An den Hintergliedmaßen ergaben sich folgende Mittelwerte:

	DSH	Boxer
Hüftgelenk	125,8°	123,7°
Kniegelenk	122,8°	132,5°
Sprunggelenk	124,0°	146,3°

Tabelle 1: Mittelwerte der Gelenkwinkel der Hintergliedmaße beim DSH und Boxer (nach LOTT 1988).

Diese Ergebnisse zeigen, dass Deutsche Schäferhunde im Stand eine stärkere Winkelung in den Knie- und Sprunggelenken haben und Boxer im Vergleich hierzu in der Hinterhand steiler stehen.

2.4.2.6 Prädilektionsstellen für Kreuzbandrupturen

Nach ZAHM (1964) ist beim Riß des vorderen Kreuzbandes das kraniomediale Band meistens zuerst betroffen. BECK u. MONTAVON (1987) berichten, dass bei acht Tieren mit Teilrupturen stets der mediale Anteil des kranialen Kreuzbandes rupturiert war.

ZAHM (1964) beschreibt als bevorzugte Stellen die Bandbezirke, an denen es zur Reibung der beiden Kreuzbänder gegeneinander kommt und die Stelle, an der das vordere Kreuzband unterhalb des Ligamentum transversum genu verläuft. In diesen Gebieten ist das Bandgewebe nicht nur der ständigen Reibung ausgesetzt, sondern es erfährt auch eine Druckbelastung. Das Reißen der Fasern ist die Folge.

Auch PAATSAMA (1952) stellt fest, dass die Ruptur des vorderen Kreuzbandes in chronischen Fällen immer an der Stelle stattfindet, an der die beiden Bandanteile sich umeinander winden, und nennt diese Stelle den „locus minoris resistentiae“.

Untersuchungen von REESE (1995) zufolge, besitzen das proximale und das distale Drittel des Kreuzbandes die Struktur von Zugsehnen und das mittlere Drittel die strukturellen Merkmale faserknorpeliger Gleitsehnen. Die Differenzierung von Faserknorpel findet bereits ab dem Welpenalter aufgrund von einwirkenden Kräften, in diesem Fall die Torquierung um die Längsachse des Kreuzbandes, statt. Die Zugfestigkeit des faserknorpeligen Kreuzbandes ist wesentlich geringer als die von Zugsehnen. Mit zunehmendem Alter und steigendem Körpergewicht des Tieres nimmt der Faserknorpelanteil zu.

Nach Überschreitung der maximalen Zugfestigkeit rupturieren anfangs nur einzelne Fasern. Aufgrund der Gefäßarmut im mittleren Drittel setzen kaum Reparationsvorgänge ein, so dass es wie in einem Circulus vitiosus zur weiteren Herabsetzung der Zugfestigkeit kommt. Schließlich bedarf es keiner großen Gewalteinwirkung mehr, um einen totalen Riß des Kreuzbandes herbeizuführen.

2.5 Verteilung der Patienten mit Kreuzbandruptur

Zum ersten Mal wurde 1926 über die chronisch-deformierende Entzündung des Kniegelenkes beim Hund berichtet. Sie trat meist einseitig auf und kam vornehmlich bei größeren Rassen und bei Ziehunden vor (MÖLLER 1926). Vermutlich wurde die Mehrzahl dieser Kniegelenkveränderungen durch Kreuzbandrupturen verursacht.

2.5.1 Lebensalter

Die Verteilung der Kreuzbandrupturpatienten nach dem Lebensalter wird von manchen Autoren mit nur einem Gipfel im Alter von 5 - 7 Jahren beschrieben. Andere Autoren berichten von zwei Spitzen, einer im Alter von 1 - 2 Jahren, und einer zweiten im Alter von 5 - 7 Jahren.

Nach ARNOCZKY u. MARSHALL (1981), VASSEUR et al. (1985) und ARNOCZKY (1988) findet sich die Mehrheit der Fälle von Kreuzbandruptur bei Tieren im Alter von über 5 Jahren. Bei PAATSAMA (1952) sowie RUDY (1974) ergibt sich nur ein Altersgipfel bei 6 Jahren, DE ANGELIS u. LAU (1970) errechnen ein mittleres Alter von 7,5 Jahren, BARNES (1977) von 6,5 Jahren und SCAVELLI et al. (1990) von 5,6 Jahren. In der Studie von BRUNNBERG (1987) beträgt das Durchschnittsalter kreuzbandgeschädigter Hunde kleiner Rassen 8,1 Jahre und großer Rassen 4,9 Jahre.

Andere Autoren finden folgende Altersverteilungen:

- SINGLETON (1969): kleine Spitze bei 3 Jahren und große Spitze bei 6-7 Jahren
- DENNY u. WINTER (1973) u. DENNY (1985): kleine Spitze bei 2 Jahren und große Spitze bei 6 Jahren
- LEWIS (1974): gleich große Spitzen bei 1-2 Jahren und bei 4 Jahren
- DENNY et al. (1987): große Spitze bei 2 Jahren und kleine Spitze bei 7 Jahren
- BENNETT (1988): große Spitze bei 1-2 Jahren und kleine Spitze bei 4-5 Jahren.

REINKE (1982) beschreibt sechs Tiere mit Avulsionsfrakturen an den Kreuzbändern. Aufgrund seiner Untersuchung schlägt er die altersbezogene Kategorisierung von Kreuzbandrupturen vor. Zur ersten Gruppe gehören Hunde unter zwei Jahren, die wegen der altersbedingten „Unreife“ der Knochen zur Avulsionsfraktur der Kreuzbandansätze neigen. Zur zweiten Gruppe zählt er Hunde mit einem Alter von über zwei Jahren mit akuten Kreuzbandrupturen. In die dritte Gruppe rechnet er ältere Hunde ein, die aufgrund chronischer Banddegenerationen an spontanen Kreuzbandrupturen erkranken.

Das Durchschnittsalter der Hunde mit Ruptur betrug in der Untersuchung von Morris u. Lipowitz (2001) 5,7 Jahre und von Wilke et al. (2002) 4,3 Jahre.

2.5.2 Rasse

Neuere Untersuchungen ergeben, dass größere Hunderassen, insbesondere Rottweiler, im Alter von ca. 14 bis 18 Monaten, zahlenmäßig stärker unter den Kreuzbandrupturpatienten vertreten sind als kleinere Rassen (ROBINS 1990). BENNETT (1988) verzeichnet ebenfalls die deutliche Mehrheit von Rottweilern (25%) innerhalb der größeren Rassen in seinem Patientengut. PAATSAMA (1952) stellt bei Scottish Terrier, Rottweiler, Boxer und Neufundländer die Tendenz zu Kreuzbandrupturen fest. In der Untersuchung von BRUNNBERG (1987) sind Boxer und Pudel am häufigsten betroffen. In der Untersuchung von DUVAL (1999) ergibt sich eine hohe Rassendisposition bei jungen Hunden unter zwei Jahren für Mastino Neapolitano, Akita Inu, Bernhardiner, Rottweiler, Neufundländer, Chesapeake Bay Retriever, Labrador Retriever, Staffordshire/Pittbull Terrier, Chow Chow und Englische Bulldogge. Die Rassen Boxer, Golden Retriever und Dobermann hatten ein geringeres Risiko. Von einem deutlich verminderten Risiko für Kreuzbandrupturen wird von DUVAL (1999) für den Deutschen Schäferhund und Mischlingshunde und von WILKE et al. (2002) für Greyhounds berichtet. In der Untersuchung zum Neigungswinkel des Tibiaplateaus von MORRIS u. LIPOWITZ (2001) bestand die Gruppe der Hunde mit Kreuzbandriss aus 19 Labrador Retrievern, 9 Golden Retrievern, 7 Rottweilern, 4 Neufundländern, 3 Bullmastiff, 3 Mischlingen, 2 Deutschen Schäferhunden, 2 Chesapeake Bay Retrievern und jeweils einen Gordon Setter, Deutsch Kurzhaar, Alaskan Malamute, Pyrenäenschäferhund und Akita Inu. Die Gruppe der Hunde ohne Ruptur hatte eine ähnliche Rassenverteilung.

Andere Autoren sehen keine Rassendisposition für kraniale Kreuzbandruptur und erklären, dass die erhöhte Häufigkeit bestimmter Rassen in einigen Veröffentlichungen die Popularität dieser Rassen reflektiert (DENNY et al. 1973, LEWIS 1974, BENNETT 1988).

DANCKERT und KRAFT (1997) untersuchten die Rassenverteilung von 7061 Hunden, die im Zeitraum von 1983 bis 1995 in der Medizinischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität, München poliklinisch vorgestellt wurden. Von diesen 7061 Tieren sind 1496 (21,2 %) Mischlinge. Die häufigsten Rassen (mind. 50 Tiere) sind wie folgt vertreten:

Rasse	Anzahl Tiere	Anteil der Rassehunde
Deutscher Schäferhund	822	14,80 %
Rauhhaardackel	504	9,10 %
Mittelpudel	451	8,10 %
Cocker Spaniel	337	6,10 %
Yorkshire Terrier	335	6,00 %
Langhaardackel	294	5,30 %
Boxer	225	4,00 %
Dackel	142	2,60 %
Mittelschnauzer	93	1,70 %
Pekinese	87	1,60 %
Dobermann	87	1,60 %
Irish Setter	83	1,50 %
Berner Sennenhund	82	1,50 %
West Highland White Terrier	78	1,40 %
Collie	76	1,40 %
Shi-Tzu	68	1,20 %
Zwergschnauzer	65	1,20 %
Beagle	64	1,20 %
Golden Retriever	58	1,00 %
Dogge	57	1,00 %
Zwergpudel	55	1,00 %
Foxterrier	54	1,00 %
Rottweiler	54	1,00 %
Kurzhaardackel	52	0,90 %

Tabelle 2: Rassenverteilung der Patientengruppe im Zeitraum von 1983-1995 aus DANCKERT und KRAFT (1997).

2.5.3 Gewicht

Hunde kleiner Rassen erkranken im höheren Lebensalter an Kreuzbandruptur als Hunde großer Rassen. In der Studie von VASSEUR (1984) ist das mittlere Alter der Patienten, die mehr als 15 kg KM wiegen, 4,8 Jahre. Die Patienten mit maximal 15 kg KM sind im Durchschnitt 9,8 Jahre alt. Ähnliches ist auch in der Arbeit von MOORE u. READ (1995) zu erkennen: Hier beträgt das mittlere Gewicht der Tiere mit Kreuzbandriss unter 4 Jahren 33,9 kg, wohingegen das mittlere Gewicht der Hunde mit dem Alter von 4 Jahren und mehr 25,8 kg beträgt.

Bei der Betrachtung der Lebensalterverteilung der in Körpergewichtgruppen eingeteilten Kreuzbandrupturpatienten zeigt sich in der Arbeit von REESE (1995), dass über 75 % der Tiere

bis 20 kg KM nach dem achten Lebensjahr erkranken. Im Gegensatz hierzu erkranken über 75 % der Hunde mit mehr als 20 kg KM bereits vor dem achten Lebensjahr. Ein ähnliches Verhältnis stellt BRUNNBERG (1987) fest.

Das durchschnittliche Körpergewicht der Hunde mit Kreuzbandruptur und einem Alter unter zwei Jahren beträgt in der Studie von DUVAL (1999) 35,4 kg. MORRIS u. LIPOWITZ (2001) errechneten ein Durchschnittsgewicht von 37,9 kg bei Hunden mit Ruptur und 35,9 kg bei denen ohne Ruptur.

2.5.4 Geschlecht

Was die Geschlechtsdisposition betrifft, so zeigen die meisten Übersichten höhere Anteile an weiblichen Rupturpatienten (GAMBARDELLA et al. 1981, MOORE u. READ 1995). Das Verhältnis weiblicher zu männlicher Rupturpatienten beträgt in der Untersuchung von FLO (1983) vier zu eins. Die statistischen Daten einiger Veröffentlichungen zeigen, dass ein großer Anteil der weiblichen Tiere kastriert ist (LEWIS 1974, GAMBARDELLA et al. 1981, EDNEY et al. 1986, MOORE u. READ 1995). PAATSAMA (1952), DUVAL (1999) und MORRIS u. LIPOWITZ (2001) beobachten die gleiche Verteilung zwischen den Geschlechtern. REESE (1995) zählt in seiner Untersuchung 33 Rüden und 26 Hündinnen. MORRIS und LIPOWITZ (2001) berichten über 6 unkastrierte und 28 kastrierte Hündinnen, 5 unkastrierte und 17 kastrierte Rüden. DUVAL (1999) stellt ein erhöhtes Risiko bei kastrierten Hunden (56%) im Vergleich zu unkastrierten Hunden (44%) fest. Der Anteil an kastrierten Hunden beträgt bei MORRIS u. LIPOWITZ (2001) 80%.

2.6 Messmethoden zur Bestimmung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus

2.6.1 Messmethode nach JIANG

JIANG (1994) machte seine Messungen an Röntgenaufnahmen in seitlicher Projektion von Menschen mit und ohne degenerative Veränderungen an den Kniegelenken (Abb. 15). Hierzu bestimmte er die kraniale und die kaudale Begrenzung des medialen Tibiaplateaus und zog eine Verbindungslinie. Die Längsachse des Tibiaschaftes wurde durch die Verbindung von zwei 10 cm auseinander liegenden schafthalbierenden Punkten bestimmt. Der an 138 Kniegelenken gemessene mittlere Winkel zwischen der Plateaulinie und der Senkrechten zur Tibiaachse beträgt 10° mit der Standardabweichung von $\pm 4^\circ$ und der Variationsbreite von 0° bis 20° .

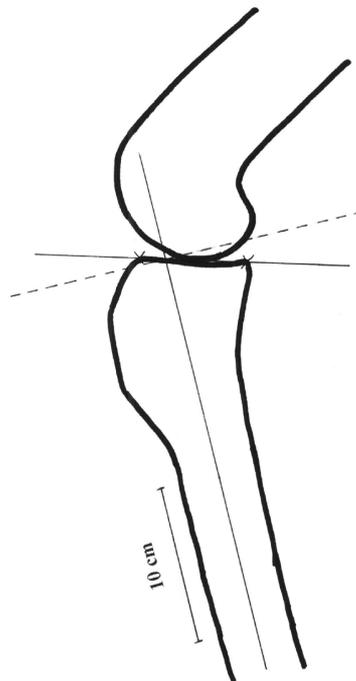


Abbildung 15: Messmethode nach JIANG.

2.6.2 Messmethode nach MOORE U. HARVEY

MOORE u. HARVEY (1974) messen ebenfalls an Röntgenaufnahmen, um den Neigungswinkel des Tibiaplateaus des Menschen zu bestimmen (Abb. 16). Nach ihrer Methode werden drei Linien gezogen, die erste tangential zur Crista tibiae, die zweite tangential zur proximalen Tibiagelenkfläche und die dritte senkrecht zur ersten. Der durch die zweite und dritte Linie gebildete Winkel ist der Neigungswinkel des Tibiaplateaus nach kaudal. Die so gemessenen Winkel von 50 Tibiae variierten zwischen 7° und 22° . Der Mittelwert betrug 14° und die Standardabweichung $\pm 3,6^\circ$.

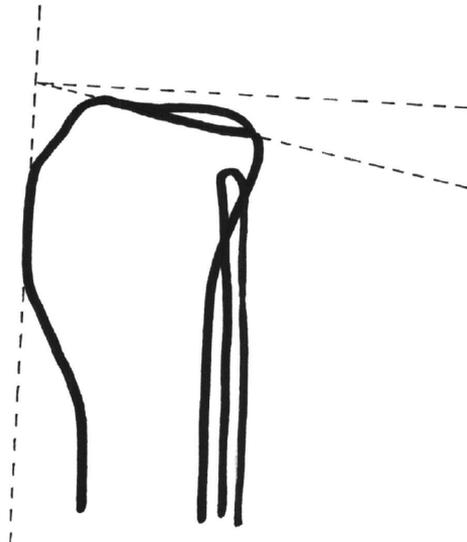


Abbildung 16: Messmethode nach MOORE.

2.6.3 Messmethode nach BALZPOULOS (Videofluorosokopische Methode)

BALZPOULOS (1995) bestimmte den Neigungswinkel des Tibiaplateaus mit Hilfe der videofluoroskopischen Methode. Er hat durch Digitalisierung von 30 willkürlichen Punkten das Tibiaplateau nachgebildet. Die Tibiaachse wurde mit Hilfe von zwei willkürlich determinierten Punkten der kaudalen Begrenzung der Tibia bestimmt. Bei fünf gesunden Testpersonen hat er den mittleren Neigungswinkel des Tibiaplateaus nach kaudal von $84,8^\circ$ gemessen. Dieses ergibt den Winkel zwischen Tibiaplateau und Senkrechten zur Tibiaachse von $5,2^\circ$.

2.6.4 Messmethode nach DEJOUR U. BONIN

DEJOUR u. BONIN (1994) haben an 281 Patienten mit einseitiger Kreuzbandruptur den Neigungswinkel des Tibiaplateaus zur Tibiaachse gemessen. Die Tibiaachse wurde durch zwei Punkte bestimmt. Der erste Punkt war die Schafthalbierende direkt distal des Tuberculum tibiae und der andere 10 cm distal von diesem genau in der Mitte der Diaphyse (Abb. 17). Die Senkrechte zur ersten Linie wurde im Bereich des Gelenkspaltes als Referenzlinie gebildet. Eine Verbindungslinie zwischen dem kranialen und kaudalen Ende des medialen Plateaus wurde als Plateaulinie eingezeichnet. Der mittlere Winkel zwischen dieser Linie und der Referenzlinie betrug 10° mit der Standardabweichung von $\pm 3^\circ$.

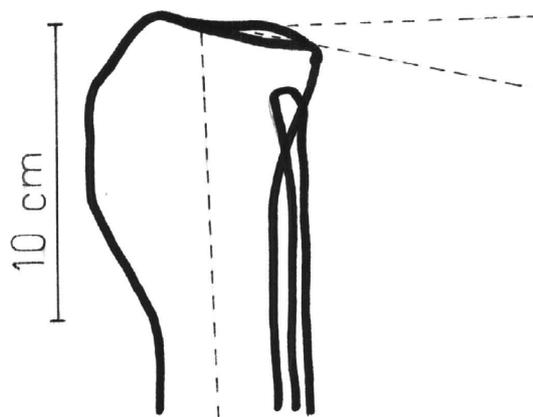


Abbildung 17: Messmethode nach DEJOUR.

2.6.5 "Alte" Messmethode nach SLOCUM u. DEVINE

SLOCUM u. DEVINE (1983) bestimmten die Neigung des Tibiaplateaus anhand der Röntgenaufnahmen von Hunden. Die Unterschenkel wurden im mediolateralen Strahlengang geröntgt (Abb. 18). Die anatomische Achse der Tibia verlief vom Rotationszentrum des Sprunggelenkes bis zum kranialen Rand des Plateaus. Zu dieser Achse wurde eine senkrechte Linie gezeichnet. Eine weitere Linie verläuft entlang des Tibiaplateaus, und es wurde der Winkel zwischen dieser und der Senkrechten gemessen. Die funktionelle Tibiaachse verläuft vom Rotationszentrum des Sprunggelenkes bis zum Rotationszentrum des Kniegelenkes. Der von den beiden Tibiaachsen gebildete Winkel wurde von dem ersten Winkel subtrahiert und als funktioneller Neigungswinkel des Tibiaplateaus definiert. Der mittlere funktionelle Neigungswinkel, gemessen an 16 Gliedmaßen, betrug $22,6^\circ$ mit der Standardabweichung von $\pm 4,5^\circ$.

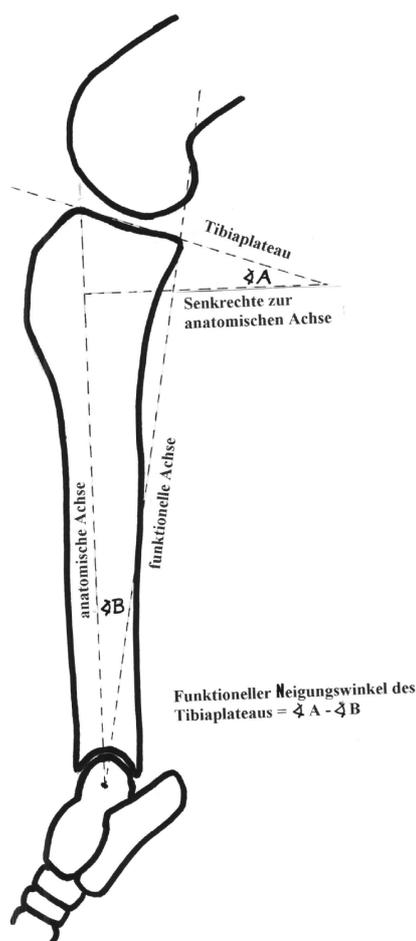


Abbildung 18: Messmethode nach SLOCUM u. DEVINE (1983).

2.6.6 Messmethode nach READ U. ROBINS

Read u. Robins (1982) untersuchten den Neigungswinkel von Hunden mit wachstumsstörungsbedingten Malformationen der proximalen Tibia. Der Neigungswinkel des Tibiaplateaus dieser Tiere wurde an Röntgenbildern in seitlicher Projektion gemessen (Abb. 19). Als Hilfslinien dienten eine Linie, die den proximalen Tibiaschaft halbierte, und eine zweite Linie parallel zum Tibiaplateau. Der am Schnittpunkt dieser beiden Linien gemessene Winkel betrug im Mittel $45,2^\circ$ mit der Variationsbreite von $33,5^\circ$ bis 60° . Dies ergab den Winkel zwischen Tibiaplateau und Senkrechter zur Tibiaachse von $44,8^\circ$. Der Winkel gesunder Kniegelenke betrug nach der Messtechnik von Read und Robins (1982) $69,5^\circ$. Dies ergab einen Winkel zwischen Tibiaplateau und Senkrechter zur Tibiaachse von $20,5^\circ$. Sie empfanden die Methode als sehr subjektiv und schlossen Messfehler nicht aus. Starke degenerative Veränderungen, insbesondere Osteophytenbildungen am kaudalen Rand des Tibiaplateaus, machten es in dieser Untersuchung schwierig, das Tibiaplateau zu bestimmen.

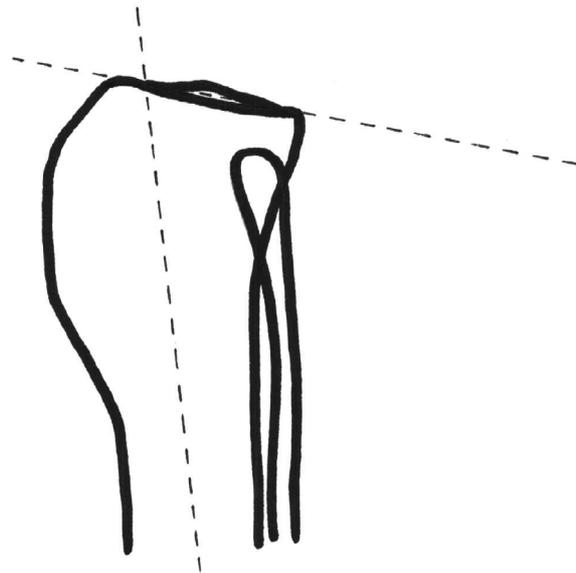


Abbildung 19: Messmethode nach READ u. ROBINS (1982).

2.6.7 Aktuelle Messmethode nach SLOCUM

Die heute allgemein bekannte und durch SLOCUM standardisierte Messmethode wird wie folgt durchgeführt: eine Gerade verbindet das Zentrum des Os tali mit dem höchsten Punkt der tuberculi intercondylare und bildet die Tibiaachse. Das Tibiaplateau wird durch eine Gerade gebildet die der medialen Gelenkfläche der proximalen Tibia entspricht. Deren Begrenzung ist kranial eine kleine Erhebung an der medialen Gelenkfläche (der Ansatz des vorderen Kreuzbandes) und die kaudale Begrenzung der Gelenkfläche. Der Winkel gemessen zwischen dem Tibiaplateau und einer Senkrechten zur Tibiaachse ist der Neigungswinkel des Tibiaplateaus (SLOCUM, persönliche Mitteilung 1999). In vorliegender Arbeit wurde diese Messmethode verwendet und als „Messmethode B“ bezeichnet. Bei dieser als „Goldstandard“ bezeichnete Methode wird beim Röntgen der Zentralstrahl auf die Diaphysenmitte der Tibia gerichtet. ABEL et al. (2003) überprüften ob Messungen an Röntgenbildern, auf denen die distale Tibia nicht abgebildet wurde und der Zentralstrahl auf die proximale Tibia projiziert werden kann, vergleichbare Messergebnisse liefern wie mit der Standardmethode nach SLOCUM. Bei den Untersuchungen von ABEL et al. (2003) wurde die Tibiaachse durch die kraniale Begrenzung der Tuberositas tibiae und durch einen von drei unterschiedlich weiter distal gelegenen schafthalbierenden Punkten bestimmt. Die Untersuchung ergab, dass nur Messungen an längeren Tibiaachsen, also mit weiter distal gelegenem Referenzpunkt, zuverlässige und mit der Standardmethode vergleichbare Messergebnisse liefern. BARONI et al. (2003) richteten den Zentralstrahl zum einen auf das Kniegelenk und zum anderen auf die Diaphysenmitte und verglichen die Messwerte beider Röntgentechniken miteinander. Einen Einfluss durch die unterschiedliche Platzierung des Zentralstrahles wurde nicht eindeutig ermittelt.

WILKE et al. (2002) und ABEL et al. (2003) berichten, dass durch Rotation der Tibia beim Röntgen, der Neigungswinkel des Tibiaplateaus nicht beeinflusst wird.

In der Literatur werden unterschiedliche Markierungspunkte zur Darstellung des Tibiaplateaus beschrieben. MORRIS et al. (2001) und WILKE et al. (2002) verbinden die beiden Ansatzpunkte des cranialen und des caudalen Kreuzbandes auf der medialen Gelenkfläche der Tibia.

REIF u. CURTIS (2003) bestimmen das Tibiaplateau als eine Gerade zwischen der am weitesten kranial und am weitesten kaudal sich darstellende Begrenzung der medialen Gelenkfläche.

WILKE (2002) bestimmte den Neigungswinkel des Tibiaplateaus an stehenden gesunden Labrador Retrievern und Greyhounds im latero-medialen Strahlengang. Bei dieser Methode

entsprach die funktionelle Tibiaachse einer senkrechten Gerade zur Grundfläche. Zwischen dieser Geraden und einer hierzu gebildeten Senkrechten wurde der Neigungswinkel gemessen. Beide Rassen zeigten nur kleine Durchschnittswinkel (Greyhounds $1,45^\circ$ und Labrador Retriever $3,52^\circ$).

CAYLOR et al. (2001) untersuchten die Reproduzierbarkeit der Standardmessmethode nach Slocum. Die Neigungswinkel der Tibiaplateaus von 312 Kniegelenken von 156 Hunden ohne Kreuzbandruptur wurden von zwei in der Messmethode erfahrenen und einer unerfahrenen Person ausgewertet. Die Messungen wurden zweimal mit einem Zeitabstand von mindestens drei Wochen durchgeführt. Die Differenzen innerhalb der beiden Messungen einer Person und die Differenzen innerhalb der erfahrenen Person waren nicht signifikant. Eine signifikante Differenz stellte sich jedoch bei den Messergebnissen zwischen den erfahrenen und der unerfahrenen Person heraus.

FETTIG et al. (2003) führten eine ähnliche Studie durch, jedoch bestimmten sie den Neigungswinkel des Tibiaplateaus von 40 Hunden mit Kreuzbandruptur. Sie stellten signifikante Variation zwischen den messenden Personen jedoch nicht innerhalb der Gruppen unterschiedlicher Erfahrung fest. Arthrotische Veränderungen, insbesondere im kaudalen Aspekt des Tibiaplateaus, überlagerten die anatomischen Markierungspunkte und erschwerten die Messdurchführungen.

Eingehende Untersuchungen zu Röntgen- und Messtechnik führten BARONI et al. (2003) an Hintergliedmaßen von 16 euthanasierten Hunden durch. Der Zentralstrahl wurde jeweils auf das Kniegelenk und auf die Diaphysenmitte gerichtet. Die Messungen wurden an Röntgenfilmen und an digitalisierten Röntgenaufnahmen durchgeführt. Drei Untersucher werteten die Neigungswinkel nach konventioneller Messmethode aus (Winkel zwischen einer Geraden die den diskreten Punkt der kranialen Begrenzung darstellt und den Ansatzpunkt des hinteren Kreuzbandes auf dem Tibiaplateau und einer Senkrechten zur Tibiaachse). Drei weitere Untersucher werteten die Neigungswinkel nach alternativer Methode aus (Winkel zwischen einer Geraden die tangential zum geradlinigen, kranialen Abschnitt des Kondylus tibialis medialis zu erkennen ist und einer Senkrechten zur Tibiaachse). Die Gliedmaßen wurden anschließend im Kniegelenk exartikuliert und der anatomische Neigungswinkel des Tibiaplateaus anhand von digitalen Fotografien ausgewertet. Hierzu setzten sie Markierungspunkte an den Eminetiae interkondylare und dem Zentrum des Os tali für die Bestimmung der Tibiaachse und eine Markierung an der Kontaktstelle von Femur auf der Tibia zur Bestimmung des Tibiaplateaus. Der Winkel wurde mit einer Bildanalysen-Software

ermittelt. Die Ergebnisse zeigten, dass die Messwerte nach der alternativen Methode sich nicht signifikant von den anatomischen Neigungswinkel unterschieden. Die Messwerte nach der konventionellen Methode waren jedoch signifikant kleiner als die anatomischen Neigungswinkel. Messergebnisse an digitalisierten Aufnahmen waren genauer als Messungen an Röntgenfilmen.

REIF et al. (2004) untersuchten den Einfluß der Gliedmaßenpositionierung beim Röntgen und der Messmethode auf den Neigungswinkel. Dabei stellten sie fest, dass eine kranioproximale Positionierung der Gliedmaße zum Zentralstrahl eine Verschiebung der Messwerte nach unten und eine kaudodistale Positionierung der Gliedmaße den Neigungswinkel nach oben verschob. Weiterhin verglichen sie zwei Messmethoden miteinander. Bei beiden Messmethoden wurde die Tibiaachse als Verbindungslinie zwischen der Mitte der Eminentiae intercondylares und dem Zentrum des Os tali bestimmt. Bei der konventionellen Methode wurde das Tibiaplateau durch die am weitesten kranial und am weitesten kaudal gelegenen Begrenzungen der medialen Gelenkfläche bestimmt. Bei der Tangentialmethode wurde an der Schnittstelle der Tibiaachse mit dem Tibiaplateau eine Linie tangential zur medialen Gelenkfläche gezogen. Der Neigungswinkel wurde als der Winkel zwischen dem medialen Plateau und einer Senkrechten zur Tibiaachse definiert. Die Tangentialmethode schien für die Auswertung von Aufnahmen von Kniegelenken mit deutlichen arthrotischen Veränderungen besser geeignet zu sein. Die Varianz der Messwerte der Tangentialmethode ($4,5^\circ$) war allerdings höher als bei der konventionellen Messmethode.

2.7 Untersuchungen über den Neigungswinkel des Tibiaplateaus

WHITESIDE (1988) beschrieb die kaudale Neigung des Tibiaplateaus als eine Rampe, die beim Menschen ein kaudales Schubladenphänomen verhindert. Er untersuchte den Einfluss der Neigung des Tibiaplateaus bezüglich der Gelenkstabilität an Kniegelenktotalprothesen. Er verglich Tibiaplateauneigungen von 0° , 3° und 7° unter den Beobachtungen der kraniokaudalen, der Varusvalgusstabilität und der Rotationsstabilität. Es ergaben sich keine offensichtlichen Abweichungen, es konnten jedoch statistisch signifikante Unterschiede festgestellt werden. Die Neigung von 3° und mehr bewirkte vermehrte Instabilität gegenüber gesunden Kniegelenken, insbesondere bei der Beugung. Stärkeres Absinken des kaudalen Tibiaplateaus führte demnach zu vermehrter Laxität des Gelenkes.

Aufgrund ihrer Studie konnten DEJOUR u. BONIN (1994) sowohl bei gesunden als auch an Kniegelenken mit Kreuzbandruptur eine signifikante Korrelation zwischen dem Subluxationsgrad nach kranial und dem Neigungswinkel feststellen. Je stärker die Neigung, umso größer ist die Subluxation der Tibia nach kranial. Für jede Steigerung der Neigung um 10° kommt es im belasteten Kniegelenk zu einer um 6 mm größeren Translation der Tibia nach kranial. Sie erklären, dass der Neigungswinkel des Tibiaplateaus ein Faktor ist, der den kranialen Tibiaschub beeinflusst. Auch in gesunden Gelenken steigt die Verschieblichkeit der Tibia zum Femur mit dem Grad der Neigung, und zwar im gleichen Verhältnis wie bei Kniegelenken mit rupturiertem Kreuzband. Im Falle der Kreuzbandruptur wird die Stärke der Subluxation jedoch um einen absoluten Betrag größer. Die im belasteten Kniegelenk wirkenden Kräfte können in eine vertikal gerichtete kompressive Komponente und in eine horizontal gerichtete Scherkraft unterteilt werden. Es ist die Scherkraftkomponente, die mit dem Neigungswinkel korreliert.

Das heißt aber nicht, dass Menschen mit und ohne Kreuzbandruptur einen unterschiedlichen Winkel haben.

JIANG (1994) führte in der Humanmedizin eine Studie an Patienten mit klinischer Kniegelenksymptomatik durch. Er verglich die Neigungswinkel der Tibiaplateaus von radiologisch unauffälligen Kniegelenken mit denen von arthrotisch veränderten Gelenken, ungeachtet der Ursache für die Veränderungen. Er stellt keine signifikanten Unterschiede an den Neigungswinkeln bezüglich Alter, Geschlecht oder Arthrosestatus fest.

LERAT et al. (1993) untersuchten retrospektiv 53 Patienten mit chronischen Kreuzbandrupturen. Bei diesen Patienten wurden Varuskorrekturen durch Keilosteotomie der proximalen Tibia durchgeführt. Die Osteotomie hatte häufig unbeabsichtigt den ursprünglichen Neigungswinkel des Tibiaplateau modifiziert. Vor der Operation betrug der Neigungswinkel im Mittel $6,9^\circ \pm 3,6^\circ$, nach der Osteotomie betrug der Winkel $3,5^\circ \pm 4,2^\circ$. Die Operation hatte also die Neigung im Mittel um $3,4^\circ$ vermindert. Sowohl an prä- als auch an postoperativ hergestellten Röntgenbildern konnten sie ebenso wie DEJOUR (1994) feststellen, dass der Grad der Subluxation der Tibia nach kranial, gemessen an dynamischen Röntgenaufnahmen unter Belastung des Kniegelenkes, mit dem Neigungswinkel des Tibiaplateaus korreliert. Sie stellten fest, dass eine vermehrte kaudale Neigung des Tibiaplateaus ein Faktor ist, der die kraniale Subluxation der Tibia fördert. Nach ihren Erkenntnissen ist während der Tibiaosteotomie eine Verminderung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus ratsam, um das rekonstruierte vordere Kreuzband oder den Kreuzbandersatz zu schützen.

ODDERS et.al (2004) bestimmten des Neigungswinkel des Tibiaplateaus in zweimonatigen Abständen bei 30 heranwachsenden Labrador Retrievern bzw. Labrador-Retriever-Mischlingen. Ab einem Mindestalter von 90 Tagen verändert sich der Neigungswinkel nicht mehr und kann ab diesem Alter zuverlässig bestimmt werden.

Bisher erschienen drei Publikationen zum Vergleich des Neigungswinkels des Tibiaplateaus bei Hunden mit und ohne Ruptur des vorderen Kreuzbandes (MORRIS u. LIPOWITZ 2001, WILKE et al. 2002, REIF u. PROBST 2003).

Bei den Untersuchungen von MORRIS und LIPOWITZ (2001) wurden die Neigungswinkel an Röntgenaufnahmen im mediolateralen Strahlengang von insgesamt 87 Hunden gemessen. Die Verteilung der Tiere erfolgte in drei Gruppen: Gruppe 1 enthielt 56 Tiere mit Kreuzbandruptur, wobei nur Kniegelenke mit Ruptur gemessen wurden. In Gruppe 1a wurde die nicht betroffene Seite von 14 Tieren mit einseitiger Ruptur aus Gruppe 1 gemessen und Gruppe 2 bestand aus 31 Hunden ohne Kreuzbandruptur. Alter, Körpergewicht, Geschlecht, Rasse und Körperseite wurden verglichen. Das Durchschnittsalter der Tiere mit Ruptur betrug 5,7 Jahre und ohne Ruptur 4,8 Jahre.

Die Lagerungs-, Röntgen- und Messtechnik waren die gleichen wie in den eigenen Untersuchungen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 aufgeführt.

	Gruppe 1 (mit Ruptur)		
	Gelenke mit Ruptur	rechte Kniegelenke	linke Kniegelenke
Durchschnittswinkel	23,76°	22,75°	23,66°
Anzahl Kniegelenke	n = 66	n = 28	n = 38
	Gruppe 1a (kontralaterale Seite)		
	Gelenke ohne Ruptur	rechte Kniegelenke	linke Kniegelenke
Durchschnittswinkel	24,71°	23,18°	30,33°
Anzahl Kniegelenke	n = 14	n = 11	n = 3
	Gruppe 2 (ohne Ruptur)		
	Beide Kniegelenke	rechte Kniegelenke	linke Kniegelenke
Durchschnittswinkel	18,10°	18,37°	17,81°
Anzahl Kniegelenke	n = 60	n = 31	n = 29

Tabelle 3 Neigungswinkel der Hunde mit Kreuzbandruptur (Gruppe 1), der Hunde ohne Kreuzbandruptur (Gruppe 2) und der kontralateralen Seite von 14 Tieren mit einseitiger Ruptur aus Gruppe 1 (Gruppe 1a). Ergebnisse aus MORRIS u. LIPOWITZ (2001).

Die Vergleiche der Neigungswinkel von Gruppe 1 mit Gruppe 2 und von Gruppe 1a mit Gruppe 2 brachten sowohl für das rechte Kniegelenk wie auch für das linke Kniegelenk signifikante Ergebnisse: Tiere der Gruppe 2 hatten kleinere Winkel als in den Gruppen 1 und 1a.

Auch der Vergleich der Neigungswinkel zwischen Gruppe 1 und Gruppe 2 innerhalb der Rassen Labrador Retriever, Golden Retriever und Rottweiler ergab signifikant kleinere Neigungswinkel bei den Tieren ohne Kreuzbandruptur. Die Ergebnisse aus dem Rassenvergleich sind in Tabelle 4 aufgeführt.

	Labrador Retriever	Golden Retriever	Rottweiler
Gruppe 1 (mit Ruptur)	23,21°	24,88°	23,38°
Gruppe 2 (ohne Ruptur)	18,87°	19,2°	16,9°

Tabelle 4: Vergleich der Neigungswinkel zwischen Hunden mit (Gruppe 1) und ohne Kreuzbandruptur (Gruppe 2) der Rassen Labrador Retriever, Golden Retriever und Rottweiler der Untersuchungen von MORRIS u. LIPOWITZ (2001).

MORRIS u. LIPOWITZ (2001) stellen die Hypothese auf, dass die vorderen Kreuzbänder von Hunden mit einem Neigungswinkel des Tibiaplateaus größer als 21,2° stärkere Belastungen erfahren und daher diese Tiere eine höhere Prädisposition für Kreuzbandruptur besitzen. Sie sind der Meinung, dass es aufgrund dieser Ergebnisse sinnvoll sei, den Neigungswinkel zu bestimmen, solange die Hunde noch jung sind. Sollte dann ein Neigungswinkel $> 21^\circ$ vorliegen, ist eine prophylaktische chirurgische Änderung der Tibiaplateauneigung zu erwägen.

WILKE et al. (2002) verglichen den Neigungswinkel von 15 Greyhounds und 40 Labrador Retrievern ohne und 44 Labrador Retriever mit Kreuzbandruptur. Sechs Hunde waren beiderseits betroffen. Greyhounds gehören im Gegensatz zu den Labrador Retrievern zu den Rassen die selten an Kreuzbandruptur erkranken. Röntgentechnik und Messmethode waren ähnlich wie bei MORRIS UND LIPOWITZ (2001), das Tibiaplateau wurde jedoch als Gerade auf der medialen Tibiagelenkfläche zwischen der kranialen, diskret sichtbaren Insertionsstelle des vorderen Kreuzbandes in der Area interkondylare und kaudal der Insertionsstelle des hinteren Kreuzbandes auf dem medialen Tibiaplateau definiert. Greyhounds zeigten einen mittleren Neigungswinkel von 22,5°, Labrador Retriever mit Kreuzbandruptur 25,55° und Labrador Retriever ohne Kreuzbandruptur 27,97°. Der Unterschied zwischen allen drei Gruppen war statistisch signifikant. Das Durchschnittsalter der Labrador Retriever ohne Kreuzbandriss betrug 3,7 Jahre und mit Kreuzbandriss 4,3 Jahre. Eine Unterscheidung zwischen Neigungswinkel der gesunden Seite und der rupturierten Seite wurde in der Arbeit von WILKE ET AL (2002) nicht durchgeführt.

REIF U. PROBST (2003) untersuchten den Neigungswinkel des Tibiaplateaus bei Labrador Retrievern. Der mittlere Neigungswinkel der 42 Hunde mit Kreuzbandriss betrug 23,5°, die

Gruppe der 39 Hunde ohne Kreuzbandriss hatte einen mittleren Neigungswinkel von 23,6°. Der Unterschied zwischen den beiden Gruppen war statistisch nicht signifikant. Die Tiere der Gruppe ohne Kreuzbandriss waren mindestens acht Jahre alt. Das Durchschnittsalter der Tiere mit Ruptur betrug 5,4 Jahre.

3 Eigene Untersuchungen

In den Voruntersuchungen wurde zunächst die mediale Gelenkfläche der proximalen Tibia radiologisch genau dargestellt. Um den Einfluss der Rotation, Ab- und Adduktion der Tibia bei der Lagerung zu bestimmen wurden mazerierte Knochen in unterschiedlichen Positionen geröntgt. Weiterhin wurden zwei unterschiedliche Messmethoden zur Bestimmung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus miteinander verglichen.

In den Hauptuntersuchungen wurden von insgesamt 397 Hunden die Patientendaten (Alter, Rasse, Geschlecht, Gewicht, Ernährungszustand) erfasst und analysiert. Anhand von Röntgenbildern dieser Tiere wurden Neigungswinkel der Tibiaplateaus gemessen und statistisch ausgewertet. Schließlich wurde ein Rassespiegel aller Patienten der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen aus dem Jahre 1996 erstellt.

3.1 Technische Daten

Zur Herstellung der Röntgenaufnahmen wurden folgende Röntgenanlagen verwendet:

- Chirurgische Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen:
Die Belichtung der Filme erfolgte mit dem Titanos-exponent 1001 st-Röntgengenerator. Die Röntgenfilme wurden mit der vollautomatischen Entwicklungsmaschine Gevomatic 110 U der Firma Agfa-Gevaert entwickelt.
- Northwest Veterinary Specialists Clinic in Oregon, U.S.A.:
Die Belichtung der Filme erfolgte mit dem Fischer X-Ray Röntgengenerator. Die Röntgenfilme wurden mit der vollautomatischen Entwicklungsmaschine der Firma Konika entwickelt.

Die verwendeten Röntgenfilmkassetten beider Kliniken enthielten grünleuchtende Seltene-Erden-Verstärkerfolien (Lanex Fine bzw. Lanex Medium). Es wurde mit Röntgenfilmen der Firma Kodak® gearbeitet (T-MAT DL). Entsprechend der Patientengröße wurden Filmformate 24 cm x 30 cm bzw. 30 cm x 40 cm verwendet. Die Belichtungswerte richteten sich nach der Patientengröße und lagen zwischen 58 kV / 5 mAs und 62 kV / 5 mAs. Für die Voruntersuchungen wurden Kassetten der Größe 24 cm x 30 cm gewählt, und die Belichtungswerte lagen wegen fehlender Weichteilstrukturen nur zwischen 52 und 54 kV und 4 mAs. Der Film-Fokus-Abstand betrug 100 cm.

3.2 Voruntersuchungen

3.2.1 Lagerungstechnik

In Voruntersuchungen wurde die Röntgenanatomie des Tibiaplateaus bei verschiedenen Hunderassen untersucht und der Einfluss der Lagerungstechnik auf die Darstellung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus geprüft.

Die Untersuchungen wurden an mazerierten Unterschenkeln von sechs Hunden durchgeführt: Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Deutsch Drahthaar. Zwei Tibiae waren unbekanntes Ursprungs und werden hier als „kurze“ und „lange Tibia“ geführt. Die durch den Mazerationsvorgang abgelösten Fibulae wurden mit Kleber in ihrer physiologischen Position an den Tibiae befestigt.

3.2.1.1 Darstellung des medialen Tibiaplateaus

Zur Darstellung des medialen Tibiaplateaus wurden drei mazerierte Tibiae von unterschiedlichen Hunden im mediolateralen Strahlengang geröntgt. Anschließend wurde ein ca. 2 cm langes Stück Draht parallel zur sagittalen Ebene auf das mediale Tibiaplateau geklebt, und die Präparate wurden erneut geröntgt.

3.2.1.2 Einfluss der Lagerungstechnik

Der Einfluß der Lagerungstechnik auf die Darstellung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus wurde untersucht. Es wurden Aufnahmen mazerierter Knochen sechs verschiedener Hunde nach sukzessiver Änderung der Lagerung in zwei Ebenen angefertigt.

3.2.1.2.1 Ab- und Adduktion der Tibia

Der Malleolus lateralis kann bei der Lagerung aller Tiere unabhängig von ihrer Konformation immer in direkten Kontakt mit dem Röntgentisch gebracht werden. Die Lagerung der proximalen Tibia wird durch den Oberschenkelumfang bestimmt. Großer Oberschenkelumfang führt zur leichten Abduktion der Gliedmaße, wenn der Malleolus

lateralis dem Röntgentisch direkt aufliegt. Deshalb wurde der Einfluss der Ab- und Adduktion der Tibia auf die Projektion des medialen Tibiaplateaus ermittelt.

Kleine Klötzchen aus röntgendurchlässigem und unelastischem Hartschaum (Styrodur®) mit den Schichtdicken 0,5 cm, 1,0 cm, 1,5 cm, 2,0 cm, 2,5 cm, 3,0 cm und 3,5 cm wurden nacheinander unter das Fibulaköpfchen plaziert und die Tibiae somit immer stärker abduziert. Jede Abduktion wurde im mediolateralen Strahlengang geröntgt (Abb. 20). Der Neigungswinkel des medialen Tibiaplateaus zum Tibiaschaft wurde nach der unter 3.2.2.1. beschriebenen Messmethode „A“ ausgemessen.

Die Messwerte eines jeden Knochens im Ab- und Adduktionsbereich von 0 bis 3,5 cm wurden mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse mit dem Einflussfaktor Ab- und Adduktion ausgewertet.

3.2.1.2.2 Axiale Rotation der Tibia

Die das Tier lagernde Person kann durch Ein- oder Auswärtsrotation der Pfote die axiale Projektion der Tibia beeinflussen. Deshalb wurde der Einfluss der axialen Rotation der Tibia auf die Projektion des medialen Tibiaplateaus ermittelt.

Für die maximale externe Rotationsposition war die Tuberositas tibiae in direktem Kontakt mit dem Röntgentisch. Daraufhin wurden die Klötzchen unter die Tuberositas tibiae untergelegt, bis die Tibia nach kaudal klappte (Abb. 20). Die Tibiae wurden im mediolateralen Strahlengang geröntgt und der Neigungswinkel des medialen Tibiaplateaus nach Messmethode „A“ ermittelt.

Die Messwerte eines jeden Knochens im Rotationsbereich von 0 bis 5 cm wurden mit Hilfe der einfaktoriellen Varianzanalyse mit dem Einflussfaktor axiale Rotation ausgewertet.

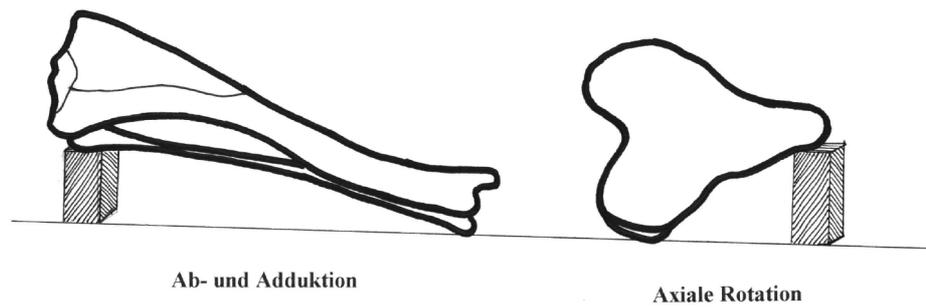


Abbildung 20: Lagerungstechnik beider Voruntersuchungen für die Ab- und Adduktion und die Rotation der Tibia.

3.2.2 Messtechnik

Zu Beginn der Untersuchungen war die Messung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus in der Tiermedizin nicht standardisiert. Zwei verschiedene Messmethoden wurden bis dahin in der veterinärmedizinischen Literatur beschrieben (SLOCUM u. DEVINE 1983 sowie READ u. ROBINS 1982). Für diese Arbeit wurde deshalb zunächst eine eigene Messmethode, ähnlich der von DEJOUR u. BONIN (1994) entwickelt und mit der heute allgemein bekannten und durchgeführten Methode von SLOCUM (persönliche Mitteilung) verglichen. In der vorliegenden Arbeit wird die eigene Methode „Messmethode A“ und die Methode von SLOCUM „Messmethode B“ genannt.

Die Messungen wurden ausschließlich von einem Untersucher durchgeführt.

Zum Vergleich beider Messmethoden wurden die Neigungswinkel des Tibiaplateaus von 50 zufällig ausgewählten Tieren herangezogen. Ihre beiden Unterschenkel wurden in mediolateraler Projektion geröntgt. Die Messungen der Neigungswinkel der Tibiaplateaus wurden nach beiden Messmethoden je drei mal an drei verschiedenen Tagen von einem Untersucher durchgeführt.

Es wurde der Vergleich der Messwiederholbarkeit durchgeführt. Die Varianz zwischen den Wiederholungsmessungen innerhalb des Gelenkes wurde mit Hilfe der hierarchischen zweifaktoriellen Varianzanalyse (Einflussfaktoren Gelenk und Messung) ermittelt. Anschließend wurde der zweiseitige F-Test zum Vergleich der beiden Varianzen durchgeführt.

Die statistisch genauere Messtechnik wurde daraufhin für die weiteren Untersuchungen verwendet.

3.2.2.1 Messmethode „A“

- Darstellung der Tibiaachse:

Als anatomische Tibiaachse wurde die Gerade zwischen dem proximalen Ende des Tuberculum intercondylare laterale und dem Mittelpunkt des Tibiaschaftes am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel gezeichnet. Zur Ermittlung des Mittelpunktes des Tibiaschaftes wurde die Länge der Tibia vom Tuberculum intercondylaris lateralis bis zur Mitte der bogenförmigen Cochlea tibiae gemessen. Am Übergang vom mittleren zum distalen Drittel des Tibiaschaftes wurde die Diaphysenmitte bestimmt.

Darstellung des Tibiaplateaus:

Der mehr oder weniger stark konvexe Condylus medialis wurde durch eine Tangente dargestellt, die dem Verlauf des Kondylus am nächsten kam.

- Bestimmung des Neigungswinkels:

Als Neigungswinkel des Tibiaplateaus wurde der Winkel zwischen der Tangente am Tibiaplateau und einer Senkrechten zur anatomischen Tibiaachse ermittelt.

3.2.2.2 Messmethode „B“

- Darstellung der Tibiaachse:

Die Verbindungslinie zwischen der Mitte der proximalen Punkte der Tuberculi intercondylaris lateralis und dem geometrischen Zentrum der Trochlea tali proximalis bildete die Tibiaachse. Dieses geometrische Zentrum wurde mit Hilfe einer Schablone mit konzentrischen Kreisen unterschiedlichen Durchmessers ermittelt.

- Darstellung des Tibiaplateaus:

Das Tibiaplateau wurde durch die Gerade zwischen der kranialen und der kaudalen Begrenzung des medialen Tibiaplateaus festgelegt.

- Bestimmung des Neigungswinkels:

Als Neigungswinkel des Tibiaplateaus wurde der Winkel zwischen der Geraden am Tibiaplateau und einer Senkrechten zur Tibiaachse bestimmt.



A

Abbildung 21: Messmethode „A“ und

B

Abbildung 22: Messmethode „B“

3.3 Hauptuntersuchungen

3.3.1 Untersuchte Patienten

Zum Vergleich des Neigungswinkels des Tibiaplateaus von Tieren ohne und von Tieren mit Kreuzbandruptur wurden zwei Gruppen gebildet:

Zur Gruppe der Hunde ohne Kreuzbandruptur gehörten Tiere mittlerer und großer Rassen mit einem Mindestalter von 6 Jahren. Sie wurden wegen Krankheiten vorgestellt, die nicht die Kniegelenke betrafen. Diese Altersbegrenzung wurde aufgrund von mehreren Literaturhinweisen gewählt welche eine erhöhte Häufigkeit von Kreuzbandrupturen bei Hunden bis zu diesem Alter beschreiben (DENNY U. WINTER (1973), LEWIS (1974), BRUNNBERG (1987), DENNY ET AL. (1987), BENNETT (1988), SCAVELLI ET AL. (1990).

Zur Gruppe mit Kreuzbandruptur gehörten Hunde mittlerer und großer Rassen ohne Rücksicht auf das Lebensalter. Die bestehende Kreuzbandruptur wurde durch klinische und radiologische Untersuchungen bestätigt. Die klinische Diagnose „Kreuzbandruptur“ wurde gestellt, wenn außer unspezifischen Symptomen wie Lahmheit, mediale Gelenkschwellung, Krepitation, Meniskusklicken und eingeschränkte Beuge- und Streckfähigkeit der Tibiakompressionstest und/oder das Schubladenphänomen auslösbar war. Radiologisch wurden erkennbare degenerative Gelenkveränderungen, Veränderungen des Weichteilschattens im Gelenkbereich und Subluxation der Tibia nach kranial als Kriterien zur Unterstützung der klinischen Diagnose herangezogen.

Insgesamt wurden 397 Hunde, die Patienten der Chirurgischen Veterinärklinik, Kleintierchirurgie der Justus-Liebig-Universität Giessen und der Northwest Veterinary Specialists Clinic in Oregon, U.S.A. waren, untersucht. Die Gruppe der Tiere ohne Kreuzbandruptur bestand aus 213 Tiere und die Gruppe mit Kreuzbandruptur aus 184 Hunden. Hiervon waren 42 einseitig rechts, 52 einseitig links und 90 Hunde beiderseitig betroffen.

In der folgenden Abbildung 23 ist die Aufteilung der untersuchten Hunde graphisch dargestellt

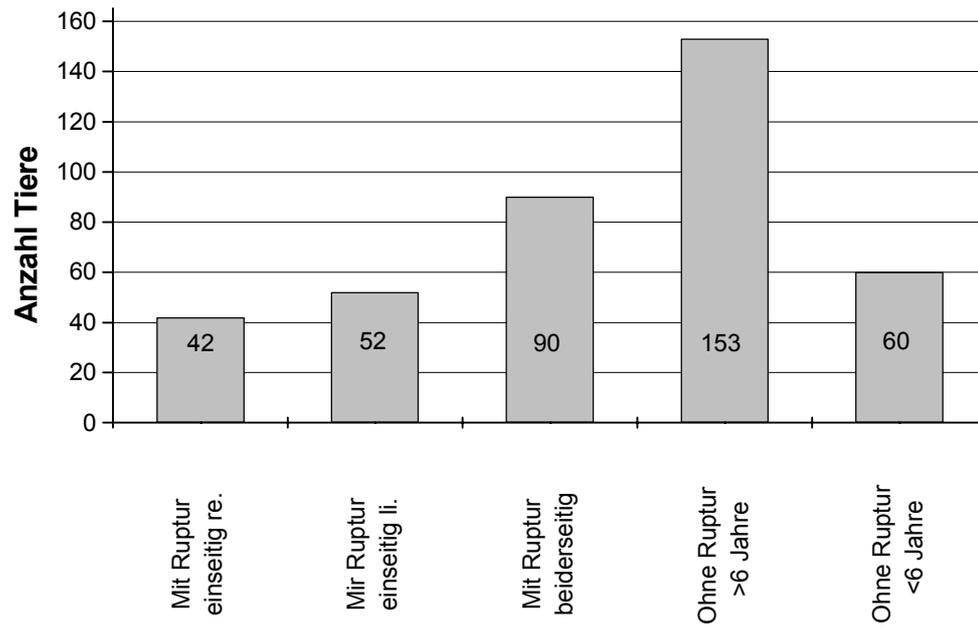


Abbildung 23: Aufteilung der 397 untersuchten Hunde.

Für jedes Tier wurden in Erhebungsbögen folgende Daten dokumentiert:

- Name des Besitzers
- Röntgennummer
- Röntgendatum
- Röntgen mit/ohne Narkosen bzw. nach dem Tod
- Name des Tieres
- Rasse
- Geschlecht
- Lebensalter
- Körpermasse
- Diagnose
- Seite der Kreuzbandruptur
- Ernährungszustand (bei 314 der 397 Tieren bestimmt).

3.3.2 Lagerungstechnik

Die Tiere wurden auf dem Röntgentisch in Seitenlage fixiert. Wenn Tiere nach der Euthanasie für diese Untersuchung zur Verfügung standen, wurden die Röntgenaufnahmen rechtzeitig vor Eintritt des Rigor mortis durchgeführt. Nicht narkotisierte Tiere wurden von einer Hilfsperson an Kopf und Vordergliedmaßen fixiert. Der abzubildende Unterschenkel lag filmnah und die filmferne Gliedmaße wurde durch Umgreifen des Sprunggelenkes mit einer Hand abduziert. Mit der anderen Hand wurde die Pfote der zu röntgenden Seite so gehalten, dass der Unterschenkel parallel zum Tisch lag und das Kniegelenk sowie das Sprunggelenk etwa in einem 90°-Winkel gebeugt waren. Die Blende wurde so eingestellt, dass der gesamte Unterschenkel einschließlich Knie- und Sprunggelenk abgebildet wurde und der Zentralstrahl auf die Mitte der Tibia gerichtet war.

3.3.3 Winkelvergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur

Ausgewertet wurden 153 Hunde ohne Kreuzbandruptur (306 Kniegelenke) und 184 Hunde (368 Kniegelenke) mit ein- oder beiderseitiger Kreuzbandruptur.

Der Winkelvergleich nach Messmethode „B“ bei Hunden mit und ohne Ruptur wurde mit Hilfe der Ein- und Zwei-Weg-Varianzanalyse untersucht. Mit der Varianzanalyse wurde die Streuung zwischen den Stichproben untersucht.

Als Stichprobengruppen wurden definiert:

“gesund/gesund”	beiderseits keine Ruptur
“gesund/Ruptur”	keine Ruptur der analysierten Seite, aber Ruptur der Gegenseite
“Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur”	Ruptur der analysierten Seite unabhängig ob die Gegenseite auch rupturiert war.

Diese Stichprobengruppen wurden in Bezug auf das rechte und das linke Kniegelenk gebildet. Bei signifikantem Resultat wurden die Gruppen anschließend paarweise mit dem Tukey-Verfahren verglichen.

Für jede Stichprobengruppe wurde der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung ermittelt.

3.3.4 Winkelvergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever

Für den Winkelvergleich von Hunden mit Kreuzbandruptur und Hunden ohne Kreuzbandruptur innerhalb einer Rasse wurden insgesamt 73 Rottweiler, 31 Boxer, 56 Deutsche Schäferhunde und 32 Labrador Retriever ausgewertet. Bei der Auswahl der Tiere spielte das Alter keine Rolle, jedoch wurde Wert darauf gelegt, dass das Wachstum der proximalen Epiphysenfuge der Tibia abgeschlossen war, um eine mögliche Änderung des Neigungswinkels im Laufe des Knochenwachstums auszuschließen.

Innerhalb dieser Rassen wurde der Winkelvergleich nach Messmethode „B“ mit Hilfe der zweifaktoriellen Varianzanalyse mit den Faktoren Zustand (Ruptur oder gesund) und Rasse

durchgeführt. Auch hier wurden nach Körperseite getrennt die Stichprobengruppen “gesund/gesund”, “gesund/Ruptur” und „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ gebildet.

Für jede Stichprobengruppe wurde der arithmetische Mittelwert und die Standardabweichung ermittelt.

3.3.5 Neigungswinkel im Rassenvergleich

Zum Vergleich des Neigungswinkels zwischen den Rassen wurden sowohl Hunde mit als auch ohne Kreuzbandruptur herangezogen. Bei der Auswahl erfolgte keine Einschränkung nach dem Lebensalter. Ausgewertet wurden 73 Rottweiler, 31 Boxer, 56 Deutsche Schäferhunde, 32 Labrador Retriever und 17 Golden Retriever.

Für den Rassenvergleich wurden die Messwerte nach Messmethode „B“ mit der Zwei-Weg-Varianzanalyse durchgeführt. Die Messwerte der rechten, linken Kniegelenke und die Seitenmittelwerte wurden miteinander verglichen.

3.3.6 Datenanalyse der Gruppe der Hunde mit Kreuzbandruptur und der Vergleichsgruppe ohne Kreuzbandruptur

Die Datenanalyse der Gruppe der Hunde mit Kreuzbandruptur und der Vergleichsgruppe ohne Kreuzbandruptur umfaßte folgende Gesichtspunkte:

- Altersverteilung
- Körpermassenverteilung
- Vergleich des Ernährungszustandes
- Geschlechterverteilung
- Rassenverteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur
- Körperseitenverteilung der Kreuzbandrupturen.

Die Auswertung der Ergebnisse erfolgte über Angaben in arithmetischen Mittelwerten, Minima, Maxima und Stichprobenumfänge, Quartile, Varianzbreite und Standardabweichungen sowie deren Darstellung in tabellarischer und graphischer Form (Box & Whisker Diagramme, Säulendiagramme, Liniendiagramme, Kreisdiagramme).

3.3.7 Rassenspiegel

Der Rassenspiegel umfaßt alle Patienten der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen aus dem Jahre 1996.

Zum einen wurden sämtliche poliklinisch vorgestellten Hunde nach Rassen gruppiert und ausgezählt, zum anderen alle stationär behandelten Hunde ausgewertet. Bei den stationären Patienten wurde zusätzlich das Lebensalter, das Geschlecht und die Diagnose erfasst. Die Darstellung der erfassten poliklinischen und stationären Patienten erfolgte in tabellarischer und graphischer Form. In der Gruppe der stationär behandelten Hunde wurde außerdem die Häufigkeit der Kreuzbandrupturen, die Altersverteilung und die Geschlechterverteilung ausgewertet.

3.3.8 Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten wurden mittels eines Personalcomputers mit dem Programm EXCEL 7.0 erfasst. Die Datenhaltung und -auswertung erfolgte auf den Rechnern im lokalen Rechnernetzwerk der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereiches Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen. Die statistischen Auswertungen wurden unter Verwendung des Statistikprogrammpaketes BMDP/Dynamic, Release 7.0, (DIXON, 1985) durchgeführt.

Bei der Benennung der Signifikanzen wurden folgende Bezeichnungen verwendet:

p-Wert	Bewertung
$p \leq 0,001$	hochsignifikant
$p \leq 0,01$	signifikant
$p \leq 0,05$	schwach signifikant
$p > 0,05$	nicht signifikant

Tabelle 5: Einteilung der Signifikanzen (p-Wert)

Der p-Wert beschreibt die Wahrscheinlichkeit, mit der die gefundenen oder größeren Gruppenunterschiede rein zufällig auftreten (RENNER 1981, HARMS 1992).

4 Untersuchungsergebnisse

4.1 Ergebnisse der Voruntersuchungen

4.1.1 Voruntersuchungen zur röntgenologischen Darstellung des medialen Tibiaplateaus

Das mediale Tibiaplateau stellte sich in allen drei Fällen als eine leicht nach kaudal abfallende, gelegentlich etwas konvexe, linienförmige Verschattung (Sklerosierung) in der proximalen Tibia dar. Das laterale Tibiaplateau zeichnete sich wenige Millimeter distal dieser Linie ab und verläuft fast parallel zu ihr.

4.1.2 Voruntersuchungen zum Einfluss der Lagerungstechnik auf die Darstellung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus.

4.1.2.1 Ab- und Adduktion der Tibia

Die Abduktion und die Adduktion der Tibia hat keinen signifikanten Einfluss ($p < 0,06$) auf die röntgenologische Darstellung des Tibiaplateaus.

Die Darstellung in Abbildung 24 zeigt, dass die Messwerte der Neigungswinkel der Tibiaplateaus und die entsprechenden Kurvenverläufe während der Ab- und Adduktion sich nicht oder nur geringfügig ändern.

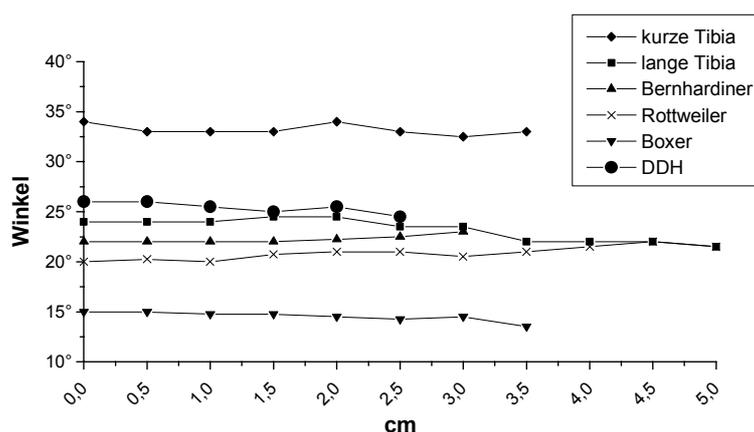


Abbildung 24: Einfluss der Ab- und Adduktion der Tibia auf den Neigungswinkel des Tibiaplateaus.

4.1.2.2 Axiale Rotation

Die axiale Rotation der Tibia hatte einen hochsignifikanten Einfluss ($p < 0,001$) auf die röntgenologische Darstellung des Tibiaplateaus.

Die Darstellung in Abbildung 25 zeigt, dass die Neigungen der Tibiaplateaus sowohl bei starker Einwärts- (0-1 cm) als auch bei starker Auswärtsdrehung (2-3,5 cm) der Tibia größer erscheint als bei mittlerer Lagerung der Tibia. Im mittleren Bereich kommt es zu einer leichten „Absenkung“ der Kurven.

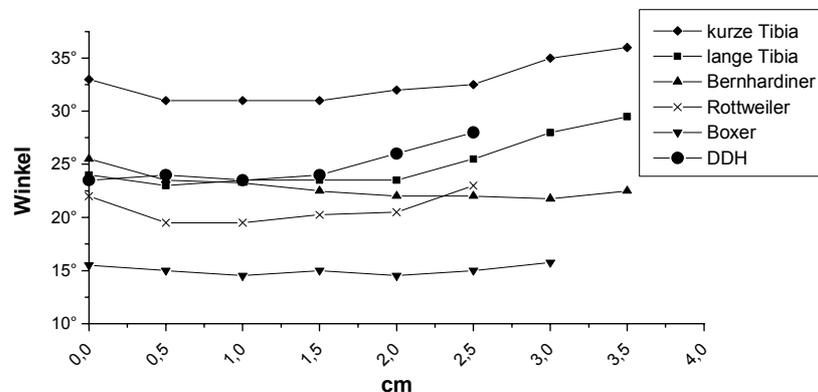


Abbildung 25: Einfluss der axialen Rotation der Tibia auf den Neigungswinkel des Tibiaplateaus.

Die entsprechenden Messwerte zur Ab- und Adduktion und zur axialen Rotation sind im Anhang dieser Arbeit in den Tabellen 21 und 22 aufgeführt.

4.1.2.3 Vergleich Messmethode „A“ mit Messmethode „B“, Reproduzierbarkeit der Messmethoden

Der arithmetische Mittelwert des Neigungswinkels des medialen Tibiaplateaus aller 100 Kniegelenke gemessen nach Methode „A“ betrug $25,38^\circ$ und nach Methode „B“ $27,69^\circ$.

Die Differenz betrug $2,31^\circ$.

Die Varianz zwischen den Wiederholungsmessungen innerhalb des Gelenkes nach Methode „A“ betrug $s^2 = 2,46$. Das ergab eine Wiederholungsstandardabweichung von $\sqrt{s^2} = 1,57$.

Die Varianz zwischen den Wiederholungsmessungen innerhalb des Gelenkes nach Methode „B“ betrug $s^2 = 1,58$. Das ergab eine Wiederholungsstandardabweichung von $\sqrt{s^2} = 1,26$.

	Methode "A"	Methode "B"
Arithmetischer Mittelwert	25,38°	27,69°
Varianz zwischen den Wiederholungsmessungen s^2	2,46	1,58
Wiederholungsstandardabweichung $\sqrt{s^2}$	1,57	1,26

Tabelle 6: Ergebnisse zum Vergleich der Reproduzierbarkeit der Messmethode „A“ und Messmethode „B“.

Der zweiseitige F-Test zum Vergleich der beiden Varianzen ergab $p = 0,002$. Es bestehen also signifikant verschiedene Varianzen mit $p < 0,01$.

Da die Abweichung der Messdaten bei Methode „B“ geringer waren, wurde diese Methode als genauer angesehen und für die weiteren Untersuchungen verwendet.

4.2 Ergebnisse der Hauptuntersuchungen

4.2.1 Winkelvergleich bei Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur

4.2.1.1 Rechtes Kniegelenk

Die drei Stichprobengruppen bestanden aus:

- „gesund/gesund“ = Neigungswinkel des rechten Kniegelenkes von beiderseits gesunden Hunden
- „gesund/Ruptur“ = Neigungswinkel des gesunden rechten Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur links
- „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ = Neigungswinkel des rechten Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur rechts oder beiderseitiger Ruptur

Rechtes Kniegelenk	„gesund/gesund“	„gesund/Ruptur“	„Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“
Arithmetischer Mittelwert	25,75°	27,47°	27,41°
Standardabweichung	3,83°	3,74°	4,28°
Maximumwinkel	36,50°	36,00°	41,00°
Minimumwinkel	14,00°	17,00°	16,50°
Anzahl Kniegelenke	153	52	132

Tabelle 7: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximum der Tibiaplateau-
neigungswinkel der **rechten** Kniegelenke im Vergleich zwischen Hunden ohne und
Hunden mit Kreuzbandruptur.

Der mittlere Winkel der Tiere ohne Kreuzbandruptur war im Schnitt 1,72° kleiner als bei Hunden mit Kreuzbandruptur einseitig links und 1,67° kleiner als bei Kreuzbandruptur rechts bzw. beiderseits. Der mittlere Winkel des rechten Gelenkes der Gruppe „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ war im Schnitt 0,06° kleiner als in der Gruppe „gesund/Ruptur“.

Die Varianzanalyse ergab einen p-Wert von 0,0007. Diese Ergebnisse waren statistisch hochsignifikant.

Im Tukey-Test für den paarweisen Gruppenvergleich zeigte sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Gruppen „gesund/gesund“ und „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ und ein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen „gesund/gesund“ und „gesund/Ruptur“.

4.2.1.2 Linkes Kniegelenk

Die drei Stichprobengruppen bestanden aus:

- „gesund/gesund“ = Neigungswinkel des linken Kniegelenkes von beiderseits gesunden Hunden
- „gesund/Ruptur“ = Neigungswinkel des gesunden linken Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur rechts
- „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ = Neigungswinkel des linken Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur links oder beiderseitiger Ruptur.

Linkes Kniegelenk	„gesund/gesund“	„gesund/Ruptur“	„Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“
Arithmetischer Mittelwert	25,97°	27,36°	27,63°
Standardabweichung	3,82°	4,43°	3,65°
Maximumwinkel	37,00°	35,00°	37,00°
Minimumwinkel	18,00°	12,50°	15,00°
Anzahl Kniegelenke	153	42	142

Tabelle 8: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximum des Tibiaplateau-Neigungswinkels der **linken** Kniegelenke im Vergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur.

Der mittlere Winkel des linken Kniegelenkes der Tiere ohne Kreuzbandruptur war im Schnitt 1,39° kleiner als bei Hunden mit Kreuzbandruptur einseitig rechts und 1,66° kleiner als bei Kreuzbandruptur links bzw. beiderseits. Der mittlere Winkel des linken Gelenkes der Gruppe „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ war im Schnitt 0,27° größer als in Gruppe „gesund/Ruptur“.

Die Varianzanalyse ergab einen p-Wert von 0,0008. Diese Ergebnisse sind statistisch hochsignifikant.

Im Tukey-Test für den paarweisen Gruppenvergleich zeigte sich ein hochsignifikanter Unterschied zwischen den Gruppen „gesund/gesund“ und „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ und ein schwach signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen „gesund/gesund“ und „gesund/Ruptur“.

Der Vergleich der Neigungswinkel der rechten und linken Kniegelenke zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur wird im folgenden Diagramm veranschaulicht:

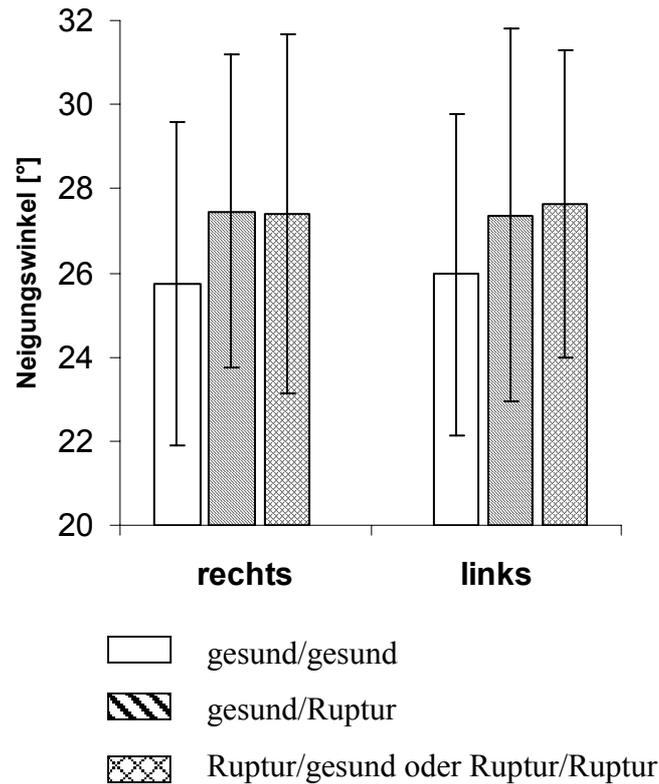


Abbildung 26: Neigungswinkel des Tibiaplateaus der **rechten** und der **linken** Kniegelenke gesunder und an Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale erkrankter Tiere.

4.2.2 Winkelvergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever

4.2.2.1 Rechtes Kniegelenk

Es wurden drei Stichprobengruppen gebildet.

- „gesund/gesund“ = Neigungswinkel des rechten Kniegelenkes von beiderseits gesunden Hunden
- „gesund/Ruptur“ = Neigungswinkel des gesunden rechten Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur links
- „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ = Neigungswinkel des rechten Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur rechts oder beiderseitiger Ruptur

	„gesund/gesund“			
	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador
Arithmetischer Mittelwert	23,4°	24,6°	26,3°	26,4°
Standardabweichung	3,1°	3,8°	4,3°	2,4°
Maximumwinkel	31,00°	32,50°	36,50°	31,00°
Minimumwinkel	15,50°	14,00°	15,00°	23,50°
Anzahl Kniegelenke	41	19	48	8
	„gesund/Ruptur“			
	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador
Arithmetischer Mittelwert	25,9°	27,5°	25,8°	28,8°
Standardabweichung	4,1°	2,3°	6°	4,6°
Maximumwinkel	31,50°	30,00°	30,00°	34,00°
Minimumwinkel	17,00°	24,50°	19,00°	21,50°
Anzahl Kniegelenke	8	4	3	5
	„Ruptur/gesund“		oder „Ruptur/Ruptur“	
	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador
Arithmetischer Mittelwert	27°	26,6°	27,9°	29°
Standardabweichung	5°	5°	1,6°	4,2°
Maximumwinkel	40,00°	35,00°	29,50°	41,00°
Minimumwinkel	19,00°	22,00°	26,00°	23,50°
Anzahl Kniegelenke	24	8	5	19

Tabelle 9: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximumwerte in Grad des Neigungswinkels des Tibiaplateaus des **rechten** Kniegelenkes der Rassen Rottweiler, Boxer, DSH und Labrador vergleichend bei Tieren ohne und Tieren mit Ruptur.

Die Ergebnisse aus Tabelle 9 sind im Anhang (Abbildung 38) graphisch dargestellt.

Bei den Rassen Rottweiler, Boxer und Labrador Retriever wurde am rechten Knie ein größerer arithmetischer Mittelwert bei den Tieren mit Kreuzbandruptur ermittelt als bei den gesunden Hunden. Beim Deutschen Schäferhund zeigte die Gruppe „gesund/Ruptur“ (25,8°) einen kleineren arithmetischen Mittelwert als die Gruppen „gesund/gesund“ (26,3°) und „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ (27,9°).

Der über die Rassen gemittelte Unterschied zwischen den drei Gruppen „gesund/gesund“, „gesund/Ruptur“ und „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ in bezug auf das rechte Kniegelenk war statistisch signifikant ($p = 0,0062$).

4.2.2.2 Linkes Kniegelenk

Es wurden drei Stichprobengruppen gebildet.

- „gesund/gesund“ = Neigungswinkel des linken Kniegelenkes von beiderseits gesunden Hunden
- „gesund/Ruptur“ = Neigungswinkel des gesunden linken Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur rechts
- „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ = Neigungswinkel des linken Kniegelenkes von Hunden mit einseitiger Ruptur links oder beiderseitiger Ruptur

	„gesund/gesund“			
	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador
Arithmetischer Mittelwert	23,3°	24,8°	26,5°	25,1°
Standardabweichung	2,9°	3,5°	3,9°	2,5°
Maximumwinkel	28,50°	32,00°	36,00°	29,00°
Minimumwinkel	16,50°	18,00°	18,00°	22,50°
Anzahl Kniegelenke	41	19	48	8
	„gesund/Ruptur“			
	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador
Arithmetischer Mittelwert	27°	26,3°	30,3°	28°
Standardabweichung	2,6°	8,3°	2,5°	3,4°
Maximumwinkel	30,00°	35,00°	32,00°	32,00°
Minimumwinkel	25,00°	18,50°	27,50°	24,50°
Anzahl Kniegelenke	3	3	3	4
	„Ruptur/gesund“ oder „Ruptur/Ruptur“			
	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador
Arithmetischer Mittelwert	26,6°	28,2°	25,1°	28,6°
Standardabweichung	3,6°	1,9°	5,7°	3,6°
Maximumwinkel	32,00°	31,00°	28,50°	37,00°
Minimumwinkel	18,00°	25,00°	15,00°	23,00°
Anzahl Kniegelenke	29	9	5	20

Tabelle 10: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximumwerte in Grad des Tibiaplateaus des **linken** Kniegelenkes der Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever vergleichend bei Tieren ohne und Tieren mit Kreuzbandruptur.

Die Ergebnisse aus Tabelle 10 sind im Anhang (Abbildung 39) graphisch dargestellt.

Bei den Rassen Rottweiler, Boxer und Labrador Retriever wurde am linken Kniegelenk ein größerer arithmetischer Mittelwert bei den Tieren mit Kreuzbandruptur ermittelt als bei den gesunden Hunden. Beim Deutschen Schäferhund zeigte die Gruppe „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ ($25,1^\circ$) einen kleineren arithmetischen Mittelwert als die Gruppen „gesund/gesund“ ($26,5^\circ$) und „gesund/Ruptur“ ($30,3^\circ$).

Der über die Rassen gemittelte Unterschied zwischen den drei Gruppen „gesund/gesund“, „gesund/Ruptur“ und „Ruptur/gesund od. Ruptur/Ruptur“ in bezug auf das linke Kniegelenk war statistisch hochsignifikant.

Die Differenzen bezogen auf das rechte und das linke Knie bei den Rassen Rottweiler, Boxer und Labrador Retriever betragen $1,5^\circ$ bis $3,7^\circ$ und werden in Tabelle 11 dargestellt.

	"gesund/Ruptur"		"Ruptur/gesund oder Ruptur/Ruptur"	
	rechts	links	rechts	links
Rottweiler	+ $2,5^\circ$	+ $3,7^\circ$	+ $3,6^\circ$	+ $3,3^\circ$
Boxer	+ $2,9^\circ$	+ $1,5^\circ$	+ $2,0^\circ$	+ $3,4^\circ$
Labrador Retriever	+ $2,4^\circ$	+ $2,9^\circ$	+ $2,6^\circ$	+ $3,5^\circ$

Tabelle 11: Differenzen der Mittelwerte der Neigungswinkel zwischen den Gruppen „gesund/gesund“ zu den beiden Gruppen mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer und Labrador Retriever.

4.2.3 Neigungswinkel im Rassenvergleich

4.2.3.1 Rechtes Kniegelenk

Die Varianzanalyse der Messwerte am rechten Kniegelenk zwischen den Rassen ergab einen p-Wert von 0,0008 und war somit hochsignifikant.

	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador	Golden Retr.
Arithmetischer Mittelwert	24,83°	25,48°	26,39°	28,33°	27,65°
Standardabweichung	4,21°	4,01°	4,15°	3,92°	3,92°
Maximumwinkel	40,00°	35,50°	36,50°	41,00°	35,50°
Minimumwinkel	15,50°	14,00°	15,00°	21,50°	22,00°
Anzahl Kniegelenke	73	31	56	32	17

Tabelle 12: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximumwerte des Neigungswinkels in Grad des Tibiaplateaus der **rechten** Kniegelenke der Rassen Rottweiler, Boxer, DSH, Labrador Retriever, Golden Retriever.

4.2.3.2 Linkes Kniegelenk

Die Varianzanalyse der Messwerte am linken Kniegelenk zwischen den Rassen ergab einen p-Wert von 0,0009 und war somit hochsignifikant.

	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador	Golden Retr.
Arithmetischer Mittelwert	24,74°	25,95°	26,60°	27,61°	27,88°
Standardabweichung	3,53°	3,89°	4,03°	3,60°	4,05°
Maximumwinkel	32,00°	35,00°	36,00°	37,00°	37,00°
Minimumwinkel	16,05°	18,00°	15,00°	22,50°	21,00°
Anzahl Kniegelenke	73	31	56	32	17

Tabelle 13: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximumwerte in Grad des Neigungswinkels des Tibiaplateaus der **linken** Kniegelenke der Rassen Rottweiler, Boxer, DSH, Labrador Retriever, Golden Retriever.

4.2.3.3 Mittelwert beider Seiten

Die Varianzanalyse der Mittelwerte beider Kniegelenke zwischen den Rassen ergab einen p-Wert von 0,0006 und war somit hochsignifikant.

	Rottweiler	Boxer	DSH	Labrador	Golden Retr.
Arithmetischer Mittelwert	24,78°	25,72°	26,50°	27,97°	27,77°
Standardabweichung	3,74°	3,81°	4,00°	3,54°	3,87°
Maximumwinkel	36,00°	35,25°	35,75°	38,50°	36,25°
Minimumwinkel	16,00°	16,00°	16,50°	22,25°	21,50°
Anzahl Kniegelenke	73	31	56	32	17

Tabelle 14: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximumwerte der Mittelwerte **beider** Kniegelenke der Neigungswinkel der Tibiaplateaus der Rassen Rottweiler, Boxer, DSH, Labrador Retriever, Golden Retriever.

Die Ergebnisse aus Tabellen 12, 13 und 14 sind im Anhang in Abbildung 40 graphisch dargestellt.

4.2.4 Datenanalyse der Hunde mit Kreuzbandruptur und der Vergleichsgruppe ohne Kreuzbandruptur

4.2.4.1 Altersverteilung

Das Durchschnittsalter der 153 kniegesunden Tiere mit einem Mindestalter von 6 Jahren betrug 8,4 Jahre mit der Standardabweichung von 2,1 Jahren. Das höchste Alter betrug 15 Jahre, das ergab eine Variationsbreite von 9 Jahren.

Das Durchschnittsalter der 184 Tiere mit Kreuzbandruptur betrug 5,7 Jahre mit einer Standardabweichung von 3,1 Jahren. Das jüngste Tier war $\frac{1}{2}$ Jahr alt und das älteste 15 Jahre. Die Variationsbreite betrug 14,5 Jahre.

In Abbildung 27 ist die Altersverteilung der Hunde mit Kreuzbandruptur graphisch dargestellt.

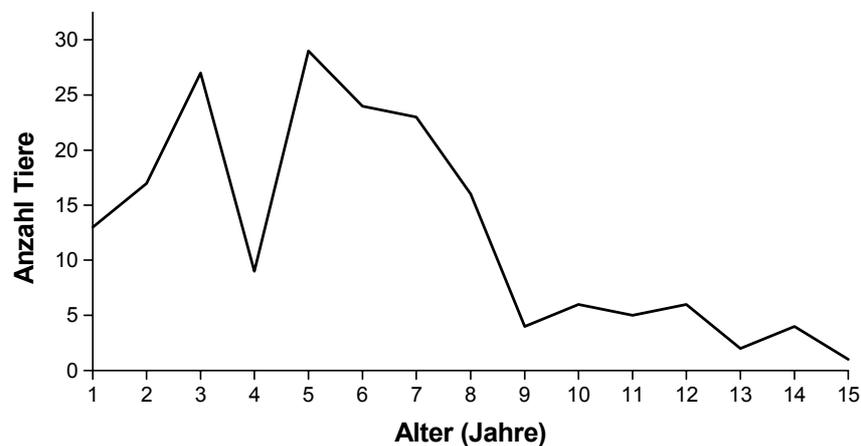


Abbildung 27: Altersverteilung der 184 Tiere mit Kreuzbandruptur

Das durchschnittliche Lebensalter bei der Vorstellung wegen Ruptur des vorderen Kreuzbandes betrug bei Rottweilern $3\frac{3}{4}$ Jahre, bei Labrador Retrievern und Boxern 4,9 Jahre, bei Golden Retrievern $6\frac{1}{2}$ Jahre und bei den Deutschen Schäferhunden $7\frac{1}{4}$ Jahre.

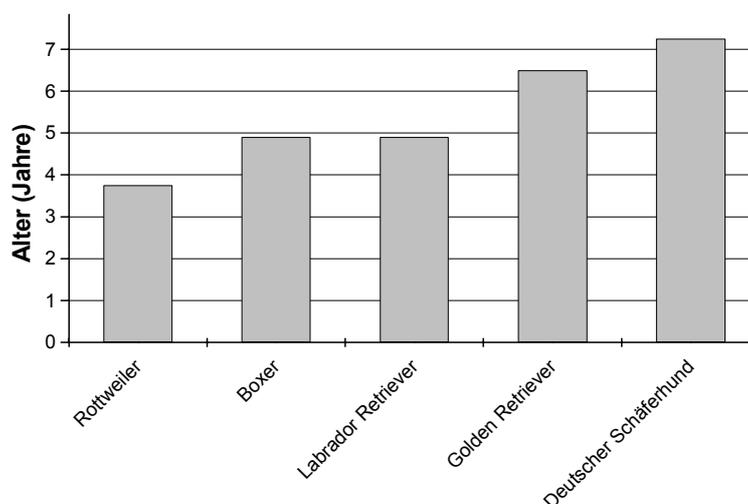


Abbildung 28: durchschnittliches Lebensalter der fünf Vergleichsrassen zum Zeitpunkt der Vorstellung wegen Kreuzbandruptur.

Der Altersunterschied innerhalb dieser fünf Rassen erwies sich als statistisch signifikant ($p = 0,002$).

Tiere, die einseitig rechts eine Kreuzbandruptur hatten, waren im Durchschnitt 6,4 Jahre alt, Tiere mit einseitiger Kreuzbandruptur links waren im Durchschnitt 6,3 Jahre alt. Beiderseits betroffene Tiere waren im Durchschnitt 5,0 Jahre alt.

4.2.4.2 Körpermassenverteilung

Die Analyse der Körpermasse erfolgte getrennt nach Geschlecht.

Es ergab sich ein statistisch hochsignifikanter Unterschied bei der Körpermassenverteilung zwischen den Geschlechtern ($p = 0,0001$).

Der Unterschied der Körpermassenverteilung im Hinblick auf den Zustand mit oder ohne Kreuzbandruptur erwies sich als statistisch signifikant ($p = 0,006$).

Es konnte keine statistisch signifikante Wechselwirkung zwischen dem Geschlecht und dem Zustand (mit oder ohne Kreuzbandruptur) im Hinblick auf die Körpermassenverteilung ermittelt werden ($p = 0,95$).

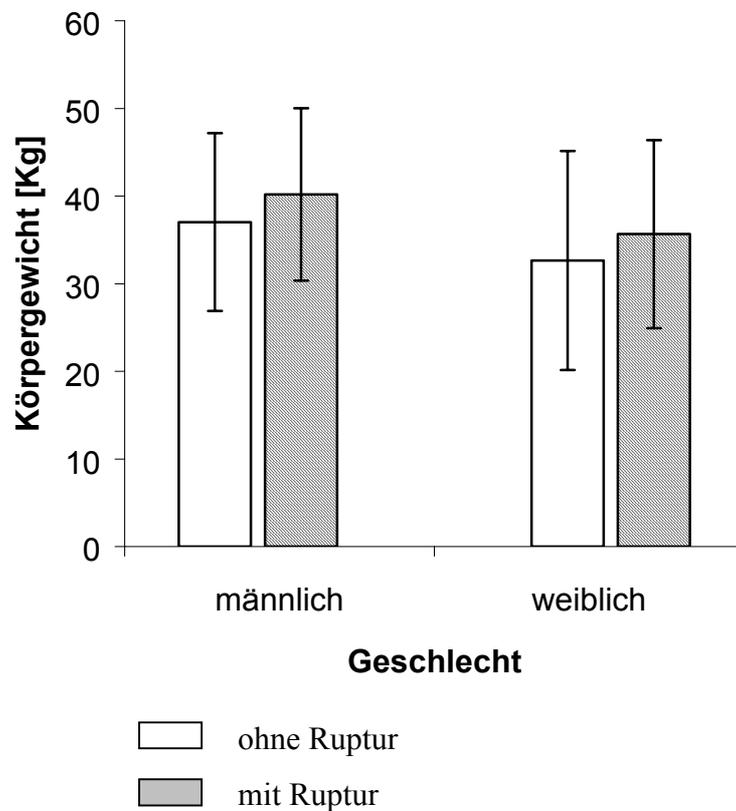


Abbildung 29: Körpermassenverteilung bei Hunden ohne und Hunden mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes getrennt nach Geschlecht.

Im Anhang sind die Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximumwerte der Körpermassen der Tiere mit und ohne Kreuzbandruptur sind in Tabellenform (Tabelle 23) aufgeführt.

Tiere mit einseitiger Kreuzbandruptur hatten eine durchschnittliche Körpermasse von 35,5 kg. Tiere mit beiderseitiger Kreuzbandruptur hatten eine durchschnittliche Körpermasse von 40,4 kg. Die gesunden Tiere hatten eine durchschnittliche Körpermasse von 35,5 kg.

Die Aufteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur nach Gewichtgruppen und Geschlecht stellt sich graphisch wie folgt dar:

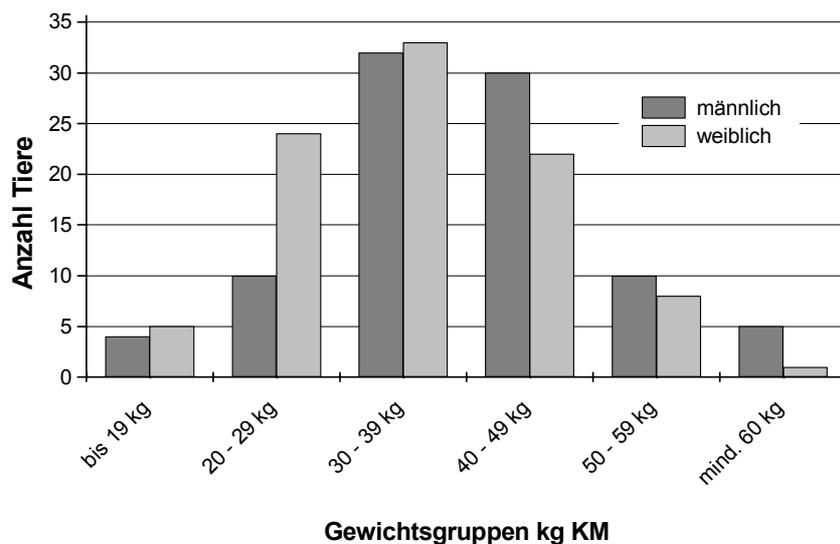


Abbildung 30: Aufteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur nach Gewichtsgruppen und Geschlecht.

Die Aufteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur nach Gewichtsgruppen und Alter stellt sich graphisch wie folgt dar:

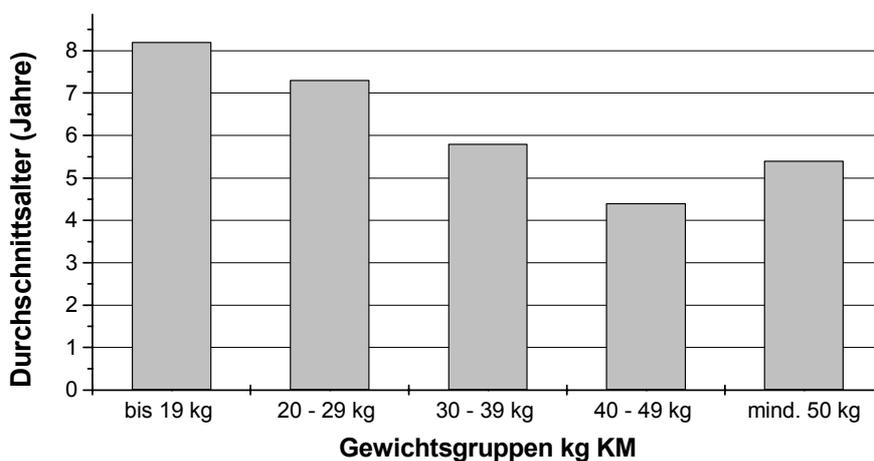


Abbildung 31: Aufteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur nach Gewichtsgruppen und Alter.

4.2.4.3 Vergleich des Ernährungszustandes

Der Unterschied des Ernährungszustandes zwischen der Gruppe der Hunde ohne Kreuzbandruptur und der Gruppe mit Kreuzbandruptur erwies sich als statistisch signifikant ($p = 0,0012$).

An Ruptur des vorderen Kreuzbandes litten 26,6 % der untergewichtigen, 34,4 % der normalgewichtigen und 60,7 % der übergewichtigen Tiere. Diese Ergebnisse sind in Abbildung 32 dargestellt:

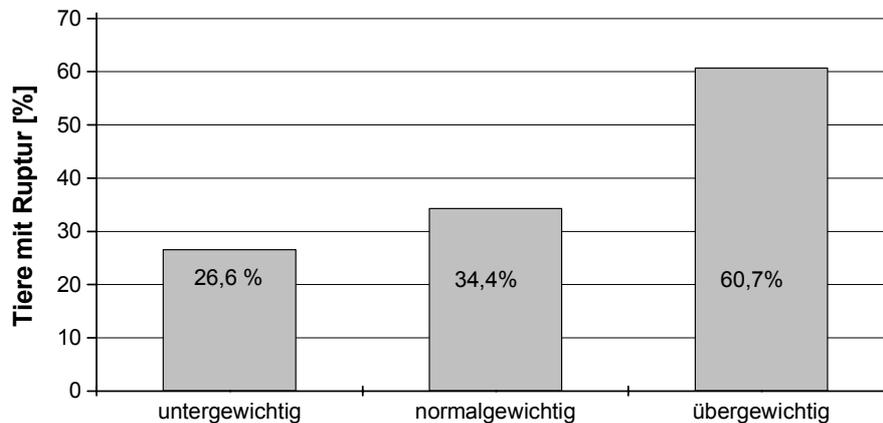


Abbildung 32: Prozentualer Anteil der Tiere mit Kreuzbandruptur in Hinblick auf den Ernährungszustand.

4.2.4.4 Geschlechterverteilung

Die Gruppe der Hunde mit Kreuzbandruptur bestand aus 51 % weiblichen und 49 % männlichen Tieren.

Von insgesamt 191 männlichen Tieren hatten 90 Hunde (47 %) eine Kreuzbandruptur, von insgesamt 146 weiblichen Tieren hatten 94 Hunde (64 %) eine Kreuzbandruptur.

Die Gruppe der Hunde mit Kreuzbandruptur bestand zu 36 % aus nicht kastrierten und zu 64 % aus kastrierten Tieren. Die Gruppe der Hunde ohne Kreuzbandruptur belief sich auf 60 % aus nicht kastrierten und 40 % aus kastrierten Tieren.

Von insgesamt 179 kastrierten Tieren wurden 117 Tiere (65 %) mit Kreuzbandruptur vorgestellt. Von insgesamt 158 unkastrierten Tieren hatten 67 Tiere (42%) eine Kreuzbandruptur.

Die unterschiedliche Verteilung auf Tiere ohne und Tiere mit Kreuzbandruptur auf die verschiedenen Geschlechter (unter Berücksichtigung ob kastriert oder unkastriert) erwies sich als statistisch hochsignifikant.

Die Aufteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur nach dem Geschlecht und kastriert oder unkastriert ist in Abbildung 33 graphisch dargestellt.

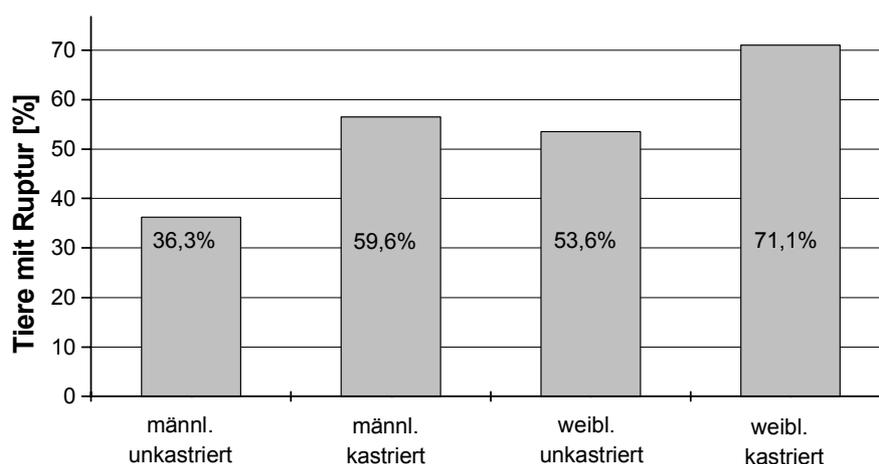


Abbildung 33: Aufteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur nach dem Geschlecht und kastriert oder unkastriert.

4.2.4.5 Körperseitenverteilung der Kreuzbandrupturen

Bei den Tieren mit Kreuzbandruptur waren 42 Tiere (23 %) rechts, 52 Tiere (28 %) links und 90 Tiere (49 %) beiderseitig betroffen.

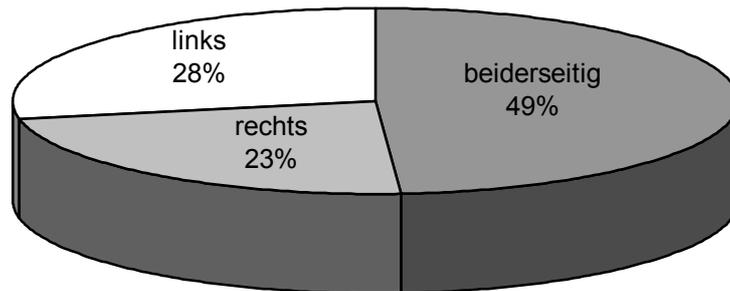


Abbildung 34: Körperseitenverteilung der Kreuzbandrupturen.

4.2.4.6 Rassenverteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur

Die Gruppe der Tiere mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes setzte sich folgendermaßen zusammen: 54 (29 %) Mischlingshunde, 32 (17 %) Rottweiler, 24 (13 %) Labrador Retriever 12 (6,5 %) Boxer, je 8 (4 %) Golden Retriever und Deutsche Schäferhunde, je 4 (2 %) Amerikanische Cocker Spaniel und Berner Sennenhunde, je 3 Akita Inu und Dalmatiner, je 2 Beagles, Bernhardiner, Chow Chow, Entlebucher Sennenhunde, Pitbull und Sibirischer Husky. Verschiedene andere Rassen waren mit einem Tier vertreten.

Rasse	Anzahl Tiere	Rasse	Anzahl Tiere
Mischling	54	Australian Shepherd	1
Rottweiler	32	Bearded Collie	1
Labrador Retriever	24	Border Collie	1
Boxer	12	Britany Spaniel	1
Deutscher Schäferhund	8	Chesapeake Bay Retriever	1
Golden Retriever	8	Deutsch Drahthaar	1
Am. Cocker Spaniel	4	Deutsch Kurzhaar	1
Berner Sennenhund	4	English Setter	1
Akita Inu	3	Königspudel	1
Dalmatiner	3	Landseer	1
Beagle	2	Mastiff	1
Bernhardiner	2	Münsterländer	1
Chow Chow	2	Neufundländer	1
Entlebucher Sennenhund	2	Owtscharka	1
Pitbull	2	Samojede	1
Sibirischer Husky	2	Springer Spaniel	1
Staffordshire Bullterrier	2	Magyar Vizsla	1
Alaskan Malamute	1	Gesamt	184

Tabelle 15: Verteilung der Rassen mit Kreuzbandruptur.

Die Mischlinge mit Kreuzbandruptur gehörten den in Tabelle 16 aufgeführten Kreuzungen an.

Rasse	Anzahl Tiere	Rasse	Anzahl Tiere
Labrador-Mischling	11	Chow Chow-Mischling	1
DSH-Mischling	7	Briard-Mischling	1
Mischling	7	Beagle-Mischling	1
Rottweiler-Mischling	5	Collie-Mischling	1
Neufundländer-Mischling	3	Hirtenhund-Mischling	1
Akita Inu-Mischling	2	Labrador / Dogge-Mischling	1
Berner Sennenhund-Mischling	2	Labrador / Pitbull-Mischling	1
Golden Retriever-Mischling	2	Landseer-Mischling	1
Labrador / Rottweiler-Mischling	2	Leonberger-Mischling	1
Terrier-Mischling	2	Sheltie-Mischling	1
Akita Inu / Chow Chow-Mischling	1	Gesamt	54

Tabelle 16: Verteilung der Mischlinge mit Kreuzbandruptur.

4.2.5 Rassenspiegel

4.2.5.1 Poliklinisch vorgestellte Hunde der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen im Jahre 1996

Von den insgesamt 5432 vorgestellten Hunden zählten 1065 zu den Mischlingen (19,6 %).

Die restlichen Tiere verteilten sich auf 134 Rassen. Die Rassen sind in alphabetischer Reihenfolge in Tabelle 17 aufgeführt.

Rasse	Anzahl	Rasse	Anzahl	Rasse	Anzahl
Afghane	8	Dobermann	120	Münsterländer	33
Airedale Terrier	40	Dogge	62	Neufundländer	40
Akita Inu	15	English Setter	3	Norwich Terrier	2
Amerik. Eskimohund	2	Englische Bulldogge	4	Owczarek	2
Appenzeller Sennenhund	10	Englischer Pointer	3	Owtcharka	3
Australian Shepherd	12	Entlebucher Sennenhund	10	Papillon	1
Australian Terrier	1	Eurasier	24	Pekinese	25
Barsoi	4	Fila Brasileiro	1	Pitbull Terrier	21
Basset	16	Flat coated Retriever	9	Pon	12
Bayer. Gebirgsschweißhd.	16	Fox Terrier	45	Pudel	144
Beagle	43	Foxhound	1	Pudelpointer	6
Bearded Collie	29	Franz. Bulldogge	7	Pyrenäen-Berghund	6
Belg. Schäferhund	9	Golden Retriever	191	Rauhhaardackel	207
Berger de Beauce	1	Gordon Setter	8	Rehpinscher	14
Berger de Brie	2	Greyhound	6	Rhodesian Ridgeback	26
Berger des Pyrenés	2	Griffon	3	Riesenschnauzer	103
Berner Sennenhund	123	Grönlandhund	2	Rottweiler	248
Bernhardiner	46	Hirtenhund	8	Saluki	6
Bichon Frisé	1	Hovawart	40	Samojede	5
Bobtail	24	Irischer Wolfshund	17	Schappendoes	1
Bologneser	5	Irish Setter	50	Schweizer Sennenhund	8
Bordeaux Dogge	6	Irish Terrier	6	Scottish Terrier	6
Border Collie	25	Jack Russell Terrier	52	Shar Pei	6
Border Terrier	4	Jagdterrier	35	Sheltie	7
Boston Terrier	14	Kanad. Schäferhund	41	Shi Tzu	20
Bouvier	11	Kerry Blue Terrier	1	Sibirischer Husky	68
Boxer	172	Königspudel	9	Silky Terrier	2
Bretonischer Spaniel	5	Kromfohländer	1	Sivas Kangal	2
Briard	27	Kurzhaardackel	16	Soft Weaten Coated Terrier	4
Bullterrier	28	Kuvasz	41	Spitz	5
Cairn Terrier	23	Labrador	103	Springer Spaniel	6
Cavalier King Charles Sp.	15	Laika	1	Stafford Terrier	45
Chi hua hua	23	Landseer	7	Tervüren	1
Chow Chow	23	Langhaardackel	124	Tibet Mastiff	1
Cocker	100	Leonberger	7	Tibet Terrier	12
Collie	44	Lhasa Apso	4	Tiroler Bracke	5
Coton de Tulear	5	Magyar Vizsla	8	Weimaraner	6

Dalmatiner	40	Malamute	10	Welsh Terrier	12
Dandie Dinmont Terrier	1	Malinois	8	West Highl. White Terrier	117
Deerhound	2	Malteser	22	Whippet	7
Deutsch Drahthaar	41	Mastiff	6	Wolfspitz	12
Deutsch Kurzhaar	32	Mastino Neapolitano	10	Yorkshire Terrier	107
Deutsch Langhaar	9	Mischling	1065	Zwergschnauzer	17
Deutsche Wachtel	16	Mittelschnauzer	49	Zwergspitz	5
Deutscher Schäferhund	722	Mops	8	Gesamt	5432

Tabelle 17: Rassenverteilung der im Jahr 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen poliklinisch vorgestellten Hunde in alphabetischer Reihenfolge.

Mit Abstand die häufigste Rasse ist der Deutsche Schäferhund (722 Tiere = 16,5 % der Rassehunde), gefolgt vom Rottweiler (248 Tiere = 5,7 %), Rauhaardackel (207 Tiere = 4,7 %), Golden Retriever (191 Tiere = 4,4 %) und Boxer (172 Tiere = 3,9 %). Die häufigsten Rassen mit mindestens 50 Tieren sind in Abbildung 35 graphisch dargestellt.

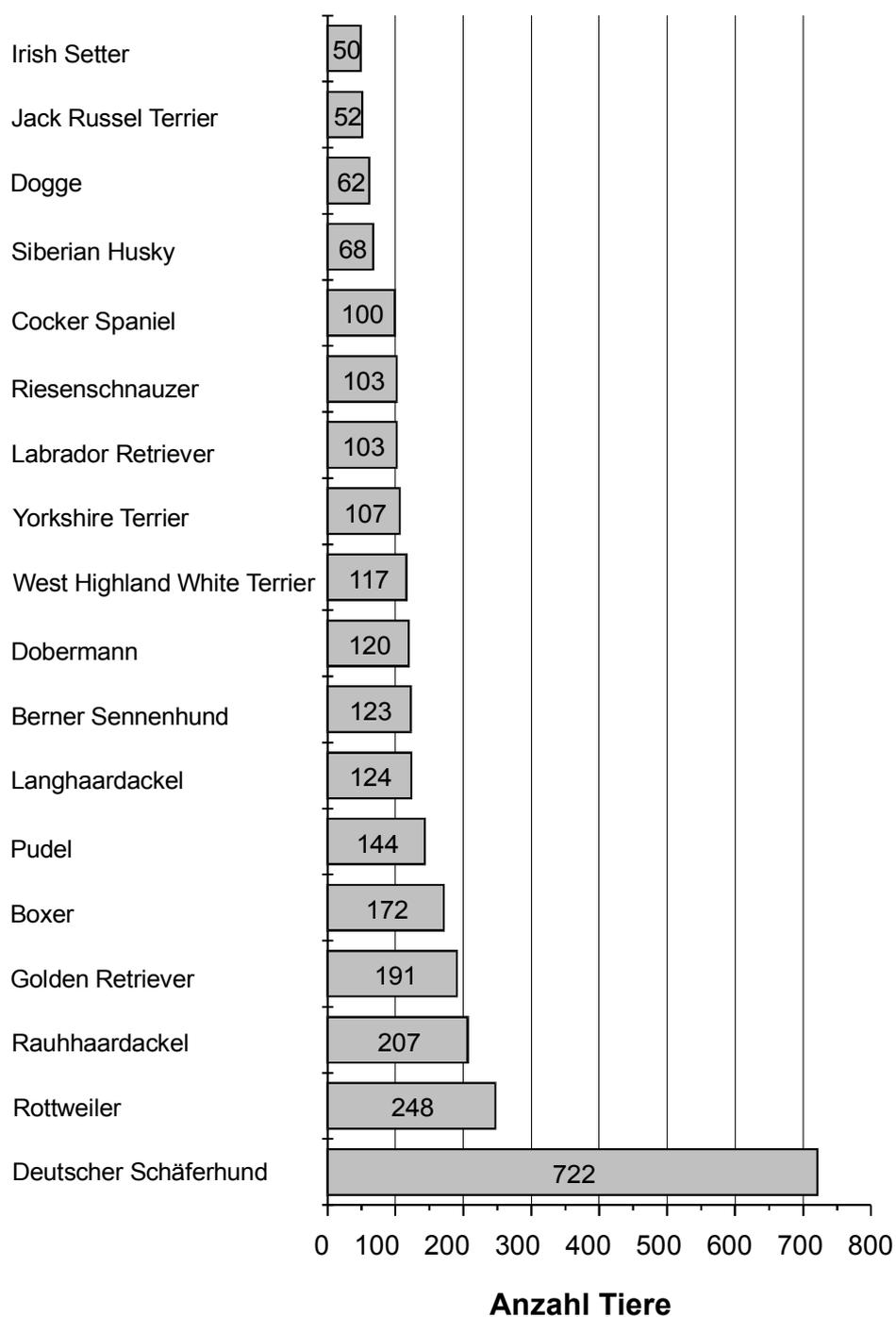


Abbildung 35: Verteilung der im Jahr 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen poliklinisch vorgestellten häufigsten Rassen mit mindestens 50 Tieren.

4.2.5.2 Stationär behandelte Hunde der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen im Jahre 1996

Im Jahr 1996 wurden 973 Hunde stationär behandelt. Sie verteilten sich auf 105 Rassen und Mischlinge. Der Anteil der Mischlingshunde betrug 213 Tiere (= 22 %). Von diesen 973 Hunden wurden 56 Tiere wegen einer Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale vorgestellt. In Tabelle 18 sind die Rassen in alphabetischer Reihenfolge aufgeführt.

Rasse	Anzahl Tiere	Ruptur	Rasse	Anzahl Tiere	Ruptur
Afghane	2		Kanad. Schäferhund	3	
Airedale Terrier	3		Kleiner Münsterländer	7	
Akita Inu	2		Königspudel	3	
Appenzeller Sennenhund	2		Kurzhaardackel	3	
Australian Shepherd	3	1	Kuvasz	4	1
Barsoi	1		Labrador Retriever	16	3
Bayer. Gebirgsschweißhund	4		Landseer	1	
Beagle	7	2	Langhaardackel	12	
Bearded Collie	5		Lhasa Apso	1	
Belg. Schäferhund	1		Malamute	2	
Berner Sennenhund	30	2	Malinois	1	
Bernhardiner	10	1	Malteser	3	
Bobtail	1		Mastiff	3	
Bologneser	1		Mastino Neapolitano	2	
Border Collie	4		Mischlinge	213	15
Border Terrier	2	1	Mittelschnauzer	6	
Boston Terrier	2		Mops	1	
Boxer	18	4	Neufundländer	5	1
Bretonischer Spaniel	1		Norwich Terrier	3	
Briard	2		Pekinese	3	
Bullterrier	9		Picard	1	
Cairn Terrier	2		Pinscher	1	
Cav. King Charles Spaniel	2		Pitbull	9	2
Chi hua hua	4		Pon	1	1
Chow Chow	5	1	Posavski Gonic	1	
Cocker	14		Pudel	21	
Collie	11		Pudelpointer	2	
Dachsbracke	2		Rauhhaardackel	53	
Dalmatiner	6		Rehpinscher	3	
Deutsch Drahthaar	5	1	Rhodesian Ridgeback	1	

Deutsch Kurzhaar	3		Riesenschnauzer	9	
Deutsch Langhaar	2	1	Rottweiler	49	7
Deutscher Schäferhund	145	3	Saluki	1	
Dobermann	29		Schweizer Sennenhund	1	
Dogge	13	1	Scottish Terrier	1	
Entlebucher Sennenhund	2		Shar Pei	1	
Eurasier	2		Shi Tzu	2	
Fila Brasileiro	2		Sibirischer Husky	5	1
Flat coated Retriever	2		Spitz	1	
Fox Terrier	4		Staffordshire Terrier	8	1
Foxhound	1		Terrier	1	
Franz. Bulldogge	2		Tervüren	1	
Golden Retriever	26	1	Tibet Terrier	4	
Gordon Setter	2		Tiroler Bracke	3	
Greyhound	1		Wachtel	5	
Griffon	1		Weimaraner	1	
Hirtenhund	3		WHWT	16	4
Hovawart	6		Whippet	1	
Hütehund	2		Wolfspitz	3	
Irischer Wolfshund	2		Yorkshire Terrier	33	
Irish Setter	9		Zwergpinscher	2	
Irish Terrier	1		Zwergschnauzer	5	
Jack Russell Terrier	10	1	Zwergspitz	1	
Jagdterrier	3		Gesamt	973	56

Tabelle 18: Rassenverteilung der 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen stationär behandelten Hunde in alphabetischer Reihenfolge.

Die häufigsten Rassen mit mindestens 10 Tieren sind in Abbildung 36 graphisch dargestellt.

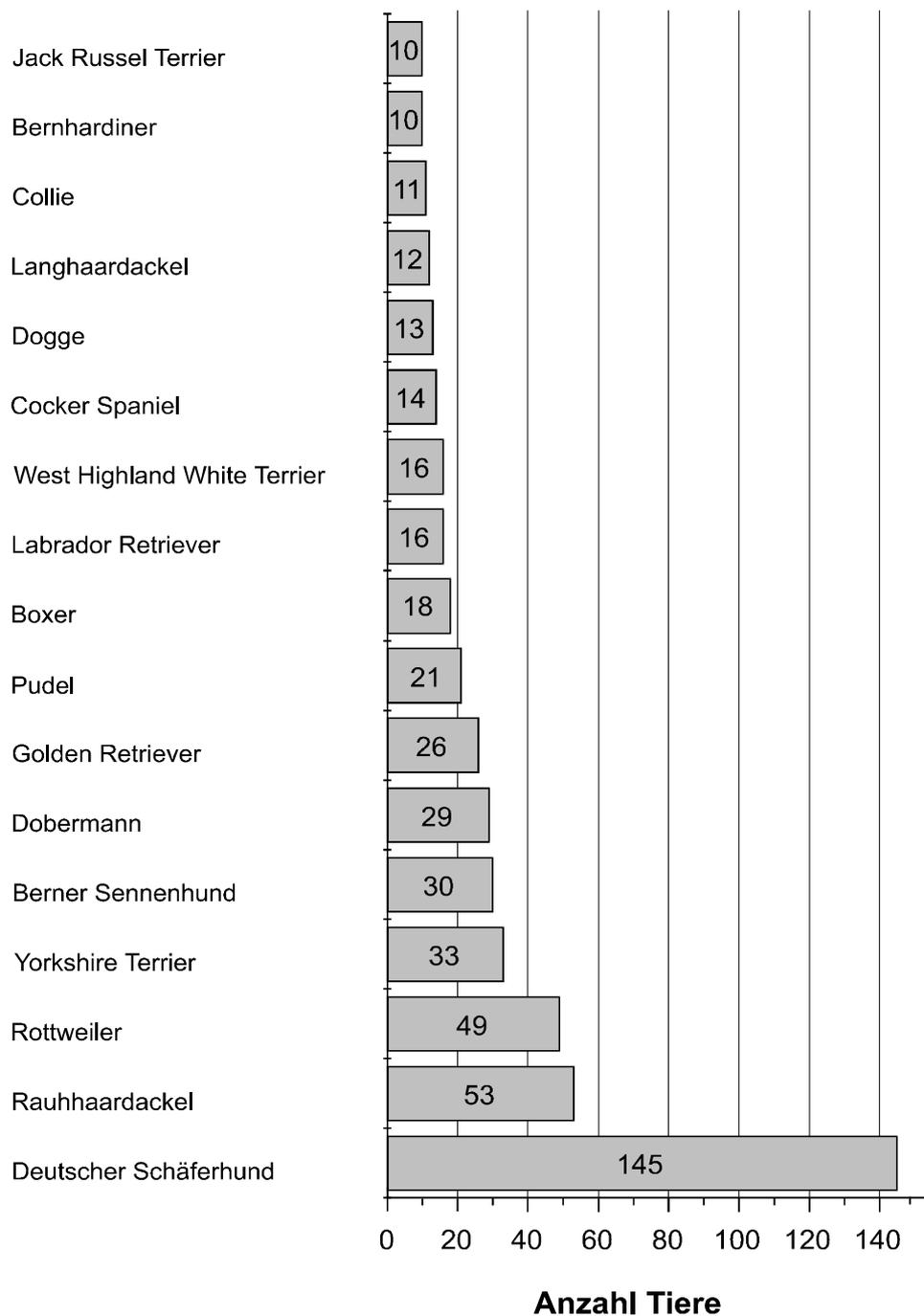


Abbildung 36: Verteilung der häufigsten Rassen mit mindestens 10 Tieren der im Jahr 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen stationär behandelten Hunde.

Von den 973 stationär behandelten Hunden hatten 56 Tiere eine Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale. Die Rassenverteilung dieser Kreuzbandrupturpatienten ist in Tabelle 16 aufgeführt.

Rasse	Anteil mit Ruptur	Anteil in %
Mischlinge	15 von 213 Tieren	7 %
Deutscher Schäferhund	3 von 145 Tieren	2 %
Rottweiler	7 von 49 Tieren	14 %
Boxer	4 von 18 Tieren	22 %
Labrador Retriever	3 von 16 Tieren	19 %
West Highland White Terrier	4 von 16 Tieren	25 %
Pitbull	2 von 9 Tieren	22 %
Beagle	2 von 7 Tieren	29 %

Tabelle 19: Prozentualer Anteil der 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen stationär behandelten Hunde mit Kreuzbandruptur innerhalb ihrer Rasse.

Die Altersverteilung der 1996 stationär behandelten Hunde ist in Abbildung 37 graphisch dargestellt.

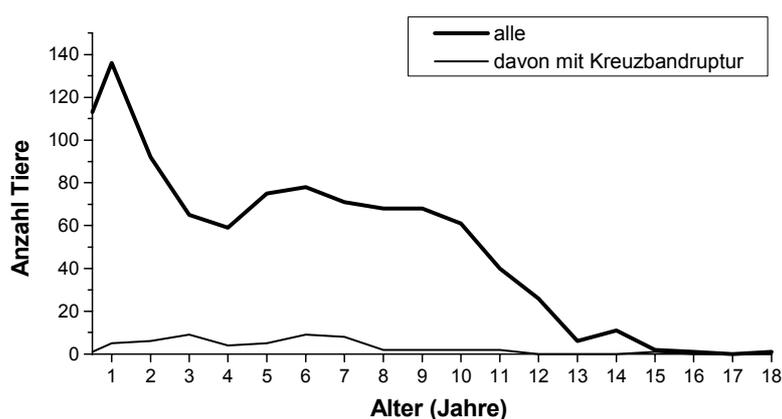


Abbildung 37: Altersverteilung der 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen stationär behandelten Hunde.

Die Geschlechterverteilung der 1996 stationär behandelten Hunde ist in Tabelle 20 aufgeführt. Es wurden 566 (58 %) männliche und 407 (42 %) weibliche Tiere behandelt. Insgesamt waren 162 Tiere (16,6 %) kastriert.

	Anzahl Tiere	davon mit Kreuzbandruptur
männlich	495	16
männlich kastriert	71	5
weiblich	316	20
weiblich kastriert	91	15
Gesamt	973	56

Tabelle 20: Geschlechterverteilung der 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus-Liebig-Universität Gießen stationär behandelten Hunde.

5 Diskussion

5.1 Statistische Analyse der Population mit Kreuzbandruptur

5.1.1 Alter der Tiere mit Kreuzbandruptur

Das durchschnittliche Lebensalter der 184 Tiere mit Kreuzbandruptur betrug 5,7 Jahre. Rottweiler (3 $\frac{3}{4}$ Jahre) waren zum Zeitpunkt der Erkrankung bedeutend jünger als Labrador Retriever (5 Jahre), Boxer (5 Jahre) und Golden Retriever (6 $\frac{1}{2}$ Jahre). Deutsche Schäferhunde hatten ein sehr hohes durchschnittliches Lebensalter (7 $\frac{1}{4}$ Jahre). Diese Unterschiede erwiesen sich als statistisch signifikant.

Die Bestimmung der gesunden Population erforderte eine konkrete Abgrenzung. Der Ausschluss von Tieren mit einem Lebensalter unter 6 Jahren erfolgte in Anlehnung an verschiedene Aussagen aus der Literatur, aus denen hervorgeht, dass das mittlere Alter der Tiere mit Kreuzbandruptur zwischen 5 und 7 Jahren liegt (PAATSAMA 1952, DE ANGELIS u. LAU 1970, BARNES 1977, ARNOCKY u. MARSHALL 1981, VASSEUR et al. 1985, BRUNNBERG 1987, ARNOCKY 1988). REIF u. PROBST (2003) wählten sogar nur über achtjährige Tiere ohne Kreuzbandruptur für die Vergleichsgruppe aus.

In der vorliegenden Studie beträgt das mittlere Alter der Rupturpatienten 5,7 Jahre. Auffällig sind die zwei Spitzen in der Altersverteilung. Die erste Spitze besteht bei den Tieren im Alter von 2 bis 3 Jahren und die zweite Spitze bei Tieren zwischen 5 und 8 Jahren. Dieses Ergebnis entspricht der Altersverteilung, die von SINGLETON (1969), DENNY u. WINTER (1973), DENNY (1985) und DENNY et al. (1987) beschrieben wurde. Im Bereich der ersten Spitze ist der Rottweiler am stärksten vertreten. Das Durchschnittsalter der Rottweiler mit Ruptur liegt mit 3,75 Jahren deutlich unter dem Gesamtdurchschnitt. Dies stimmt mit den Beobachtungen von BENNETT (1988) und ROBINS (1990) überein, die ebenfalls die deutliche Mehrheit von Rottweilern unter den jungen Rupturpatienten feststellen. Deutsche Schäferhunde dagegen werden mit einem hohen Durchschnittsalter von 7 $\frac{1}{4}$ Jahre wegen Kreuzbandruptur vorgestellt. Labrador Retriever und Boxer liegen mit ca. 5 Jahren dazwischen. Demnach ist bei Rottweilern bereits im früheren Lebensalter mit Kreuzbandruptur zu rechnen.

Auffallend ist weiterhin, dass beiderseits betroffene Hunde im Durchschnitt 1,4 Jahre jünger waren als einseitig von Kreuzbandruptur betroffene Tiere. Dies könnte auf eine besonders hohe Disposition für Kreuzbandruptur bei einzelnen Individuen hinweisen.

Zu berücksichtigen ist, dass bei einigen Tieren der genaue Rupturzeitpunkt nicht bekannt bzw. nicht nachvollziehbar war. Hierdurch kam es bei ihnen zur Verschiebung des Rupturalters nach oben, was zu einer leichten Veränderung der Statistik führt.

Die Altersverteilung im Rassenspiegel der 1996 in Gießen stationär behandelten Hunde ergibt einen deutlichen Gipfel bei den einhalb- bis einjährigen Hunden, schnellen Abfall bei zwei- bis vierjährigen Tieren, leichten Anstieg im Altersbereich von vier bis zehn Jahren und stetigen Abfall bei Tieren über zehn Jahre.

Davon unterscheidet sich die Lebensalterkurve der Rupturpatienten deutlich im Bereich der ersten zwei Lebensjahre, in diesem Alter erkrankten seltener Tiere an Kreuzbandruptur. In den Altersgruppen der Dreijährigen und der Fünf- bis Siebenjährigen erkrankten jedoch viele Tiere an Kreuzbandruptur. Dazwischen war die Erkrankungsrate deutlich geringer.

5.1.2 Körpermasse und Ernährungszustand

Tiere mit einseitiger Kreuzbandruptur waren im Durchschnitt 6,4 Jahre alt und hatten eine durchschnittliche Körpermasse von 35,5 kg (ebenso wie die Tiere ohne Kreuzbandruptur). Hunde mit beiderseitiger Kreuzbandruptur hatten ein durchschnittliches Alter von 5 Jahren und eine mittlere Körpermasse von 40 kg.

In der Gruppe der als untergewichtig eingeschätzten Hunde hatten nur 26,6 % der Tiere eine Kreuzbandruptur. Dagegen waren 60,7 % der übergewichtigen Hunde an Kreuzbandruptur erkrankt.

Wie erwartet besteht ein signifikanter Körpergewichtunterschied zwischen männlichen und weiblichen Tieren. Die Rüden sind im Durchschnitt fast fünf Kilogramm schwerer als Hündinnen. Auffällig ist, dass innerhalb eines Geschlechtes Tiere mit Ruptur im Durchschnitt drei Kilogramm schwerer sind als gesunde Tiere.

In der eigenen Untersuchung befinden sich die meisten Tiere mit Kreuzbandruptur in den Gewichtsklassen zwischen 30 und 50 kg KM. In den unteren Gewichtsklassen bis 29 kg KM sind Hündinnen auffallend häufiger vertreten als Rüden. In den oberen Gewichtsklassen ab 40 kg KM sind dagegen die männlichen Tiere häufiger vertreten als weibliche Tiere. In der Gewichtsklasse der 30 bis 39 kg schweren Hunde ist das Geschlechterverhältnis ausgewogen.

Der Ernährungszustand wurde bei 251 Tieren dokumentiert. Es wird deutlich, dass übergewichtige Tiere häufiger unter den Rupturpatienten vertreten waren als normalgewichtige Tiere. Fast zwei Drittel der übergewichtigen Tiere litt an Kreuzbandruptur, während von den Normalgewichtigen nur ca. ein Drittel der Tiere betroffen war. Dieses bestätigt, wie bereits von vielen Autoren beschrieben wurde (PAATSAMA 1952, RUDY 1974, HOHN u. NEWTON 1975, ARNOCKY u. MARSHALL 1981 und ARNOCKY 1985, ROBINS 1990), dass erhöhte Körpermasse prädisponierend für Kreuzbandrupturen ist. Einige Autoren (TIPTON et al. 1970, CAMPBELL 1977, HENDERSON u. MILTON 1978) vermuten, dass der durch Übergewicht bedingte Bewegungsmangel zur Schwächung des Kreuzbandes führt. Weiterhin könnte Übergewicht auch zur chronischen Überbelastung des Kreuzbandes führen und die Ruptur provozieren.

Der mittlere Körpermassenunterschied zwischen den Tieren mit einseitiger und mit beiderseitiger Kreuzbandruptur beträgt ca. 5 kg. Diese beachtliche Differenz zeigt, dass Hunde mit höherer Körpermasse, ob rassebedingt oder wegen Übergewichtigkeit, eine größere Prädisposition zu Kreuzbandruptur haben als leichtere Tiere.

Bei der Aufteilung der Tiere mit Kreuzbandruptur nach Gewichtsgruppen und Alter kann hier, wie auch in der Arbeit von REESE (1995), festgestellt werden, dass mit zunehmendem Körpergewicht die Tiere zum Rupturzeitpunkt immer jünger sind.

In der Publikation von MORRIS u. LIPOWITZ (2001), betrug die mittlere Körpermasse der Hunde mit Ruptur 37,9 kg und ohne Ruptur 35,9 kg.

5.1.3 Geschlechterverteilung

In der Gruppe der Tiere mit Kreuzbandruptur waren die Geschlechter fast zu gleichen Teilen vertreten (49 % männliche und 51% weibliche Patienten).

Der Anteil der Hündinnen mit Kreuzbandruptur aus der weiblichen Gesamtpopulation war mit 64 % deutlich höher als bei den Rüden mit einem Anteil von nur 47 %. Auch bei Betrachtung der Geschlechteraufteilung im Rassenspiegel der 1996 an der Chirurgischen Veterinärklinik in Gießen stationär wegen Kreuzbandruptur behandelten Tiere wird dies deutlich. Hier beträgt das Verhältnis 21 männliche zu 35 weibliche Hunde mit Kreuzbandruptur. Das vermehrte Auftreten von Kreuzbandruptur bei Hündinnen stimmt mit den Aussagen von GAMBARDELLA et al. (1981), FLO (1983) und MOORE u. READ (1995) überein.

Der Einfluss der Kastration geht aus den statistischen Ergebnissen deutlich hervor. Der Anteil kastrierter Tiere ist bei Kreuzbandrupturpatienten wesentlich höher (65 %) als bei der Gruppe ohne Kreuzbandruptur (42 %). Ähnliche Verteilungen fanden auch DUVAL et al. (1999). Diese Ergebnisse deuten auf einen Zusammenhang zwischen Kastration und Kreuzbandruptur hin. Weitere Untersuchungen über diesen potentiellen Zusammenhang sind notwendig. Insbesondere hormonelle Einflüsse, der Einfluss der Kastration auf die Körpermasse und der Einfluss des Alters des Patienten zum Zeitpunkt der Kastration müssten berücksichtigt werden, um herauszufinden, ob die Kastration im frühen Lebensalter ein Risikofaktor für Kreuzbandruptur darstellt.

In den Vereinigten Staaten von Amerika werden die meisten Hunde bereits im ersten Lebensjahr kastriert. In der vorliegenden Untersuchung stammt etwa die Hälfte der Hunde aus dem Nordwesten der Vereinigten Staaten. Dies erklärt die deutlich größere Zahl kastrierter Tiere im Vergleich zum Rassenspiegel der 1996 in Gießen stationär behandelten Tiere. Der Anteil kastrierter Tiere ist in Deutschland bedeutend geringer.

Wie die Statistik von DANCKERT (1997) und die Gießener Ergebnisse zeigen, werden in Deutschland Hündinnen häufiger kastriert als Rüden.

5.1.4 Körperseitenverteilung der Kreuzbandruptur

Das von einigen Autoren (SMITH u. TORG 1985, BRUNNBERG 1987, LAITINEN 1994, MOORE u. READ 1995; REESE 1995, MORRIS u. LIPOWITZ 2001) erwähnte vermehrte linksseitige Auftreten von Kreuzbandruptur wird in vorliegender Arbeit bestätigt. Von einseitiger Kreuzbandruptur waren zu 55 % die linken Kniegelenke und zu 45 % die rechten Kniegelenke betroffen.

49 % der Patienten hatten beiderseitige Kreuzbandrupturen. Diese Tiere verteilen sich auf verschiedene Rassen (23 Mischlinge, 21 Rottweiler, 15 Labrador Retriever, 5 Boxer, je 3 Akita Inu und Berner Sennenhunde, je 2 Dalmatiner, Deutscher Schäferhund, Cocker Spaniel, Pitbull und Golden Retriever sowie je einer aus verschiedene Rassen). Andere Autoren berichten von geringeren Zahlen beiderseitig betroffener Tiere: ROBINS (1990) fand 10 - 25 %, MOORE u. READ (1995) 20 - 40 %, MORRIS u. LIPOWITZ (2001) 18%, DOVERSPIKE (1993) und DUVAL (1999) diagnostizierten 37 % bilaterale Kreuzbandrupturen. In der vorliegenden Arbeit wurden bei allen Tieren beide Hintergliedmaßen klinisch und radiologisch untersucht. Dadurch konnten mehr beiderseitig betroffene Hunde ermittelt werden. Bei vielen Patienten,

bei denen nur eine Hintergliedmaße klinisch auffällig war, zeigte der Röntgenbefund der Gegenseite bereits deutliche Anzeichen von Veränderungen, wie sie bei Kreuzbandruptur auftreten. Diese Tiere wurden der Gruppe beiderseits erkrankter Tiere zugeordnet. Die Erkenntnis, dass ein so großer Anteil der Hunde beiderseitig von Kreuzbandrupturen betroffen ist, zeigt, dass bei Patienten mit offensichtlicher einseitiger Kreuzbandruptur, eine genaue klinische und radiologische Untersuchung der Gegenseite durchgeführt werden muss.

5.1.5 Rassenverteilung

Der Vergleich der Rassenhäufigkeit zwischen den stationär und den poliklinisch vorgestellten Hunden in der Chirurgischen Veterinärklinik in Gießen im Jahre 1996 ergibt keine nennenswerte Unterschiede. Ein Fünftel der Patienten sind Mischlinge (20% Poliklinik : 22% stationär). An erster Stelle der Popularität reinrassiger Hunde steht der Deutsche Schäferhund (17% Poliklinik : 19% stationär), gefolgt vom Rottweiler (je 6% Poliklinik und stationär), Rauhaardackel (5% Poliklinik : 7 % stationär), Golden Retriever (4% Poliklinik : 3 % stationär) und Boxer (4% Poliklinik : 2% stationär). Yorkshire Terrier, Dobermann und Berner Sennhund sind gleich häufig vertreten (je 3% Poliklinik : 4% stationär).

Der Vergleich des Gießener Patientengutes mit dem aus der Tierklinik der Universität in München (DANCKERT 1997) ergibt jedoch die größere Häufigkeit kleiner Rassen im Süddeutschen Raum und deutlich geringere Häufigkeit von Rottweilern. Der Rottweiler befindet sich an 23. Stelle. Die Rassen Deutscher Schäferhund und Rauhaardackel sind in beiden Statistiken an erster bzw. zweiter Stelle. Der Deutsche Schäferhund erfreut sich in der Gießener Statistik einer dreifach größeren „Popularität“, in der Münchener Statistik sogar einer fünfzehnfach größeren „Popularität“ als der Rottweiler. Diese Ergebnisse lassen auf regionale Unterschiede in der Rassenhäufigkeit schließen.

Mischlingshunde kommen in unseren Untersuchungen mit Abstand in wesentlich größerer Anzahl vor als reinrassige Tiere.

Etwa die Hälfte der Hunde stammen aus dem Nordwesten der Vereinigten Staaten von Amerika. Daher handelt es sich in dieser Arbeit um eine „Mischpopulation“, die keine regionale Repräsentationseigenschaft hat. Im Nordwesten der Vereinigten Staaten sind die Rassen Labrador Retriever und Cockerspaniel häufiger vertreten als in Deutschland. Dies erklärt den hohen Anteil an Labrador Retrievern in der vorliegenden Arbeit. In den Vereinigten Staaten erscheint der Labrador Retriever als Hauptvertreter für

Kreuzbandrupturen (persönliche Mitteilung, OST 1997). Dies wird auch in den amerikanischen Vergleichsstudien von MORRIS u. LIPOWITZ (2001), WILKE et al. (2002) und REIF u. PROBST (2003) deutlich.

Von den 184 Tieren mit Kreuzbandruptur in eigener Untersuchung sind Mischlingshunde mit 54 Tieren (29 %) an erster Stelle vertreten, gefolgt von 32 Rottweilern (17 %), 24 Labrador Retrievern (13 %), 12 Boxern (6,5 %). Die restlichen Tiere verteilen sich auf 49 Rassen. Der Deutsche Schäferhund hatte nur einen Anteil von 4 %.

Von den 56 im Jahre 1996 in Gießen stationär wegen Kreuzbandruptur behandelten Tieren sind Mischlingshunde mit 15 Tieren (27 %) an erster Stelle vertreten, gefolgt von 7 Rottweilern (12,5 %), je 4 Boxern und 4 West Highland White Terriern (7 %) sowie je 3 Deutschen Schäferhunden und 3 Labrador Retrievern (5 %).

Diese zwei Gruppen von Kreuzbandrupturpatienten stimmen, mit Ausnahme des Labrador Retriever, fast überein. Obwohl der Labrador Retriever im Gießener Rassenspiegel an zehnter Stelle (stationär) bzw. an zwölfter (Poliklinik) vertreten ist, steht er in der Population mit Ruptur an vierter (3 von 56 Tieren) bzw. an zweiter (24 von 184 Tieren) Stelle.

Der Rottweiler befindet sich im Gießener Rassenspiegel an zweiter (Poliklinik) bzw. dritter (stationär) Stelle der Rassenhäufigkeit. Bei den Kreuzbandrupturpatienten erscheint er jedoch als Hauptvertreter.

Deutsche Schäferhunde sind im Rassenspiegel mit Abstand die häufigste Rasse. Bei den Kreuzbandrupturpatienten sind sie jedoch nur mit 8 Tieren an vierter bzw. fünfter Stelle (mit Golden Retriever) vertreten.

Der Dobermann weist im Rassenspiegel eine ähnliche Häufigkeit auf wie der Boxer. Unter den Kreuzbandrupturpatienten tritt der Boxer jedoch wesentlich häufiger in Erscheinung als der Dobermann.

Verschiedene Autoren (PAATSAMA 1952, RUDY 1974, ARNOCZKY u. MARSHALL 1981 und ROBINS 1990, DUVAL et al. 1999) sehen die Hyperextensionsstellung der Hintergliedmaße als prädisponierend für Kreuzbandruptur an. Rassen, die diese Hyperextensionsstellung der Gliedmaßen sehr häufig zeigen, sind Akita Inu und Chow Chow. In der vorliegenden Arbeit kommen einige Vertreter dieser Rassen mit Kreuzbandruptur vor. Von 184 Tieren mit Kreuzbandruptur sind drei reinrassige Akita Inu, zwei reinrassige Chow Chow und vier Akita-Inu- bzw. Chow-Chow-Mischlinge. Dies entspricht einem Anteil von 4,9 %. Die drei reinrassigen Akita Inu, ein Chow Chow und ein Akita-Inu-Mischling hatten sogar eine beiderseitige Kreuzbandruptur. Im Rassenspiegel kommen diese beiden Rassen (Akita Inu

(15) und Chow Chow (23) von 5432 Tieren) in weniger als ein Prozent vor. Nach BRUNNBERG (1987) sind fünf Prozent der Patienten mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes junge Chow Chows (Durchschnittsalter 2,5 Jahre). Diese Ergebnisse zeigen deutlich die Prädisposition bei diesen zwei Rassen.

In der gesamten Rupturpopulation sind die Rassen Rottweiler, Labrador Retriever, Boxer, Akita Inu und Chow Chow überrepräsentiert. Auch innerhalb der Mischlingshunde mit Kreuzbandruptur erscheinen viele als Labrador- und Rottweiler-Mischlinge. Die Rassen Deutscher Schäferhund und Dobermann sind dagegen unterrepräsentiert.

PAATSAMA (1852), BENNETT (1988) und ROBINS (1990) stellten ebenfalls die deutliche Mehrheit von Rottweiler unter den Rupturpatienten fest. Die Meinung einiger Autoren (DENNY u. MINTER 1973, LEWIS 1974, BENNETT 1988), dass die erhöhte Häufigkeit dieser Rasse nur deren Popularität widerspiegeln, widerspricht die Tatsache, dass in der vorliegenden Untersuchung der Deutsche Schäferhund eine höhere Popularität hat, als Rupturpatient jedoch deutlich unterrepräsentiert ist. Andererseits hatten VASSEUR (1984) und SLOCUM u. DEVINE (1993) einen hohen Anteil Deutscher Schäferhunde unter ihren Rupturpatienten: VASSEUR (1984) 18 % und SLOCUM u. DEVINE (1993) 12 %. Von einem hohen Anteil an Boxern wird von PAATSAMA (1952), SINGLETON (1969), LEWIS (1974) und NIEBAUER (1982) berichtet. Labrador Retriever treten vermehrt bei LEWIS (1974) und SCAVELLI et al. (1990) unter den Rupturpatienten auf. Bei jungen Hunden mit einem Alter bis zwei Jahre finden DUVAL et al. (1999) eine Prädisposition für Kreuzbandrupturen bei Rottweiler, Labrador Retriever, Mastino, Akita Inu, Chow Chow, Bernhardiner, Neufundländer und Stafford bzw. Pitbull Terrier. Der Deutsche Schäferhund ist auch dort deutlich unterrepräsentiert.

Im Zusammenhang mit den Beobachtungen von LOTT (1988) und den in der vorliegenden Arbeit ermittelten Ergebnissen könnte für die geringe Rupturinzidenz und das Auftreten einer Kreuzbandruptur im höheren Alter bei Deutschen Schäferhunden folgende Erklärung gemacht werden: Der Deutsche Schäferhund hat einen durchschnittlichen Tibiaplateauneigungswinkel von $26,5^\circ$, der Boxer von $25,7^\circ$. Das Tibiaplateau des Deutschen Schäferhundes ist demnach im Durchschnitt „steiler“ als beim Boxer. Die Ergebnisse von LOTT (1988) zeigen, dass der Deutsche Schäferhund, verglichen zum Boxer, eine deutlich stärkere Winkelung in der Hinterhand hat. Dadurch kompensiert der Deutsche Schäferhund die Neigung des Tibiaplateaus, indem die effektive Neigung (Neigung des Plateaus + Winkelung des Kniegelenkes) geringer wird. Dadurch wird die kraniale Schubkraft der proximalen Tibia, und die Belastung auf das vordere Kreuzband geringer. Eine ähnliche Erklärung für das

verminderte Auftreten von Kreuzbandrupturen beim Deutschen Schäferhund geben DUVAL et al. (1999). Sie sehen eine vermehrte Stressbelastung auf das vordere Kreuzband durch die „steile“ Hintergliedmaßenkonformation bei bestimmten Rassen wie z. B. Labrador Retriever und Rottweiler im Gegensatz zur stärker abgewinkelten Hinterhand beim Deutschen Schäferhund.

Der Boxer neigt aufgrund der steileren Hinterhand zu einer Hyperextensionstellung. Dadurch sind seine vorderen Kreuzbänder einer vermehrten Belastung ausgesetzt. Die Prädisposition von Tieren mit Hyperextensionsstellungen der Hinterhand wurde mehrfach beschrieben (PAATSAMA 1952, RUDY 1974, ARNOCKY u. MARSHALL 1981, ROBINS 1990, DUVAL et al. 1999).

Man könnte die Hypothese aufstellen, dass ein Hund mit erhöhter Prädisposition für Kreuzbandriss durch großen Neigungswinkel des Tibiaplateaus diese Prädisposition durch eine stärkere Winkelung in der Hintergliedmaßenstellung aufhebt oder neutralisiert. Ein anderer Hund hingegen mit einem kleinen Neigungswinkel erhöht seine geringe Prädisposition durch eine steilere Hinterhand. Die horizontal gerichtete Scherkraft, welche die Hauptbelastung auf das Kreuzband ist, wird sowohl durch einen großen Neigungswinkel des Tibiaplateaus wie durch eine steile Hintergliedmaßenstellung vergrößert.

Mit Sicherheit spielen bei der Entstehung von Kreuzbandrupturen multiple Faktoren eine Rolle, wie z. B. Körpermasse, Ernährungszustand, Geschlecht, Kastration, Stellungsabweichungen der Hintergliedmaßen, Rassezugehörigkeit und Alter, so dass man von einer Faktorenerkrankung sprechen kann. Der Neigungswinkel des Tibiaplateaus ist einer dieser Faktoren.

Es sei darauf hingewiesen, dass in dieser Arbeit bei der Auswahl der Tiere zur Messung des Neigungswinkels eine Selektion nach Körpergröße stattgefunden hat. Es wurde zunächst von der in der Literatur (BENNETT 1988, ROBINS 1990, HULSE 1994) angegebenen Aussage ausgegangen, dass die Ruptur des vorderen Kreuzbandes in erster Linie eine Erkrankung größerer Hunde ist. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass auch Hunde kleinerer Rassen von Kreuzbandrupturen betroffen sind. BARNES (1977) zählte 14 Fälle von Kreuzbandrupturen bei kleinen Hunden (v. a. Pudel und Beagle) und 14 Fälle bei großen Hunden (v. a. Labrador und Golden Retriever). Auch in der vorliegenden Arbeit zeigt das Ergebnis des Rassenspiegels der im Jahre 1996 stationär behandelten Hunde, dass auffallend viele West Highland White Terrier, Pittbull Terrier und Beagle diese Erkrankung hatten.

5.2 Zur Wahl der Messmethode

Die in verschiedenen Veröffentlichungen beschriebenen Messmethoden sind teilweise sehr uneinheitlich, und die Ergebnisse variieren dementsprechend stark.

Voraussetzungen, die an eine Messmethode gestellt werden, sind gute Reproduzierbarkeit, einfache Durchführbarkeit und Zuverlässigkeit. Aus diesem Grund orientiert man sich bei Röntgenaufnahmen an gut erkennbaren und stets vorhandenen Strukturen als Markierungspunkte. Diese Strukturen können vielfältig sein (proximale, distale, kraniale, kaudale Begrenzungen, bestimmte markante anatomische Erscheinungen wie Knochenvorsprünge, Gruben, usw.). Es ist möglich sie mit geometrischen Funktionen zu verknüpfen (z. B. Schafthalbierende, Zentren von kreisförmigen Strukturen bestimmen). Digitale Röntgentechnik ermöglicht seit kurzem zuverlässigere Durchführung von Messungen an Röntgenaufnahmen.

Die Bestimmung der Tibiaachse war mit beiden Messmethoden („A“ und „B“) einfach durchzuführen, da sie von definierten anatomischen Strukturen abgeleitet wurde.

Die graphische Darstellung des Tibiaplateaus hingegen war mit Messmethode „A“ schwieriger als mit Messmethode „B“. In Methode „A“ wurde der Condylus tibialis medialis durch eine Tangente dargestellt. Das Anlegen der Tangente an dem von Tier zu Tier unterschiedlich stark konvexen medialen Kondylus lag im subjektiven Ermessen des Untersuchers und war aus diesem Grunde gewissen Abweichungen unterworfen.

Die für Messmethode „B“ benötigten Orientierungspunkte, die kraniale und kaudale Begrenzung des Condylus tibialis medialis, waren auf den meisten Röntgenaufnahmen leicht zu erkennen. Schwierigkeiten ergaben sich, wenn Osteophytenbildung am kaudalen Tibiaplateau dessen eindeutige Begrenzung verhinderten. Dies wurde auch von FETTIG et al. (2003) berichtet.

Zwei Röntgenaufnahmen, auf denen erhebliche Osteophytenbildung die Begrenzung des Tibiaplateaus beeinträchtigten, sind von der Untersuchung ausgeschlossen worden. Ebenso wurden drei Röntgenaufnahmen verworfen, auf denen die Gliedmaße nicht standardgemäß gelagert war.

Zur Verringerung methodischer Fehler wurden die Messungen stets von ein und derselben Person durchgeführt. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Methoden erfolgten die Messungen eines jeden Kniegelenkes dreimal an verschiedenen Tagen, um einen Memory-Effekt auszuschließen. Im Laufe der Voruntersuchungen konnte eine gewisse Erfahrung in der

Messmethode gewonnen werden. Neuere Untersuchungen (CAYLOR et al. 2001, BARONI et al. 2003, FETTIG et al. 2003, REIF u. PROBST 2003) beweisen, dass Erfahrung in der Messmethode ein wichtiger Faktor für die Zuverlässigkeit der ermittelten Messwerte ist.

Zur Bestimmung des Tibiaplateaus wurde der Condylus tibialis medialis verwendet. Der Condylus tibialis lateralis stellt sich röntgenologisch als erheblich kürzer und gebogener als der Condylus tibialis medialis dar. Außerdem wird der Condylus tibialis lateralis im mediolateralen Strahlengang in den Condylus tibialis medialis hineinprojiziert und ist somit schwieriger zu identifizieren. Aus den gleichen Gründen bevorzugen Autoren in der Humanmedizin (MOORE u. HARVEY 1974, LERAT et al. 1993, JIANG 1994, DEJOUR u. BONIN 1994) und Tiermedizin (SLOCUM, 1999) den medialen Kondylus für die Messungen des Neigungswinkels des Tibiaplateaus. DEJOUR u. BONIN (1994) und JIANG (1994) sind der Meinung, dass es sinnvoller ist, das mediale femorotibiale Kompartement zu messen als das laterale Kompartement. Sie begründen dieses damit, dass die Spannweite der Ergebnisse geringer ist, das mediale Plateau einer stärkeren Belastung ausgesetzt ist und deshalb früher degenerative Erscheinungen zeigt. Des Weiteren sind die Auswirkungen einer Kreuzbandruptur an der medialen Seite stärker als an der lateralen Seite.

Der Vergleich der Messwiederholbarkeit von Methode „A“ und „B“ zeigte eine etwas geringere Streuung der Messwerte mit Methode „B“. Der Vergleich der Varianzen und der Wiederholungsstandardabweichung ergab größere statistische Werte für Messmethode „A“ als für Messmethode „B“. Diese Ergebnisse sowie die Erfahrung, dass die Methode „B“ einfacher und schneller durchführbar war, veranlassten uns nach Beendigung der Voruntersuchungen zur Durchführung aller weiteren Untersuchungen mit Methode „B“.

Die von BARONI et al (2003) beschriebene alternative Messmethode und von REIF et al (2004) beschriebene Tangentialmethode entspricht in etwa der Messmethode „A“ und die konventionelle Messmethode entspricht der Messmethode „B“. In vorliegender Arbeit und in den Untersuchungen von REIF et al (2004) erwies sich Methode „A“ als ungenauer. BARONI et al (2003) berichten jedoch, dass ihre alternative Messmethode die zuverlässigere Methode ist. Vielleicht ist die Diskrepanz bedingt durch unterschiedliche Erfahrung der Untersucher mit der Messmethode.

5.3 Einfluss der Abduktion, Adduktion und der Rotation bei der Lagerung

Die Abduktion und die Adduktion der Tibia sind Effekte, die durch die Lagerungstechnik beeinflusst werden können, in erster Linie aber durch die individuelle Konstitution des Tieres bestimmt werden. Der Unterschenkel einer Gliedmaße mit Muskelatrophie oder Kachexie liegt dem Röntgentisch fast parallel auf. Vergrößerter Umfang des Oberschenkels durch starke Bemuskelung oder Verfettung bewirkt dagegen die „Anhebung“ der proximalen Tibia vom Röntgentisch, so dass dieser Teil filmfern geröntgt wird. Die Größe des Oberschenkelumfanges ist nicht beeinflussbar, jedoch kann durch Anheben der distalen Gliedmaße diesem Effekt entgegengewirkt werden. Das Ergebnis der durchgeführten Voruntersuchung zeigt, dass Veränderungen in der Abduktion oder Adduktion die radiologische Darstellung des Tibiaplateaus nicht signifikant beeinflussen.

Die Rotation um die Längsachse der Tibia kann durch die das Tier lagernde Person beeinflusst werden. Bei Supinationsbewegung rotiert die Tibia nach außen und bei Pronationsbewegung nach innen. Aus den Voruntersuchungen wird deutlich, dass der Einfluss der Rotation der Tibia auf die Projektion des Tibiaplateaus signifikant ist. Sowohl bei starker Einwärts- und Auswärtsdrehung kommt es zur scheinbaren Verkleinerung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus.

Zu den gleichen Schlussfolgerungen kam JIANG (1994) nach seinen Voruntersuchungen an menschlichen Kniegelenken. Er fand, dass bei Innen- und Außenrotation von 30° die Projektion des Tibiaplateaus signifikant verändert wird. Geringgradige Rotation von 15° hat keinen signifikanten Einfluss.

WILKE et al. (2002) und ABEL et al. (2003) sahen keinen Einfluss durch Rotation der Tibia. Sie führten aber keine Untersuchungen hierzu durch. Um zuverlässige Neigungswinkel messen zu können empfehlen REIF et al (2004) die korrekte laterale Lagerung der Tibia wobei sich die beiden Femurkondylen genau überlagern sollen. Eine Verschiebung der Gliedmaße nach kranioproximal oder kaudodistal verfälscht die Messwerte.

Aufgrund unserer Untersuchungsergebnisse wird empfohlen, bei der Lagerung zur Messung des Tibiaplateaus darauf zu achten, dass keine interne oder externe Rotation der Tibia erfolgt. Da die Ab- und Adduktion keinen signifikanten Einfluss auf die Messergebnisse hat, ist die Lagerung in dieser Ebene weniger kritisch.

5.4 Einfluss der Narkose bzw. Euthanasie auf die Lagerung der Tiere

Ob die Tiere im wachen, im narkotisierten Zustand oder kurz nach der Euthanasie geröntgt wurden, hatte keinen Einfluss auf die Lagerung. Die Lagerungstechnik erforderte keine schmerzauslösende Manipulationen am Tier, so dass die Hunde die Fixierung der Gliedmaße in der gewünschten Position bereitwillig duldeten und die Lagerung ohne Schwierigkeiten in korrekter Position durchzuführen war.

IRELAND et al. (1986) bestimmten das Momentanzentrum des Kniegelenkes an Röntgenbildern von Hunden im narkotisierten Zustand und nach der Euthanasie. Sie konnten keinen signifikanten Unterschied in der Lokalisation des Momentanzentrums bei narkotisierten oder getöteten Tieren feststellen und schlossen, dass der Muskeltonus keine signifikante Auswirkungen auf die Lokalisation dieses Punktes hat.

5.5 Vergleich der Neigungswinkel

5.5.1 Vergleich der Neigungswinkel zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur

Der Neigungswinkel des Tibiaplateaus betrug bei Hunden ohne Kreuzbandruptur im Durchschnitt $25,8^\circ$ im rechten und $26,0^\circ$ im linken Kniegelenk. Hunde mit einseitiger oder beiderseitiger Kreuzbandruptur hatten einen Neigungswinkel von $27,5^\circ$ (gesund/Ruptur) bzw. $27,4^\circ$ (Ruptur/gesund oder Ruptur/Ruptur) im rechten Kniegelenk und von $27,4^\circ$ (gesund/Ruptur) bzw. $27,6^\circ$ (Ruptur/gesund oder Ruptur/Ruptur) im linken Kniegelenk.

Der durchschnittliche Neigungswinkel war somit bei Hunden ohne Kreuzbandruptur um $1,7^\circ$ kleiner als bei Hunden mit Kreuzbandruptur. Eine leichte Abweichung ergab sich beim Vergleich der linken Kniegelenke: Hier war der Neigungswinkel von Hunden ohne Kreuzbandruptur im Durchschnitt $1,4^\circ$ kleiner als bei Hunden mit einseitiger Kreuzbandruptur der rechten Seite.

Die vorliegende Untersuchung zeigt signifikante und z. T. hochsignifikante Unterschiede im Neigungswinkel des Tibiaplateaus zwischen Hunden mit und ohne Kreuzbandruptur. Die Standardabweichungen ($\pm 3,6^\circ$ bis $\pm 4,4^\circ$) liegen in den gleichen Größenbereichen wie in den

humanmedizinischen Untersuchungen von MOORE (1974) ($\pm 3,6^\circ$), JIANG (1994) ($\pm 4^\circ$) und DEJOUR (1994) ($\pm 3^\circ$).

Die Vergleichsstudie von MORRIS u. LIPOWITZ (2001) an Kniegelenken von Hunden ohne Kreuzbandruptur ergab einen durchschnittlichen Neigungswinkel von $18,1^\circ$. Der Durchschnittswert von Hunden mit Kreuzbandriss betrug $23,8^\circ$ auf der betroffenen Seite und $24,7^\circ$ auf der kontralateralen Seite. Die Differenz beträgt $5,7^\circ$ (bzw. $6,6^\circ$) und ist deutlich größer als in der eigenen Untersuchung.

WILKE et al. (2002) erhielten Messwerte für gesunde Greyhounds von $22,5^\circ$, Labrador Retriever ohne Ruptur 28° und Labrador Retriever mit Ruptur von $25,6^\circ$. Auch hier wurde ein kleinerer Neigungswinkel bei gesunden Greyhounds gefunden, nicht jedoch innerhalb der beiden Labrador-Retriever-Gruppen. Innerhalb dieser Rasse war der durchschnittliche Neigungswinkel bei Tieren ohne Ruptur $2,4^\circ$ kleiner als bei Tieren mit Kreuzbandriss.

REIF u. PROBST (2003) verglichen ebenfalls die Neigungswinkel an Labrador Retrievern, ermittelten aber für beide Gruppen (mit Ruptur $23,5^\circ$ und ohne Ruptur $23,6^\circ$) keine signifikanten Unterschiede.

Der Vergleich aller vier veterinärmedizinischen Untersuchungen ergibt keine einheitlichen Ergebnisse: MORRIS u. LIPOWITZ (2001) fanden deutlich größere Neigungswinkelunterschiede für Tiere mit Ruptur, REIF u. PROBST (2003) fanden keinen Unterschied, WILKE et al. (2002) fanden größere Winkel bei Tieren ohne Ruptur innerhalb der Gruppe Labrador Retriever, jedoch kleinere Winkel bei Greyhounds.

Ursachen für diese Abweichungen liegen wahrscheinlich in den unterschiedlichen Messmethoden, unterschiedliche Erfahrung bei der Durchführung der Messungen, deutlich geringeren Patientenzahlen der amerikanischen Arbeiten (Verhältnis Gesund : Ruptur bei MORRIS u. LIPOWITZ (2001) 31 : 56, WILKE et al. (2002) 40 : 44, REIF u. PROBST (2003) 39 : 42) im Vergleich zu eigener Untersuchung (153 : 184). Eine Mindestaltersbestimmung bei der Wahl der Tiere ohne Kreuzbandruptur wie bei den Untersuchungen von REIF u. PROBST (2003) von 8 Jahren und den eigenen Untersuchungen von 6 Jahren erfolgte in den Arbeiten von MORRIS u. LIPOWITZ (2001) und WILKE et al. (2002) nicht. Die Gruppen der gesunden Tiere waren hier im Durchschnitt $4,8$ bzw. $3,7$ Jahre alt. Die Wahrscheinlichkeit, dass Tiere der Gruppe ohne Ruptur später doch noch an Kreuzbandruptur erkranken, ist daher viel größer.

Die Summe der im belasteten Kniegelenk wirkenden Kräfte teilt sich in vertikal gerichtete kompressive Kraft und in horizontal gerichtete Scherkraft. Die Erhöhung des

Neigungswinkels des Tibiaplateau (das Tibiaplateau wird steiler) bewirkt die Verschiebung der Kräfteverteilung. Die horizontal gerichtete Scherkraft wird um den Betrag größer, den die vertikal gerichtete Kompressionskraft kleiner wird. Die horizontal gerichtete Scherkraft ist gleichzusetzen mit dem kranialen Tibiaschub, welcher die Hauptbelastungskraft auf das vordere Kreuzband ist.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse korrelieren mit Untersuchungsergebnissen in der Humanmedizin. WHITESIDE (1988) fand, dass die stärkere Neigung des Tibiaplateaus nach Einsetzen der Kniegelenkprothese zu vermehrter Instabilität des Kniegelenkes führte. Ebenso fanden DEJOUR u. BONIN (1994) sowohl bei gesunden als auch bei rupturierten Kniegelenken signifikante Korrelationen zwischen dem kranialen Subluxationsgrad der Tibia und dem Neigungswinkel des Tibiaplateaus. Je größer die Neigung, desto größer war die Subluxation der Tibia nach kranial. LERAT et al. (1993) sahen ebenfalls eine Korrelation zwischen Subluxation der Tibia und Neigungswinkel des Tibiaplateaus. Bei einigen Patienten war der Neigungswinkel des Tibiaplateaus unbeabsichtigt während einer Osteotomie zur Varuskorrektur der proximalen Tibia modifiziert worden. Sie fanden, dass eine vermehrte kaudale Neigung des Tibiaplateaus die kraniale Subluxation der Tibia förderte. Sie empfehlen sogar, bei einer Tibiaosteotomie zur Varuskorrektur bewusst den Neigungswinkel des Tibiaplateaus zu verringern, um die Rekonstruktion des vorderen Kreuzbandes oder den Kreuzbandersatz zu schützen.

Die Ergebnisse lassen vermuten, dass bei Patienten mit großem Neigungswinkel des Tibiaplateaus eine chronische Überbelastung des kranialen Kreuzbandes stattfindet, die letztendlich zur partiellen oder vollständigen Ruptur führen kann. Das Risiko für die Entwicklung der Kreuzbandruptur steigt mit zunehmender Tibiaplateauneigung bzw. steigendem Neigungswinkel.

Der Vergleich der meisten Arbeiten zeigt, dass Tiere mit Kreuzbandruptur einen durchschnittlich größeren Neigungswinkel des Tibiaplateaus haben als Tiere ohne Kreuzbandruptur. Die gewonnenen Ergebnisse bestärken die Annahme, dass die stärkere Neigung des Tibiaplateaus ein prädisponierender Faktor für die Ruptur des vorderen Kreuzbandes beim Hund sein könnte. Die Abweichungen der Ergebnisse bezüglich des Neigungswinkels bei verschiedenen Rassen und zwischen den Messmethoden zeigen jedoch, dass die Bestimmung einer konkreten Winkelgröße als Grenzwert noch verfrüht ist. Von Bedeutung wäre die Messung nach einer einheitlichen Messmethode. Die Untersuchungen von MORRIS u. LIPOWITZ (2001), WILKE et al. (2002), REIF u. PROBST (2002) an kleinen

Populationen und die eigenen an einer großen Population stellen sicherlich eine Basis für weitere Untersuchungen dar.

MORRIS u. LIPOWITZ (2001) empfehlen die Durchführung von Vorsorgeuntersuchungen mit Bestimmung der Neigungswinkel der Tibiaplateaus bei jungen Hunden zur Abklärung einer Prädisposition für Kreuzbandruptur. Im positiven Fall könnte dann die prophylaktische TPLO (tibial plateau leveling osteotomy) zur Vermeidung von Kreuzbandruptur durchgeführt werden.

Wir sehen jedoch dass aufgrund der Streuung der Neigungswinkel innerhalb der gesunden Population und der Population mit Kreuzbandruptur und dem Überlappen der Winkel zwischen beiden Gruppen, im Einzelfall durch Messung der Tibiaplateauneigung, nicht vorhergesagt werden kann, ob bei einem Hund ein erhöhtes Risiko für einen Kreuzbandriss besteht.

5.5.2 Vergleich der Neigungswinkel zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever

Auch der Vergleich der Neigungswinkel der Tibiaplateaus zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer und Labrador Retriever ergab größere Neigungswinkel bei den Tieren mit ein- oder beiderseitiger Kreuzbandruptur. Innerhalb dieser Rassen waren die Neigungswinkel der Gruppen mit Kreuzbandrupturen $1,5^\circ$ bis $3,7^\circ$ größer als in den Gruppen ohne Kreuzbandruptur. Die Unterschiede waren signifikant bis hochsignifikant.

Abweichend hiervon war die Situation bei der Rasse Deutscher Schäferhund. Hier ergaben sich niedrigere Neigungswinkel bei den Gruppen „gesund/Ruptur“ (rechtes Knie) und „Ruptur/gesund oder Ruptur/Ruptur“ (linkes Knie). Für diese Abweichung sind die Werte eines Tieres (so genannter „Ausreißer“) mit einseitiger Kreuzbandruptur links, das extrem niedrige Neigungswinkel aufwies (rechts 19° und links 15°) verantwortlich. Die Mittelwerte der anderen sieben Deutschen Schäferhunde mit Kreuzbandruptur betragen für das rechte Kniegelenk $28,3^\circ$ und für das linke Kniegelenk $28,8^\circ$. Dagegen betrug der Mittelwert der Deutschen Schäferhunde ohne Kreuzbandruptur für das rechte Kniegelenk $26,3^\circ$ und für das linke Kniegelenk $26,5^\circ$. Dies ergibt einen Unterschied zwischen den Gruppen Deutsche Schäferhunde mit und ohne Kreuzbandruptur von $2,0^\circ$ bzw. $2,3^\circ$.

Diese Ergebnisse spiegeln das Resultat aus dem oben beschriebenen Vergleich zwischen allen Hunden mit und ohne Kreuzbandruptur wider. Auch innerhalb einer Rasse ist die Neigung des Tibiaplateaus bei Hunden mit Kreuzbandruptur im Durchschnitt steiler als bei Hunden ohne Ruptur.

Weitere Untersuchungen zum Neigungswinkel innerhalb einer Rasse zeigen andere Ergebnisse. REIF u. PROBST (2003) ermittelten fast identische durchschnittliche Neigungswinkel bei Labrador Retrievern mit und ohne Ruptur ($23,5^\circ$ und $23,6^\circ$). WILKE et al. (2002) errechneten größeren Winkel bei Labrador Retriever ohne Ruptur (28°) im Vergleich zu Tieren mit Ruptur ($25,6^\circ$).

5.5.3 Vergleich des Neigungswinkels zwischen verschiedenen Rassen

Die Ermittlung der Neigungswinkel von fünf verschiedenen Rassen ergab folgende aufsteigenden Mittelwerte beider Seiten:

Rottweiler	$24,8^\circ$
Boxer	$25,7^\circ$
Deutscher Schäferhund	$26,5^\circ$
Golden Retriever	$27,8^\circ$
Labrador Retriever	$28,0^\circ$

In unseren Untersuchungen konnte festgestellt werden, dass signifikante Unterschiede zwischen den Neigungswinkeln verschiedener Rassen bestehen. Aus statistischen Gründen wurden nur die fünf in unserer Klinik am häufigsten vorgestellten Rassen in der Studie untersucht. Es kann aber vermutet werden, dass jede Rasse ihre spezifische Spannweite des Neigungswinkels hat. CAYLOR et. al. (2001) konnten zwar wegen der breiten Streuung ihrer Messwerte keinen durchschnittlichen oder typischen Neigungswinkel innerhalb ihrer Rassengruppen feststellen, sie vermuten jedoch dass es eine spezifische Variation für jede Rasse gibt. In ihren Untersuchungen zeigte die Gruppe der Labrador Retriever einen Durchschnittswinkel von bds. 23° , Golden Retriever bds. 22° , Deutsche Schäferhunde bds. 25° , Rottweiler bds. 22° , Boxer 28° linkes Knie und 27° rechtes Knie. Die Reihenfolge der Winkelgrößen dieser Rassen stimmt mit den eigenen Ergebnissen nicht überein. Es ist zu berücksichtigen dass CAYLOR et al. (2001) deutlich weniger Vertreter dieser Rassen untersuchten (64 Tiere) als in eigener Arbeit (209 Tiere).

Die rassentypischen Stellungswinkel der Hintergliedmaßen, insbesondere die Stellung der Tibia relativ zum Femur und relativ zum Untergrund, könnten eine zusätzliche Rolle bei der Prädisposition zu Kreuzbandrupturen spielen. Dieses könnte erklären, warum der Deutsche Schäferhund trotz durchschnittlich größerem Tibiaplateauneigungswinkel seltener, und wenn, dann erst später im Leben Kreuzbandrupturen entwickelt. Vermutlich schützt der kleine Beugungswinkel des Kniegelenkes und die dadurch mehr nach kranial gekippte Position der Tibia vor Überbelastung des Kreuzbandes, indem die Stellung der Tibia effektiv den Neigungswinkel des Tibiaplateaus verringert. Dagegen haben Rassen mit einer „steilen Hinterhand“ wie z. B. Chow Chow, Akita Inu und Boxer, eine Prädisposition für Kreuzbandverletzungen. Eingehende Untersuchungen hierzu fehlen bisher. WILKE et.al. (2002) erkennen ebenfalls die Existenz von rassespezifischen Stellungswinkeln der Hinterhand und vermuten auch einen Einfluss auf die Prädisposition von Kreuzbandruptur. Ihre Untersuchungen zeigten dass der Neigungswinkel des Tibiaplateaus, gemessen an stehenden Greyhounds und gesunden Labrador Retrievern, nicht signifikant abweichend von der Ebene der Standfläche war.

6 Zusammenfassung

Die Ruptur des vorderen Kreuzbandes, eine der häufigsten Erkrankungen der Hintergliedmaße beim Hund, ist ätiologisch noch nicht ganz geklärt. Viele Faktoren (Trauma, Lebensalter, Körpermasse, Trainingszustand, Arthritiden, Gelenkkonformationen, Rassezugehörigkeit) tragen zur Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale bei.

In vorliegender Arbeit wird die Neigung des Tibiaplateaus, welche als anatomischer Faktor, der möglicherweise prädisponierend für Kreuzbandrupturen sein könnte, untersucht.

Die Summe der im belasteten Kniegelenk wirkenden Kräfte teilt sich in eine vertikal gerichtete Kompressionskraft und in eine horizontal gerichtete Scherkraft. Mit zunehmender Neigung des Tibiaplateaus kommt es zur Verschiebung der Kräfteverteilung. Die horizontal gerichtete Scherkraft wird um den Betrag größer, den die vertikal gerichtete Kompressionskraft kleiner wird. Die Scherkraft ist mit dem nach kranial gerichteten Tibiaschub gleichzusetzen, der die Hauptbelastung auf das vordere Kreuzband ist. Die Neigung des Tibiaplateaus ist eine individuelle anatomische Gegebenheit.

Zwei unterschiedliche Messmethoden zur Ermittlung des Neigungswinkels des Tibiaplateaus wurden miteinander verglichen. Die Methode, bei der die Neigung des Tibiaplateaus als Winkel zwischen dem Tibiaplateau (Gerade zwischen der kranialen und der kaudalen Begrenzung des medialen Tibiaplateaus) und der Senkrechten zur Tibiaachse (Verbindung zwischen dem proximalen Punkt des Tuberculum intercondylare laterale und dem geometrischen Zentrum der Trochlea tali proximalis) bestimmt wird, erwies sich als zuverlässiger und einfacher durchzuführen.

Mit dieser Messmethode nach SLOCUM wurden anhand von Röntgenaufnahmen in mediolateraler Projektion beiderseitig die Neigungswinkel der Tibiaplateaus von 213 Hunden ohne Kreuzbandruptur und von 184 Hunden mit ein- oder beiderseitiger Ruptur des vorderen Kreuzbandes gemessen und statistisch ausgewertet.

Die Untersuchungen ergaben signifikante und z. T. hochsignifikante Unterschiede im Neigungswinkel des Tibiaplateaus zwischen Hunden mit und ohne Kreuzbandruptur. Die Messungen ergaben bei Hunden ohne Kreuzbandruptur und einem Mindestalter von sechs Jahren einen durchschnittlichen Neigungswinkel von 25,8° am rechten und 26,0° am linken Kniegelenk. Bei Hunden mit Kreuzbandruptur betragen die durchschnittlichen Neigungswinkel im rechten Kniegelenk 27,5° (einseitige Kreuzbandruptur links) bzw. 27,4°

(einseitige Kreuzbandruptur rechts oder beiderseitig) und im linken Kniegelenk $27,4^\circ$ (einseitige Kreuzbandruptur rechts) bzw. $27,6^\circ$ (einseitige Kreuzbandruptur links oder beiderseitig). Daraus folgt, dass der Neigungswinkel des Tibiaplateaus bei Hunden mit Kreuzbandruptur im Durchschnitt $1,7^\circ$ größer ist als bei Hunden ohne Kreuzbandruptur.

Ähnliche Ergebnisse fanden sich beim Vergleich der Neigungswinkel zwischen Hunden mit und ohne Kreuzbandruptur innerhalb der Rassen Rottweiler, Boxer, Labrador Retriever und Deutscher Schäferhund. Hier sind die durchschnittlichen Unterschiede ($1,5^\circ$ bis $3,7^\circ$) zwischen den Gruppen ohne und mit Kreuzbandruptur zum Teil noch größer.

Diese Ergebnisse erlauben die Schlussfolgerung, dass sich das Risiko für die Ausbildung einer Kreuzbandruptur mit zunehmender Tibiaplateauneigung erhöht. Dies entspricht den Erkenntnissen in der Humanmedizin.

Der Vergleich der Tibiaplateauneigungswinkel zwischen verschiedenen Rassen, unabhängig ob eine Kreuzbandruptur vorlag, ergab unterschiedliche durchschnittliche Neigungswinkel in aufsteigender Größe bei den Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund, Golden Retriever und Labrador Retriever. Dies deutet auf rassespezifische, anatomische Besonderheiten der Tibiaplateauneigung hin.

Die Betrachtung des durchschnittlichen Lebensalters zum Zeitpunkt der Kreuzbandruptur im Zusammenhang mit der Rassezugehörigkeit zeigt bestimmte Auffälligkeiten. Rottweiler waren zum Rupturzeitpunkt jünger ($3 \frac{3}{4}$ Jahre) als Labrador Retriever und Boxer (5 Jahre) und Golden Retriever ($6 \frac{1}{2}$ Jahre). Der Deutsche Schäferhund erkrankte in einem hohen durchschnittlichen Lebensalter ($7 \frac{1}{4}$ Jahre) an Kreuzbandruptur. Ebenfalls auffällig ist, dass Hunde mit beiderseitiger Kreuzbandruptur im Durchschnitt jünger (5 Jahre) waren und eine höhere durchschnittliche Körpermasse (40 kg) hatten als einseitig betroffene Tiere (6,4 Jahre und 35,5 kg KM). In der Gruppe der Hunde mit Untergewicht litten nur 26,6 % der Tiere an Kreuzbandruptur. Dagegen waren 60,7 % der übergewichtigen Hunde an Kreuzbandruptur erkrankt.

In der Gruppe der Tiere mit Kreuzbandruptur kamen fast gleich viele Rüden (49 %) wie Hündinnen vor (51 %). Der Anteil kastrierter Tiere war jedoch höher (ca. 60 %) als in der Gruppe der Hunde ohne Kreuzbandruptur (40 %). Der Anteil weiblicher Tiere mit Kreuzbandruptur aus der gesamten weiblichen Population ist mit 64% höher als der Anteil männlicher Tiere (47 %) mit Kreuzbandruptur aus der gesamten männlichen Population

Die Hunde mit Ruptur des vorderen Kreuzbandes waren zum Zeitpunkt der Untersuchung zu 49 % beiderseitig, 23 % rechtsseitig und 28 % linksseitig betroffen. Bei vielen Patienten mit

klinisch festgestellter einseitiger Kreuzbandruptur ergab der Röntgenbefund der kontralateralen Seite bereits deutliche Anzeichen von Veränderungen, so wie sie bei Kreuzbandrupturen auftreten. Diese Erkenntnis deutet darauf hin, dass es sich häufig um ein bilaterales Leiden handelt.

Der Rassenspiegel der 1996 in der Chirurgischen Veterinärklinik der Justus Liebig Universität Gießen poliklinisch vorgestellten (5432) und stationär behandelten (973) Hunde, zeigt dass der Deutsche Schäferhund die am häufigsten behandelte Rasse darstellt (16,5 % bzw. 19 %). In der Häufigkeit wird er gefolgt vom Rottweiler (5,7 % bzw. 6 %) und Rauhaardackel (4,7 % bzw. 7 %). Mischlinge kommen zu 19,6 % bzw. 22 % vor.

Die Gruppe der 184 Hunde mit ein- oder beiderseitiger Ruptur des vorderen Kreuzbandes besteht zu 29 % aus Mischlingen, 17 % Rottweiler, 13 % Labrador Retriever, 6,5 % Boxer und weiteren Rassen. Der Deutsche Schäferhund hat einen Anteil von nur 4 %. Diese Ergebnisse im Zusammenhang mit den Zahlen aus dem Rassenspiegel zeigen eine deutliche Prädisposition für die Rassen Rottweiler, Labrador Retriever und Boxer. Der Deutsche Schäferhund hingegen erkrankt selten an Rupturen des vorderen Kreuzbandes. Durch die stärkere Winkelung in der Hinterhand bei dieser Rasse ist der kraniale Tibiaschub kleiner, denn die effektive kaudale Neigung des Tibiaplateaus wird dadurch vermindert. Rassen wie Rottweiler, Labrador Retriever und Boxer haben eine steilere Hintergliedmaßenstellung. Eine Prädisposition für Kreuzbandrupturen bei Akita Inu und Chow Chow wird in der vorliegenden Untersuchung ebenfalls festgestellt. Diese Rassen haben charakteristische Hyperextensionsstellungen in den Gliedmaßen.

7 Summary

The etiology of ruptures of the cranial cruciate ligament in dogs, one of the most common orthopedic conditions of the rear limbs, is still unclear. Many factors (trauma, age, body mass, training condition, arthritis, joint malformations and breed) contribute to the failure of the cranial cruciate ligament ruptures in dogs.

The forces acting upon the loaded stifle joint consist of vertical compression and horizontal shear forces. An increase in the angle of the tibial plateau results in a shift of the distribution of these forces. The horizontally directed shearing forces increase as the vertically directed compression forces decrease. The shearing forces are synonymous with the cranially directed tibial thrust, which is the main loading force of the cranial cruciate ligament. The slope of the tibial plateau is different from individual to individual.

Two techniques for the measurement of the tibial plateau were compared. The method of calculating the angle between the tibial plateau (defined as a line connecting the cranial and caudal border of the tibial plateau) and a perpendicular line to the axis of the tibia (defined as a line connecting the proximal point of the lateral intercondylar tuberculum and the geometric center of the proximal trochlea of the talus) was found to be easiest and most reliable.

With this technique from SLOCUM the tibial plateau slope was measured bilaterally on medialateral radiographs of 213 dogs without and 184 dogs with cranial cruciate ligament rupture. The examination period was from January 1994 to April 1997.

The results of this study showed significant and at times highly significant differences in the tibial plateau slope between dogs with and without cranial cruciate ligament rupture. Dogs without cranial cruciate ligament rupture at the minimum age of six years had an average tibial plateau slope of 25.8° of the right and 26.0° of the left stifle. The right stifles of dogs with cranial cruciate ligament rupture(s) had average angles of 27.5° (unilateral left cranial cruciate ligament rupture), and 27.4° (unilateral right cranial cruciate ligament rupture or bilateral cranial cruciate ligament ruptures). The left stifles of dogs with cranial cruciate ligament rupture(s) had angles of 27.4° (unilateral right cranial cruciate ligament rupture) and 27.6° (unilateral left cranial cruciate ligament rupture or bilateral cranial cruciate ligament ruptures). The tibial plateau slope of dogs with cranial cruciate ligament rupture on the average was 1.7° greater than in dogs without cranial cruciate ligament rupture.

Similar results were found comparing the tibial plateau of dogs with and without cranial cruciate ligament rupture within the breeds Rottweiler, Boxer, Labrador Retriever and German Shepherd. The average differences (1.5° to 3.7°) between dogs with and without cranial cruciate ligament rupture within one breed was in some cases even greater than compared to the total examination group.

These results allow the conclusion that with increasing tibial plateau slope the risk for the development of a cranial cruciate ligament rupture increases. The same results were found in human medicine.

The comparison of the tibial plateau slope between breeds, independent of the presence of cranial cruciate ligament rupture, showed different average tibial plateau slope values in ascending order in the Rottweiler, Boxer, German Shepherd, and Labrador Retriever. This indicates that the tibial plateau slope is a breed specific anatomic situation.

On the average, certain breeds develop cranial cruciate ligament ruptures at different times of their lives. Rottweilers generally acquired cranial cruciate ligament rupture at a younger age (3.75 years) than Labrador Retrievers and Boxers (5 years) and Golden Retrievers (6.5 years). The German Shepherd developed cranial cruciate ligament ruptures on the average at the advanced age of 7.25 years. It is also remarkable, that dogs with bilateral cranial cruciate ligament ruptures were on the average younger (5 years) and weighed more (average 40 kg) than unilaterally affected dogs (6.4 years and 35.5 kg). In the group of dogs considered underweight only 26.6 % of the dogs had cranial cruciate ligament rupture in contrast to 60.7 % of the dogs considered obese.

The male to female ratio in the group with cranial cruciate ligament ruptures was 49 % male and 51 % female. However, the percentage of surgically altered dogs was higher in the cranial cruciate ligament rupture group (approximate 60 %) than in the group without rupture (40 %). The percentage of females with cranial cruciate ligament rupture within the female group was at 64 % higher than the percentage of males with cranial cruciate ligament rupture within the male group (47 %).

Dogs with cranial cruciate ligament rupture were either affected bilaterally (47 %), unilaterally right (23 %) or unilaterally left (28 %). Many patients with clinically diagnosed unilateral cranial cruciate ligament rupture showed radiographic abnormalities characteristic for cranial cruciate ligament rupture in the contralateral stifle. These findings indicate that cranial cruciate ligament rupture commonly is a bilateral condition.

The distribution of breeds among all outpatients (5432) and hospitalized dogs (973) treated at the Chirurgische Veterinärklinik der Justus Liebig Universität Gießen in 1996 showed that the German Shepherd was the most frequently treated breed (16.5 % and 19 %), followed by the Rottweiler (5.7 % and 6 %) and the Wirehaired Dachshund (4.7 % and 7 %). Mixed breeds comprised 19.6 % and 22 % of the animals treated at the clinic.

The group of 184 dogs with uni- or bilateral cranial cruciate ligament ruptures was composed of 29 % mixed breed dogs, 17 % Rottweiler, 13 % Labrador Retriever, 6.5 % Boxer and the remainder other breeds. Only 4 % of the affected dogs were German Shepherds. These numbers show the definite predisposition of the breeds Rottweiler, Labrador Retriever and Boxer. By contrast, German Shepherds rarely develop cranial cruciate ligament ruptures. The greater angulation of the rear limb joints decreases the cranial tibial thrust by effectively decreasing the tibial plateau angle. Breeds such as the Rottweiler, Labrador Retriever and Boxer have a straighter rear leg conformation. This study also found a predisposition of Akita Inus and Chow Chows for the development of cranial cruciate ligament ruptures. These breeds typically have a hyperextended rear leg conformation.

8 Literaturverzeichnis

- ABEL, S.B.; HAMMER, D.L.; SCHOTT, S. (2003)**
Use of the proximal portion of the tibia for measurement of the tibial plateau angle in dogs
American Journal of Veterinary Research, 64 (9), 1117-1123
- ANDERSON, A.F. (1987)**
Analysis of the intercondylar notch by computed tomography
American Journal of Sports Medicine, 15, 547-552
- ARNOCZKY, S.P.; TORZILLI, P.A.; MARSHALL, J.L. (1977a)**
Biomechanical Evaluation of Anterior Cruciate Ligament Repair in the Dog:
An Analysis of the Instant Center of Motion
Journal of the American Animal Hospital Association, 13, 553-558
- ARNOCZKY, S.P.; MARSHALL, J.L. (1977b)**
The Cruciate Ligaments of the Canine Stifle: An Anatomical and Functional Analysis
American Journal of Veterinary Research, 38, 1807-1814
- ARNOCZKY, S.P.; RUBIN, R.M.; MARSHALL, J.L. (1979a)**
Microvasculature of the Cruciate Ligaments and Its Response to Injury
Journal of Bone and Joint Surgery, 61-A, 1221-1229
- ARNOCZKY, S.P.; TARVIN, G.B.; MARSHALL, J.L. (1979b)**
The Over-the Top Procedure: A Technique for Anterior Cruciate Ligament Substitution in the Dog
Journal of the American Animal Hospital Association, 15, 283-290
- ARNOCZKY, S.P.; MARSHALL J.L. (1981)**
Pathomechanics of cruciate and meniscal Injuries
Pathophysiology in small animal surgery, Bojrab, Lea & Febiger, 590-602
- ARNOCZKY, S.P. (1985)**
Textbook of small Animal Orthopaedics
Lea & Febiger, Philadelphia, 590-603, 923-939
- ARNOCZKY, S.P. (1988)**
The cruciate ligaments: the enigma of the canine stifle
Journal of Small Animal Practice, 29, 71-90
- BADOUX, D.M. (1984)**
The Geometry of the Cruciate Ligaments in the Canine and Equine Knee Joints, a Tchebychev Mechanism
Acta anatomica, 119, 60-64
- BALTZOPOULOS, V. (1995)**
A videofluoroscopy method for optical distortion correction and measurement of knee-joint kinematics
Clinical Biomechanics, 10, 85-92
- BARNES, A.J. (1977)**
Rupture of the anterior cruciate ligament of the dog: a survey from practices in the Kent region BSAVA
Journal of Small Animal Practice, 18, 55-59
- BARONI, E.; MATTHIAS, R.R.; MARCELLIN-LITTLE, D.J.; VEZZONI, A.; STEBBINS, M.E.; (2003)**
Comparison of radiographic assessments of the tibial plateau slope in dogs
American Journal of Veterinary Research, 64 (5), 586-589
- BECK, P.; MONTAVON, P.M. (1987)**
Was diagnostizieren Sie? - Welche Behandlung schlagen Sie vor?
Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 129, 493-495

- BENNETT, D.; GILBERTSON, R.M.; GRENNAN, D. (1978)**
Bacterial endocarditis with polyarthritis in two dogs associated with circulating autoantibodies
Journal of Small Animal Practice, 19, 185-196
- BENNETT, D. (1988)**
A Reappraisal of anterior Cruciate Ligament Disease in the dog
Journal of Small Animal Practice, 29, 275-297
- BRUNNBERG, L. (1987)**
Klinische und experimentelle Untersuchungen zu Ätiologie, Pathogenese und Therapie der Ruptur des Ligamentum cruciatum craniale im Kniegelenk des Hundes
Habilitationsschrift, Chirurgische Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität, München
- CAMPBELL, J.R. (1977)**
Femorotibial surgery in the dog
Veterinary Record, 101, 318-320
- CAMPBELL, J.R.; DUFF, R.I.; GILBERTSON, E.M. (1982)**
The effect on the contralateral stifle joint of sectioning of the cranial cruciate ligament in the dog
Journal of Small Animal Practice, 23, 511-516
- CAYLOR, K.B.; ZUMPARO, C.A.; EVANS, L.M.; MOORE, R.W. (2001)**
Intra- and Interobserver Measurement Variability of Tibial Plateau Slope From Lateral Radiographs in Dogs
Journal of the American Animal Hospital Association, 37, 263-268
- DANCKERT, D.; KRAFT W. (1997)**
Alters- und Rassenverteilungen einer Hundepopulation
Kleintierpraxis, 42, 109 - 118
- DE ANGELIS, M.; LAU, R.E. (1970)**
A Lateral Retinacular Imbrication Technique for the Surgical Correction of Anterior Cruciate Ligament Rupture in the Dog
Journal of the American Veterinary Medical Association, 157, 79-84
- DE YOUNG, D.; FLO, G.L.; TVEDTEN, H. (1980)**
Experimental Medial Meniscectomy in Dogs Undergoing Cranial Cruciate Ligament Repair
Journal of the American Animal Hospital Association, 16, 639-645
- DEJOUR, H.; BONIN, M. (1994)**
Tibial translation after anterior cruciate ligament rupture
Journal of Bone and Joint Surgery, 76-B, 745-749
- DENNY, H.R.; MINTER, H.M. (1973)**
The long term results of surgery of canine stifle disorders
Journal of Small Animal Practice, 14, 695-713
- DENNY, H.R. (1985)**
The canine joint. II Traumatic conditions
British Veterinary Journal, 141, 114-123
- DENNY, H.R.; BARR, A.R. (1987)**
A further evaluation of the over-the-top Technique for anterior cruciate ligament replacement in the dog
Journal of Small Animal Practice, 28, 687-691
- DIXON, W.J. (1993)**
BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2
University of California press, Berkeley,
- DOVERSPIKE, M. (1993)**
Contralateral Cranial Cruciate Ligament Rupture: Incidence in 114 Dogs
Journal of the American Animal Hospital Association, 29, 167-170

- DYCE, K.M.; SACK, W.O.; WENSING, C.J.G. (1991)**
Anatomie der Haustiere
Enke-verlag, Stuttgart
- DUVAL, J.M.; BUDSBERG S.C.; FLO G.L.; SAMMARCO J.L. (1999)**
Breed, sex, and body weight as risk factors for rupture of the cranial cruciate ligament in young dogs
Journal of the American Veterinary Medical Association, 215, 811-814
- EDNEY, A.T.B.; SMITH, P.M. (1986)**
Study of obesity in dogs visiting veterinary practices in the United Kingdom
Veterinary Record, 118, 391-396
- FETTIG, A.A.; RAND, W.M.; SATO, A.F; SOLANO, M.; MCCARTHY, R.J.; BOUDIREAU, R.J. (2003)**
Observer variability of tibial plateau slope measurement in 40 dogs with cranial cruciate ligament-deficient stifle
Veterinary Surgery, 32(5), 471-478
- FITCH, M. (1995a)**
The Intercondylar Fossa of the Normal Canine Stifle; an Anatomic and Radiographic Study
Veterinary Surgery, 24, 148-155
- FITCH, R.B. (1995b)**
The Effect of Intercondylar Notchplasty on the Normal Canine Stifle
Veterinary Surgery, 24, 156-164
- FITHIAN, D.C.; KELLY, M.D.; VAN MOW, C. (1989)**
Material Properties and Structure-Function Relationships in the Menisci
Clinical Orthopedics and Related Research, 252, 19-31
- FLO, G.L.; DE YOUNG, D. (1978)**
Meniscal Injuries and Medial Meniscectomy in the Canine Stifle
Journal of the American Animal Hospital Association, 14, 683-689
- FLO, G.L.; NOSER, G.A. (1979)**
The Stifle joint
Proceedings of the 43rd Annual Meeting of the American Animal Hospital Association, Anaheim, California, 366-372
- FLO, G.L. (1983)**
Classification of Meniscal Lesions in twenty-six Consecutive Canine Meniscectomies
Journal of the American Animal Hospital Association, 19, 335-340
- FRANKEL, V.H.; BURSTEIN, A.H.; BROOKS, D.B. (1971)**
Biomechanics of Internal Derangement of the Knee
Journal of Bone and Joint Surgery, 53-A, 945-962
- FREEMANN, M.A.R.; WYKE, B. (1967)**
The innervation of the joint. An anatomical and histological study in the cat
Journal of Anatomy, 101, 505-532
- GAMBARDELLA, P.C.; WALLACE, L.J.; CASSIDY, F. (1981)**
Lateral Suture Technique for Management of Anterior Cruciate Ligament Rupture in Dogs: A Retrospective Study
Journal of the American Animal Hospital Association, 17, 33-38
- GOLDBERG, V.M.; BURSTEIN, A.; DAWSON, M. (1982)**
The Influence of an Experimental Immune Synovitis on the Failure Mode and Strength of the Rabbit Anterior Cruciate Ligament
Journal of Bone and Joint Surgery, 64-A, 900-906
- GUPTA, B.N.; BRINKER, W.O.; SUBRAMANIAN, K.N. (1969)**
Breaking Strength of Cruciate Ligaments in the Dog
Journal of the American Veterinary Medical Association, 155, 1586-1588

- HARARI, J.; JOHNSON, A.L.; STEIN, L.E. (1987)**
Evaluation of experimental Transection an Partial Excision of the Caudal Crusiate Ligament in Dogs
Veterinary Surgery, 16, 151-154
- HARMS, V. (1992)**
Biomathematik, Statistik und Dokumentation
Harms-Verlag, Kiel, 6,
- HARRISON, J.W.; MONTAVON, P. (1981)**
Technique extra-capsulaire de stabilisation de la motilité antérieure du tibia
Schweizer Archiv für Tierheilkunde, 123, 1-11
- HEFFRON, L.E.; CAMPBELL, J.R. (1978)**
Morphology, histology and functional anatomy of the canine cranial cruciate ligament
Veterinary Record, 4, 280-283
- HENDERSON, R.A.; MILTON, J.L. (1978)**
The Tibial Compression Mechanism: A Diagnostic Aid in Stifle Injuries
Journal of the American Animal Hospital Association, 14, 474-479
- HOHN, R.B.; NEWTON, C.D. (1975)**
Current techniques in small animal Surgery
Lea & Febiger, Philadelphia, 470-479
- HULSE, D.A.; SHIRES, P.K. (1981)**
Observation of the Posteromedial Compartment of the Stifle Joint
Journal of the American Animal Hospital Association, 17, 575-578
- HULSE, D.A.; SHIRES, P.K. (1983)**
The Meniscus: Anatomy, Function, and Treatment
The Compendium of Continuing Education, 5, 765-774
- HULSE, D.A.; ARON, D.N. (1994)**
Advances in Small Animal Orthopedics
The Compendium of Continuing Education, 16, 831-832
- IRELAND, W.P.; ROGERS, J.; MYERS, R.K. (1986)**
Location of the instantaneous center of joint motion in the normal stifle
American Journal of Veterinary Research, 47, 837-840
- JIANG, C.C. (1994)**
Posterior Slope Angle of the Medial Tibial Plateau
J. Formos Med. Assoc., 93, 509-512
- KÅLUND, S.; SINKJAER, T.; ANRENDT-NIELSEN, L.; SIMONSEN, O. (1990)**
Altered timing of hamstring muscle action in anterior cruciate ligament deficient patients
The American Journal of Sports Medicine, 18, 245-248
- KELLER, W.F. (1965)**
Diagnosing Stifle Lameness in Dogs
Journal of the American Veterinary Medical Association, 146, 1069-1072
- KORVICK, D.L. (1991)**
Joint motion studies of the normal and cranial cruciate ligament deficient stifle in large breed dogs
Dissertationsschrift , University of Illinois,
- KRAUSE, W.R.; CLEMSON, M.S.; POPE, M.H. (1976)**
Mechanical Changes in the knee after Meniscectomy
Journal of Bone and Joint Surgery, 58-A, 599-604

- LAITINEN, O. (1994)**
Prospective Clinical Study of Biodegradable Poly-L-Lactide Implant as an Augmentation Device with Fascia Lata in Cranial Cruciate Ligament Repair in the Dog: Early Results
Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology, 7, 51-55
- LERAT, J.L.; MOYEN, B.; MANDRINO, A. (1993)**
Laxité antérieure et arthrose interne du genou
Revue de Chirurgie Orthopédique, 79, 365-374
- LEVY, M.; TORZILLI, P.; WARREN, R. (1982)**
The effect of medial meniscectomy on anterior-posterior motion of the knee
Journal of Bone and Joint Surgery, 64-A, 883-887
- LEWIS, D.G. (1974)**
An evaluation of 62 cases of cruciate rupture stabilised using the modified tendon transfer technique
Veterinary Record, 94, 32-38
- LOTT, D. (1988)**
Zur Bestimmung der Gelenkwinkel an den Gliedmaßen von Hunden
Inaugural-Dissertation, Institut für Tiermedizin und Tierhygiene der Universität Hohenheim
- MAHONEY, P.N. (1996)**
Articular, periarticular and juxtarticular calcified bodies in the dog and cat: a radiologic review
Veterinary Radiology & Ultrasound, 37, 3-1
- MARSHALL, J.L.; OLSSON S.E. (1971)**
Instability of the Knee
Journal of Bone and Joint Surgery, 53-A, 1561-1570
- MC LEOD, W.D.; MOSCHI, A.; ANDREWS, J.R.; HUGHSTON, J.C. (1977)**
Tibial plateau topography
American Journal of Sports Medicine, 5, 13-18
- MENSCHIK, A. (1987)**
Biometrie
Springer Verlag Berlin, Heidelberg,
- MITTON, G.R.; IRELAND, W.P.; RUNYON, C.L. (1991)**
Evaluation of the instantaneous centers of rotation of the stifle before and after repair of torn cruciate ligament by use of the over-the-top techniques in dogs
American Journal of Veterinary Research, 52, 1731-1737
- MÖLLER, H.; FRICK, H. (1926)**
Lehrbuch der Allgemeinen Chirurgie für Tierärzte
Enke, Stuttgart, 701-704
- MOORE, K.W.; READ, R.A. (1995)**
Cranial cruciate ligament rupture in the dog - a retrospective study comparing surgical techniques
Australian Veterinary Journal, 72, 281-285
- MOORE, T.M.; HARVEY, J.P. (1974)**
Roentgenographic Measurement of Tibial-Plateau Depression due to Fracture
Journal of Bone and Joint Surgery, 56-A, 155-160
- MORE, R.C.; KARRAS, B.T.; NEIMAN, R. (1993)**
Hamstrings - an anterior cruciate ligament protagonist
The American Journal of Sports Medicine, 21, 231-237
- MORRIS, E.; LIPOWITZ, A. J. (2001)**
Comparison of tibial plateau angles in dogs with and without cranial cruciate ligament injuries
Journal of the American Veterinary Medical Association, 218, 363-366

- MORGAN, J.P. (1969)**
Radiological Pathology and Diagnosis of Degenerative Joint Disease in the Stifle Joint of the Dog
Journal of Small Animal Practice, 10, 541-544
- NEWTON, C.D.; LIPOWITZ, A.J.; HALLIWELL; R.E. (1976)**
Rheumatoid Arthritis in dogs
Journal of the American Veterinary Medical Association, 168, 113-121
- NICKEL, R.; SCHUMMER, A.; SEIFERLE, E. (1984)**
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere
Parey-Verlag, 2, Bd. I, 91-95, 219-224, 432-438
- NIEBAUER, G.W. (1982)**
Immunological changes in canine cruciate ligament rupture
Research in Veterinary Science, 32, 235-241
- NIEBAUER, G.W.; WOLF, B.; BASHEY, R.I.; NEWTON C.D. (1987)**
Antibodies to canine collagen types I and II in dogs with spontaneous cruciate ligament ruptures and Osteoarthritis
Arthritis and Rheumatism, 30, 319-327
- NOYES, F.R.; GROOD, E.S. (1976)**
The Strength of the Anterior Cruciate Ligament in Humans and Rhesus Monkeys
Journal of Bone and Joint Surgery, 58-A, 1074-1082
- NUNAMAKER, D.M.; BLAUNER, P.D. (1985)**
Textbook of small animal Orthopaedic
Lea & Febiger, Philadelphia, 1083-1095
- O'Connor, B.L.; Woodbury P. (1982)**
The primary articular nerves to the dog knee
Journal of Anatomy, 134, 563-572
- O'CONNOR, J.J. (1993)**
Can muscle co-contraction protect knee ligaments after injury or repair?
Journal of Bone and Joint Surgery, 75-B, 41-48
- Ost, P. (1997)**
Persönliche Mitteilung
- ODDERS, J.W.; JESSEN, C.R.; LIPOWITZ A.J. (2004)**
Sequential measurements of the tibial plateau angle in large-breed, growing dogs
American Journal of Veterinary Research, 65(4), 513-518
- PAATSAMA, S. (1952)**
Ligament injuries in the canine stifle joint
Habilitationsschrift, Helsinki,
- PARK, R.D. (1979)**
Radiographic Evaluation of the Canine Stifle Joint
Compendium of Continuing Education, 1, 833-841
- POND, M.J.; CAMPBELL, J.R. (1972)**
The canine stifle joint. I. Rupture of the anterior cruciate ligament
Journal of Small Animal Practice, 1-10
- POURNARAS, J.; SYMENONIDES, P.P.; KARKAVELAS, G. (1983)**
The significance of the posterior cruciate ligament in the stability of the knee
Journal of Bone and Joint Surgery, 65-B, 204-209
- READ, R.A.; ROBINS, G.M. (1982)**
Deformity of the proximal tibia in dogs
Veterinary Record, 111, 295-298

- REESE, S. (1995)**
Untersuchungen am intakten und rupturierten Ligamentum Cruciatum Craniale des Hundes
Inaugural-Dissertation, Institut für Veterinär Anatomie der Freien Universität Berlin
- REIF, U.; PROBST, C.W. (2003)**
Comparison of tibial plateau angles in normal and cranial cruciate deficient stifles of Labrador Retrievers
Veterinary Surgery, 32 (4), 385-389
- REIF, U.; DEJARDIN L.M.; PROBST, C.W.; DECAMP, C.E.; FLO, G.L., JOHNSON, A.L. (2004)**
Influence of Limb Positioning an Measurement Method on the Magnitude of the Tibial Plateau Angle
Veterinary Surgery, 33, 368-375
- REINKE, J.D. (1982)**
Cruciate Ligament Avulsion Injury in the Dog
Journal of the American Animal Hospital Association, 18, 257-264
- RENNER, E. (1981)**
Mathematisch-statistische Methoden in der praktischen Anwendung
Parey-Verlag, Berlin-Hamburg,
- ROBINS, G. (1982)**
Ageing Changes in Canine Cruciate Ligaments
Australian Veterinary Practioner, Abstracts, 12, 27-28
- ROBINS, G. (1990)**
Canine Orthopedics
Lea & Febiger, 2, 693-705
- RUDY, R.L. (1974)**
Canine Surgery
Archibald Edition, 2, 1104-1109
- SCAVELLI, T.D.; SCHRADER, S.C.; MATTHIESEN, D.T.; SKORUP, D.E. (1990)**
Partial rupture of the cranial cruciate ligament of the stifle in dogs: 25 cases (1982 - 1988)
Journal of the American Veterinary Medical Association, 196, 1135-1138
- SCHNORR, B. (1996)**
Persönliche Mitteilung
- SCHREIBER, J. (1947)**
Beiträge zur vergleichenden Anatomie und zur Mechanik des Kniegelenkes
Wiener Tierärztl. Monatsschrift, Sonderdruck, 12, 3-20
- SCHUTTE, M.; DABEZIES, E.J.; ZIMNY, M.L.; HAPPEL, L.T. (1987)**
Neural Anatomy of the Human Cruciate Ligament
Journal of Bone and Joint Surgery, 69-A, 243-247
- SELMİ, A.L.; PADILHA FILHO, J.G. (2001)**
Rupture of the cranial cruciate ligament associated with deformity of the proximal tibia in five dogs
Journal of Small Animal Practice, 42, 390-393
- SENST,W.; SILL, U. (1973)**
Morphologische Veränderungen des Bandapparates am Kniegelenk infolge Fehlbelastungen. Tierexperimentelle Untersuchungen
Zeitschrift für Experimentelle Chirurgie, 6, 212-215
- SHOEMAKER, S.C.; MARKOLF K.L. (1986)**
The role of the Meniscus in the Anterior-Posterior Stability of the Loaded Cruciate-Deficient Knee
Journal of Bone and Joint Surgery, 68-A, 71-79
- SINGLETON, W.B. (1969)**
Observation based upon the Surgical Repair of 106 Cases of Anterior Cruciate Ligament Rupture
Journal of Small Animal Practice, 10, 269-278

- SLOCUM, B.; DEVINE, T. (1983)**
Cranial tibial thrust: A primary force in the canine stifle
Journal of the American Veterinary Medical Association, 183, 456-459
- SLOCUM, B.; DEVINE, T. (1984)**
Canial tibial wedge Osteotomy: A technique for eliminating cranial tibial thrust in cranial cruciate ligament repair
Journal of the American Veterinary Medical Association, 184, 564-569
- SLOCUM, B.; DEVINE, T. (1993)**
Tibial plateau leveling Osteotomy for repair of cranial cruciate ligament rupture in the canine stifle
Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice, 23, 777-795
- SLOCUM B.; SLOCUM D.T. (1995)**
Umstellungsosteotomie des Tibiaplateau zur Behandlung der vorderen Kreuzbandruptur
Proceedings zur 41. DVG Jahrestagung der DVG Fachgruppe Kleintierkrankheiten, München, 99
- SLOCUM, B. (1999)**
Persönliche Mitteilung
- SMITH; G.K.; TORG, J.S. (1985)**
Fibular head transposition for repair of cruciate-deficient stifle in the dog
Journal of the American Veterinary Medical Association, 187, 375-383
- SOLOMONOW, M.; BARATTA, R.; ZHOU, B.H.; SHOJI, H. (1987)**
The synergistic action of the anterior cruciate ligament and thigh muscles in maintainig joint stability
The American Journal of Sports Medicine, 15, 207-213
- SOURYAL, T.O. (1988)**
Bilaterality in anterior cruciate ligament injuries: Associated intercondylar notch stenosis
American Journal of Sports Medicine, 16, 449 - 454
- STONE, E.A.; BETTS, C.W.; RUDY, R.L. (1980)**
Folding of the Caudal Horn of the Medial Meniscus Secondary to Severence of the Cranial Cruciate Ligament
Veterinary Surgery, 9, 121-124
- STROBEL, M.; STEDTFELD, H.-W.(1991)**
Diagnostik des Kniegelenkes
Springer-Verlag, Berlin Heidelberg
- TIPTON, C.M.; JAMES, S.L.; MERGNER, W.; TSE-KIA TCHENG (1970)**
The influence of exercise on strength of medial collateral knee ligamnets of dogs
American Journal of Physiology, 218, 894-902
- TIRGARI, M.; VAUGHAN, L.C. (1975)**
Arthritis of the canine stifle joint
Veterinary Record, 96, 394-399
- TIRGARI, M. (1977)**
Changes in the canine stifle joint following rupture of the anterior cruciate ligament
Journal of Small Animal Practice, 19, 27-34
- TIRGARI, M. (1978)**
The surgical significance of the Blood supply of the canine stifle joint
Journal of small Animal Practice, 19, 451-462
- VASSEUR, P.B.; ARNOCZKY, S.P. (1981)**
Collateral Ligaments of the Canine Stifle Joint: an Anatomic and Functional Analysis
American Journal of Veterinary Research, 42 , 1133-1137
- VASSEUR, P.B. (1984)**
Clinical Results Following Nonoperative Management for Rupture of the Cranial Cruciate Ligament in Dogs
Veterinary Surgery, 13, 244-246

VASSEUR, P.B.; POOL, R.R.; ARNOZKY, S.P. (1985)

Correlative biomechanical and histological study of the cranial cruciate ligament in dogs
American Journal of Veterinary Research, 46, 1842-1853

VASSEUR, P.B.; BERRY, C.R. (1992)

Progression of stifle Osteoarthritis following reconstruction of the cranial cruciate ligament in 21 dogs
Journal of the American Animal Hospital Association, 28, 129-136

WHITESIDE, L.A. (1988)

The Effect of Posterior Tibial Slope on Knee Stability After Ortholoc Total Knee Arthroplasty
The Journal of Arthroplasty, Supplement, 51-57

WILKE, V.L.; CONZEMIUS, M.G.; BESANCON, M.F.; EVANS, R.B.; RITTER, M. (2002)

Comparison of tibial plateau angle between clinically normal Greyhounds and Labrador Retrievers with and without rupture of the cranial cruciate ligament
Journal of the American Animal Hospital Association, 221, 1426-1429

ZAHM, H. (1964)

Die Ligamenta decussata im gesunden und arthrotischen Kniegelenk des Hundes
Inaugural-Dissertation, Chirurgische Tierklinik der Ludwig-Maximilian-Universität München

ZIMNY, M.L.; SCHUTTE, M. (1986)

Mechanoreceptors in the Human Anterior Cruciate Ligament
The Anatomical Record, 214, 204-209

9 Anhang

9.1 Abbildungen und Tabellen

	0 cm	0,5 cm	1,0 cm	1,5 cm	2,0 cm	2,5 cm	3,0 cm	3,5 cm	4,0 cm	4,5 cm
Kurze Tibia	34,00°	33,00°	33,00°	33,00°	34,00°	33,00°	32,50°	33,00°		
Lange Tibia	24,00°	24,00°	24,00°	24,50°	24,50°	23,50°	23,50°	22,00°	22,00°	22,00°
Bernhardiner	22,00°	22,00°	22,00°	22,00°	22,25°	22,50°	23,00°			
Rottweiler	20,00°	20,25°	20,00°	20,75°	21,00°	21,00°	20,50°	21,00°	21,50°	22,00°
Boxer	15,00°	15,00°	14,75°	14,75°	14,50°	14,25°	14,50°	13,50°		
DDH	26,00°	26,00°	25,50°	25,00°	25,50°	24,50°				

Tabelle 21: Messwerte bei Ab- und Adduktion der Tibia

	0 cm	0,5 cm	1,0 cm	1,5 cm	2,0 cm	2,5 cm	3,0 cm	3,5 cm
Kurze Tibia	33,00°	31,00°	31,00°	31,00°	32,00°	32,50°	35,00°	36,00°
lange Tibia	24,00°	23,00°	23,50°	23,50°	23,50°	25,50°	28,00°	29,50°
Bernhardiner	25,50°	23,50°	23,25°	22,50°	22,00°	22,00°	21,75°	22,50°
Rottweiler	22,00°	19,50°	19,50°	20,25°	20,50°	23,00°		
Boxer	15,50°	15,00°	14,50°	15,00°	14,50°	15,00°	15,75°	
DDH	23,50°	24,00°	23,50°	24,00°	26,00°	28,00°		

Tabelle 22: Messwerte bei axialer Rotation der Tibia

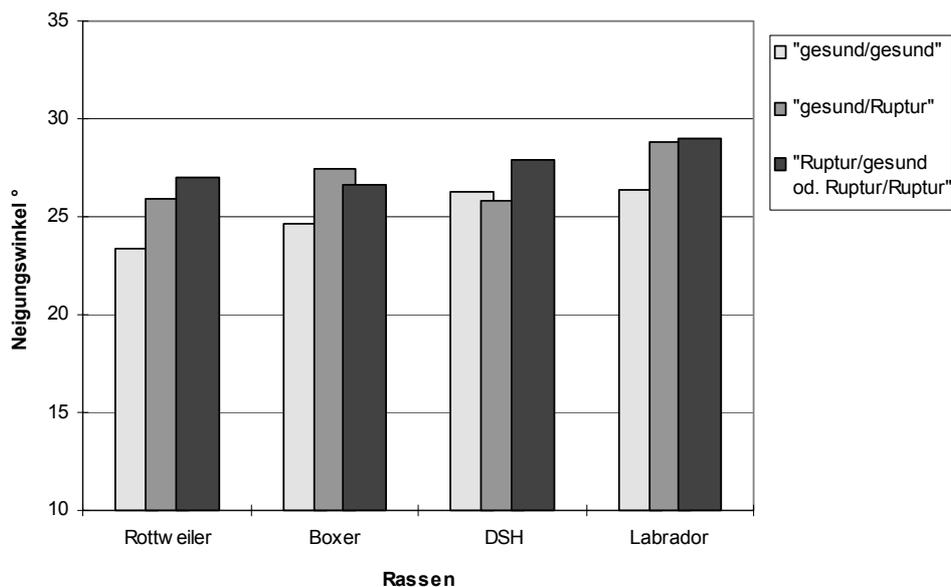


Abbildung 38: Arithmetische Mittelwerte der Neigungswinkel des **rechten** Tibiaplateaus im Vergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur bei den Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund und Labrador Retriever

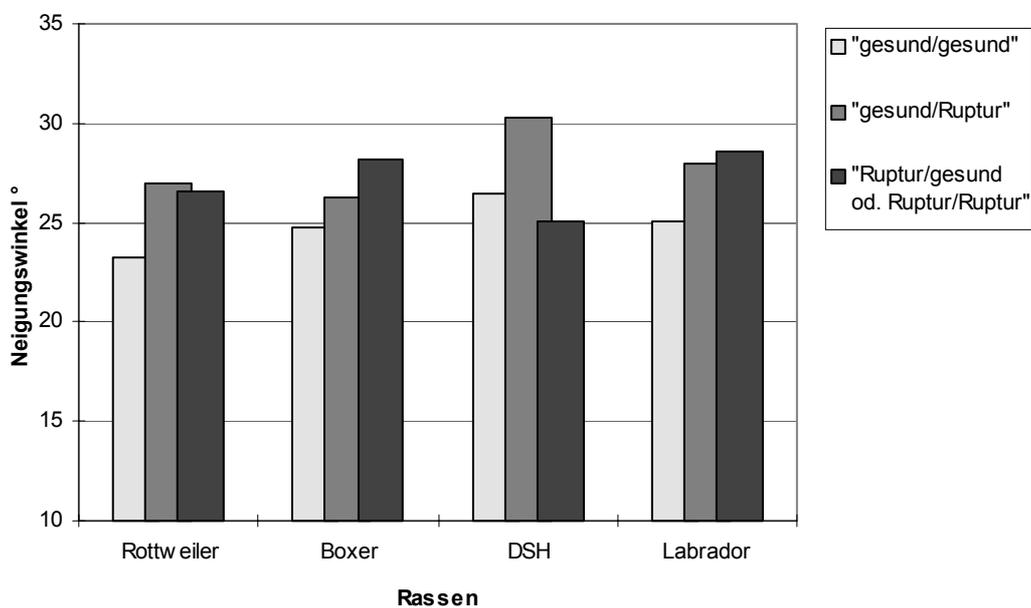


Abbildung 39: Arithmetische Mittelwerte der Neigungswinkel des **linken** Tibiaplateaus im Vergleich zwischen Hunden ohne und Hunden mit Kreuzbandruptur bei den Rassen Rottweiler, Boxer, DSH und Labrador

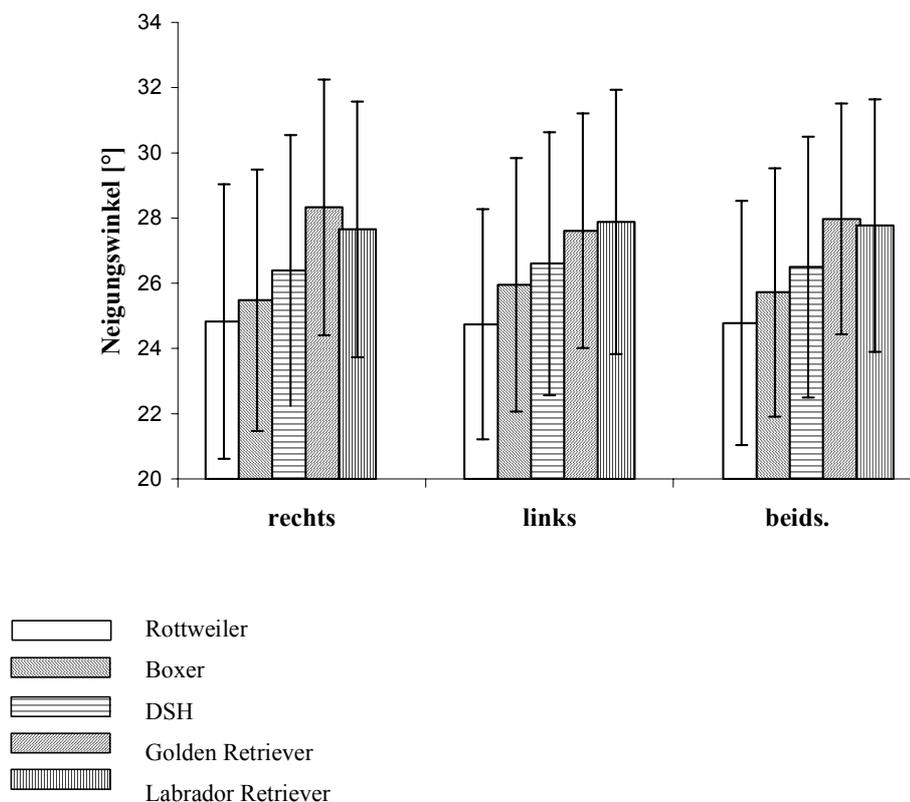


Abbildung 40: Neigungswinkel des Tibiaplateaus der rechten, linken und der Mittelwerte beider Kniegelenke bei den Rassen Rottweiler, Boxer, Deutscher Schäferhund, Golden Retriever und Labrador Retriever.

	männl. ohne Ruptur	männl. mit Ruptur	weibl. ohne Ruptur	weibl. mit Ruptur
Mittelwert	37,03	40,18	32,65	35,65
Standardabweichung	10,16	12,50	9,83	10,72
Maximumgewicht	75,00	82,00	70,00	63,00
Minimumgewicht	11,00	13,50	11,50	9,00
Anzahl Tiere	141	90	72	93

Tabelle 23: Mittelwerte, Standardabweichungen, Minimum- und Maximum des Körpergewichtes (kg KM) bei Tieren ohne und mit Kreuzbandruptur getrennt nach Geschlecht

Nr.	Rasse	Name	Geschlecht		Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Diagnose
1	Dalmatiner	Precious	weibl.	kastr.	8,5	25,5	CCLR li.
2	Rottweiler	Vince	männl.	kastr.	7	37	CCLR li.
3	Labrador	Maggie	weibl.	kastr.	5	38,5	CCLR re.
4	Rottweiler	Pauli	weibl.	kastr.	3	38	CCLR bds.
5	Boxer	Brittany	weibl.	kastr.	2	28	CCLR bds.
6	Staffordshire Bullterrier	Nigel	männl.	kastr.	5,5	36	CCLR bds.
7	Golden Retriever	Kodiak	männl.	kastr.	3	42,5	CCLR re.
8	Rottweiler	Alexis	weibl.	kastr.	3	39	CCLR bds.
9	Rottweiler-Mix	Max	männl.	kastr.	3	36	CCLR re.
10	Labrador	Mocha	weibl.	kastr.	5	47	CCLR bds.
11	Rottweiler	Thea	weibl.	kastr.	6	50	CCLR li.
12	Magyar Vizsla	Trekkor	männl.	kastr.	6	34,5	CCLR bds.
13	Labrador	Sophie	weibl.	kastr.	2	30,5	CCLR bds.
14	DKH	Gable	männl.	kastr.	5	32	CCLR re.
15	Lab/Rottie-Mix	Shack	männl.	kastr.	1	41	CCLR bds.
16	Labrador	Boris	männl.	kastr.	4	34,5	CCLR li.
17	DSH	Schultzie	weibl.	intakt	8	34	CCLR li.
18	Chow-Chow	Kuma	männl.	kastr.	6	33	CCLR re.
19	Labrador	Shasta	weibl.	kastr.	8	29,5	CCLR bds.
20	Labrador-Mix	Fredd	männl.	kastr.	7	30	CCLR li.
21	Golden Retriever	Buffy	weibl.	kastr.	6	46	CCLR bds.
22	Rottweiler	Kodiak	weibl.	kastr.	5,5	32,5	CCLR li.
23	Rottweiler	Andy	weibl.	intakt	3	43,5	CCLR bds.
24	Boxer	Bumper	männl.	kastr.	6	38,5	CCLR li.
25	Labrador	Molly	weibl.	kastr.	1,5	31	CCLR bds.
26	Rottweiler	Kylie	weibl.	kastr.	2	54,5	CCLR bds.
27	Boxer	Sadie	weibl.	kastr.	3	34,5	CCLR li.
28	Neufundländer	Abbie	weibl.	kastr.	5	58,5	CCLR bds.
29	Mix	Samantha	weibl.	kastr.	6	40	CCLR re.
30	Mix	Gus	männl.	kastr.	1	47,5	CCLR bds.
31	Sibirischer Husky	Opus	männl.	kastr.	11,5	33	CCLR re.
32	Rottweiler	Rodoc	männl.	intakt	4	44	CCLR bds.
33	DSH	Clyde	männl.	kastr.	8,5	47	CCLR re.
34	Mix	Keena	weibl.	kastr.	9,5	30	CCLR li.
35	Labrador-Mix	Emma	weibl.	kastr.	3	27	CCLR li.
36	Golden Retriever	Daisy	weibl.	kastr.	7	43,5	CCLR li.
37	Labrador-Mix	Thunder	männl.	kastr.	1,5	43	CCLR li.
38	Rottweiler	Brea	weibl.	kastr.	2	46,5	CCLR bds.
39	Labrador	Canaan	männl.	kastr.	3,5	36	CCLR bds.
40	Labrador-Mix	Mele	weibl.	intakt	8,5	46	CCLR li.
41	Labrador	Sali Ann	männl.	intakt	5	45	CCLR bds.
42	Am. Cocker Spaniel	Gizmo	männl.	kastr.	4	15	CCLR bds.
43	Chow-Akita-Mix	Asia	weibl.	kastr.	1	63	CCLR re.
44	Labrador	Holly	weibl.	kastr.	7	34,5	CCLR li.
45	Rottweiler	Jangle	männl.	kastr.	4	40	CCLR bds.
46	Golden Retriever	Rowdy	männl.	intakt	6,5	42	CCLR re.
47	Labrador	Tulsa	weibl.	kastr.	7,5	33,5	CCLR bds.
48	Labrador	Daisy	weibl.	kastr.	7,5	34,5	CCLR re.
49	Labrador	Sam	männl.	kastr.	7	39	CCLR li.
50	Akita Inu	Bear	männl.	kastr.	1	45	CCLR bds.

Tabelle 24: Patientendaten der 50 Tiere im Messmethodenvergleich

Nummer	"A" re	"A" re	"A" re	"A" re #	"A" li	"A"li	"A" li	"A" li #
1	17,00	20,50	21,00	19,50	21,00	20,50	19,50	20,33
2	27,00	26,00	28,00	27,00	27,00	28,50	29,00	28,17
3	22,50	25,50	25,00	23,75	23,50	23,00	24,00	23,75
4	30,00	30,00	30,00	30,00	30,50	26,00	28,50	28,33
5	19,50	18,50	20,00	19,33	26,00	24,50	22,50	24,33
6	24,50	25,50	24,50	24,83	23,50	27,50	29,00	26,67
7	19,50	20,50	23,00	21,00	18,00	20,50	20,50	19,67
8	27,00	24,00	27,50	26,17	28,00	27,00	29,50	28,17
9	22,50	25,00	23,00	23,50	25,00	26,50	27,00	26,17
10	30,00	31,50	30,00	30,50	31,00	29,50	27,00	29,17
11	21,50	22,50	25,00	23,00	25,50	25,50	27,50	26,17
12	23,00	24,00	23,50	23,50	28,00	27,50	27,00	27,50
13	42,00	40,00	37,00	39,67	30,50	28,50	29,00	29,33
14	30,00	29,00	30,00	29,67	25,00	25,00	25,50	25,17
15	34,00	30,00	30,00	31,33	30,50	26,50	30,50	29,17
16	20,50	19,50	20,50	20,17	21,50	22,50	22,00	22,00
17	25,00	24,00	25,00	24,67	26,00	21,00	23,00	23,33
18	15,00	16,50	17,00	16,17	10,00	9,00	10,00	9,67
19	27,50	26,00	26,00	26,50	24,50	23,00	23,50	23,67
20	22,00	25,00	25,00	24,00	23,00	23,50	23,50	23,33
21	28,00	25,50	24,50	26,00	27,00	23,00	24,50	24,83
22	22,00	18,00	21,00	20,33	18,50	18,00	18,50	18,33
23	17,50	18,50	19,00	18,33	23,00	22,00	23,50	22,83
24	25,00	27,00	25,00	25,67	21,50	23,50	21,00	22,00
25	20,50	21,00	23,00	21,50	25,00	28,50	27,00	26,83
26	28,00	29,00	26,00	27,67	20,50	23,00	23,00	22,17
27	27,50	27,50	27,00	27,33	28,00	25,00	27,50	26,83
28	27,00	25,50	24,00	25,50	18,00	17,50	24,50	20,00
29	32,00	32,50	30,00	31,50	28,00	27,00	28,00	27,67
30	26,50	27,50	27,50	27,17	35,50	36,00	33,00	34,83
31	27,00	30,00	30,50	29,17	28,50	30,00	28,50	29,00
32	27,50	27,50	26,50	27,17	27,50	22,00	30,00	26,50
33	28,00	28,00	28,00	28,00	24,00	24,50	23,50	24,00
34	27,00	27,50	25,50	26,67	26,50	24,50	24,50	25,17
35	22,00	18,50	23,50	21,33	27,00	27,50	25,00	26,50
36	22,00	25,00	22,00	23,00	20,50	23,00	22,50	22,00
37	21,00	20,50	21,50	21,00	28,00	26,00	24,50	26,17
38	25,50	28,50	29,00	27,67	21,00	21,50	21,00	21,17
39	27,50	27,50	24,50	26,50	31,00	28,00	25,50	28,17
40	27,00	26,50	24,50	26,00	22,50	27,50	23,00	24,33
41	30,50	26,50	28,00	28,33	29,00	25,50	30,00	28,17
42	28,50	27,50	32,00	29,33	25,00	25,00	25,00	25,00
43	33,50	31,00	31,00	31,83	29,50	32,50	29,00	30,33
44	25,50	26,00	24,50	25,33	26,00	27,00	25,50	26,17
45	24,00	24,00	25,00	24,33	25,00	30,00	27,50	27,50
46	26,00	22,00	21,50	23,17	21,50	24,50	22,50	22,83
47	25,50	23,00	25,50	24,67	20,00	24,00	22,00	22,00
48	24,50	24,00	24,00	24,17	27,50	25,00	27,00	26,50
49	32,50	32,50	32,00	32,33	32,50	33,00	32,50	32,67
50	22,00	24,00	20,50	22,17	25,00	26,00	24,50	25,17

Tabelle 25: Neigungswinkel im Messmethodenvergleich nach Messmethode „A“

Nummer	"B" re	"B" re	"B" re	"B" re #	"B" li	"B" li	"B" li	"B" li #
1	21,50	23,50	22,50	22,50	24,50	25,00	24,50	24,67
2	26,50	29,00	28,50	28,00	26,00	26,50	27,50	26,67
3	24,00	24,50	24,00	24,17	26,00	25,50	27,50	26,33
4	32,00	31,00	33,00	32,00	30,50	30,00	28,00	29,50
5	22,00	23,50	23,00	22,83	28,00	29,00	29,00	28,67
6	34,00	30,00	29,50	31,17	33,00	29,00	29,50	30,50
7	28,50	27,50	27,00	27,67	28,00	26,00	25,50	26,50
8	29,00	27,50	28,00	28,17	27,50	28,50	26,50	27,50
9	25,00	22,50	23,00	23,50	27,50	26,00	26,00	26,50
10	28,00	27,00	26,00	27,00	27,50	27,00	27,00	27,17
11	26,00	25,00	25,00	25,33	26,00	27,50	25,00	26,17
12	26,50	25,00	23,00	24,83	27,00	22,00	23,50	24,17
13	41,00	41,00	40,00	40,67	36,00	35,50	36,00	35,83
14	33,50	36,00	34,00	34,50	31,00	29,00	30,00	30,00
15	30,00	31,00	30,50	30,50	27,00	28,00	27,50	27,50
16	21,50	23,00	24,00	22,83	23,00	20,50	20,00	21,17
17	28,50	27,50	27,50	27,83	28,50	27,00	27,00	27,50
18	19,00	17,50	18,50	18,33	12,50	11,50	14,00	12,67
19	30,50	30,50	31,50	30,83	30,00	31,50	34,00	31,83
20	25,50	25,50	26,00	25,67	27,50	29,50	28,00	28,33
21	27,50	29,00	29,00	28,50	26,00	26,00	27,00	26,33
22	26,50	25,00	26,50	26,00	24,50	23,50	23,50	23,83
23	20,00	20,00	20,00	20,00	27,00	28,50	27,00	27,50
24	28,00	27,50	27,50	27,67	27,50	27,00	27,00	27,17
25	25,00	27,00	22,50	24,83	24,00	22,50	25,00	23,83
26	29,50	28,50	28,00	28,67	26,50	27,00	25,00	26,17
27	30,00	29,50	28,50	29,33	29,00	28,00	29,50	28,83
28	25,00	27,00	23,50	25,17	23,00	24,00	21,00	22,67
29	32,50	34,00	33,50	33,33	29,00	30,00	28,00	29,00
30	29,00	25,00	24,00	26,00	33,50	33,50	33,50	33,50
31	34,50	31,50	33,00	33,00	34,00	32,00	30,00	32,00
32	29,00	28,00	28,00	28,33	32,00	30,50	30,00	30,83
33	27,00	28,00	26,00	27,00	27,50	26,00	25,50	26,33
34	28,50	28,50	28,50	28,50	26,00	29,00	28,00	27,67
35	24,00	23,50	23,50	23,67	25,50	25,00	26,00	25,50
36	26,50	26,50	27,00	26,67	28,00	27,00	26,00	27,00
37	25,00	30,00	29,00	28,00	27,00	29,00	28,50	28,17
38	28,00	27,00	26,00	27,00	26,00	23,00	23,50	24,17
39	28,00	28,50	30,00	28,83	31,00	32,00	32,00	31,67
40	29,00	30,00	30,00	29,67	28,00	28,00	29,00	28,33
41	26,00	27,50	28,00	27,17	27,00	25,50	27,50	26,67
42	30,00	29,50	29,50	29,67	32,50	30,00	31,00	31,17
43	32,50	31,00	30,50	31,33	33,50	31,50	32,00	32,33
44	28,50	27,00	24,00	26,50	28,00	24,00	26,00	26,00
45	30,00	28,50	27,50	28,67	30,00	30,00	30,00	30,00
46	27,50	27,50	29,00	28,00	29,00	25,00	27,00	27,00
47	34,00	29,50	31,50	31,67	27,00	27,00	28,50	27,50
48	23,50	26,50	27,00	25,67	29,50	28,00	27,50	28,33
49	34,00	27,00	29,50	30,17	37,00	34,00	33,50	34,83
50	29,50	29,00	28,00	28,83	30,50	29,00	29,00	29,50

Tabelle 26: Neigungswinkel im Messmethodenvergleich nach Messmethode „B“

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
1	Chow Chow-Mix	Berny	01.08.95	Bißverletzung Vorderpfote
2	Labrador-Mix	Charlie	08.11.94	Diskopathie
3	Dobermann-Mix	Reuben	15.02.94	Ellbogendysplasie
4	Bobtail-Mix	Leika	29.03.95	Radius/Ulna-Fraktur
5	Basenji/Terrier-Mix	Jackie	02.03.94	Zahnbehandlung
6	DSH-Mix	Bandit	08.02.94	Ellbogendysplasie
7	Irish Setter-Mix	Toby	16.12.93	Kehlkopflähmung
8	Irischer Wolfshund-Mix	Lady	09.11.94	obB
9	DSH/Greyhound-Mix	Obien	12.04.94	Pension
10	Labrador-Mix	Alf	02.02.94	Pension
11	Austr. Shepherd-Mix	Sydney	03.03.94	Pension
12	Sheltie/Terrier-Mix	Athena	23.12.93	Rektaler Tumor
13	DSH-Mix	Rex	22.03.95	Zahnbehandlung
14	DSH/Wolfshund-Mix	Sam	03.11.94	Arthrodesse Carpus
15	DSH-Mix	Freddy	16.03.95	Osteosarkom Radius
16	Labrador-Mix	Max	03.03.94	Pension
17	DSH-Mix	Sarah	07.03.95	Tendovaginitis Schultergelenk
18	DSH-Mix	Kessy	31.10.95	alte Femurfraktur
19	DSH-Mix	Sam	22.12.93	Hernia perinealis
20	DSH/Terrier-Mix	Brutus	02.12.93	Zahnbehandlung
21	DSH/Rottweiler-Mix	Amigo	11.11.94	Bißverletzg li. Knie
22	Labrador-Mix	Buster	17.01.94	Cauda equina Kompr. Syndrom
23	DSH-Mix	Moses	13.04.94	HWS-Syndrom
24	DSH-Mix	Liese	19.12.94	Leyomyom im Duodenum
25	DSH-Mix	Akka	27.02.95	Stöckchenverletzung am Hals
26	Dalmatiner-Mix	Lindo	20.09.95	Oronasale Fistel
27	Collie-Mix	Rex	27.02.95	Struma
28	Mix	Sam	16.02.94	Autoimmunbedingte Arthritis
29	Austr. Shepherd-Mix	Joey	24.02.94	Pension
30	DSH-Mix	Brandy	22.02.94	Pension
31	Elchhund-Mix	Stout	01.04.94	Schilddrüsenadenom
32	Labrador/Boxer-Mix	Exader	22.03.94	HWS-Syndrom
33	DSH/Collie-Mix	Charlie	06.01.94	Coxarthrose
34	Airedale Terrier	Gus	23.03.94	Maleolusfraktur
35	Airedale Terrier	Buster	11.08.95	chron. Prostatitis
36	Airedale Terrier	Bronco	14.03.96	Schilddrüsentumor
37	Airedale Terrier	Lisa	31.10.95	Pankreastumor
38	Akita Inu	Satoko	08.12.95	HD-Röntgen
39	Akita Inu	Black Power	04.05.94	Perianale Fisteln
40	Alaskan Malamute	Tschaschka	25.11.94	Nephropathie, Pyometra
41	Am. Cocker Spaniel	Larry	07.02.94	Dermatitis
42	Am. Cocker Spaniel	Daisy	03.03.94	Otitis
43	Am. Cocker Spaniel	Lucy	09.02.94	Otitis
44	Am. Cocker Spaniel	Joe	28.01.94	Prostatahyperplasie
45	Am. Cocker Spaniel	Mac	20.01.94	Femurfraktur
46	Am. Cocker Spaniel	Jiggs	30.11.93	Proteinverlustenteropathie
47	Am. Cocker Spaniel	Sunny	03.01.94	Euthanasie(Aggressivität)
48	Berger de Brie	Elodie	01.03.95	Zahnfraktur
49	Bobtail	Charly	19.07.95	Hodentumor
50	Border Collie	Tippy	22.03.94	Pension

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	E- Zustand	NW rechts	NW links
1	männl. unkastriert	6	35	normalgewichtig	19,50	19,50
2	männl. unkastriert	6	23	normalgewichtig	18,50	19,00
3	männl. kastriert	6	38	normalgewichtig	24,50	26,00
4	weibl. kastriert	6	36,5	übergewichtig	27,50	29,50
5	weibl. kastriert	6	23	übergewichtig	33,00	34,00
6	männl. kastriert	7	34	normalgewichtig	28,50	30,00
7	männl. kastriert	7	25	normalgewichtig	24,50	23,00
8	weibl. unkastriert	7	70	übergewichtig	26,00	27,50
9	männl. kastriert	7	36	normalgewichtig	24,00	23,00
10	männl. kastriert	7	55,5	übergewichtig	31,50	30,00
11	weibl. kastriert	7	21,5	normalgewichtig	31,50	31,50
12	weibl. kastriert	7	13	übergewichtig	28,00	28,00
13	männl. kastriert	7	35	normalgewichtig	29,00	30,00
14	männl. unkastriert	8	60,5	normalgewichtig	29,00	28,00
15	männl. unkastriert	8	40	normalgewichtig	23,50	22,00
16	männl. kastriert	8	23,5	normalgewichtig	25,00	29,50
17	weibl. unkastriert	8	29,5	normalgewichtig	30,50	29,50
18	weibl. unkastriert	8,5	30	normalgewichtig	22,50	19,50
19	männl. unkastriert	9	32	normalgewichtig	28,00	29,50
20	männl. kastriert	9	19,5	normalgewichtig	28,00	30,50
21	männl. unkastriert	10	56	übergewichtig	26,50	28,00
22	männl. kastriert	10	42	normalgewichtig	22,00	24,50
23	männl. kastriert	10	22,5	normalgewichtig	26,00	27,00
24	weibl. kastriert	10	32	übergewichtig	27,00	25,50
25	weibl. unkastriert	10	25	normalgewichtig	26,50	26,50
26	männl. unkastriert	11	28	normalgewichtig	24,50	26,00
27	männl. unkastriert	11	43	übergewichtig	28,50	32,00
28	männl. kastriert	12	19,5	normalgewichtig	26,50	26,00
29	weibl. kastriert	12	29,5	normalgewichtig	28,50	32,00
30	weibl. kastriert	12	32,5	übergewichtig	24,50	28,50
31	männl. kastriert	12	26,5	normalgewichtig	24,00	24,50
32	männl. kastriert	13	34	normalgewichtig	24,50	25,00
33	männl. kastriert	15	32,5	normalgewichtig	20,00	18,50
34	männl. kastriert	6	35	normalgewichtig	19,00	19,00
35	männl. kastriert	10	22,5	untergewichtig	28,50	26,50
36	männl. unkastriert	11,5	32	normalgewichtig	25,50	26,50
37	weibl. kastriert	13	42	normalgewichtig	24,50	26,00
38	männl. unkastriert	1	38	normalgewichtig	22,00	21,50
39	männl. unkastriert	10	53,5	normalgewichtig	28,50	27,00
40	weibl. unkastriert	6	28	normalgewichtig	26,00	22,00
41	männl. kastriert	7	15	normalgewichtig	28,00	27,50
42	weibl. kastriert	8	11,5	normalgewichtig	27,50	26,50
43	weibl. kastriert	9	12,5	untergewichtig	27,50	27,00
44	männl. unkastriert	9	13,5	normalgewichtig	26,00	28,00
45	männl. kastriert	11	20,5	übergewichtig	29,00	28,00
46	männl. kastriert	11	11	untergewichtig	27,00	31,00
47	männl. kastriert	12	13,5	normalgewichtig	28,50	27,50
48	weibl. unkastriert	6	25	normalgewichtig	24,50	26,00
49	männl. unkastriert	10	40	übergewichtig	25,50	21,00
50	weibl. unkastriert	9	28	normalgewichtig	21,50	25,00

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
51	Boxer	Ron	18.08.95	Chronische Bronchitis
52	Boxer	Fernando	14.03.96	HD-Röntgen
53	Boxer	Max	11.03.96	HWS-Syndrom
54	Boxer	Escada	10.07.95	HD-Röntgen
55	Boxer	Daisy	10.07.95	HD-Röntgen
56	Boxer	Aron	11.12.95	OCD Schulter
57	Boxer	Happy	14.11.95	Tendinose Schultergelenk
58	Boxer	Felz	12.01.96	Myelographie (Phlegmone!)
59	Boxer	Aki	02.01.96	Prostatacysten
60	Boxer	Lexa	24.07.95	obB
61	Boxer	Apoll	13.08.95	Torsio ventriculi
62	Boxer	Ulrich	17.10.95	Zahnbehandlung
63	Boxer	Gayus	18.08.95	Hernia perinealis
64	Boxer	Xanto	28.11.95	Lebertumor
65	Boxer	Gustl	14.03.95	Prostataabszeß
66	Boxer	Paul	17.11.95	Tumor am Ohr
67	Boxer	Jette	07.12.95	Othämatom
68	Boxer	Alf	15.02.96	Tumor am Kopf
69	Boxer	Jony	07.03.96	Zahnbehandlung
70	Briard	Balou	05.07.95	Epulis
71	Briard	Leu	27.03.95	Hepathopathie
72	BSH	Vila	20.09.95	Ovarialtumor
73	Chesapeakebay Retr.	Sailor	01.12.93	Diskopathie
74	Chow Chow	Bacardi	10.12.93	Autoimmune Dermatitis
75	Chow Chow	Teddy	07.04.95	Luxatio Tarsocruralgelenk
76	Chow Chow	Kim	07.11.94	Zahnbehandlung
77	Cocker Spaniel	Gerry	17.02.94	Pension
78	Collie	Viking	21.11.95	Tumor im Rektum
79	DDH	Mondo	02.03.95	Tendovaginitis Schultergelenk
80	DDH	Flocke	11.07.95	Pexus brachialis-Abriß
81	DKH	Benno	18.11.94	Hodentumor
82	Dobermann	Maron	07.11.94	Cauda equina Kompr. Syndrom
83	Dobermann	Max	19.11.93	kutanes Lipom
84	Dobermann	Bogie	12.01.94	Radius/Ulna-Fraktur
85	Dobermann	Babe	03.02.94	Pension
86	Dobermann	Wopper	26.11.93	Pension
87	Dobermann	Madam	09.12.94	akutes Abdomen
88	Dobermann	Misty	09.02.94	Milztumor
89	Dogge	Corsar	28.12.94	Torsio ventriculi
90	DSH	Chrisy	20.11.95	HD-Röntgen
91	DSH	Dana	01.11.95	HD-Röntgen
92	DSH	Cindy	01.02.96	HD-Röntgen
93	DSH	Drakon	01.11.95	Kalzinosis am Hals
94	DSH	Tony	18.01.96	HD-Röntgen
95	DSH	Aika	10.11.95	HD-Röntgen
96	DSH	Wendy	20.11.95	Zahnbehandlung
97	DSH	Eros	22.01.96	Radius/Ulna-Fraktur
98	DSH	Rex KK 205	09.02.96	Zahnfraktur
99	DSH	Saro	13.12.95	Zahnfraktur
100	DSH	Berthas	15.03.96	HD-Röntgen

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	E.-Zustand	NW rechts	NW links
51	männl. unkastriert	1	30	normalgewichtig	23,50	21,50
52	männl. unkastriert	1	35	normalgewichtig	25,50	27,50
53	männl. unkastriert	1	38	normalgewichtig	23,00	23,00
54	weibl. unkastriert	1,5	27	normalgewichtig	25,00	25,00
55	weibl. kastriert	2	22	normalgewichtig	28,00	28,00
56	männl. unkastriert	2,5	35	normalgewichtig	27,50	28,50
57	männl. kastriert	4	27	normalgewichtig	32,50	32,00
58	männl. unkastriert	5	40	normalgewichtig	26,50	28,50
59	männl. unkastriert	5,5	31	normalgewichtig	23,00	22,00
60	weibl. kastriert	6	24	normalgewichtig	30,00	28,50
61	männl. unkastriert	6	40	normalgewichtig	24,00	24,00
62	männl. kastriert	6	37	normalgewichtig	24,00	23,00
63	männl. unkastriert	7	40	normalgewichtig	24,00	21,00
64	männl. unkastriert	7	43	normalgewichtig	14,00	18,00
65	männl. kastriert	7	38	normalgewichtig	22,00	24,00
66	männl. unkastriert	7,5	32	normalgewichtig	21,50	23,00
67	weibl. unkastriert	8	32	normalgewichtig	24,00	23,00
68	männl. unkastriert	8,5	41	normalgewichtig	25,50	28,00
69	männl. unkastriert	9	32	normalgewichtig	24,00	23,00
70	männl. kastriert	6	39	normalgewichtig	26,50	28,00
71	männl. kastriert	9	52,5	übergewichtig	28,50	29,50
72	weibl. unkastriert	6	28	untergewichtig	27,00	25,50
73	männl. unkastriert	8	38	normalgewichtig	24,50	23,00
74	männl. kastriert	6,5	31		23,00	23,00
75	männl. unkastriert	7	22	normalgewichtig	26,50	27,50
76	männl. unkastriert	8	26	normalgewichtig	28,50	28,00
77	weibl. kastriert	8	16	normalgewichtig	28,00	27,00
78	männl. unkastriert	10,5	35	normalgewichtig	21,00	21,00
79	männl. unkastriert	9	35	normalgewichtig	24,50	25,50
80	weibl. unkastriert	12,5	25	normalgewichtig	28,50	29,50
81	männl. unkastriert	10	35	normalgewichtig	28,50	29,00
82	männl. unkastriert	5,5	46	normalgewichtig	26,50	29,50
83	männl. unkastriert	7	37	normalgewichtig	25,00	25,50
84	männl. kastriert	7,5	41,5	normalgewichtig	34,00	34,50
85	weibl. kastriert	9	32	normalgewichtig	26,00	28,00
86	weibl. kastriert	10	37	übergewichtig	20,00	20,00
87	weibl. kastriert	12	25	normalgewichtig	28,00	28,00
88	weibl. kastriert	12	45	normalgewichtig	28,00	27,00
89	männl. unkastriert	8	75	untergewichtig	26,50	24,00
90	weibl. unkastriert	1	28	normalgewichtig	25,50	23,50
91	weibl. unkastriert	1	25	normalgewichtig	28,50	29,00
92	weibl. unkastriert	1	31	normalgewichtig	23,50	24,00
93	männl. unkastriert	1	30	normalgewichtig	27,00	28,50
94	männl. unkastriert	1,5	30,5	normalgewichtig	28,00	30,50
95	männl. unkastriert	1,5	38	normalgewichtig	24,50	26,50
96	weibl. unkastriert	1,5	30,5	normalgewichtig	25,00	25,00
97	männl. unkastriert	2	35	normalgewichtig	28,00	28,00
98	männl. unkastriert	2	30	normalgewichtig	27,50	26,50
99	männl. unkastriert	2	40	normalgewichtig	21,00	20,00
100	männl. unkastriert	4	38,5	normalgewichtig	20,00	24,00

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
101	DSH	Jack	07.12.95	Prostatacysten
102	DSH	Tessy	22.01.96	Cauda equina Kompr. Syndrom
103	DSH	Heros	07.12.95	Kryptorchide
104	DSH	Nero	15.03.96	HD-Röntgen
105	DSH	Don	07.02.96	Zahnfraktur
106	DSH	Tex	12.09.95	Cauda equina Kompr. Syndrom
107	DSH	Bronco	07.02.96	HWS-Syndrom
108	DSH	Reika	09.06.95	Metatarsalfaktur
109	DSH	Mungo	25.10.95	Myelographie
110	DSH	Charly	23.02.94	Otitis
111	DSH	Onko	10.11.95	Tumor im Rektum
112	Kanad. Schäferhund	Lady	03.11.95	Tumoren im Abdomen
113	DSH	Enzo	13.07.95	Zahnbehandlung
114	DSH	Aron	13.12.96	Bißverletzung re. Ellbogen
115	DSH	Amor	07.08.95	Gekrösetumor
116	DSH	Orca	27.02.95	Otitis
117	DSH	Orb	06.03.95	Perianalfisteln
118	DSH	Rex	31.07.95	Cystitis(Urethrographie)
119	DSH	Theo	01.06.95	Pfotendermatitis
120	DSH	Sally	22.02.95	Otitis
121	DSH	Rocky	24.01.96	Cauda equina Kompr. Syndrom
122	DSH	Anka	09.12.94	Magendilatation
123	DSH	Hera	28.03.95	Otitis
124	DSH	Corro	28.11.95	Torsio ventriculi
125	DSH	Apollo	22.11.95	Tumor an Lefzen
126	DSH	Enno	15.02.96	Diskopathie Th 12-13
127	DSH	Akiwa	31.10.95	Myelographie
128	DSH	Susi	09.12.94	Cauda equina Kompr. Syndrom
129	DSH	Arco	07.11.94	Dikopathie
130	DSH	Harras	22.12.94	HWS-Syndrom
131	DSH	Senta	04.11.94	Myelographie
132	DSH	Tascha	01.11.95	Myelographie
133	DSH	Alf	21.10.94	Prostatacysten
134	DSH	Rocky	01.08.95	Radius/Ulna-Fraktur
135	DSH	Janka	27.02.96	Cauda equina Kompr. Syndrom
136	DSH	Rex	08.12.94	Leukose
137	DSH	Gela	13.07.95	Dilatatio ventriculi
138	Eurasier	Arik	17.11.94	Ellbogendysplasie
139	Golden Retriever	Lisa	24.10.95	Unterkiefertumor
140	Golden Retriever	Back	23.01.96	HD-Röntgen
141	Golden Retriever	Whitney	17.01.94	Pension
142	Golden Retriever	Jake	28.02.97	Ellbogendysplasie
143	Golden Retriever	Lady	26.11.93	Pension
144	Golden Retriever	Jason	23.12.93	Pension
145	Golden Retriever	Lady	28.01.94	Pension
146	Golden Retriever	Luke	31.03.94	Osteosarkom Humerus
147	Golden Retriever	Taffy	06.12.93	Kehlkopflähmung
148	Greyhound	Cash Value	05.04.94	Hernia perinealis
149	Hovawart	Basco	14.06.95	HWS-Syndrom
150	Hovawart	Billa	29.03.95	Cauda equina Kompr. Syndrom

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	E.-Zustand	NW rechts	NW links
101	männl. unkastriert	4	34	normalgewichtig	25,50	26,50
102	weibl. unkastriert	4,5	33	normalgewichtig	21,00	20,00
103	männl. unkastriert	5	30	normalgewichtig	32,50	36,00
104	männl. unkastriert	5,5	35	normalgewichtig	28,00	28,00
105	männl. unkastriert	5,5	40	normalgewichtig	30,00	29,00
106	männl. unkastriert	6	40	normalgewichtig	33,50	33,00
107	männl. unkastriert	6	39	normalgewichtig	27,00	28,50
108	weibl. unkastriert	6	31,5	normalgewichtig	29,00	30,00
109	männl. unkastriert	6	46	normalgewichtig	15,00	18,00
110	weibl. kastriert	6	39	normalgewichtig	29,00	25,00
111	männl. kastriert	6	30	untergewichtig	20,50	21,00
112	weibl. unkastriert	6	25	normalgewichtig	29,50	29,50
113	männl. unkastriert	6	38	normalgewichtig	23,50	25,00
114	männl. unkastriert	6,5	40	normalgewichtig	31,00	29,50
115	männl. unkastriert	6,5	45	normalgewichtig	31,50	31,00
116	weibl. unkastriert	6,5	33	normalgewichtig	25,50	26,50
117	männl. kastriert	6,5	43	normalgewichtig	26,00	26,50
118	männl. unkastriert	7	36	normalgewichtig	36,50	35,00
119	männl. unkastriert	7	33,5	normalgewichtig	24,50	23,50
120	weibl. unkastriert	7,5	29	normalgewichtig	30,50	29,00
121	männl. unkastriert	8	45	normalgewichtig	29,00	26,50
122	weibl. unkastriert	8	33	normalgewichtig	26,00	27,50
123	weibl. unkastriert	8	34	normalgewichtig	26,00	26,50
124	männl. unkastriert	8	33	normalgewichtig	19,00	20,00
125	männl. unkastriert	8	48	normalgewichtig	22,00	22,50
126	männl. unkastriert	8,5	35	normalgewichtig	23,00	22,50
127	weibl. unkastriert	8,5	38,5	normalgewichtig	21,00	24,00
128	weibl. unkastriert	9	27	untergewichtig	25,50	25,00
129	männl. unkastriert	9	40	normalgewichtig	26,00	26,00
130	männl. unkastriert	9	30	normalgewichtig	31,00	32,00
131	weibl. kastriert	9	31	normalgewichtig	30,00	29,00
132	weibl. kastriert	9	29	normalgewichtig	21,50	24,00
133	männl. unkastriert	9	41	normalgewichtig	26,00	27,00
134	männl. unkastriert	9	42	normalgewichtig	30,00	28,00
135	weibl. unkastriert	11	36	normalgewichtig	31,50	30,00
136	männl. unkastriert	12	31	untergewichtig	25,00	25,50
137	weibl. kastriert	13	35	normalgewichtig	20,50	21,00
138	männl. unkastriert	8	30	normalgewichtig	22,00	24,00
139	weibl. unkastriert	5,5	39	übergewichtig	22,00	21,00
140	männl. unkastriert	6	31	normalgewichtig	26,00	25,00
141	weibl. kastriert	6,5	27,5	normalgewichtig	27,50	27,00
142	männl. kastriert	8	43	normalgewichtig	30,50	33,00
143	weibl. kastriert	8	43	übergewichtig	34,00	32,50
144	männl. kastriert	9	33,5	übergewichtig	22,50	22,00
145	weibl. kastriert	10	47,5	übergewichtig	24,50	26,00
146	männl. kastriert	13	42,5	normalgewichtig	26,50	26,50
147	weibl. kastriert	13,5	46	normalgewichtig	35,50	37,00
148	männl. unkastriert	11	31	normalgewichtig	26,50	28,00
149	männl. unkastriert	7	36	normalgewichtig	26,00	23,00
150	weibl. unkastriert	8	36	normalgewichtig	25,50	28,50

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
151	Irischer Wolfshund	Edin	16.03.95	Zahnbehandlung
152	Irish Setter	Gordon	07.08.95	Nasentumor
153	Labrador	Annabell	21.02.96	HD-Röntgen
154	Labrador	Sam	21.11.95	Ellbogendysplasie
155	Labrador	Berry	02.11.95	Myelographie
156	Labrador	Charly	06.12.95	Ellbogendysplasie
157	Labrador	Scandica	14.02.96	HD-Röntgen
158	Labrador	Jeller	29.12.93	Mastzellentumor
159	Labrador	Billy	28.11.94	Gehirntumor
160	Labrador	King	27.04.95	hochgr. HD
161	Neufundländer	Anko	31.10.95	Milztumor
162	Pitbull	Ceasar	06.04.94	Pension
163	Riesenschnauzer	Carlos	18.08.95	Plexus brachialis-Verletzung
164	Riesenschnauzer	Bella	20.10.95	Plattenepithelkarzinom Zehen
165	Riesenschnauzer	Arco KK 888	06.06.95	CCLR-Verdacht
166	Riesenschnauzer	Raika	28.06.95	Osteosarkom Humerus
167	Rottweiler	Xantos	23.01.96	Ellbogendysplasie
168	Rottweiler	Scandica	07.12.95	HD-Röntgen
169	Rottweiler	Falco	06.02.96	HD-Röntgen
170	Rottweiler	Casty	15.01.96	HD-Röntgen
171	Rottweiler	Ivan	07.02.96	HD-Röntgen
172	Rottweiler	Elsa	08.02.96	HD-Röntgen
173	Rottweiler	Lissy	30.11.95	HD-Röntgen
174	Rottweiler	Gibsy	11.12.95	HD-Röntgen
175	Rottweiler	Graf	11.12.95	HD-Röntgen
176	Rottweiler	Eick	08.02.96	HD-Röntgen
177	Rottweiler	Aron	04.12.95	HD-Röntgen
178	Rottweiler	Uno	04.12.95	HD-Röntgen
179	Rottweiler	Bonny	04.12.95	HD-Röntgen
180	Rottweiler	Eik	22.01.96	HD-Röntgen
181	Rottweiler	Sarah	02.11.95	HD-Röntgen
182	Rottweiler	Enno	13.02.96	HD-Röntgen
183	Rottweiler	Droll	13.02.96	HD-Röntgen
184	Rottweiler	Packo	13.02.96	Ellbogendysplasie
185	Rottweiler	Boja	11.12.95	HD-Röntgen
186	Rottweiler	Amboss	28.02.96	Osteochondrosis Tarsus
187	Rottweiler	Lido	16.11.95	Tendinose Schultergelenk
188	Rottweiler	Eika	16.01.96	Zahnbehandlung
189	Rottweiler	Dozer	21.01.94	Cauda equina Kompr. Syndrom
190	Rottweiler	Holm	16.11.95	Myelographie
191	Rottweiler	Rocky	20.11.95	Supraorbitaler Abszeß
192	Rottweiler	Bruce	26.11.93	Wobbler-Syndrom
193	Rottweiler	Benny	04.07.95	Lahmheit vorne re.
194	Rottweiler	Alex	31.01.96	Prostatahyperplasie
195	Rottweiler	Ben	21.07.95	Tendovaginitis Schultergelenk
196	Rottweiler	Akim	23.01.96	Fremdkörper im Jejunum
197	Rottweiler	Sico	13.06.95	Luxation Schultergelenk
198	Rottweiler	Cay KK 925	10.05.95	Zahnfraktur
199	Rottweiler	Bessy	29.11.95	Osteosarkom Humerus
200	Rottweiler	Roberto	20.02.95	Fibrosarkom
201	Rottweiler	Leika	28.07.95	Neurofibrom

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	E.-Zustand	NW rechts	NW links
151	weibl. kastriert	5,5	64,5	normalgewichtig	29,00	31,00
152	männl. unkastriert	13	32	normalgewichtig	24,00	23,00
153	weibl. unkastriert	1	26	normalgewichtig	31,00	28,00
154	männl. unkastriert	1,5	36	normalgewichtig	25,50	23,00
155	männl. unkastriert	1,5	21	normalgewichtig	26,00	25,00
156	männl. unkastriert	2,5	29	normalgewichtig	24,50	22,50
157	weibl. unkastriert	3	35	übergewichtig	23,50	23,00
158	männl. unkastriert	7,5	37	normalgewichtig	28,00	29,00
159	männl. unkastriert	8	29	untergewichtig	27,50	23,50
160	männl. unkastriert	14	23	untergewichtig	25,00	26,50
161	männl. unkastriert	7,5	70	normalgewichtig	24,00	27,00
162	männl. kastriert	10	29	normalgewichtig	23,50	24,50
163	männl. kastriert	6	39	normalgewichtig	28,00	26,50
164	weibl. unkastriert	6,5	37	normalgewichtig	19,00	20,00
165	männl. unkastriert	7	38	normalgewichtig	24,00	23,50
166	weibl. unkastriert	7	39	übergewichtig	30,50	31,50
167	männl. unkastriert	1	42	normalgewichtig	24,00	23,00
168	weibl. unkastriert	1	28	normalgewichtig	23,50	22,00
169	männl. unkastriert	1,5	51	normalgewichtig	23,50	26,00
170	weibl. unkastriert	1,5	39	normalgewichtig	25,00	23,00
171	männl. unkastriert	1,5	41	normalgewichtig	23,00	21,00
172	weibl. unkastriert	1,5	31	normalgewichtig	22,50	24,00
173	weibl. unkastriert	1,5	35	normalgewichtig	22,00	25,00
174	weibl. unkastriert	1,5	38	normalgewichtig	25,50	25,00
175	männl. unkastriert	1,5	42	normalgewichtig	23,50	22,00
176	männl. unkastriert	1,5	48	normalgewichtig	28,00	26,50
177	männl. unkastriert	1,5	44	normalgewichtig	27,50	28,00
178	männl. unkastriert	1,5	40	normalgewichtig	24,50	22,50
179	weibl. unkastriert	1,5	37	normalgewichtig	24,50	27,00
180	männl. unkastriert	1,5	43	normalgewichtig	21,50	20,50
181	weibl. unkastriert	1,5	45	normalgewichtig	25,00	25,00
182	männl. unkastriert	2	36	normalgewichtig	18,00	17,50
183	männl. unkastriert	2	44	normalgewichtig	31,00	28,50
184	männl. unkastriert	3	49	normalgewichtig	15,50	16,50
185	weibl. unkastriert	3	32	normalgewichtig	24,50	24,00
186	männl. unkastriert	3	55	normalgewichtig	23,50	25,00
187	männl. unkastriert	3,5	39	normalgewichtig	22,00	23,50
188	weibl. unkastriert	4,5	40,5	normalgewichtig	22,00	22,50
189	männl. unkastriert	5	44,5	normalgewichtig	26,50	25,00
190	männl. unkastriert	5	45	normalgewichtig	22,00	23,00
191	männl. unkastriert	5	50	normalgewichtig	27,00	26,50
192	männl. unkastriert	5	51,5	übergewichtig	26,50	23,50
193	männl. unkastriert	6	40	normalgewichtig	24,50	24,50
194	männl. unkastriert	6	51,5	normalgewichtig	21,00	21,00
195	männl. unkastriert	6	48	normalgewichtig	20,00	21,50
196	männl. unkastriert	6,5	38	untergewichtig	22,00	22,50
197	männl. unkastriert	7	39	normalgewichtig	25,00	25,00
198	männl. unkastriert	7	41,5	normalgewichtig	19,00	19,00
199	weibl. unkastriert	7,5	45	normalgewichtig	19,00	19,00
200	männl. unkastriert	8	49	normalgewichtig	25,00	25,00
201	weibl. unkastriert	8	47	normalgewichtig	29,00	31,00

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
202	Rottweiler	Terro	30.01.96	Nierentumor
203	Rottweiler	King	26.01.96	Zehenamputation
204	Rottweiler	Boy	19.09.95	Hernia perinealis
205	Rottweiler	Ben	05.04.95	Schilddrüsentumor
206	Rottweiler	Willie	16.12.93	Wobbler-Syndrom
207	Rottweiler	Alfa	09.11.94	Lahmheit vorne li.
208	Saluki	Dharyn	29.11.94	Radius/Ulna-Fraktur
209	Samojede	Lady	09.04.94	Fieber
210	Sheltie	Danny	13.01.94	Analdrüsentumor
211	Sibirischer Husky	Natalie	24.11.94	HWS-Syndrom
212	Springer Spaniel	Oggie	19.01.94	Prostatahyperplasie
213	Wolfspitz	Micky	28.12.94	Osteosarkom Olecranon

Tabelle 27: Daten und Neigungswinkel der Hunde ohne Kreuzbandruptur

Nr.	Geschlecht	Alter	Gewicht (kg)	E.-Zustand	NW rechts	NW links
202	männl. unkastriert	8	46	übergewichtig	19,50	22,00
203	männl. unkastriert	8	44	normalgewichtig	19,50	18,00
204	männl. unkastriert	8,5	51	normalgewichtig	24,00	23,00
205	männl. kastriert	9	45	normalgewichtig	23,50	22,00
206	männl. kastriert	9	43	normalgewichtig	28,00	27,50
207	weibl. kastriert	11	39	übergewichtig	25,00	27,00
208	männl. unkastriert	6,5	25	normalgewichtig	22,00	22,00
209	weibl. kastriert	8	29,5	übergewichtig	30,50	33,00
210	männl. kastriert	13	16,5	übergewichtig	30,00	26,00
211	weibl. unkastriert	8	20	normalgewichtig	26,50	28,50
212	männl. unkastriert	8	25	normalgewichtig	26,00	24,50
213	weibl. unkastriert	8	33	übergewichtig	29,00	29,00

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
1	Chow-Akita-Mix	Asia	03.05.95	CCLR rechts
2	Lab/Rottie-Mix	Shack	11.02.95	CCLR beiderseitig
3	Mix	Gus	17.12.96	CCLR beiderseitig
4	Labrador-Mix	Thunder	20.11.96	CCLR links
5	Labrador-Mix	Porter	16.08.96	CCLR rechts
6	Rottweiler-Mix	Murphy	19.07.95	CCLR beiderseitig
7	DSH/Akita-Mix	Gigi	02.02.94	CCLR rechts
8	Neufundländer-Mix	Tamlin	14.06.95	CCLR rechts
9	Rottweiler-Mix	Max	08.02.96	CCLR rechts
10	Labrador-Mix	Emma	16.05.96	CCLR links
11	Gold.-Retr.-Mix	Kado	23.01.95	CCLR beiderseitig
12	Labrador-Mix	Sadie	05.10.95	CCLR beiderseitig
13	Sennenhund-Mix	Tell	31.01.96	CCLR rechts
14	Landseer-Mix	Sam	24.05.95	CCLR rechts
15	Neufundländer-Mix	Sam	11.12.95	CCLR links
16	Leonberger-Mix	Joschu	15.11.94	CCLR beiderseitig
17	Akita Inu-Mix	Max	15.11.95	CCLR beiderseitig
18	Lab./Rottie-Mix	Shawnee	28.04.96	CCLR beiderseitig
19	Mix	Clifford	10.04.97	CCLR links
20	Terrier-Mix	Lita	08.03.95	CCLR links
21	DSH-Mix	Humphrey	15.12.95	CCLR rechts
22	DSH-Mix	Nanuk	17.08.95	CCLR rechts
23	Mix	Samantha	02.01.97	CCLR rechts
24	Gold.-Retr.-Mix	Otis	11.03.97	CCLR links
25	DSH-Mix	Chico	16.11.95	CCLR links
26	Labrador/Pittbull-Mix	Biene	18.01.96	CCLR links
27	Labrador-Mix	Nadine	23.02.94	CCLR beiderseitig
28	Labrador/Dogge-Mix	Sam	01.04.94	CCLR beiderseitig
29	Labrador-Mix	Sheba	03.04.97	CCLR beiderseitig
30	Beagle-Mix	Snoopy	08.11.95	CCLR beiderseitig
31	Labrador-Mix	Leone	06.12.95	CCLR rechts
32	Rottweiler-Mix	Bobby	24.11.94	CCLR rechts
33	Chow Chow-Mix	Susi	20.07.95	CCLR links
34	Labrador-Mix	Fredd	01.05.96	CCLR links
35	Neufundländer-Mix	Bessy	04.04.95	CCLR beiderseitig
36	DSH-Mix	Bagus	18.08.95	CCLR beiderseitig
37	DSH-Mix	Whisky	22.11.94	CCLR beiderseitig
38	Rottweiler-Mix	Anka	23.11.95	CCLR beiderseitig
39	Hirtenhund-Mix	Sita	21.06.95	CCLR beiderseitig
40	Briard-Mix	Bobby	29.06.95	CCLR rechts
41	Labrador-Mix	Benny	07.04.95	CCLR links
42	Labrador-Mix	Mele	02.08.96	CCLR links
43	Rottweiler-Mix	Lindberg	31.01.96	CCLR beiderseitig
44	BSH-Mix	Berry	17.02.95	CCLR beiderseitig
45	Mix	Keena	21.11.96	CCLR links
46	Labrador-Mix	Heidi	14.08.96	CCLR links
47	Terrier-Mix	Titus	14.06.95	CCLR links
48	DSH-Mix	Puhdy	11.01.96	CCLR links
49	Collie-Mix	Noki	01.03.96	CCLR beiderseitig
50	Mix	Rufus	07.07.95	CCLR beiderseitig

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	Ė.-Zustand	NW rechts	NW links
1	weibl. kastriert	1	63		32,50	33,50
2	männl. kastriert	1	41		30,00	27,00
3	männl. kastriert	1	47,5		29,00	33,50
4	männl. kastriert	1,5	43		25,00	27,00
5	männl. kastriert	2	38		24,50	27,00
6	weibl. kastriert	2	47,5		24,50	30,00
7	weibl. kastriert	3	42	normalgewichtig	23,50	24,00
8	männl. unkastriert	3	32	untergewichtig	30,00	30,00
9	männl. kastriert	3	36		25,00	27,50
10	weibl. kastriert	3	27		24,00	25,50
11	männl. kastriert	3,5	46		27,00	28,50
12	weibl. kastriert	4	33		37,00	32,00
13	männl. unkastriert	5	36	übergewichtig	28,00	29,00
14	männl. unkastriert	5	48	normalgewichtig	26,00	26,50
15	männl. unkastriert	5	46	normalgewichtig	27,50	26,50
16	männl. unkastriert	5	48	normalgewichtig	16,50	17,00
17	männl. unkastriert	5	53	übergewichtig	28,00	29,00
18	weibl. kastriert	5	33,5		31,00	34,00
19	männl. kastriert	5,5	35		26,00	28,00
20	weibl. kastriert	5,5	32		24,00	26,00
21	männl. unkastriert	6	27	normalgewichtig	21,00	21,00
22	männl. unkastriert	6	23	normalgewichtig	28,50	27,50
23	weibl. kastriert	6	40		32,50	29,00
24	weibl. kastriert	6	45,5		31,50	26,00
25	männl. unkastriert	6	41	normalgewichtig	27,00	27,00
26	weibl. unkastriert	6	26	übergewichtig	31,00	27,50
27	weibl. kastriert	6	25,5	übergewichtig	21,00	24,50
28	männl. kastriert	6	51	normalgewichtig	27,00	28,50
29	weibl. kastriert	6	42		30,00	33,00
30	männl. kastriert	6,5	20	übergewichtig	27,00	27,00
31	männl. kastriert	7	34	untergewichtig	31,00	26,00
32	weibl. unkastriert	7	35	normalgewichtig	25,50	24,00
33	weibl. kastriert	7	25	normalgewichtig	29,50	31,00
34	männl. kastriert	7	30		25,50	27,50
35	weibl. unkastriert	7	55	normalgewichtig	27,50	24,50
36	männl. unkastriert	7	35	normalgewichtig	26,00	27,50
37	männl. kastriert	7	48	normalgewichtig	28,50	28,00
38	weibl. kastriert	7	33	übergewichtig	20,00	20,50
39	weibl. kastriert	7	25	normalgewichtig	28,50	29,50
40	männl. unkastriert	8	25	untergewichtig	25,00	28,00
41	männl. unkastriert	8	33	übergewichtig	33,50	29,00
42	weibl. unkastriert	8,5	46		29,00	28,00
43	männl. kastriert	8,5	18	übergewichtig	29,50	30,00
44	männl. kastriert	9	48,5	normalgewichtig	24,50	26,00
45	weibl. kastriert	9,5	30		28,50	26,00
46	weibl. kastriert	10	23		32,00	34,50
47	männl. unkastriert	10	21	normalgewichtig	35,00	37,00
48	weibl. unkastriert	10	38	übergewichtig	25,50	22,50
49	männl. kastriert	10	28		27,50	27,50
50	männl. kastriert	11	30	normalgewichtig	24,50	25,50

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
51	DSH-Mix	Sam	16.12.93	CCLR rechts
52	Sheltie-mix	Shellie	17.12.93	CCLR links
53	Mix	Av-Shalom	22.06.95	CCLR beiderseitig
54	Mix	Willie	24.02.94	CCLR beiderseitig
55	Akita Inu	Bear	23.08.95	CCLR beiderseitig
56	Akita Inu	Jake	11.12.93	CCLR beiderseitig
57	Akita Inu	Kuma	13.09.95	CCLR beiderseitig
58	Alaskan Malamute	Sascha	22.12.95	CCLR links
59	Am. Cocker Spaniel	Gizmo	07.08.96	CCLR beiderseitig
60	Am. Cocker Spaniel	Brandy	03.02.94	CCLR links
61	Am. Cocker Spaniel	Bisquit	12.04.94	CCLR beiderseitig
62	Am. Cocker Spaniel	Randy	28.01.94	CCLR rechts
63	Am. Staffordshire	Chica	12.07.95	CCLR rechts
64	Australian Shepherd	Sheila	21.07.95	CCLR rechts
65	Beagle	N.N.	01.03.95	CCLR rechts
66	Beagle	Ina	29.11.94	CCLR links
67	Bearded Collie	Tristan	11.11.94	CCLR links
68	Bernhardiner	Susi	01.02.96	CCLR links
69	Bernhardiner	Beppo	04.11.94	CCLR rechts
70	Border Collie	Ruby	15.12.94	CCLR links
71	Boxer	George	29.03.94	CCLR rechts
72	Boxer	Brittany	13.07.95	CCLR beiderseitig
73	Boxer	Cara	01.08.95	CCLR beiderseitig
74	Boxer	Claude	07.08.95	CCLR rechts
75	Boxer	Sadie	21.08.96	CCLR links
76	Boxer	Chester	17.12.96	CCLR beiderseitig
77	Boxer	Babsi	03.11.94	CCLR beiderseitig
78	Boxer	Gennia	06.12.95	CCLR links
79	Boxer	Bumper	07.11.95	CCLR links
80	Boxer	Bailey	23.02.96	CCLR beiderseitig
81	Boxer	Asti	24.04.95	CCLR rechts
82	Boxer	Caesar	17.05.95	CCLR links
83	Britany Spaniel	Gizmo	07.04.94	CCLR rechts
84	BSH	Teddy	19.12.95	CCLR links
85	BSH	Bessy	30.03.95	CCLR beiderseitig
86	BSH	Götz	02.11.94	CCLR beiderseitig
87	BSH	Janka	04.12.95	CCLR beiderseitig
88	Chesapeakebay Retriever	Captain	28.12.93	CCLR beiderseitig
89	Chow-Chow	Kuma	29.08.96	CCLR rechts
90	Chow Chow	Gina	21.12.95	CCLR beiderseitig
91	Dalmatiner	Dotti	30.12.94	CCLR beiderseitig
92	Dalmatiner	Precious	17.07.95	CCLR links
93	Dalmatiner	Tilly	15.03.95	CCLR beiderseitig
94	DDH	Baron	20.09.95	CCLR links
95	DKH	Gable	29.08.96	CCLR rechts
96	DSH	Sigmund	30.11.93	CCLR links
97	DSH	Dylan	02.12.96	CCLR rechts
98	DSH	Ninja	12.12.95	CCLR links
99	DSH	Ginger	22.02.95	CCLR beiderseitig
100	DSH	Schultzie	05.04.96	CCLR links

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	Ė.-Zustand	NW rechts	NW links
51	männl. kastriert	12	35	übergewichtig	23,00	24,00
52	weibl. kastriert	12	11,5	normalgewichtig	30,50	31,00
53	männl. unkastriert	14	25	übergewichtig	31,50	29,50
54	weibl. kastriert	15	24	normalgewichtig	24,00	27,50
55	männl. kastriert	1	45		29,50	30,50
56	männl. kastriert	1,5	47,5	normalgewichtig	16,50	18,00
57	männl. kastriert	6	52		24,50	26,00
58	weibl. kastriert	4	45		27,00	28,50
59	männl. kastriert	4	15		30,00	32,50
60	weibl. kastriert	12	12,5	übergewichtig	28,00	30,50
61	weibl. kastriert	12	9	normalgewichtig	33,00	29,00
62	männl. unkastriert	13	13,5	normalgewichtig	31,50	31,00
63	weibl. unkastriert	7	28	normalgewichtig	25,00	27,00
64	weibl. unkastriert	0,5	15	normalgewichtig	24,00	26,50
65	männl. unkastriert	6	18,5	normalgewichtig	30,50	30,50
66	weibl. unkastriert	6	17	normalgewichtig	36,00	36,00
67	männl. unkastriert	9	23	normalgewichtig	26,50	29,00
68	weibl. unkastriert	1,5	56	normalgewichtig	23,00	27,00
69	männl. kastriert	11	60	normalgewichtig	21,00	24,00
70	weibl. kastriert	10	22	übergewichtig	26,00	29,00
71	männl. kastriert	2	39	übergewichtig	35,50	35,00
72	weibl. kastriert	2	28		22,00	28,00
73	weibl. unkastriert	2,5	25	normalgewichtig	27,00	29,50
74	männl. unkastriert	3	30	normalgewichtig	26,00	25,50
75	weibl. kastriert	3	34,5		30,00	29,00
76	männl. kastriert	3,5	49		32,50	31,00
77	weibl. unkastriert	5	31	normalgewichtig	23,50	25,00
78	weibl. unkastriert	5,5	29	normalgewichtig	24,50	28,00
79	männl. kastriert	6	38,5		28,00	27,50
80	männl. kastriert	8	34,5		24,00	26,00
81	weibl. kastriert	8,5	28	normalgewichtig	22,00	18,50
82	männl. unkastriert	10	37	normalgewichtig	27,50	30,00
83	weibl. kastriert	8	26	normalgewichtig	32,00	35,00
84	männl. unkastriert	3,5	48	übergewichtig	26,50	25,00
85	weibl. kastriert	5	44	übergewichtig	30,00	29,50
86	männl. unkastriert	7,5	44	normalgewichtig	31,00	29,00
87	weibl. unkastriert	9	50	übergewichtig	30,50	33,50
88	männl. kastriert	5	54,5	normalgewichtig	26,50	26,50
89	männl. kastriert	6	33		19,00	12,50
90	weibl. unkastriert	7,5	20	normalgewichtig	28,00	27,50
91	weibl. kastriert	3	24	normalgewichtig	25,50	28,50
92	weibl. kastriert	8,5	25,5		21,50	24,50
93	weibl. kastriert	8,5	22	normalgewichtig	23,00	21,50
94	männl. unkastriert	1,5	30	normalgewichtig	22,50	25,00
95	männl. kastriert	5	32		33,50	31,00
96	männl. unkastriert	3,5	47	normalgewichtig	19,00	15,00
97	männl. kastriert	5	48,5		29,50	31,50
98	weibl. kastriert	5	31	normalgewichtig	30,00	28,00
99	weibl. kastriert	6	37	normalgewichtig	27,50	26,50
100	weibl. unkastriert	8	34		28,50	28,50

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
101	DSH	Clyde	22.08.96	CCLR rechts
102	DSH	Setas	23.03.95	CCLR rechts
103	DSH	Cora	15.01.96	CCLR beiderseitig
104	English Setter	Ben	15.08.96	CCLR links
105	Entlebucher Sennenhund	Clea	01.11.94	CCLR beiderseitig
106	Entlebucher Sennenhund	Divo	30.11.94	CCLR links
107	Golden Retriever	Kodiak	05.12.96	CCLR rechts
108	Golden Retriever	Lara	29.11.95	CCLR beiderseitig
109	Golden Retriever	Ellie	07.01.97	CCLR links
110	Golden Retriever	Buffy	01.12.95	CCLR beiderseitig
111	Golden Retriever	Rowdy	18.12.96	CCLR rechts
112	Golden Retriever	Daisy	17.04.96	CCLR links
113	Golden Retriever	Buddy	04.02.97	CCLR rechts
114	Golden Retriever	Clipper	25.04.95	CCLR rechts
115	Königspudel	Stirling	11.01.94	CCLR links
116	Labrador	Jake	31.12.96	CCLR beiderseitig
117	Labrador	Hershey	17.08.96	CCLR beiderseitig
118	Labrador	Molly	25.09.95	CCLR beiderseitig
119	Labrador	Sophie	28.01.97	CCLR beiderseitig
120	Labrador	Murphy	06.02.96	CCLR beiderseitig
121	Labrador	Charlyn	24.03.95	CCLR rechts
122	Labrador	Colby	13.02.97	CCLR beiderseitig
123	Labrador	Asta	02.02.94	CCLR links
124	Labrador	Canaan	22. Mai	CCLR beiderseitig
125	Labrador	Boris	19.04.96	CCLR links
126	Labrador	Maggie	13.03.97	CCLR rechts
127	Labrador	Biggie	07.04.94	CCLR beiderseitig
128	Labrador	Mocha	30.04.96	CCLR beiderseitig
129	Labrador	Sali Ann	03.05.96	CCLR beiderseitig
130	Labrador	Shermann	24.02.94	CCLR links
131	Labrador	Holly	10.10.95	CCLR links
132	Labrador	Sam	12.09.96	CCLR links
133	Labrador	Geronimo	21.02.94	CCLR beiderseitig
134	Labrador	Sadie	12.10.95	CCLR rechts
135	Labrador	Daisy	29.12.95	CCLR rechts
136	Labrador	Molly	03.04.95	CCLR beiderseitig
137	Labrador	Tulsa	24.09.96	CCLR beiderseitig
138	Labrador	Shasta	14.10.96	CCLR beiderseitig
139	Labrador	Jake	29. Mrz	CCLR beiderseitig
140	Landseer	Joscha	16.02.95	CCLR rechts
141	Mastiff	Ranger	05.02.96	CCLR beiderseitig
142	Münsterländer	Custo	17.11.94	CCLR beiderseitig
143	Neufundländer	Abbie	26.10.95	CCLR beiderseitig
144	Owtscharka	Almas	30.11.94	CCLR beiderseitig
145	Pittbull	Isis	07.06.95	CCLR beiderseitig
146	Pittbull	Pebbles	05.04.95	CCLR beiderseitig
147	Rottweiler	Adam	28.11.95	CCLR beiderseitig
148	Rottweiler	Laura	15.03.96	CCLR beiderseitig
149	Rottweiler	Bear	16.02.94	CCLR beiderseitig
150	Rottweiler	Musta	27.01.95	CCLR beiderseitig

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	Ė.-Zustand	NW rechts	NW links
101	männl. kastriert	8,5	47		27,00	27,50
102	männl. unkastriert	11	35	untergewichtig	29,50	32,00
103	weibl. unkastriert	11	40	übergewichtig	26,00	27,50
104	weibl. kastriert	5	37		30,50	30,00
105	weibl. kastriert	4,5	20	normalgewichtig	33,00	32,00
106	männl. unkastriert	6,5	34	übergewichtig	29,00	27,50
107	männl. kastriert	3	42,5		28,50	28,00
108	weibl. kastriert	3,5	25	normalgewichtig	24,00	25,00
109	weibl. kastriert	4	35		30,00	32,50
110	weibl. kastriert	6	46		27,50	26,00
111	männl. unkastriert	6,5	42		27,50	29,00
112	weibl. kastriert	7	43,5		26,50	28,00
113	männl. unkastriert	8	42,5		24,00	27,00
114	männl. unkastriert	14	38	normalgewichtig	33,00	28,50
115	männl. kastriert	12	24,5	normalgewichtig	24,00	26,50
116	männl. unkastriert	1	40		30,00	28,00
117	männl. kastriert	1	39,5		33,00	33,00
118	weibl. kastriert	1,5	31		25,00	24,00
119	weibl. kastriert	2	30,5		41,00	36,00
120	männl. kastriert	2,5	33,5		28,00	25,00
121	weibl. unkastriert	3	36	übergewichtig	27,00	24,50
122	männl. kastriert	3	46		27,50	29,00
123	weibl. kastriert	3,5	37	normalgewichtig	30,00	29,50
124	männl. kastriert	3,5	36		28,00	31,00
125	männl. kastriert	4	34,5		21,50	23,00
126	weibl. kastriert	5	38,5		24,00	26,00
127	weibl. unkastriert	5	45,5	übergewichtig	32,00	29,50
128	weibl. kastriert	5	47		28,00	27,50
129	weibl. unkastriert	5	45		26,00	27,00
130	männl. kastriert	6	43	übergewichtig	30,00	28,00
131	weibl. kastriert	7	34,5		28,50	28,00
132	männl. kastriert	7	39		34,00	37,00
133	männl. kastriert	7	37,5	übergewichtig	29,50	28,50
134	weibl. kastriert	7,5	38,5		32,00	32,00
135	weibl. kastriert	7,5	34,5		23,50	29,50
136	weibl. kastriert	7,5	38		26,50	25,00
137	weibl. kastriert	7,5	33,5		34,00	27,00
138	weibl. kastriert	8	29,5		30,50	30,00
139	männl. kastriert	8	55		26,00	25,00
140	männl. unkastriert	6	59,5	normalgewichtig	23,50	19,00
141	männl. kastriert	4,5	81,5		24,50	27,00
142	männl. kastriert	5	26	normalgewichtig	26,50	28,00
143	weibl. kastriert	5	58,5		25,00	23,00
144	männl. kastriert	8	82	übergewichtig	21,50	21,00
145	weibl. unkastriert	2	28	normalgewichtig	28,00	23,50
146	weibl. kastriert	7	25	übergewichtig	28,50	28,50
147	männl. unkastriert	1,5	43	normalgewichtig	20,00	24,00
148	weibl. unkastriert	2	43,5	normalgewichtig	22,00	22,00
149	männl. unkastriert	2	42,5	normalgewichtig	27,00	30,00
150	weibl. unkastriert	2	46		19,00	18,50

Nr.	Rasse	Name	Rö-Datum	Diagnose
151	Rottweiler	Musta	27.01.95	CCLR beiderseitig
152	Rottweiler	Kylie	25.07.96	CCLR beiderseitig
153	Rottweiler	Brea	05.09.95	CCLR beiderseitig
154	Rottweiler	Zorba	09.12.93	CCLR beiderseitig
155	Rottweiler	Asta	06.12.95	CCLR links
156	Rottweiler	Dutches	16.09.96	CCLR beiderseitig
157	Rottweiler	Anja	10.07.95	CCLR links
158	Rottweiler	Taps	27.02.96	CCLR links
159	Rottweiler	Pauli	16.08.96	CCLR beiderseitig
160	Rottweiler	Alexis	09.05.96	CCLR beiderseitig
161	Rottweiler	Kimba	24.05.95	CCLR beiderseitig
162	Rottweiler	Andy	22.03.95	CCLR beiderseitig
163	Rottweiler	Heidi	02.05.96	CCLR beiderseitig
164	Rottweiler	Mariah	14.04.97	CCLR beiderseitig
165	Rottweiler	Sheera	18.05.95	CCLR beiderseitig
166	Rottweiler	Ysys	20.07.95	CCLR links
167	Rottweiler	Rodoc	03.01.96	CCLR beiderseitig
168	Rottweiler	Jangle	28.05.96	CCLR beiderseitig
169	Rottweiler	Roxie	30.12.96	CCLR rechts
170	Rottweiler	Laisa	24.05.95	CCLR rechts
171	Rottweiler	Kodiak	09.12.96	CCLR links
172	Rottweiler	Baron	19.01.94	CCLR beiderseitig
173	Rottweiler	Samson	28.10.94	CCLR beiderseitig
174	Rottweiler	Samson	18.07.95	CCLR rechts
175	Rottweiler	Thea	01.09.95	CCLR links
176	Rottweiler	Vince	16.05.96	CCLR links
177	Rottweiler	Arri	20.07.95	CCLR links
178	Rottweiler	Jason	24.10.95	CCLR beiderseitig
179	Samojede	Tara	17.02.94	CCLR beiderseitig
180	Sibirischer Husky	Opus	12.12.96	CCLR rechts
181	Sibirischer Husky	Sara	23.01.97	CCLR rechts
182	Springer Spaniel	Expo	20.03.97	CCLR links
183	Staffordshire Bullterrier	Nigel	29.10.96	CCLR beiderseitig
184	Magyar Vizsla	Trekkor	15.03.96	CCLR beiderseitig

Tabelle 28: Daten und Neigungswinkel der Hunde mit Kreuzbandruptur

Nr.	Geschlecht	Alter (Jahre)	Gewicht (kg KM)	Ė.-Zustand	NW rechts	NW links
151	weibl. unkastriert	2	46		40,00	32,00
152	weibl. kastriert	2	54,5		29,50	26,50
153	weibl. kastriert	2	46,5		28,00	26,00
154	männl. kastriert	2	70,5	übergewichtig	31,00	32,00
155	weibl. unkastriert	2,5	38	normalgewichtig	24,50	26,00
156	weibl. kastriert	2,5	42		28,50	28,50
157	weibl. unkastriert	3	37	übergewichtig	27,50	27,00
158	männl. unkastriert	3	53	übergewichtig	17,00	18,00
159	weibl. kastriert	3	38		32,00	30,50
160	weibl. kastriert	3	39		29,00	27,50
161	weibl. unkastriert	3	40	übergewichtig	24,50	25,00
162	weibl. unkastriert	3	43,5		20,00	27,00
163	weibl. kastriert	3	47		25,00	24,00
164	weibl. kastriert	3	37,5		30,00	29,00
165	weibl. unkastriert	3	53	übergewichtig	20,00	22,50
166	weibl. unkastriert	3,5	37	normalgewichtig	31,50	27,50
167	männl. unkastriert	4	44		29,00	32,00
168	männl. kastriert	4	40		30,00	30,00
169	weibl. kastriert	5	52	übergewichtig	32,50	30,00
170	weibl. unkastriert	5	34	normalgewichtig	25,50	25,00
171	weibl. kastriert	5,5	32,5		26,50	24,50
172	männl. kastriert	5,5	50,5	normalgewichtig	25,50	27,50
173	männl. kastriert	5,5	60	übergewichtig	30,50	30,50
174	männl. unkastriert	6	47	normalgewichtig	28,00	26,00
175	weibl. kastriert	6	50		26,00	26,00
176	männl. kastriert	7	37		26,50	26,00
177	männl. unkastriert	7	52	übergewichtig	28,00	26,00
178	männl. unkastriert	8,5	53	normalgewichtig	21,00	25,00
179	weibl. kastriert	5,5	46,5	übergewichtig	30,00	29,00
180	männl. kastriert	11,5	33		34,50	34,00
181	weibl. kastriert	12	34		27,00	26,00
182	weibl. kastriert	13	20		27,50	28,00
183	männl. kastriert	5,5	36		34,00	33,00
184	männl. kastriert	6	34,5		26,50	27,00

Danksagung

Frau Dr. Petra Ost, Oregon, U.S.A., danke ich ganz herzlich für die Anregung und fachliche Unterstützung zu dieser Arbeit und die ausgezeichnete Ausbildung in Kleintierchirurgie.

Herrn Prof. Dr. E. Schimke und Herrn Prof. Dr. Martin Kramer danke ich für die Unterstützung bei der Durchführung und Korrektur der Dissertation.

Ich danke besonders Herrn Dr. Bernd Tellhelm für die fachliche Betreuung der Arbeit und die gute Ausbildung im Bereich der Veterinärradiologie.

Herrn Dr. K. Failing von der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen danke ich für die freundliche Hilfe bei den statistischen Auswertungen.

Für anregende Diskussionen und Erklärungen zum Thema dieser Arbeit danke ich sehr Herrn Dr. B. Slocum, Oregon, U.S.A..

Herrn Dr. Matthias König und Herrn PD Dr. Matthias Benson bin ich für ihre kompetente computertechnische Unterstützung dankbar.

Ganz besonders danke ich meinem Mann Axel Trunk und meinen Kindern für die unendliche Geduld und großzügige Unterstützung von Beginn bis zur Fertigstellung dieser Arbeit.

ISBN 3-938026-23-5



Verlag: Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft Service GmbH
35392 Gießen · Frankfurter Str. 89 · Tel.: 06 41/2 44 66 · Fax: 06 41/2 53 75
e-mail: [Geschaeftsstelle @dvg.net](mailto:Geschaeftsstelle@dvg.net) · Homepage: <http://www.dvg.net>