

COMPUTERTOMOGRAPHISCHE UND  
RADIOLOGISCHE UNTERSUCHUNG  
DES PROCESSUS CORONOIDEUS MEDIALIS ULNAE  
VOR UND NACH ARTHROSKOPISCHER THERAPIE

---

**LISA NIKOLAI**



Inaugural-Dissertation zur Erlangung des Grades eines  
**Dr. med. vet.**  
beim Fachbereich Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen



*edition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

**Die rechtliche Verantwortung für den gesamten Inhalt dieses Buches liegt ausschließlich bei den Autoren dieses Werkes.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung der Autoren oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2015

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Authors or the Publisher.

1<sup>st</sup> Edition 2015

© 2015 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

Klinikum Veterinärmedizin  
Klinik für Kleintiere – Chirurgie  
der Justus-Liebig-Universität Gießen  
Betreuer: Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Kramer

**Computertomographische und radiologische Untersuchung des Processus coronoideus  
medialis ulnae vor und nach arthroskopischer Therapie**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Grades eines  
Dr. med. vet.  
beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Eingereicht von

Lisa Nikolai  
Tierärztin aus Gießen, Hessen

Gießen 2015

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

Dekan: Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Kramer

Gutachter: Prof. Dr. Monika Kressin

Prof.Dr. Michael Röcken

Tag der Disputation: 9.12.2015

**Meinem Bruder Julian**

Ich erkläre: Ich habe die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen, die ich in der Dissertation angegeben habe, angefertigt. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen, habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.

Name

Inhaltsverzeichnis	
<b>1</b>	Einleitung 1
<b>2</b>	Literaturübersicht 3
<b>2.1</b>	Anatomie des Ellbogengelenks 3
<b>2.1.1</b>	Knöchernen Anteile 3
<b>2.1.2</b>	Bandstrukturen des Ellbogengelenks 5
<b>2.1.3</b>	Muskeln des Ellbogengelenks 6
<b>2.1.4</b>	Gefäße und Nerven im Bereich des Ellbogengelenks 7
<b>2.2</b>	Ellbogendysplasie des Hundes 7
<b>2.2.1</b>	Isolierter Processus anconaeus (IPA) 8
<b>2.2.2</b>	Osteochondrosis dissecans (OCD) 9
<b>2.2.3</b>	Inkongruenz des Ellbogengelenks 10
<b>2.2.4</b>	Radiologische Einteilung einer Ellbogendysplasie 11
<b>2.3</b>	Koronoiderkrankung 12
<b>2.3.1</b>	Ätiologie und Pathogenese der Koronoiderkrankung 13
<b>2.3.2</b>	Rasseverteilung 14
<b>2.3.3</b>	Geschlechterverteilung 14
<b>2.3.4</b>	Seitenverteilung 14
<b>2.3.5</b>	Alter 15
<b>2.3.6</b>	Diagnostik zur Erkennung einer Koronoidpathologie 15
<b>2.4</b>	Röntgenuntersuchung 16
<b>2.5</b>	Computertomographie 21
<b>2.6</b>	Therapie 27
<b>2.6.1</b>	Chirurgische Therapie 27
<b>2.6.1.1</b>	Arthroskopie 30
<b>2.6.2</b>	Postoperative Nachsorge 33
<b>2.6.3</b>	Konservative Therapie 34
<b>2.7</b>	Prognose 35
<b>3</b>	Material und Methoden 37

<b>3.1</b>	Zielsetzung	37
<b>3.2</b>	Allgemeine Patientendaten	37
<b>3.2.1</b>	Klinische Untersuchung	38
<b>3.2.2</b>	Röntgenuntersuchung	39
<b>3.2.2.1</b>	Messung der Arthrose	40
<b>3.2.3</b>	Anästhesie	41
<b>3.2.4</b>	Computertomographie	41
<b>3.2.4.1</b>	Messung der Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae	43
<b>3.2.5</b>	Einteilung der entfernten Fläche	48
<b>3.2.6</b>	Arthroskopische Untersuchung	49
<b>3.3</b>	Statistische Auswertung	52
<b>4</b>	Ergebnisse	53
<b>4.1</b>	Patientendaten	53
<b>4.2</b>	Ergebnisse der klinischen Untersuchung bei Vorstellung	56
<b>4.3</b>	Ergebnisse der klinischen Untersuchung bei Kontrolluntersuchung 6 Wochen nach Behandlung einer Koronoidpathologie	61
<b>4.4</b>	Ergebnisse der Beurteilung und Messung der Arthrosen bei Vorstellung sowie die Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae in der Röntgenuntersuchung	65
<b>4.5</b>	Befunde der arthroskopischen Untersuchung der Ellbogengelenke	68
<b>4.6</b>	Befunde der computertomographischen Untersuchung	71
<b>4.6.1</b>	Messung der Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae im definierten Transversalschnitt	73
<b>4.6.2</b>	Messung der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischen Eingriff	73
<b>4.6.3</b>	Gradeinteilung der entfernten Fläche in der computertomographischen Untersuchung	74
<b>4.7</b>	Nachweis einer Korrelation der klinischen Befunde bei Vorstellung mit dem Vorhandensein von arthrotischen Zubildungen bei Vorstellung	74



<b>4.8</b>	Korrelation zwischen den klinischen Befunde bei Vorstellung und der Anzahl der vorhandenen Fragmente der Patienten	75
<b>4.9</b>	Korrelation zwischen der entfernten Fläche des Processus coronoideus nach arthroskopischer Behandlung und den klinischen Befunden in der Kontrolluntersuchung nach 6 Wochen	75
<b>4.10</b>	Korrelation zwischen dem Vorhandensein von arthrotischen Veränderungen und eine Zunahme der Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae in der CT-Untersuchung	75
<b>4.11</b>	Korrelation der Dichtemessung des Processus coronoideus medialis ulnae in der CT- Untersuchung und der Anzahl der Fragmente und Fissuren	76
<b>4.12</b>	Korrelation zwischen dem Grad der vorhandenen Arthrose und dem Grad der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Behandlung	76
<b>4.13</b>	Korrelation der mittleren Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae mit den klinischen Befunden bei Vorstellung	76
<b>4.13.1</b>	Gruppenvergleich mit dem Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben	78
<b>5</b>	Diskussion	80
<b>5.1</b>	Patientendaten	80
<b>5.2</b>	Klinischen Untersuchung bei Vorstellung	83
<b>5.3</b>	Ergebnisse der klinischen Untersuchung bei Kontrolluntersuchung 6 Wochen nach Behandlung einer Koronoidpathologie	85
<b>5.4</b>	Beurteilung und Messung der Arthrosen bei Vorstellung sowie die Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae in der Röntgenuntersuchung	86
<b>5.5</b>	Befunde der arthroskopischen Untersuchung der Ellbogengelenke	87
<b>5.6</b>	Befunde der computertomographischen Untersuchung	88
<b>5.7</b>	Nachweis einer Korrelation der klinischen Befunde bei Vorstellung mit	

	dem Vorhandensein von arthrotischen Zubildungen bei Vorstellung	90
<b>5.8</b>	Nachweis einer Korrelation der klinischen Befunde bei Vorstellung und der Anzahl der vorhandenen Fragmente und dem Patienten	90
<b>5.9</b>	Nachweis einer Korrelation zwischen der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Behandlung und den klinischen Befunden in der Kontrolluntersuchung nach 6 Wochen	91
<b>5.10</b>	Nachweis einer Korrelation zwischen dem Vorhandensein von arthrotischen Veränderungen und eine Zunahme der Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae in der CT-Untersuchung	92
<b>5.11</b>	Nachweis einer Korrelation zwischen dem Grad der vorhandenen Arthrose und dem Grad der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Behandlung	92
<b>5.12</b>	Nachweis einer Korrelation der mittleren Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae mit den klinischen Befunden vor Behandlung sowie der Nachweis auf Korrelation der Dichtemessung des Processus coronoideus medialis ulnae in der computertomographischen Untersuchung und der Anzahl der Fragmente und Fissuren	93
<b>6</b>	Zusammenfassung	95
<b>7</b>	Summary	98
<b>8</b>	Literaturverzeichnis	100
<b>9</b>	Abbildungsverzeichnis	112
<b>10</b>	Tabellenverzeichnis	116
<b>11</b>	Anhang	117
<b>12</b>	Danksagung	130

## Abkürzungsverzeichnis

A.	Arterie
Abb.	Abbildung
CT	Computertomographie
ECVDI	European College of Veterinary Diagnostic Imaging
ED	Ellbogendysplasie
FCP	fragmented coronoid process
FCPMU	fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae
ggr.	geringgradig
hgr.	hochgradig
HU	Houndsfiels Unit
IEWG	International Elbow Working Group
IPA	Isolierter Processus anconaeus
kV	Kilovolt
Lig.	Ligamentum
mgr.	Mittelgradig
M.	Musculus
MCP	medial coronoid process
N.	Nerv
NSAIDs	Nicht steroidale Antiphlogistika
obB	ohne besonderen Befund
OCD	Osteochondrosis dissecans
OP	Operation
Proc.	Processus
Tab.	Tabelle



## 1 Einleitung

Ellbogendysplasie ist ein Sammelbegriff für Erkrankungen des Ellbogengelenkes beim Hund. Zu diesen zählen der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (FCP), der isolierte Processus anconaeus (IPA), die Osteochondrosis (dissecans) (OC(D)) der Trochlea humeri und die Inkongruenz der am Ellbogen beteiligten Gelenkflächen (Fehr und Meyer-Lindenberg, 1992). Erkrankungen des Koronoids werden dabei am häufigsten beobachtet (Cook und Cook, 2009). Es sind vor allem große, schnellwachsende Hunderassen betroffen wie zum Beispiel der Labrador Retriever oder der Deutsche Schäferhund (Fehr und Meyer-Lindenberg, 1992). Aber das Krankheitsbild wird immer häufiger auch bei kleineren Rassen oder Mischlingen beobachtet. Die genaue Ätiologie dieses Krankheitskomplexes konnte bisher noch nicht geklärt werden. In 35 % der Fälle tritt die Krankheit bilateral auf (Wagner et al., 2007). Die Diagnostik bei Patienten mit einer Ellbogendysplasie setzt sich aus einer klinisch-orthopädischen Untersuchung sowie der Anfertigung von Röntgenaufnahmen des Ellbogengelenkes zusammen. Eine detaillierte Beurteilung des erkrankten Gelenkes ist anhand einer konventionellen Röntgenaufnahme aufgrund des Summationsbildes nur eingeschränkt möglich. Eine weitere Diagnostik beinhaltet die Anwendung eines Schnittbildverfahrens in Kombination mit einer Arthroskopie zur Beurteilung der intraartikulären Strukturen. Diese Kombination aus computertomographischer und arthroskopischer Untersuchung sowie die gleichzeitige operative Behandlung gilt als „Golden Standard“ zu Beurteilung und Therapie einer Koronoidpathologie beim Hund (Moores et al., 2008). Jedoch wird in der computertomographischen Untersuchung vor allem das Vorhandensein von Fragmenten und Fissuren untersucht. Zum heutigen Zeitpunkt sind nur wenige Daten über den Einfluss einer Koronoiderkrankung auf die Dichte der betroffenen knöchernen Struktur vorhanden. Zusätzlich existieren keine Angaben über den Einfluss einer Veränderung der Dichte der knöchernen Strukturen auf das klinische Bild betroffener Patienten. Bezüglich der Therapie einer Koronoiderkrankung sind in der Literatur verschiedene Ansätze beschrieben (Meyer-Lindenberg et al., 2002). Die arthroskopische Entfernung von freien Fragmenten sowie avitaler Anteile stellt dabei bis heute die am geringsten invasive und dabei erfolversprechenste Methode dar. Bisher liegen keine genauen Daten vor, wie viel Fläche eines erkrankten inneren Kronfortsatzes entfernt werden sollte, um die Entwicklung von arthrotischen Veränderungen zu reduzieren, eine Gelenkstabilität zu erhalten sowie eine deutliche Besserung der klinischen Symptome herbeizuführen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Untersuchung des Zusammenhanges klinischer, radiologischer und arthroskopischer Befunde von Ellbogengelenken bei Hunden, die in der Klinik aufgrund einer Koronoidpathologie vorgestellt werden. Dabei werden alle erhobenen Befunde auf einen Zusammenhang überprüft. Der Schwerpunkt liegt dabei vor allem auf der Dichteveränderung des Processus coronoideus medialis ulnae als Folge einer Koronoiderkrankung sowie dessen Einfluss auf das klinische Bild der vorgestellten Hunde.

Da keine Angaben bezüglich der durchschnittlich intraoperativ entfernten Fläche bestehen, wird durch eine zweite computertomographische Untersuchung nach dem Eingriff die Differenz der Fläche vermessen und diese in Grade eingeteilt. Mit diesen Daten wird ein Zusammenhang zwischen der entfernten Fläche und den klinischen Befunden in einer Kontrolluntersuchung sechs Wochen nach dem Eingriff überprüft.

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Anatomie des Ellbogengelenkes

#### 2.1.1 Knöcherne Anteile

Das Ellbogengelenk des Hundes *Articulatio cubiti* ist ein zusammengesetztes Wechselgelenk, an dem der Oberarmknochen (Humerus) sowie die Elle (Ulna) und die Speiche (Radius) beteiligt sind (König und Liebich, 2014) (Abb. 1).

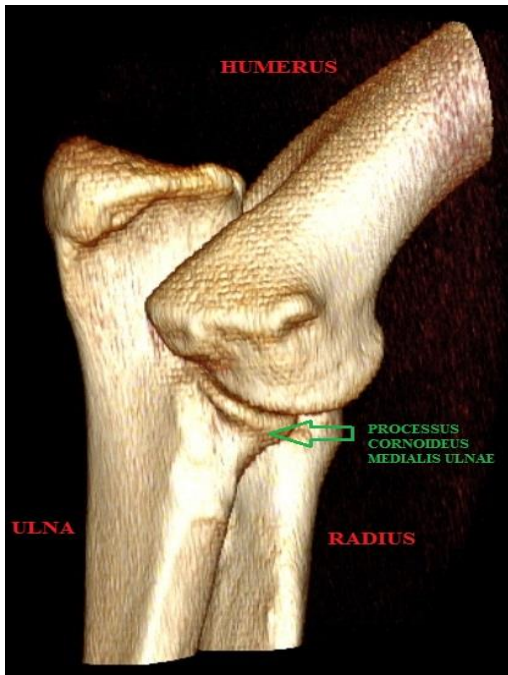


Abbildung 1: Computertomographische 3D Rekonstruktion eines linken Ellbogengelenks eines Hundes, Medialansicht

Der Humerus, der von beiden Unterarmknochen distal gestützt wird, bildet den proximalen Teil des Ellbogengelenks. Der Oberarm hat beim Hund die Form einer langen Röhre. Er erscheint im unteren Bereich kraniokaudal und im oberen Drittel seitlich zusammengedrückt. Der Gelenkkopf stellt sich längsoval dar und ist durch das Collum humeri abgesetzt. Am Kopf des Oberarms erhebt sich kraniomedial das Tuberculum minus, kraniolateral das Tuberculum majus. Diese beiden Erhöhungen sind durch den Sulcus intertubercularis getrennt (Nickel et al., 2004a). Den Mittelteil des Oberarms stellt das Corpus humeri dar. Der Körper wird durch den spiralförmigen Sulcus musculi brachialis charakteristisch geformt (Salomon, 2008). Das distale Endstück wird durch den Gelenkknorrn (Condylus humeri) gebildet. Dieser setzt sich aus dem kleineren lateralen Capitulum humeri, welches mit dem Radius artikuliert und der größeren medialen Gelenkrolle, der Trochlea humeri, welche mit der Ulna

artikuliert, zusammen (König und Liebich, 2014). Medial und lateral des Kondylus befinden sich die beiden Streckknorren (*Epicondylus lateralis* und *medialis*). Sie dienen jeweils als Anheftungsstelle für die Muskulatur der distalen Schultergliedmaße und der Seitenbänder. Der *Epicondylus lateralis* stellt sich im Vergleich zum medialen Streckknorren schwächer ausgebildet dar (Salomon, 2008). Kaudal zwischen den Epicondylen liegt die *Fossa olecrani*, welche den Ellbogenfortsatz aufnimmt. Die Grube kranial des Kondylus wird als *Fossa radialis* bezeichnet. Die beiden Gruben sind beim Hund über das *Foramen supratrochleare* verbunden (Nickel et al., 2004a; König und Liebich, 2014). Die Gelenkwalze des Oberarms zeigt deutliche Führungsrinnen und Kämme auf. Gemeinsam mit dem tiefen Sitz des Ellbogenhöckers in der *Fossa olecrani* des Oberarms erlauben sie die Beugung und Streckung des Gelenks, verhindern jedoch seitliche Bewegungsabläufe fast vollständig. Beim Hund ist rasseabhängig eine Streck-Beuge-Winkelung zwischen  $100^{\circ}$ - $140^{\circ}$  möglich (König und Liebich, 2014). Der Radius stellt eine schlanke Röhre dar und ist an seinem oberen Ende zum *Caput radii* verdickt. Hier findet sich die obere Gelenkfläche, *Fovea capitis radii*, welche im Ellbogengelenk mit dem Humerus artikuliert (*Articulatio humeroradialis*). So wird der Oberarmknochen lateral von der Speiche und medial von der Elle gestützt. Medial und lateral der *Fovea capitis radii* sind deutliche Bandhöcker zu erkennen. Medial des Radiuskopfes liegt die *Tuberositas radii*, welche dem *M. biceps brachii* als Ansatz dient. Proximokaudal des Radius befindet sich eine gelenkige Verbindung zur Ulna (*Circumferentia articularis*), welche die Supination des Unterarms unterstützt (Nickel et al., 2004a). Der distale Teil des Radius zeichnet sich durch die *Trochlea radii*, eine quergestellte Speichenwalze, aus. Diese dient der Artikulation mit dem Karpalgelenk (Salomon, 2008; König und Liebich, 2014). Die Ulna (Elle) ist ein langer Röhrenknochen, der sich in drei Abschnitte aufteilt. Das proximale Endstück wird durch das *Olecranon* gebildet. Dieses ragt mit seinem Fortsatz, dem *Tuber olecrani*, über die Gelenkfläche des Humerus hinaus und dient dem *M. triceps brachii* als Ansatz. An dessen Basis liegt die *Incisura trochlearis*, welche ebenfalls mit dem distalen Humerus artikuliert (*Articulatio humeroulnaris*). Oberhalb dieser Gelenkfläche ragt der *Processus anconaeus*, der sich bei gestrecktem Ellbogengelenk in die *Fossa olecrani* des Oberarms senkt. Dieser stellt sich von einer hakenartigen Form dar (Nickel et al., 2004a; König und Liebich, 2014;). Distal der *Incisura trochlearis* sind lateral und medial die beiden Kronenfortsätze, *Processus coronoideus lateralis* und *medialis*, ausgebildet. Der *Processus coronoideus medialis* ist breit, der *Proc. coronoideus lateralis* ist schmal (Nickel et al., 2004a). Zwischen diesen beiden Fortsätzen liegt die *Incisura radialis*, die mit der *Circumferentia*



articularis des Radiuskopfes artikuliert (Nickel et al. 2004; König und Liebich 2014). Das dreiseitige Mittelstück der Elle (Corpus ulnae) erscheint leicht nach kranial gebogen. Die zum Radius gerichtete Seite ist geringgradig angeraut und erhaben. Zwischen Radius und Ulna ist das Spatium interosseum antebrachii sichtbar. Die Knochen des Unterarms sind in geringem Maße gegeneinander verschieblich (König und Liebich 2014). Der laterale Bandhöcker, Proc. styloideus ulnae, welcher sich am distalen Ende der Ulna befindet, ist gelenkig durch die Circumferentia articularis mit dem Radius verbunden und artikuliert mit seiner gewölbten Gelenkfläche mit dem Ossa carpi ulnare und Ossa carpi accessorium (König und Liebich, 2014; Nickel et al., 2004a). Die Kapsel ist eng und setzt an den Gelenkrändern an. Sie bildet eine kraniale und kaudale Ausbuchtung. Die kaudale Ausbuchtung ragt bis zur Fossa olecrani. Von medial nach distal verlaufen Fasern, die die Gelenkkapsel an der Beugeseite verstärken (Moser, 2010).

### **2.1.2 Bandstrukturen des Ellbogengelenks**

Das Ellbogengelenk besitzt ein mediales und laterales jeweils zweischenkeliges Seitenband (Lig. collaterale cubiti laterale und Lig. collaterale cubiti mediale) sowie das Lig. olecrani (Nickel et al., 2004a). Das Ligamentum collaterale cubiti mediale entspringt am Epicondylus medialis humeri, seiner Bandgrube und dessen Bandhöckern (Nickel et al., 2004a). In seinem Verlauf kreuzt es das Lig. anulare radii und teilt sich dann in einen stärkeren kaudalen und einen schwächeren kranialen Anteil auf (Moser, 2010). Der stärkere kaudale Schenkel zieht tief in das Spatium interosseum und setzt an der Ulna an. Der schwächere kraniale Schenkel setzt medial am Radius proximal der Tuberositas radii und an dem medialen Bandhöcker des Radius an (Moser, 2010). Das Lig. collaterale cubiti laterale entspringt in der Bandgrube am Epicondylus lateralis humeri (Moser, 2010). In seinem Verlauf teilt es sich im distalen Anteil in einen kräftigen radialen und einen schwächeren ulnaren Schenkel auf (Salomon, 2008). Der radiale Schenkel setzt am Bandhöcker des Radius an und der ulnare Schenkel am Processus coronoideus lateralis ulnae (Nickel et al., 2004a). Das Lig. olecrani hat seinen Ursprung am axialen Rand des Epicondylus medialis humeri oder am medialen Rand der Fossa olecrani (König-Liebich, 2014). Von hier zieht es an das Olecranon. Über die Beugeseite des Ellbogengelenks läuft ein schräges Band. Dieses entspringt am Dorsalrand des Foramen supratrochleare, kreuzt die Beugeseite in distomedialer Richtung und teilt sich in zwei Schenkel. Der kürzere Teil verschmilzt mit dem medialen Seitenband, der längere endet an der Innenseite des Radius (Salomon, 2008).

### 2.1.3 Muskeln des Ellbogengelenks

Die Muskeln des Ellbogengelenks entspringen am Schulterblatt oder am Oberarm, überziehen diesen und setzen am oberen Ende von Elle und Speiche an. Sie dienen der Beugung und Streckung des Gelenkes. Zusätzlich stabilisieren sie die Gliedmaße in der Standbeinphase (Nickel et al., 2004a). Zu den Streckern des Ellbogengelenks zählen der *Musculus triceps brachii*, der *M. anconaeus* und der *M. tensor fasciae antebrachii*. Der *M. triceps brachii* ist ein kräftiger Muskel, der den Winkel zwischen dem kaudalen Rand der Schulter, dem Oberarm und dem Ellbogenhöcker ausfüllt. Seine hintere Begrenzung, der *Margo tricipitalis*, zeichnet sich deutlich durch die Haut ab (König und Liebich, 2014). Der *M. triceps brachii* teilt sich beim Hund in vier Köpfe. Das *Caput longum* entspringt am hinteren Rand der Scapula am *Margo caudalis* sowie am *Tuberculum infraglenoidale*. Das *Caput mediale* entspringt sehnig an der *Crista tuberculi minoris* zwischen dem *M. teres major* und dem *M. coracobrachialis*. Das *Caput laterale* zieht, nachdem es an der *Linea musculi tricipitis* entspringt, über den *M. brachialis* hinweg. Das *Caput accessorium* liegt in der Tiefe zwischen den anderen drei Köpfen des *M. triceps* und dem *M. brachialis*. Die Köpfe laufen in eine kräftige Sehne aus, die am *Tuber olecrani* endet und durch einen Schleimbeutel, die *Bursa subtendinea m. tricipitis*, geschützt wird (Nickel et al., 2004a; Salomon, 2008). Der kurze, rein fleischige *Musculus anconaeus* liegt in der *Fossa olecrani* und wird hier von den Köpfen des *Triceps* bedeckt. Er setzt am Olekranon an. Als Ursprungsstelle dient diesem Muskel die distale Hälfte der hinteren Fläche des Oberarms bis zu den *Epicondylen* (Nickel et al., 2004a). Der *M. tensor fasciae antebrachii* liegt dem *M. triceps brachii* medial als flacher Muskel auf. Er entspringt über dem Achselbogen aus dem *Epimysium* der lateralen Fläche des *M. latissimus dorsi* und setzt gemeinsam mit dem *M. triceps brachii* sehnig am Olekranon und in der *Fascia antebrachii* an. Dieser Muskel wirkt als Strecker des Ellbogengelenks und Spanner der Unterarmfaszie (Salomon, 2008). Die oben genannten Muskeln werden vom *N. radialis* innerviert (Nickel et al., 2004b). Zu den Beugern des Ellbogengelenks gehören der *M. brachialis* und *M. biceps brachii*. Der *M. brachialis* entspringt am *Collum humeri* und läuft entlang der *Crista tuberculi majoris* von lateral auf die vordere Seite des Oberarmes. Von dort zieht er entlang der Beugeseite, um dann am *Proc. coronoideus medialis ulnae* zu inserieren. Der *M. biceps brachii* entspringt am *Tuberculum supraglenoidale* des Schulterblattes und überspannt somit nicht nur das Ellbogengelenk, sondern auch das Schultergelenk. Beim Hund ist dieser Muskel einköpfig und zeigt sich von seiner Gestalt kräftig und spindelförmig. Die

Ursprungssehne unterlagert eine Kapselsehnenscheide. In seinem Verlauf liegt er dem Oberarm kranio-medial auf und spaltet sich auf Höhe der Ellbogenbeuger in zwei Schenkel, von denen der schwächere an der Tuberositas radii und der deutlicher ausgebildete an dem Proc. coronoideus medialis ulnae ansetzt. Zwischen diesen beiden Schenkeln ist die Endsehne des M. brachialis sichtbar. Die Beuger des Ellbogengelenks werden durch den N. musculocutaneus innerviert (Nickel et al., 2004b).

#### **2.1.4 Gefäße und Nerven im Bereich des Ellbogengelenks**

Im Bereich des Oberarms zieht die Ateria axillaris als Fortsetzung der A. brachialis in Richtung der Ellbogenbeuge. Hierbei entlässt sie die A. profunda brachii und die A. bicipitalis. Die nach kaudal verlaufende A. profunda brachii verzweigt sich im M. triceps brachii. Im unteren Drittel des Humerus verläuft die A. collateralis ulnaris. Sie liegt dem Nervus ulnaris an und zieht bis an die Nähe des Olecranon. Die A. brachialis superficialis setzt sich, nachdem sie auf Höhe des Ellbogenhöckers entspringt, als A. antebrachialis superficialis cranialis fort. Die Strecker des Unterarms werden von der A. transversa cubiti versorgt. Diese Arterie entspringt aus der A. brachialis, die in ihrem weiteren Verlauf nach Abgang der A. interossea communis zur A. mediana wird. Die A. interossea communis entlässt die A. ulnaris, welche in Richtung Karpus verläuft. Die A. mediana entlässt in ihrem Verlauf entlang des Unterarms die A. radialis. Die A. mediana versorgt die Beuger des Unterarms und verläuft zusammen mit dem N. medianus (Nickel et al., 2004b; Nickel et al., 2004c; Salomon, 2008; König und Liebich, 2014).

## **2.2 Ellbogendysplasie des Hundes**

Die Ellbogendysplasie (ED) ist ein Sammelbegriff für Erkrankungen des Ellbogengelenkes beim Hund. Zu diesen zählen der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (FCP), der isolierte Processus anconaeus (IPA), die Osteochondrosis (dissecans) (OC(D)) der Trochlea humeri und die Inkongruenz der am Ellbogen beteiligten Gelenkflächen. Erkrankungen des inneren Kronfortsatzes werden am häufigsten beobachtet (Cook und Cook, 2009). Manche Autoren zählen auch eine unvollständige Verknöcherung (inkomplette Ossifikation) der Gelenkwalze des Oberarmes und eine Verkalkung am Beugesehenansatz im Bereich des Epicondylus medialis humeri zum Komplex der Ellbogendysplasie (Meyer-Lindenberg, 2006; Hazewinkel, 2008). Die genannten Erkrankungen können einzeln oder in Kombination in einem oder an beiden Ellbogengelenken auftreten (Remy et al., 2004). Die

Literatur beschreibt ein bilaterales Auftreten der Ellbogengelenksdysplasie mit 25-90% (Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Schulz und Krotscheck, 2003; Fitzpatrick und Yeadon, 2009). In einer Studie mit insgesamt 54 Ellbogengelenken dokumentiert Zwick (2010) eine Häufigkeit von 76,5% für das bilaterale Auftreten der Erkrankung. Die genannten Formen des ED-Komplexes werden als Manifestationsformen einer gestörten enchondralen Ossifikation angesehen (Walde und Tellhelm, 1991; Cook, 2001). Dies ist vor allem an Lokalisationen der Fall, an denen Knorpel mit einer übermäßigen Wachstumsrate hohen Belastungen ausgesetzt ist. Hier kommt es durch die kontinuierliche Proliferation von Knorpelzellen bei gleichzeitig gehemmter Ossifikation zur lokalen Verdickung des Knorpels (Schawalder, 1990). Tieferliegende Knorpelschichten können nicht mehr ausreichend durch Vaskularisation vom Knochen und durch synoviale Diffusion ernährt werden. Diese sterben ab und bilden den Ausgangspunkt für das Auftreten von Knorpelschuppen und knöchernen Fissuren (Schawalder, 1990). Es sind vor allem große, schnellwachsende Hunderassen betroffen, wie zum Beispiel der Labrador Retriever oder der Deutsche Schäferhund (Fehr und Meyer-Lindenberg, 1992). Die genaue Ätiologie dieses Krankheitskomplexes konnte nicht geklärt werden. Es wird von einem multifaktoriellen Geschehen ausgegangen, welches hauptsächlich durch genetische Komponenten beeinflusst wird (Beuing et al., 2000; Janutta, 2005). Aber auch mechanische, metabolische und umweltbedingte Faktoren werden als Einflüsse diskutiert. Ein hohes Körpergewicht, eine Überversorgung mit Eiweiß, Calcium, Phosphor und Vitamin D und eine hohe Fettaufnahme mit dem Futter sind als Risikofaktoren beschrieben (Sallander et al., 2006). Rüden sind häufiger mit einem Verhältnis 2:1 betroffen als Hündinnen (Komsta, 2006). Als verantwortliche Faktoren dafür werden das unterschiedliche Körpergewicht und die hormonellen Unterschiede zwischen den Geschlechtern diskutiert (Komsta, 2006).

### **2.2.1 Isolierter Processus anconaeus (IPA)**

Der Processus anconaeus entsteht aus einem sekundären Ossifikationskern im Ellbogengelenk im Alter von elf bis zwölf Wochen. Physiologisch verschmilzt er im Alter von vier bis fünf Monaten mit der Ulna (Samoy et al., 2011). Dies hat zu Folge, dass die Diagnose eines IPA nicht vor diesem Zeitpunkt gestellt werden kann (Fossum, 2007; Samoy et al., 2011). Zur Entstehung werden verschiedene Theorien diskutiert. Häufig werden eine Längendifferenz zwischen Radius und Ulna, im Sinne einer kurzen Ulna im Verhältnis zum Radius sowie die Missbildung der Incisura trochlearis für die Entstehung eines isolierten Processus anconaeus

verantwortlich gemacht ( Breit et al., 2004; Fossum,2007; Samoy et al., 2011). Durch erhöhten Druck der Inscura trochlearis ulnae gegen den Condylus humeri entstehen Scherkräfte, die auf den Proc. anconaeus einwirken und zu einer fehlenden Fusion oder dessen Fraktur führen (Fossum, 2007). Klinisch zeigen betroffene Tiere meist eine ein- oder beidseitige Lahmheit der Vordergliedmaßen (Samoy et al., 2011). Während der orthopädischen Untersuchung reagieren die Hunde meist schmerzhaft bei Palpation im Bereich des Proc. anconaeus. Häufig ist Krepitation bei Beugung und Streckung des betroffenen Gelenks zu fühlen (Breit et al., 2004; Samoy et al., 2011). Liegen bereits arthrotische Veränderungen des Gelenkes vor, kann der Bewegungsradius eingeschränkt sein (Samoy et al., 2011). Zur Sicherung der Diagnose sind seitliche gestreckte und gebeugte Röntgenaufnahmen aussagekräftig (Schulz und Krotscheck, 2003; Samoy et al., 2011). Im Falle eines IPA stellt sich zwischen dem Proc. anconaeus und der Ulna eine strahlendurchlässige undeutlich verlaufende Linie dar (Samoy et al., 2011).

In der Therapie unterscheidet man zwischen einem konservativen und einem chirurgischen Ansatz. Jedoch wird in der Literatur eine chirurgische Versorgung empfohlen (Samoy et al., 2011). Hierbei sind abhängig von Größe und Lage des Fragmentes entweder eine Fixierung mittels Einbringen einer Zugschraube als auch Entfernung beschrieben. Die Entfernung kann dabei arthroskopisch oder arthrotomisch erfolgen (Schulz und Krotscheck, 2003; Samoy et al., 2011). Um den Druck auf den Proc. anconaeus zu vermindern, kann eine Ulnaosteotomie durchgeführt werden (Fossum, 2007). Die Prognose bei einem IPA ist vorsichtig zu stellen, da es auch nach frühzeitiger Behandlung zu Einschränkung des Bewegungsradius, Gelenkinstabilität und sekundärer Osteoarthritis kommt (Samoy et al., 2011).

### **2.2.2 Osteochondrosis dissecans (OCD)**

Die genaue Ätiologie einer Osteochondrose ist nicht bekannt, aber eine Kombination von genetischen Faktoren, schnellem Wachstum, Ischämie und hormonellen Faktoren scheinen einen großen Einfluss zu haben (Burton und Owen, 2008). Die Osteochondrose beginnt mit einer Störung der enchondralen Ossifikation in der Epiphysenfuge oder der Epiphysenplatte, die für die Bildung des epiphysären Knochens verantwortlich ist. Es kommt zur Verdickung der Knorpelschicht. Dadurch kann die Synovia nicht mehr an die tieferliegenden Knorpelzellen diffundieren und diese versorgen (Ekman und Carlson, 1998). In der Folge kommt es zum Absterben von Chondrozyten (Fossum, 2007). Der Verlust von Chondrozyten

in den tiefer gelegenen Knorpelschichten führt zu Bildung eines Spalts an der Verbindungstelle zwischen kalzifiziertem und nicht kalzifiziertem Gewebe. Durch Belastung können sich im Bereich dieses Defektes Knorpelfragmente vom subchondralen Knochen lösen. Die entstandenen Fragmente können in situ verbleiben oder disloziert werden. Dislozierte Fragmente können in den meisten Fällen osteoarthrotische Veränderungen verursachen (Schawalder, 1990). Die häufigste Lokalisation einer OCD am Ellbogengelenk ist die Trochlea humeri. Dort kommen auch immer wieder Knorpelerosionen, Kissing lesions vor, so dass eine radiologische Unterscheidung oft schwierig ist (Samoy et al., 2011). Klinisch zeigen die erkrankten Hunde eine Lahmheit der betroffenen Gliedmaße. Beugung und Streckung des Gelenks sind schmerzhaft. Das Gelenk ist palpatorisch gefüllt (Fossum, 2007). Insgesamt zeigen sich die klinischen Anzeichen ähnlich denen eines IPA oder FCP (Samoy et al., 2011). Zu radiologischen Diagnose einer OCD eignen sich zu den lateralen und kraniokaudal angefertigten Röntgenaufnahmen zusätzliche Schrägaufnahmen (Samoy et al., 2011).

Therapeutisch werden chirurgische und konservative Maßnahmen beschrieben (Meyer-Lindenberg, 2006; Roush et al., 2010). Bei der chirurgischen Versorgung werden vorhandene Knorpelschuppen entfernt und das verbliebene Knorpelbett kürettiert und geglättet (Horst, 2000). Aufgrund des Voranschreitens von arthrotischen Veränderungen ist die Prognose für die Funktionalität eines Gelenks mit OCD trotz Behandlung vorsichtig zu stellen (Brunnberg, 2007; Baldus, 2013).

### **2.2.3 Inkongruenz des Ellbogengelenks**

Bei einer radiolnaren Inkongruenz entsteht durch asynchrones Wachstum von Elle und Speiche eine Stufe zwischen dem inneren Kronfortsatz und dem angrenzend proximalen Anteil der Speiche (Körbel et al., 2001). Dadurch passen die zueinander stehenden Gelenkflächen nicht exakt aufeinander und die Gelenkflächen sind nicht parallel. In der Literatur werden unterschiedliche Typen der Inkongruenz beschrieben (Samoy et al., 2011). Durch eine Verkürzung des Radius („short radius“ oder „positive radiolnare Inkongruenz“) wird eine mögliche Überlastung des Proc. coronoideus medialis ulnae diskutiert. Durch das Auftreten einer „negativen radiolnaren Inkongruenz“, also einer verkürzten Ulna („short ulna“), wird eine Druckerhöhung zwischen dem Kondylus der Oberarms und dem Proc. anconaeus bewirkt, was zu einer Entstehung eines IPA beitragen könnte (Samoy et al., 2006).

Als Ursachen, die zu einem gestörten Wachstum von Elle und Speiche führen, werden Traumata und metabolische Erkrankungen diskutiert (Samoy et al., 2011). Einen weiteren Typ einer Inkongruenz stellt eine Fehlbildung der Incisura trochlearis ulnae dar. Sie wird als „humeroulnare Inkongruenz“ bezeichnet. Die Incisura trochlearis besitzt eine elliptische Form und ist damit nicht in der Lage, die Trochlea humeri vollständig zu umgreifen. Durch die daraus folgende Verlagerung des Oberarms nach kranial wird eine vermehrte Belastung auf den Proc. coronoideus medialis ausgeübt (Schulz und Krotscheck, 2003; Meyer-Lindenberg et al., 2006, Fitzpatrick et al., 2009a). Die klinischen Anzeichen sind ähnlich denen der anderen Erkrankungen der Ellbogendysplasie, hängen jedoch vom Grad der Ausprägung ab (Samoy et al., 2011). Die Diagnose einer solchen Inkongruenz lässt sich anhand lateraler und kraniokaudaler Röntgenaufnahmen stellen. Es zeigen sich hier eine Stufe zwischen Radius und Ulna, die ellipsoide Form der Incisura trochlearis ulnae, eine Vergrößerung des Gelenkspaltes von Radius und Ulna sowie eine Verlagerung des Humeruskondylus nach kranial (Samoy et al., 2011).

In der Literatur werden verschiedene Methoden zur Behandlung einer Inkongruenz beschrieben. Zu diesen zählen eine Ostektomie des Radius und/oder der Ulna, eine Osteotomie des Radius und/oder der Ulna oder eine Koronoidektomie (Samoy et al., 2006). Am häufigsten wird hierbei die proximale Ulnaostektomie genannt. Ziel dieses Eingriffes ist es, den Druck im Gelenk zu verringern. Die endgültige Behandlung und Prognose ist davon abhängig, ob weitere Erkrankungen einer Ellbogendysplasie vorliegen, da eine Inkongruenz meist mit diesen gleichzeitig auftritt (Samoy et al., 2011).

#### **2.2.4 Radiologische Einteilung einer Ellbogendysplasie**

Im Falle einer Koronoiderkrankung zeigt sich der innere Kronfortsatz in der radiologischen Untersuchung von verminderter Dichte und mit Sklerosierung im kaudalen Bereich. Die Ellbogendysplasie mit ihren unterschiedlichen Erkrankungen, zu denen eine Koronoiderkrankung zählt, führt zur Ausbildung von arthrotischen Veränderungen (Cook und Cook, 2009). Durch die International Elbow Working Group (IEWG), bei der es sich um einen Zusammenschluss von Chirurgen, Radiologen, Genanalytikern und Hundezüchtern handelt, die sich jährlich treffen und die neusten Erkenntnisse über ED zusammentragen und diskutieren, wird nach dem röntgenologischen Vorhandensein sichtbarer Arthrosen und dem röntgenologischen Verdacht auf das Vorliegen einer der genannten Erkrankungen eine

Einteilung in den Grad der Ellbogengelenksdysplasie festgelegt (Tab.1). Hierbei zeigen mit ED0 (normal) bewertete Hunde ein Gelenk ohne Veränderung. Bei einer Bewertung mit ED1 sind arthrotische Veränderungen in einer Größe <2mm sichtbar. Bei einem mit ED2 bewerteten Gelenk zeigen sich Zubildungen mit einer Größe zwischen 2-5mm oder einer Primärerkrankung (OCD, FCP, IPA) ohne weitere Veränderungen. Sind die arthrotischen Zubildungen größer als 5mm oder liegt einer Grunderkrankung mit weiteren Veränderung vor, wird dies als ED3 bewertet (IEWG, 2012). Die Bewertung einer vorliegenden Inkongruenz sowie einer Sklerose werden nicht zu den radiologischen Grunderkrankungen gezählt (IEWG, 2012). Das Ziel der IEWG ist es, Zuchtprogramme und standardisierte diagnostische Methoden zum Ausschluss von ED zu erstellen.

---

<b>ED 0</b>	normal
<b>ED 1</b>	Ausbildung von Arthrosen < 2mm
<b>ED 2</b>	Ausbildung von Arthrosen 2-5mm <b>oder</b> eine Grunderkrankung (OCD, FCP, IPA) ohne Ausbildung von Arthrosen
<b>ED 3</b>	Ausbildung von Arthrosen > 5mm <b>oder</b> eine Grunderkrankung (OCD, FCP, IPA) mit Ausbildung von Arthrosen

---

*Tabelle 1: (nach IEWG 2012): Überblick über die Einteilung der ED-Grade anhand dem Vorliegen und der Größe der Arthrosen in Millimetern(mm) und dem Vorliegen- bzw. Verdacht auf eine der Grunderkrankungen wie Osteochondrosis dissecans (OCD), fragmentierten Processus coronoideus (FCP) oder isolierten Processus anconaeus (IPA) der Ellbogendysplasie (ED)*

### 2.3 Koronoiderkrankung

Unter den Begriff Koronoiderkrankung wird eine Mehrzahl von pathologischen Veränderungen im Bereich des inneren Kronfortsatzes zusammengefasst. Die am längsten bekannte und beschriebene pathologische Veränderung des inneren Kronfortsatzes ist der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (Cook und Cook, 2009). Der Begriff „Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae“ beschreibt eine Separation eines Teils des Processus coronoideus medialis der Ulna, die zu einer degenerativen Ellbogengelenkveränderung und zu einer Lahmheit führt (Fossum 2007). Es kann sich um ein oder mehrere Fragmente handeln, welche in situ oder auch disloziert im Gelenk vorliegen (Grondalen und Grondalen, 1981; Van Ryssen und van Bree, 1997). Es zeigen sich auch Fissuren, welche einerseits sowohl den Knorpel als auch den Knochen oder beide Anteile



betreffen können (Grondalen und Grondalen, 1981, Van Ryssen und van Bree, 1997). Während der Untersuchung wird häufig nur das Vorhandensein einer avitalen Spitze des Koronoids beobachtet (Karpenstein, 2011). Häufig sind auch Begleitläsionen an der gegenüberliegenden Knorpelseite, „kissing lesions“ zu beobachten. Da nicht in allen Fällen ein echtes freies Fragment vorliegt, wird von einigen Autoren der Ausdruck der Koronoiderkrankung „Medial Coronoid Process Disease“ (Morgen et al., 2000) oder „Medial Coronoid Process Pathology“ (McCarthy und Constantinescu, 2005) bevorzugt. Der Verdacht einer Koronoiderkrankung wird zunächst aufgrund der klinischen Untersuchung und dem Anfertigen von Röntgenbildern in zwei Ebenen gestellt. Die exakte Röntgendiagnose gestaltet sich oft schwierig, da die Diagnose in vielen Fällen auf sekundären Veränderungen und nicht auf dem Nachweis von primären Läsionen beruht (Cook und Cook, 2009).

### **2.3.1 Ätiologie und Pathogenese der Koronoiderkrankung**

Die Mechanismen, die zu Entstehung einer Koronoiderkrankung führen, sind noch nicht vollständig geklärt (Samoy et al., 2011). Eine erste Beschreibung der Erkrankung erfolgt 1974 von Olsson als Ursache einer Lahmheit der Vordergliedmaßen beim Hund. Die Veränderung wird als „united coronoid process“ bezeichnet. Es wurde damals davon ausgegangen, dass der mediale Processus coronideus ein eigenes Ossifikationszentrum besitzt und dessen verzögerten bzw. fehlenden „Apophysenfugenschluss“ die Erkrankung auslöst (Olsson, 1983; Iden, 2007). Es zeigt sich jedoch in verschiedenen histologischen und microcomputertomographischen Untersuchungen, dass der innere Kronfortsatz kein eigenes Ossifikationszentrum besitzt, sondern bis zur Spitze hin kontinuierlich verknöchert (Breit et al., 2004; Künzel et al.; 2004; Gemill 2004). Wolschrijn und Weijs (2004) zeigen in einer Studie, dass sich die Form des Processus coronoideus medialis ulnae zwischen der 4. und 24. Lebenswoche von breit und stumpf zu spitz mit einer steilen Neigung der Oberfläche verändert. Die häufigste in der Literatur beschriebene Theorie zu Entstehung einer Koronoidpathologie ist eine Störung der enchondralen Ossifikation (Janutta, 2005). Burton und Mitarbeiter (2010) vergleichen in einer Studie die Dichte des Proc. coronoideus medialis ulnae gesunder und erkrankter Gelenke. Dabei zeigt sich eine verminderte Knochendichte erkrankter Gelenke in diesem Bereich. Ein weiterer Ansatz für die Entstehung einer Erkrankung des inneren Kronfortsatzes, welcher in der Literatur diskutiert wird, ist eine Inkongruenz im Ellbogengelenk durch eine Stufenbildung zwischen Radius und Ulna (Schawalder et al., 1990; Holsworth et al., 2005; Theyse et al., 2005). Kramer und Mitarbeiter

(2006) können allerdings keinen signifikanten Unterschied zwischen gesunden und erkrankten Ellbogengelenken bezüglich einer radioulnaren Inkongruenz feststellen. Bis heute kann das Vorhandensein einer Inkongruenz zwar als ein möglicher Faktor beschrieben werden, jedoch sind der Mechanismus der Entstehung und die Entwicklung noch nicht vollständig geklärt (Gemill und Clements, 2007). Das häufige gemeinsame Auftreten einer Osteochondrose und einer Erkrankung des Proc.coronoideus kann ein Hinweis für eine gemeinsame Pathogenese sein. Durch das Vorhandensein einer radioulnaren Inkongruenz sowie der Malartikulation der Incisura trochlearis kann es zu einer Überbelastung des Proc. coronoideus medialis ulnae und damit zu Ermüdungsläsionen sowie Frakturen in diesem Bereich kommen (Wolschrijn und Weijts, 2004; Danielson et al., 2006). Ein gewisses Maß an Inkongruenz kann auch bei klinisch unauffälligen Hunden nachgewiesen werden (Breit et al., 2005). Eine weitere Ursache wird in dem Auftreten einer Rotationsinstabilität und einem starken Muskelzug des M. biceps brachii am Processus coronoideus medialis ulnae vermutet (Fitzpatrick und Yeadon, 2009). Grundsätzlich sind sich die Autoren einig, dass es sich bei der Erkrankung des fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae um ein multifaktorielles Geschehen handelt (Cook und Cook, 2009). Zu den grundlegenden Faktoren zählen genetische Einflüsse, Überbelastung, Mikrotraumen, Übergewicht sowie übermäßige und protein- und kalziumreiche Nahrung im ersten Lebensjahr sowie hormonelle Einflüsse (Janutta, 2005).

### **2.3.2 Rasseverteilung**

Die Koronoiderkrankung tritt vor allem bei mittelgroßen und großwüchsigen Hunderassen auf. Die Rasseverteilung unterliegt dabei regionalen Unterschieden und einer „modebedingten“ Beliebtheit. Neben dem Berner Sennenhund und dem Labrador Retriever sind vor allem der Golden Retriever, der Rottweiler und der Chow Chow betroffen (Grondalen und Grondalen, 1981; Schleich, 1998; Morgen et al., 2000; Meyer-Lindenberg et al., 2002; Karpenstein, 2011). Neben den großwüchsigen Rassen können aber auch Mischlinge aller Größen und kleinwüchsige Rassehund, wie Bearded und Border Collie sowie Pudel, Boxer und Cocker Spaniel erkranken (Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Iden, 2007).

### **2.3.3 Geschlechterverteilung**

In der Literatur zeigt sich, dass männliche Hunde im Verhältnis 2:1 häufiger betroffen sind als weibliche Tiere (Fehr und Meyer-Lindenberg, 1992; Zwick, 2010). Dabei werden als

mögliche Ursachen für das gehäufte Auftreten beim Rüden das höhere Endgewicht und die größeren Wachstumsraten sowie hormonelle Einflüsse diskutiert (Schulz und Krotscheck, 2003; Klumpp, 2009).

#### **2.3.4 Seitenverteilung**

Die Koronoidpathologie wird häufig beidseits beobachtet. Je nach Untersuchung wird die Häufigkeit zwischen 25 - 90% angegeben. (Schleich, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Klumpp, 2009; Zwick, 2010).

#### **2.3.5 Alter**

Die ersten klinischen Anzeichen einer Koronoiderkrankung werden meist im Alter von 4-12 Monaten beobachtet (Schleich, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2002; Iden, 2007; Klumpp, 2009; Zwick, 2010). Meij et al. (1996) unterscheiden zwischen zwei Altersgruppen. Bei der ersten Gruppe treten Symptome im ersten Lebensjahr mit einem Altersdurchschnitt von 5,9 Monaten auf, bei der zweiten, kleineren Gruppe zeigen sich erst im Durchschnittsalter von 4,5 Jahren klinische Probleme wie beispielsweise eine persistierende Lahmheit.

#### **2.3.6 Diagnostik der Koronoidpathologie**

##### *Klinisch-orthopädische Untersuchung*

Hunde, die mit Verdacht einer Koronoidpathologie vorgestellt werden, zeigen in den meisten Fällen eine gering- bis mittelgradige Lahmheit einer oder beider Vordergliedmaßen. Diese wird nach starker Belastung und Ruhephasen deutlicher (Fehr und Meyer-Lindenberg, 1992; Morgen et al., 2000; Schulz und Krotscheck, 2003; Zwick, 2010). Sind beide Ellbogengelenke betroffen kann es schwierig sein, die stärker betroffene Seite zu lokalisieren. In diesen Fällen wird oftmals eine Bewegungsunlust beschrieben (Schulz und Krotscheck, 2003; Zwick 2010). Sollte die Erkrankung bereits länger bestehen, zeigen die Hunde Muskelatrophien im Bereich der umliegenden Muskulatur des Ellbogengelenks. Das Gelenk an sich zeigt sich im Umfang deutlich verdickt (Morgen et. al, 2000; Schulz und Krotscheck, 2003). Die Umfangsvermehrung des Gelenks kann, je nach Dauer und Chronizität der Erkrankung, durch vermehrte Gelenkfüllung aufgrund einer akuten Arthritis aber auch durch eine Fibrose der Gelenkkapsel sowie Osteophytenbildung bedingt sein. Ein gefülltes Gelenk stellt sich häufig als fluktuierende Umfangsvermehrung lateral, aber auch medial am Ellbogengelenk dar (Scharvogel, 2004; Zwick, 2010). Dagegen sind Osteophyten und Fibrosen meist medial im Bereich des Epicondylus medialis als derbe Verdickung zu fühlen

(Schulz und Krotscheck, 2003). Betrachtet man das Gangbild der betroffenen Hunde in Bewegung, kann eine Außenrotation der betroffenen Gliedmaße in der Vorführphase sichtbar sein (Morgen et al., 2000). Während der weiteren orthopädischen Untersuchung wird zur Prüfung der medialen Strukturen im Bereich des Ellbogengelenks die Gliedmaße im Karpalgelenk mit der einen Hand um 90° gebeugt und die Pfote supiniert. Der Daumen der anderen Hand liegt unmittelbar distal des Epicondylus medialis humeri, wenn die Gliedmaße anschließend im Ellbogengelenk gebeugt wird (Brunnberg, 1999). Betroffene Tiere reagieren hierbei meist mit einer Schmerzäußerung. Diese zeigt sich ebenfalls bei Hyperflexion und Hyperextension sowie bei Druck auf das mediale Koronoid und auf die mediale Gelenkkapsel (Scharvogel, 2004; Fitzpatrick und Yeadon, 2009). Durch zunehmende arthrotische Veränderungen im Sinne von osteophytären Zubildungen und durch die Bildung einer Kapselfibrose kann es zu einer deutlichen Beuge- und Streckhemmung sowie Pseudokrepitation kommen (Brunnberg, 1999; De Rycke et al., 2002; Schulz und Krotscheck, 2003; Scharvogel, 2004; Zwick, 2010). Eine reine klinisch-orthopädische Untersuchung liefert den Verdacht auf eine Pathologie im Ellbogengelenk, erlaubt jedoch keine Rückschlüsse auf den Grad der Veränderungen und muss daher durch weitere bildgebende Diagnostik abgeklärt werden (Fitzpatrick, 2006).

## **2.4 Röntgenuntersuchung**

### *Grundlage der radiologischen Untersuchung*

Bei Röntgenstrahlen handelt es sich um elektromagnetische Wellen. Diese entstehen, wenn beschleunigte Elektronen in einem Vakuumzylinder auf eine Materie treffen (Laubenberger und Laubenberger, 1994). Die Freisetzung der Elektronen findet in der Glühkathode, einer evakuierten Röntgenröhre aus einem stromdurchflossenen Draht statt. Dabei werden die Elektronen durch eine Hochspannung, welche zwischen Kathode und Anode liegt, beschleunigt. Durch das folgende Abbremsen der Elektronen auf dem Brennfleck des Drehanodentellers wird kinetische Energie in Wärme und elektromagnetische Bremsstrahlung umgewandelt. Die Höhe der angelegten Röhrenspannung, welche in Kilovolt (kV) angegeben wird, beeinflusst die kinetische Energie der Elektronen und die daraus folgende Qualität und Durchdringungsfähigkeit der Röntgenstrahlen. Die Stärke des Heizstromes (angegeben in Milliampere (mA)) in der Kathode ist proportional zur Anzahl der emittierten Elektronen und zu Zahl der entstehenden Röntgenquanten. Die Menge der Röntgenstrahlung ist abhängig vom Röhrenstrom und der Belichtungszeit (Laubenberger und Laubenberger, 1994; Thrall,

2013). In der praktischen Anwendung werden die angewendeten Röntgenstrahlungen durch den angestrahlten Körper teilweise absorbiert und gestreut. Ein Teil der Strahlung durchdringt dabei den Körper geradlinig und kann nach Detektion zur radiologischen Auswertung genutzt werden (Thrall, 2013).

#### *Einsatz des Röntgen in der Diagnostik einer Koronoidpathologie*

Zur weiteren Diagnostik einer Koronoidpathologie werden zunächst Röntgenaufnahmen des Ellbogengelenkes in 2 Ebenen angefertigt. Da die Erkrankung meist beide Gelenke betrifft, sollten Aufnahmen beider Ellbogengelenke erstellt werden, auch wenn klinisch nur ein Gelenk betroffen zu sein scheint (Morgen et al., 2000; Morandi et al., 2008; Draffan et al., 2009; Zwick, 2010). Da es häufig schwierig sein kann, in der klinischen Untersuchung die Lahmheit eindeutig auf Ellbogen oder Schulter zu lokalisieren, wird empfohlen, ebenfalls beide Schultergelenke radiologisch zu untersuchen (Zwick, 2010). Eine Koronoidpathologie weist im frühen Stadium in vielen Fällen nur sehr geringe radiologische Veränderungen auf, daher sind eine hohe Qualität der angefertigten Aufnahmen eine wichtige Voraussetzung für die Diagnosestellung (Tellhelm, 2005; Iden, 2007; Baldus 2013). Da es sich beim Ellbogengelenk um ein zusammengesetztes Gelenk handelt, sind zur Diagnosestellung und Beurteilung des inneren Kronfortsatzes Röntgenaufnahmen in mindestens zwei Ebenen senkrecht zueinander vorgeschrieben (Tellhelm, 2005; Waibl et al. 2005).

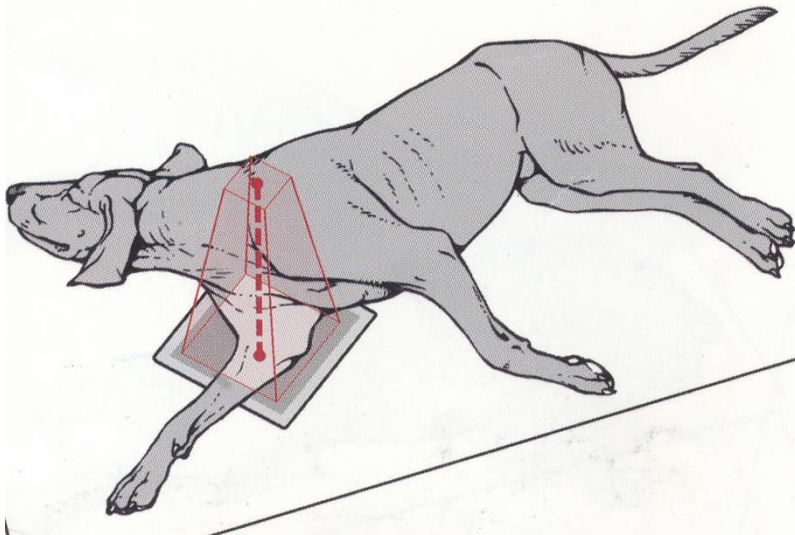


Abbildung 2: Lagerung eines Hundes zur Anfertigung eines Röntgenbildes des Ellbogengelenks im mediolateralen Strahlengang (Atlas der Röntgenanatomie des Hundes, Waibl et al., 2005)

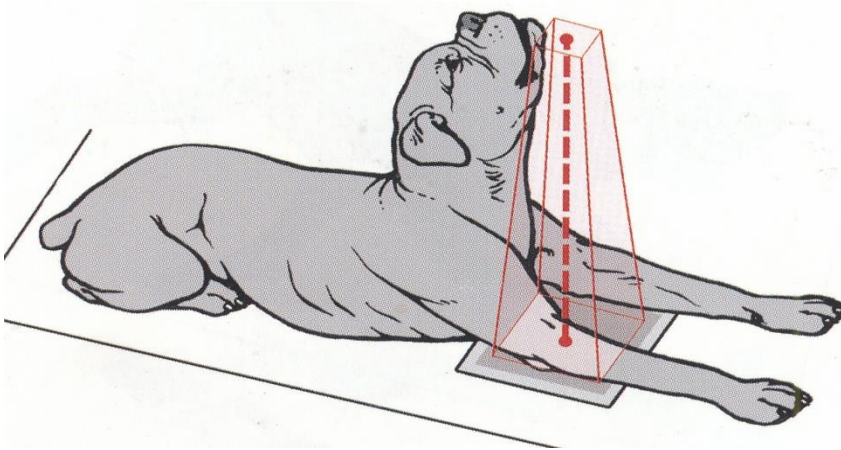


Abbildung 3: Lagerung eines Hundes zur Anfertigung eines Röntgenbildes des Ellbogengelenks im kranio-kaudalen Strahlengang (Atlas der Röntgenanatomie des Hundes, Waibl et al., 2005)

Die Röntgenaufnahmen der Ellbogengelenke werden im mediolateralen (Abb. 2) und kranio-kaudalen Strahlengang mit  $15^\circ$  Pronation angefertigt (Abb.3). Der Winkel zwischen Ober- und Unterarm sollte bei neutraler Lagerung des Ellbogengelenks im mediolateralen Strahlengang maximal  $110^\circ$  betragen. Durch eine gleichzeitige Supination von  $5-15^\circ$  lässt sich der innere Kronfortsatz deutlicher darstellen. Das Gelenk kann so orthograd gelagert werden, um die Kongruenz des radioulnaren Gelenkspaltes zu beurteilen (Schawalder et al., 1990; Morgen et al., 2000; Tellhelm, 2005). Bei gebeugten Aufnahmen in einen Winkel von ca.  $45^\circ$  können osteophytäre Zubildungen dorsal am Proc. anconaeus überlagerungsfrei dargestellt werden (Flückinger, 2006). Ein radiologisch unauffälliger Proc. coronoideus stellt sich als ein gut abgrenzbares, dreieckiges Knochenareal dar, das sich mit dem kaudalen Anteil des Radiuskopfs überlagert (Abb.4 und Abb.5) (Griffon, 2012).

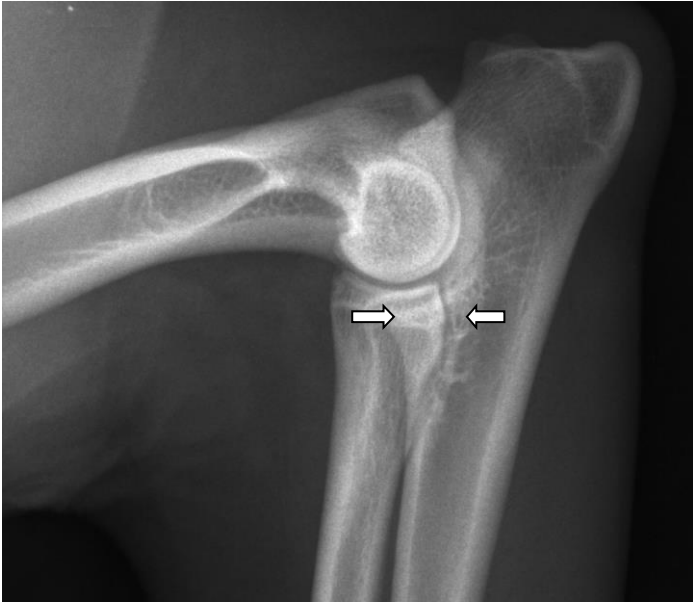
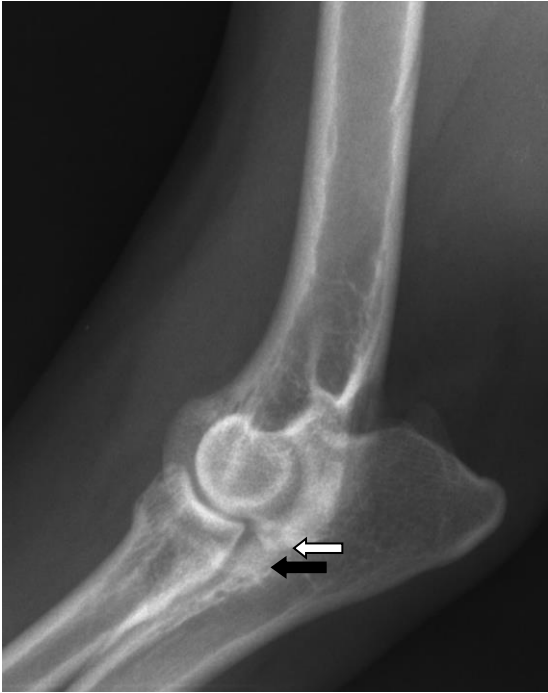


Abbildung 4: Röntgenbild eines gesunden Ellbogengelenkes im mediolateralen Strahlengang eines 1 Jahr alten Labrador Retriever in gebeugter Stellung. Der innere Kronfortsatz ist gut abgrenzbar



Abbildung 5: Röntgenbild des Ellbogens eines Labrador Retriever: radiologisch unauffälliges Ellbogengelenk im kraniokaudalen Strahlengang

Eine radiologisch ausgeprägte Sklerose kaudal des Processus coronoideus medialis ulnae bzw. in der Incisura trochlearis und eine verminderte Dichte im Bereich des Kronfortsatzes können ein Hinweis auf eine Koronoidpathologie sein (Schawalder et al., 1990; Tellhelm, 2005).



*Abbildung 6: Röntgenbild des Ellbogens eines Labrador Retrievers: Ellbogengelenk mit Koronoidpathologie im mediolateralen Strahlengang in gestreckter Position. Das Koronoid ist nicht vollständig abgrenzbar und zeigt eine dichtegeminderte Spitze (schwarzer Pfeil) sowie eine mittelgradiger Sklerose an der Basis des inneren Kronfortsatzes und der Inscura trochlearis (weißer Pfeil)*

Aufgrund der Überlagerung mit anderen Strukturen ist es nicht möglich, mittels Röntgentechnik die axiale Grenze des inneren Kronfortsatzes darzustellen. Die röntgenologische Diagnose basiert in solchen Fällen auf der Ausbildung von Sekundärveränderungen und einer Dichteminderung am medialen Koronoid (Moores et al., 2008; Cook und Cook, 2009). Diese äußern sich in osteophytären Zubildungen im mediolateralen Strahlengang am Radiuskopf, im Bereich der Trochlea humeri, im Bereich des medialen Koronoides sowie auf dem Processus anconaeus.



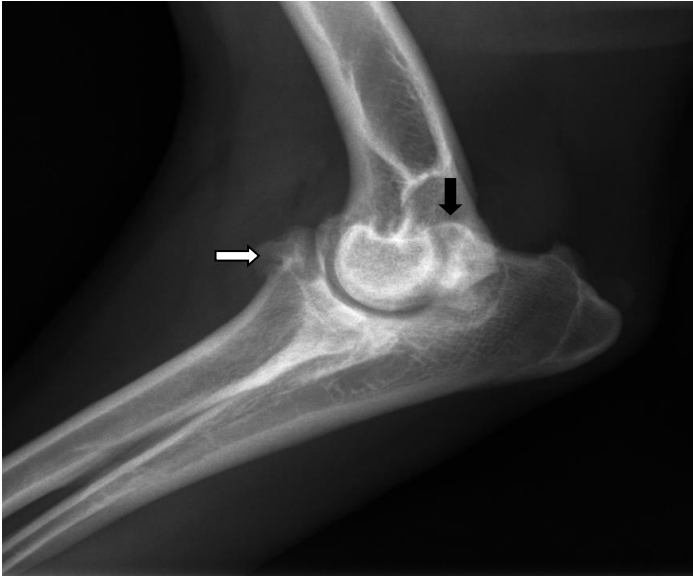


Abbildung 7: Röntgenbild des Ellbogens eines Labrador Retriever: erkranktes Ellbogengelenk im mediolateralen Strahlengang. Arthrotische Zubildungen am Radiuskopf (weißer Pfeil) und im Bereich des Processus anconaeus (schwarzer Pfeil) bei einem 5 Jahre alten Berner Sennenhund.

Im kraniokaudalen Strahlengang können die Gelenkflächen der Articulatio humeroradialis, humeroulnaris und radioulnaris auf Kongruenz beurteilt werden. Osteophytäre Zubildungen zeigen sich medial und lateral der Gelenkflächen, am Epicondylus medialis und lateralis und am Proc. coronoideus medialis. Der direkte Nachweis eines freien Fragmentes ist in vielen Fällen aufgrund der Größe, der Lage und fehlender Dislokation nicht möglich. Die Fragmente werden meist durch das Ligamentum anulare, den Radiuskopf, die Trochlea humeri und den Processus coronoideus an der Dislokation gehindert (Fitzpatrick, 2006; Morandi et al., 2008; Fitzpatrick et al., 2009b). Da osteophytäre Zubildungen nicht nur in Folge einer Koronoidpathologie auftreten, sollten auch andere Erkrankungen wie z.B. eine Osteochondrose dissecans (OCD) oder ein isolierter Proc. anconaeus in Betracht gezogen und radiologisch ausgeschlossen werden (Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Cook und Cook, 2009). Das Fehlen von primären oder sekundären Veränderungen im Röntgenbild schließt das Vorhandensein einer Koronoidpathologie nicht aus (Fitzpatrick et al., 2009a; Zwick, 2010).

## 2.5 Computertomographie

Die Computertomographie ist mittlerweile ein wichtiger Bestandteil der veterinärmedizinischen Bildgebung (Thrall, 2013). Bei dieser Methode handelt es sich um ein im Jahr 1972 von Allen Cormack und Godfrey Hounsfield entwickeltes Schnittbildverfahren.

Im Gegensatz zum konventionellen Röntgenbild ermöglicht die CT- Untersuchung eine überlagerungsfreie Darstellung der zu untersuchenden Region. Ermöglicht wird dies durch die Zerlegung des zu untersuchenden Volumens in einzelne, dünne, parallele, räumlich hintereinanderliegende Schichten (Thrall, 2013). Als Grundprinzip der CT Untersuchung dient die Durchleuchtung des Patienten mit einem Strahlenfächer und die Erfassung der abgeschwächten Strahlung mittels Detektoren. Dabei wird die Schwächung von Röntgenstrahlung innerhalb einer Körperschicht zwischen einer um den Patienten auf einer Kreisbahn drehenden Röntgenröhre und einer Detektoreinheit in verschiedenen Positionen gemessen (Galanski und Prokop, 2007). Diese ermittelten Schwächungswerte werden mittels Rechenverfahren in ihrer räumlichen Anordnung rekonstruiert und ein Abbild mit Graustufen auf einem Monitor dargestellt (Laubenberger und Laubenberger, 1994). Hauptindikationen für eine Computertomographie sind Darstellungen knöcherner Strukturen wie z.B. Schädel, Wirbelsäule, Beckenknochen und Processus coronoideus medialis ulnae. Zusätzlich findet sie auch Anwendung in der Diagnostik von verschiedenen Weichteilpathologien (z.B. Metastasensuche im Lungengewebe) (Mihaljevic et al., 2009). Die Untersuchung mittels CT ist im Vergleich zu anderen Schnittbildverfahren wie beispielsweise der Magnetresonanztomographie kostengünstiger, jedoch müssen auch bei dieser Art der Untersuchung die Tiere durch Sedation immobilisiert werden, um Bewegungsartefakte zu vermeiden. Ein weiterer Nachteil der Untersuchung stellt die damit verbundene hohe Röntgenstrahlenexposition dar (Cook und Cook, 2009).

#### *Aufbau eines Computertomographen*

Ein Computertomograph kann anhand seiner Form des erzeugten Röntgenstrahls, der Bewegung der Röhre sowie der Anordnung der Detektoren in der Gantry unterschieden werden (Thrall, 2013). Die Anlage eines Computertomographen setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. Das Aufnahmesystem ist die Gantry. Sie besitzt eine zentrale, röhrenförmige Öffnung, um die eine Röntgenröhre und ein gegenüberliegendes Detektorsystem angeordnet sind (Mihaljevic et al., 2009). Die Gantry lässt sich je nach System in unterschiedliche Winkel neigen, dies ermöglicht das Anfertigen von Schrägbildern durch eine Körperregion. Die Neigung der Messebene gegenüber der Körpersenkrechten wird als Schichtneigungswinkel bezeichnet (Laubenberger und Laubenberger, 1994; Hofer, 2003). Das Funktionsprinzip der Röntgenröhre in der Gantry unterscheidet sich lediglich durch die höhere Leistungskraft von einer konventionellen Röntgenanlage und den routinemäßigen

Einsatz der sogenannten Stratonröhre. Sie arbeitet häufig mit einer Röntgenspannung zwischen 110-150 kV (Laubenberger und Laubenberger, 1994). Als Nebenprodukt dieser hohen Leistung entsteht Wärme, weshalb eine Klimatisierung des Raums in der der Röntgenerators untergebracht ist notwendig ist (Mihaljevic et al., 2009). Die Eingrenzung des Röntgenstrahles erfolgt durch die Kollimationsblende (Hofer, 2003). Dies dient der Verbesserung der Bildqualität sowie der Reduzierung einer übermäßigen Strahlenbelastung des Patienten. Der Röhrenkollimator formt Fächerstrahlen bevor diese den Patienten durchdringen. Er besteht aus einem hochabsorbierenden Material wie Wolfram oder Molybdän. Die Öffnung der Blende ist angepasst an das ausgewählte Fenster. Dadurch wird der Schnittdicke definiert (Schwarz und Saunders, 2011). Die Röntgenstrahlen treffen auf gegenüberliegende Detektoren. Diese wandeln die auftreffende Strahlung in ein elektrisches Signal um (Laubenberger und Laubenberger, 1994). Man unterscheidet verschiedene Formen von Detektoren. Dazu zählt eine Ionisationskammer, die mit einem Edelgas gefüllt ist und unter Druck steht. Diese Variante wird aufgrund ihrer limitierten Effizienz nur noch selten eingesetzt (Schwarz und Saunders, 2011). Bei dem häufig eingesetzten Szintillationsdetektor handelt es sich um Kristalle aus beispielsweise Caesiumjodid und einem Keramikmaterial. In der jüngsten Vergangenheit wird der Einsatz von „Flat-Panel- Detektoren“ getestet (Schwarz und Saunders, 2011). Auf einer einzelnen Detektorenleiste sind bis zu 1000 einzelne Detektoren aufgereiht. Bei einem 16-Zeiler Computertomographien stehen beispielsweise 24 Detektoren der Röntgenröhre gegenüber. Die genaue Anzahl ist dabei abhängig vom vorliegenden System. Die Breite der einzelnen Detektoren kann variieren. Dem Untersucher ist es möglich, über die Zahl und die Größe der angesteuerten Detektoren die Auflösung und das Untersuchungsvolumen zu bestimmen (Hofer, 2003; Schaller und Flohr, 2004).



Abbildung 8: Labrador Retriever in Rückenlage liegend auf dem Patiententisch in der Gantry des Computertomographen zur Untersuchung der Ellbogengelenke

Während der Untersuchung wird der Tisch durch die Gantry gefahren. Je nach Fragestellung und Untersuchungsprotokoll wird der Patient auf dem beweglichen Patiententisch gelagert. (Abb. 8). Über ein Lichtvisier wird die genaue Positionierung des Patienten auf dem Tisch festgestellt und somit die präzise Einstellung der Schichtposition ermöglicht. In dieser Zeit drehen sich in der Gantry der Röntgenstrahler bzw. die komplementären Detektorsysteme mit hoher Geschwindigkeit um den Patienten. Bei der Spiral-CT- Technologie oder bei der Erstellung eines Topogramms erfolgt der Vorschub des Patiententisches kontinuierlich, während es bei der Einzel- oder Serienschichtuntersuchung schrittweise erfolgt (Laubenberger und Laubenberger, 1994). Nach Laubenberger und Laubenberger (1994) wird das Verhältnis zwischen Schichtdicke, Rotation und Tischvorschub mit dem Pitch- Faktor beschrieben. Dieser entspricht der Anzahl der abgetasteten Schichtdicken pro Tischvorschub und wird in folgender Formel:

***Pitch = (Schichtdicke/Rotation) / Kollimation*** angegeben (Hofer, 2003).

Die Bedieneinheit, bestehend aus einem Bedienpult und einem Monitor, ist aus strahlenschutzrechtlichen Gründen von dem Untersuchungsraum durch eine röntgenstrahlenundurchlässige Scheibe getrennt (Abb. 8).



Abbildung 9: CT- Bedieneinheit mit Monitor und Computer außerhalb der Gantry hinter einem Bleiglasfenster

An der Bedieneinheit werden nach der Positionierung und Fixation des Patienten über einen zentralen Computer, Röntgenröhre, Detektoren und Patiententisch eingestellt und gesteuert. An dem speziellen Befundungsmonitor können nach der Untersuchung die angefertigten Bilder bearbeitet und ausgewertet werden. Die gewonnenen Daten werden auf einem Archivierungssystem gesammelt. Hierfür haben sich die Gerätehersteller auf ein international einheitliches/anerkanntes Format (DICOM= Digital Imaging and Communications in Medicine) festgelegt.

### *Grundlage der Bildentstehung*

Durch die computertomographische Untersuchung wird eine überlagerungsfreie Darstellung der zu untersuchenden Körperregion ermöglicht (Schwarz und Saunders, 2011). Ein Fächerstrahl der Röntgenröhre durchdringt dabei den zu untersuchenden Körper und trifft dann auf das ihm gegenüberliegende rotierende Detektorsystem. Dieses misst die Reststrahlendosis und wandelt diese in ein digitales Signal um. Das CT-Bild wird aus der Matrix vieler kleiner quadratischer Bildelemente (Pixel) gebildet. Die Matrix besteht in der Regel aus 256 x 256 oder 512 x 512, seltener 1024 x 1024 Pixeln. Ein Pixel ist dabei eine 2-dimensionale Abbildung eines 3 dimensionalen Gewebeareals. Dieses wird als Volumenelement (Voxel) bezeichnet (Mihaljevic et al., 2009). Der Inhalt eines Voxels ist der Schichtdicke der einzelnen CT-Schnitte proportional. Abhängig von der Gewebeart, die von den Röntgenstrahlen durchdrungen wird, werden die Strahlen abgeschwächt und einer

bestimmten Graustufe zugeordnet. Jedes Gewebe hat hierfür einen definierten Abschwächungskoeffizienten. Diesem Abschwächungsgrad werden so genannte CT-Nummern zugeordnet. Diese werden in Hounsfield- Einheiten (HU) angegeben. Der Wert von Wasser wird bei 0 HU definiert. Zu untersuchende Objekte, die eine höhere Dichte als Wasser aufweisen, schwächen die Röntgenstrahlen mehr und zeigen deshalb positive Werte. Im Gegensatz dazu zeigen Strukturen, welche Röntgenstrahlen in geringerem Maße absorbieren, negative Werte auf (Schwarz und Saunders, 2011). Dabei ist festgelegt, dass dichter Knochen (+1000 HU bis + 3000 HU) in hellen Graustufen oder Weiß dargestellt werden, Wasser (0 HU) eine zentrale Graustufe erhält und Luft (-1000 HU) in schwarz erscheint, da durch die limitierte Speichertiefe eines Pixels im Bild insgesamt meist nur 4000 mögliche Werte zu Verfügung stehen. Da das menschliche Auge nur 60 Graustufen nebeneinander abgrenzen kann, ist es sinnvoll, den zu untersuchenden Bereich in für das menschliche Gehirn sichtbare Graustufen aufzuteilen. Deshalb wird für die Beurteilung von CT-Bildern Fenstereinstellungen (window width und level) festgelegt, in denen die einzelnen Strukturen wie z.B. Knochen oder Weichteile besser betrachtet werden können. Dabei werden eine zentrale Graustufe (window level) und der darzustellende Bereich (window width) festgelegt. Die Dichteebene die nicht im gewählten Fenster liegen, werden ausgeblendet. Dadurch ist es möglich, die Ansicht von relevanten Strukturen zu optimieren. Hierfür werden, um den Kontrast zwischen Geweben mit geringen Differenzen im Abschwächungskoeffizienten ( $\mu$ ), wie es bei Weichteilen der Fall ist, besser sichtbar zu machen, enge Fensterweiten gewählt. Dagegen werden zur Beurteilung von knöchernen Strukturen weitere Einstellungen genutzt (Bushberg et al. 2012; Schwarz und Saunders, 2011).

#### *Computertomographische Untersuchung des medialen Koronoids*

Eine computertomographische Untersuchung gilt heutzutage als „Goldener Standard“ zur Untersuchung der Ellbogengelenke auf eine Koronoidpathologie beim Hund (Cook und Cook, 2009). Da das Ellbogengelenk einzusammengesetztes Gelenk ist, stellt sich die Darstellung des inneren Kronfortsatz als schwierig dar (De Rycke et al., 2002). Der Einsatz von Mehrschicht- Spiral CT erlaubt eine überlagerungsfreie Abbildung von Körpern (Cook und Cook, 2009). Die Möglichkeit einer Einstellung der Fenster und der Stärke der Hounsfieldeinheiten (HU) verbessert die Untersuchung von Knochen und Weichteilgewebe. Der Einsatz einer dreidimensionalen Rekonstruktion erleichtert zusätzlich die Beurteilung anatomischer Gegebenheiten und pathologischer Veränderungen (Cook und Cook, 2009).

Bezüglich der Lagerung werden in der Literatur verschiedene Ausrichtungen beschrieben. Reichle et al. (2000) und Groth et al. (2009) beschreiben eine Brustlage mit nach vorne ausgezogenen Gliedmaßen. Klumpp (2009) empfiehlt die Lagerung in Rückenlage und die gleichzeitige Untersuchung beider Vordergliedmaßen durch Positionierung zentral in der Gantry. Als Vorteil dieser Lagerung werden die damit verbundene Zeitersparnis und die geringere Strahlenbelastung für den Patienten angesehen. In einer Studie von Moores und Mitarbeiter (2008) wird ebenfalls die Rückenlage, jedoch mit getrennter Untersuchung der Gelenke beschrieben. Jedoch werden keine Aussagen bezüglich der Vorteile dieser Untersuchung gemacht. Für eine vollständige Darstellung des Ellbogengelenks wird die Untersuchung von Höhe des Olekranon bis ca. 2cm distal des Radiuskopfes durchgeführt. Die Schichtdicke sollte hierbei 1-2mm betragen. Zur optimalen Auswertung sollte eine window width zwischen 1500 und 3500 HU sowie ein window level von 500 HU benutzt werden (Cook und Cook, 2009). Zur Darstellung des medialen Koronoids wird eine transversale CT Schnittführung durch das Ellbogengelenk empfohlen (Kramer et al., 2006; Moores et al., 2008). In dieser Schnittführung können pathologische Veränderungen, welche im Zusammenhang mit einer Koronoidpathologie beschrieben sind, am verlässlichsten dargestellt werden. Zu diesen zählen eine veränderte Form und Sklerose des Proc. coronoideus, Unregelmäßigkeiten und/oder Dichteabsenkungen im Bereich der Incisura radialis, Fissuren oder Fragmente des medialen Kronfortsatzes und Osteophyten (Moores et al. 2008). Reichle und Mitarbeiter (2000) zeigen in einer Studie, dass neben Fissuren und Fragmenten häufig eine Formveränderung und eine Veränderung der Dichte des Koronoids nachweisbar sind. Ein Anstieg der Dichte des Proc. coronoideus in der CT- Untersuchung kann ein frühes Anzeichen einer Koronoidpathologie darstellen (Moores et al., 2008; Klumpp, 2009). Weitere indirekte Hinweise für das Vorliegen einer Koronoiderkrankung in der CT-Untersuchung können ein Dichteverlust und eine Sklerose des medialen Kronfortsatzes, eine subchondrale Sklerose am Humeruskondylus und an der Incisura trochlearis, eine unregelmäßige Incisura radialis, zystische Defekte sowie eine Gelenkinkongruenz darstellen (Groth et al., 2009). Eine vorhandene Inkongruenz des Ellbogengelenks ist vor allem im sagittalen Schnitt nachvollziehbar (Gemmill et al., 2006). Nachteil der CT- Untersuchung des Koronoids ist die fehlende Darstellungsmöglichkeit von Knorpelgewebe, da dieses aufgrund seiner Dichte nicht von Weichteilgewebe unterschieden werden kann (Cook und Cook, 2009; Klumpp, 2009). Moores und Mitarbeiter (2008) zeigen in einer Studie mit 52 Ellbogen, dass in 15 Fällen (29%), in denen arthroskopisch ein Fragment vorliegt, dies in der vorangehenden CT-

Untersuchung nicht sichtbar ist. In dieser Studie konnte in 44 Ellbogengelenken eine Fragmentierung des medialen Kronfortsatzes nachgewiesen werden, die in 8 Gelenken (18%) arthroskopisch nicht nachweisbar sind. Vermote und Mitarbeiter (2010) empfehlen daher eine Kombination einer computertomographischen- und arthroskopischen Untersuchung, um alle Veränderungen am medialen Koronoid erkennen zu können.

## **2.6 Therapie**

In der Literatur sind sowohl chirurgische als auch konservative Behandlungsstrategien beschrieben (Michelsen, 2013). Die Mehrzahl der Autoren hält jedoch eine möglichst frühzeitige chirurgische Versorgung für die Therapie der Wahl (Denny und Butterworth, 2000; Meyer-Lindenberg et al., 2002; Zwick 2010).

### **2.6.1 Chirurgische Therapie**

Es sind verschiedene Methoden der chirurgischen Therapie wie die Entfernung der freien Fragmente bzw. des avitalen Knochens (Burton et al., 2010; Palmer, 2010), die subtotale Koronoidektomie (Fitzpatrick, 2006), das Debridement von verändertem Knorpel (Palmer, 2010), verschiedene Osteotomie-Techniken (Preston et al., 2000) und die Durchtrennung der Bizepssehne (Fitzpatrick und Yedon, 2009) zur Behandlung einer Koronoidpathologie beschrieben.

Der Zugang zum Ellbogengelenk erfolgt durch eine Arthrotomie oder minimalinvasiv über eine Arthroskopie (Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Michelsen, 2013). Die chirurgische Behandlung mittels Arthroskopie oder Arthrotomie hat die Entfernung aller freien Fragmente und/oder avitalen Anteile des medialen Kronfortsatzes zum Ziel (Zwick, 2010). Durch die Entfernung freier Fragmente sollen die mechanische Irritation sowie die Destruktion der glatten Gelenkflächen durch lose Anteile verringert werden. Durch die Abtragung von nekrotischen Anteilen einer avitalen Spitze soll ein Fortschreiten der Entzündung verhindert und die Entstehung von Arthrosen vermindert werden (Van Rysen und van Bree, 1997). Häufig wird die arthroskopische Entfernung von avitalem, gelbem und weichem subchondralem Knochen bis zum Auftreten von Blutungen aus dem darunterliegenden vitalen Knochen beschrieben (Beale et al., 2003; Van Ryssen et al., 2003). Eine anschließende Kürettage des Gelenks soll Kanten glätten und für ein Einsprossen von Gefäßen sorgen und eine Bildung von Narbengewebe auf der Knochenoberfläche zu Folge haben (Morgen, 2000;



Sams, 2000, Schulz und Krotscheck, 2003; Van Ryssen et al., 2003; Beale et al., 2003). In einer Studie von Burton und Mitarbeiter (2011) wird vermutet, dass die vollständige Freilegung von subchondralem Knochen die Neubildung von Bindegewebsknorpel und Arthrosen fördert, da die im subchondralen Knorpelgewebe enthaltenen Entzündungsmediatoren wie Zytokine, Prostaglandine und Stickoxide aufgrund der Knorpelverletzung freigesetzt werden und eine Entzündungsreaktion im umliegenden Gewebe induzieren (Morgen, 2000; Schulz und Krotscheck, 2003). Nach Entfernung aller Fragmente bzw. des avitalen Knochens wird empfohlen eine Gelenkspülung durchzuführen, um auch kleinste Bestandteile aus dem Gelenk zu entfernen (Morgen, 2000; Van Ryssen et al., 2003; Beale et al., 2003; Zwick, 2010). Bezüglich der Behandlung bei beidseitigem Auftreten einer Koronoiderkrankung gibt es verschiedene Angaben. Einige Autoren empfehlen die Behandlung in einer Sitzung (Janthur et al., 2000; Beale et al., 2003), während andere einen Abstand zwischen einem Tag und acht Wochen empfehlen (McCarthy und Constantinescu, 2005).

Weitere Therapieansätze sind die subtotale oder die totale Entfernung des medialen Koronoids. Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009) empfehlen diese Methode vor allem im Endstadium einer Koronoidpathologie, das bedeutet beim Vorliegen von hochgradigen osteophytären Zubildungen und hochgradigen klinischen Symptomen. Hierfür wird die Spitze des Koronoids einschließlich der Gelenkfläche distal der Incisura radialis entfernt. Die operative Herangehensweise hierfür beinhaltet zunächst die stumpfe Präparation des M. flexor carpi radialis, des M. pronator teres und des tiefen Zehenbeugers kaudal des medialen Seitenbandes. Dies ermöglicht eine proximale Inzision der Kapsel und Zugang zum medialen Kronfortsatz. Dieser kann nun mit einer oszillierenden Säge oder einem Osteotom entfernt werden. Eine weitere Möglichkeit bietet die arthroskopische Entfernung des medialen Koronoides. Hierfür eignet sich ebenfalls ein Osteotom oder ein motorisierter Shaver (Fitzpatrick und Yeadon, 2009). Die kaudolaterale Begrenzung für die Osteotomie befindet sich am Übergang der Incisura radialis. Puccio und Mitarbeiter (2003) erreichen in einer Studie bei 18 Ellbogen mit alleiniger Inkongruenz nach totaler Koronoidektomie eine Lahmheitsfreiheit bei 70% der behandelten Tiere. Sie beschreiben bei dieser Methode die Entfernung von mindestens 4 Millimetern des medialen Koronoids, um tiefliegende subchondrale Defekte zu entfernen. Auf diese Weise soll das Risiko einer erneuten Fragmentierung des noch verbliebenden Koronoidanteils minimiert werden. Eine

Übertragbarkeit auf eine alleinige Koronoidpathologie ist jedoch fraglich (Puccio et al., 2003). Griffon und Mitarbeiter (2009) führen in ihrer Studie ebenfalls Indikationen für die Anwendung einer subtotalen Koronoidektomie an. Zu diesen zählen fokale Läsionen des medialen Koronoids mit hochgradigen Veränderungen des umliegenden Knorpelgewebes sowie das Vorliegen eines großen Fragmentes, welches den Großteil des Kronfortsatzes betrifft. Bei hochgradigen Veränderungen im Bereich der Trochlea humeri soll durch die vollständige Entfernung des Processus coronoideus die Kontaktfläche zwischen der Trochlea humeri und der Spitze des medialen Kronfortsatzes entfernt werden, um so das Auftreten weiterer Abrasionen des Knorpels zu verhindern. Als weitere Indikation beschreiben Griffon und Mitarbeiter (2009) das Vorhandensein einer radioulnaren Inkongruenz im Bereich der Spitze des medialen Koronoids. Durch die Entfernung dieser Spitze soll eine ebene Gelenkfläche zwischen Elle und Speiche geschaffen werden. Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009) behandeln 263 Hunde, die aufgrund einer Koronoiderkrankung vorstellig werden, mittels subtotaler Koronoidektomie. In der Kontrolluntersuchung (4 Monate bis über 7 Jahre nach dem Eingriff) weisen 51 % der Tiere keine Lahmheit auf. Jedoch zeigt sich, dass sich durch die Entfernung des Hauptanteils des medialen Kronfortsatzes auch die Kontaktfläche im Bereich des humeroulnaren Gelenks ändert. Dies kann durch die folgende Überlastung des noch verbliebenen medialen Gelenkanteils der Ulna zu einer weiteren Fragmentierung führen (Fitzpatrick et al., 2009a; Burton et al., 2011). Bei Patienten unter 7 Monaten, die aufgrund einer Inkongruenz des Ellbogengelenks vorgestellt werden, kann die Durchführung einer Korrekturosteotomie von Radius und Ulna sinnvoll sein. Durch eine frühe Korrektur soll die vermehrte Belastung des medialen Koronoides vermindert werden (Van Ryssen et al., 2003). Die positive radiolunare Inkongruenz („short radius“) wird besonders bei jungen Tieren als häufigste Ausprägungsform der Inkongruenz und als Ursache für das Vorkommen eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae beschrieben. Bei älteren Tieren ist sie selten nachzuweisen (Van Ryssen et al., 2003). Als chirurgische Therapie wird eine Osteotomie der Ulna empfohlen. Hierbei wird eine physiologische Gewichtsverteilung im Ellbogengelenk angestrebt und somit eine Überlastung im Bereich des medialen Kronfortsatzes vermindert (Van Ryssen et al., 2003). Um die Entwicklung einer Koronoiderkrankung zu verhindern und die Entstehung von Arthrosen zu reduzieren wird die proximale Ulnaosteotomie beschrieben (Bardet, 2004; Lozier, 2006). Fitzpatrick (2010) beschreibt beim Vorliegen eines medialen Kompartmentsyndroms die Durchführung einer „sliding humeral osteotomy“ als erfolgsversprechende Therapie. Hierbei wird zunächst eine

Osteotomie auf Höhe der mittleren Humerusdiaphyse durchgeführt. Der distale Anteil des Oberarms wird nach medial verlagert. Dadurch kommt es zu einer Verschiebung der Kraftachse entlang des Humerus und des Ellbogengelenkes nach lateral. Der mediale Anteil des Gelenkes wird entlastet und die Schmerzen und Lahmheit des Tieres reduziert. Voraussetzung zur Durchführung dieses operativen Eingriffes ist ein intakter lateraler Anteil des Ellbogengelenks (Fitzpatrick, 2010). In einer Studie von Hulse und Mitarbeiter (2010) wird die Durchtrennung der Bizepssehne an ihrem Ansatz als chirurgische Maßnahme zur Therapie einer Koronoiderkrankung diskutiert. Da die Endsehnen des Musculus brachialis und des Musculus biceps brachii gemeinsam an der Tuberositas ulnae ansetzen, kommt es während der Kontraktion der Muskeln zu Rotationskräften im Bereich des medialen Koronoids. Dadurch wird dieser gegen den Kopf des Radius gedrückt, welches zu Erosionen des Knorpels, Mikrofissuren und Fragmentierung des medialen Kronfortsatzes führen kann. Langzeitergebnisse der Behandlung liegen jedoch nicht vor (Hulse et al., 2010). Bei hochgradig arthrotisch veränderten Gelenken bleibt häufig nur die Möglichkeit einer Implantation eines künstlichen Ellbogengelenks oder der Versteifung mittels Arthrodesen (Dejardin, 2010). Der Einsatz von künstlichen Gelenken im Bereich des Ellbogengelenks wurde das erste Mal vor 10 Jahren beschrieben, jedoch findet er aufgrund der hohen Komplikationsrate und den bis jetzt schwankenden post-operativen Ergebnissen nur selten Einzug in die Behandlung von Patienten im Endstadium einer Ellbogendysplasie (Conzemius et al., 2001; Conzemius, 2009; Michelsen, 2013). Eine Versteifung des Ellbogengelenks mittels Arthrodesen wird zur Reduzierung des Schmerzes bei chronischer Osteoarthritis eingesetzt, jedoch beeinträchtigt dies die Beweglichkeit der Gliedmaße erheblich und führt damit zu einer funktionalen Lahmheit (Fitzpatrick et al., 2009a; Michelsen, 2013). Zamprogno und Mitarbeiter (2011) testen an vier Hunden den Effekt einer Denervation des Ellbogengelenks auf die Funktion der Vordergliedmaße. Die Studie zeigt, dass die Nerven zuverlässig identifiziert und durchtrennt werden können, ohne dass dies zu einer Einschränkung der Gliedmaßenfunktion oder der Hautsensibilität führt. Jedoch kann noch keine Aussage über die Auswirkung bei Hunden mit Koronoidpathologie gemacht werden.

### **2.6.1.1 Arthroskopie**

Die Arthroskopie stellt ein minimal invasives chirurgisches Verfahren zur Inspektion und Therapie von intraartikulären Strukturen dar und gilt als „gold standard“ zur Beurteilung von Knorpelschäden (van Bree et al., 2000; Moores et al., 2008; Perry und Li, 2014). Im

Vergleich zur konventionellen Arthrotomie erlaubt diese Methode durch die starke Vergrößerung und die optimierten Lichtverhältnisse eine perfekte Inspektion der intraartikulären Strukturen und bietet eine deutlich bessere Detailerkennbarkeit. Dadurch ist es auch möglich, geringgradige Knorpelschäden zu erkennen (Van Ryssen und Van Bree, 1997; Van Ryssen und Van Bree, 1998; Janthur et al., 2000; Meyer-Lindenberg et al., 2003b; Mc Carthy und Constantinescu, 2005; Zwick 2010). Seit Beginn der neunziger Jahre wird die Arthroskopie für die Diagnostik und Therapie einer Koronoidpathologie eingesetzt (Van Ryssen und van Bree 1997; Janthur, 2000; van Bree et al., 2000). Die Arthroskopie erlaubt eine genaue Aussage über den Zustand der Gelenkkapsel und der Gelenkbänder (van Bree et al., 2000). Sie ermöglicht daher nicht nur die direkte Diagnose einer Koronoidpathologie, sondern es lassen sich auch eventuell weitere vorliegende Erkrankungen wie eine Osteochondrose, Synovialitiden, Kissing lesions und Chondromalazien diagnostizieren (Meyer-Lindenberg et al., 2006). Während des arthroskopischen Eingriffes werden Synovia, Trochlea humeri, mediales Seitenband, Processus coronoideus medialis ulnae, Radiuskopf, Humerusrollkamm, Anteile des Processus anconaeus und des lateralen Koronoids sowie der Gelenkknorpel beurteilt (Van Ryssen und Van Bree, 1997). In der Literatur werden ein kraniolateraler und ein medialer Zugang zum medialen Kronfortsatz beschrieben (Meyer-Lindenberg et al., 2003b; Jardel et al., 2010). Der mediale Zugang gilt dabei als am wenigsten invasiv (Braden et al., 1994). Für den operativen Eingriff werden die Patienten aseptisch vorbereitet. Das Tier wird in Seitenlage verbracht und mit der betroffenen Seite nach unten fixiert. In dieser Position ist eine Erweiterung des Gelenkspaltes durch Abduktion über die Tischkante bei gleichzeitiger Innenrotation des Unterarms möglich. Die kontralaterale Gliedmaße wird nach hinten ausgebunden (Janthur et al., 2000; Zwick, 2010). Für die gleichzeitige Arthroskopie beider Ellbogengelenke ist es möglich das Tier in Rücklage zu verbringen und die Gliedmaßen auf Halterungen zu fixieren (Beale et al., 2003). Das Gelenk wird kaudomedial zwischen der Trochlea humeri und dem Ellbogenhöcker punktiert. Durch die Gewinnung von Synovia wird die korrekte Position überprüft, gleichzeitig wird durch die Instillation von physiologischer Kochsalzlösung oder Ringer-Laktat-Lösung eine Erweiterung des Gelenkspaltes erreicht. Beale und Mitarbeiter (2003) empfehlen in einer Studie die Verwendung von Ringer-Lakat-Lösung, da diese im Vergleich zu Kochsalzlösung den Gelenkknorpel schont. Die verwendete Kanüle kann im weiteren Verlauf des Eingriffes als Abfluss für die permanente Gelenkspülung dienen (Janthur et al., 2000; Baldus, 2013). Der damit erzeugte intraartikuläre Druck verbessert die Sicht im Gelenk und erleichtert das

Einbringen von Instrumenten. Durch die Spülung des Gelenks werden vorhandene Entzündungsmediatoren sowie kleinste Fragmente, die bei der Behandlung durch Glätten der Kanten und Entfernung der fragmentierten Anteile des Koronoids entstehen, entfernt (Beale et al., 2003; Baldus, 2013). Mittels Stichinzision durch eine spitze Skalpellklinge wird ca. 2cm kaudodistal des Epicondylus humeri in Verlängerung des Humerusschaftes der Optikkanal eingebracht. Der Arbeitskanal wird kaudal des medialen Seitenbandes unter arthroskopischer Kontrolle angelegt (van Ryssen et al., 2003; Mc Carthy und Constantinescu, 2005; Baldus, 2013). Zur chirurgischen Therapie werden verschiedene Fass- und Korbzangen sowie Kürettier- und Schneideinstrumente eingesetzt. Auch der Einsatz eines motorbetriebenen Shavers ist beschrieben (Meyer-Lindenberg, 2006). Neben den bereits genannten Instrumenten dienen scharfe Löffel und Zangen zur Entfernung von freien Fragmenten und zur Auffrischung des subchondralen Knochens (Meyer-Lindenberg, 2006). Während der Arthroskopie werden die Veränderungen des medialen Kronfortsatzes beurteilt und klassifiziert (Tab. 2) (Griffon, 2012).

<b>Typ der Veränderung</b>	<b>Arthroskopische Befunde</b>
<b>1</b>	Fragment am medialen Rand des PCMU
<b>2</b>	Fragment am lateralen Rand des PCMU
<b>3</b>	Freies Fragment, nicht disloziert
<b>4</b>	Fissur im Bereich des PCMU
<b>5</b>	Multiple Fragmente
<b>6</b>	Osteophyten im Bereich des PCMU
<b>7</b>	Freies, disloziertes Fragment

*Tabelle 2: Einteilung der arthroskopisch darstellbaren Veränderungen des Processus coronoideus medialis ulnae (PCMU) (Griffon 2012)*

Desweiteren wird das erkennbare Ausmaß der Knorpelschädigung im medialen Gelenkanteil anhand des Outerbridge Scoring System nach Outerbridge (1961) eingeteilt (Tab. 3).

<b>Outerbridge Grad</b>	<b>Knorpelveränderung</b>
<b>1</b>	Knorpelerweichung bei intakter Oberfläche
<b>2</b>	Beschädigte Knorpeloberfläche mit Rissen etc. ohne Schädigung des subchondralen Knochens
<b>3</b>	Tiefgehende Fibrillation ohne Schädigung des subchondralen Knochens
<b>4</b>	Vollständiger Knorpelverlust mit Freilegung des subchondralen Knochens

*Tabelle 3: Einteilung der Knorpelschäden anhand des Outerbridge Scoring Systems nach Outerbridge (1961)*

Die Verwendung eines Aufzeichnungssystems durch Monitor und Video ermöglicht eine Dokumentation der Befunde (Zwick, 2010). Die Übertragung der Befunde über einen Monitor ermöglicht mehreren Untersuchern die Betrachtung unter der Wahrung der Asepsis, da das Untersuchungsauge nicht direkt an die Optik herangeführt werden muss (Janthur et al., 2000). Beschriebene Komplikationen nach einem arthroskopischen Eingriff sind iatrogene Schädigungen des Knorpels sowie Ansammlungen von Flüssigkeit im umliegenden Weichteilgewebe und Verletzungen des Nervengewebes (Van Ryssen und Van Bree, 1997; Janthur et al., 2000; Beale et al., 2003; Mc Carthy und Constantinescu, 2005; Perry und Li, 2014).

Nachteile der Arthroskopie sind das relativ langwierige und schwierige Erlernen der Methode sowie die Kosten für die nötige Ausrüstung (Mc Carthy und Constantinescu, 2005; Zwick, 2010). Im Vergleich zur Arthrotomie zeigen die Patienten nach einem arthroskopischen Eingriff deutlich weniger Lahmheiten und eine schnellere Erholungsphase (Van Ryssen und van Bree, 1998; Meyer- Lindenberg et al., 2003a; Jardel et al., 2010; Zwick, 2010).

### **2.6.2 Postoperative Nachsorge**

Bei der postoperativen Nachsorge wird eine Phase der Ruhighaltung über 3-6 Wochen empfohlen (Schulz und Krotscheck, 2003; Zwick, 2010). Zusätzlich zur Ruhighaltung wird in

der Literatur die Gabe eines Schmerzmittels und Entzündungshemmers beschrieben (Brunnberg, 2007; Fitzpatrick und Yeadon, 2009; Zwick, 2010). Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009) empfehlen den Einsatz von Carprofen (2mg/kgKM 2mal täglich) oder Meloxicam (0,1mg/kgKM einmal täglich) oral nach einem operativen Eingriff am Ellbogengelenk. Bezüglich einer postoperativen Gabe einer Antibiose gibt es in Literatur verschiedene Ansätze. Während Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009) nach dem Eingriff auf eine weitere Antibiose verzichten, verabreichen Olivieri und Mitarbeiter (2007) 3 Tage Cefazolin (20mg/kg). Aber auch die Gabe von chondroprotektiven Substanzen wie Grünlippenmuschelextrakt wird als positiv beschrieben (Fitzpatrick und Yeadon, 2009). Die Wunde wird mit einem lockeren Verband abgedeckt (Vermote et al., 2010). Nach operativer Versorgung einer Koronoidpathologie sollte nach Abheilen der Wunden mit einer unterstützenden Physiotherapie begonnen werden (Canapp und Hulse, 2008; Fitzpatrick und Yeadon, 2009; Sallander et al., 2006). Ziel der Physiotherapie ist dabei soweit wie möglich zum ursprünglichen Funktionslevel des Ellbogengelenkes zurückzukehren (Canapp und Hulse, 2008).

### **2.6.3 Konservative Therapie**

Die konservative Therapie einer Koronoiderkrankung entspricht der eines arthrotischen Gelenks. Da die Osteoarthrose mit einer Degeneration des Gelenkknorpels, der Bildung von Arthrosen sowie der Abnahme von Proteoglycanen und Kollagen einhergeht, ist die ungerichtete Schmerztherapie in Form von Gabe von nicht-steroidalen Antiphlogistika die häufigste eingesetzte Therapie (Roush et al., 2010). Nicht-steroidale Antiphlogistika (NSAIDs) sind definiert als saure entzündungshemmend wirkende Medikamente, welche das Enzym Cyclooxygenase, was die Umwandlung von Arachnidonsäure zu Prostaglandin und Thromboxan katalysiert, hemmen. Zurzeit sind verschiedene Präparate in Europa für den Einsatz bei Osteoarthrose beim Hund zugelassen. Seit einiger Zeit ist eine neuere Generation von NSAIDs auf dem Markt, welche spezifisch das Isoenzym Cyclooxygenase 2 hemmt (Sallander et al., 2006).

Basierend auf diesem Arthrosemangement spielen bei einer konservativen Therapie eine adäquate und kontrollierte Bewegung eine wichtige Rolle. Ergänzend kann eine professionelle Physiotherapie sinnvoll sein (Canapp und Hulse, 2008; Fitzpatrick und Yeadon, 2009; Sallander et al., 2006; Zwick, 2010). Eine Überbelastung soll dabei vermieden

und Muskulatur aufgebaut werden. Eine Physiotherapie besteht meist aus einer Kombination von verschiedenen Therapieansätzen, wie beispielsweise Kryotherapie, manueller Therapie und Übungen, die zu Hause vom Besitzer durchgeführt werden können (Canapp und Hulse, 2008). In der Humanmedizin wird professionelle Physiotherapie routinemäßig als unterstützende Therapie bei Osteoarthritis eingesetzt. Ziel hierbei ist durch passive Bewegungen den Bewegungsgrad der Gelenke zu erhöhen und den Schweregrad der Symptome zu reduzieren (Puett und Griffin 1994). In einer Studie von Crook und Mitarbeiter (2007) an 10 Labrador Retrievern mit Arthrose kann gezeigt werden, dass durch die Anwendung täglicher Physiotherapie über 21 Tage (passives Strecken der Gelenke zweimal täglich) der Bewegungsradius der betroffenen Gelenke um etwa 14 ° erhöht werden konnte. Zusätzlich soll eine Gewichtskontrolle und eine entsprechende Fütterung stattfinden (Morgen et al., 2000; Sallander et al., 2006 Schulz und Krotscheck, 2003; Fitzpatrick und Yeadon, 2009). Roush und Mitarbeiter (2010) zeigen die positive Wirkung durch die Zufütterung von Omega-3-Fettsäuren auf arthrotische Gelenke.

## **2.7 Prognose**

Die Prognose einer Koronoiderkrankung trotz der Behandlung wird bei allen Behandlungsmethoden von den meisten Autoren als vorsichtig bezeichnet (Meyer-Lindenberg et al., 2003b; Fitzpatrick et al., 2009a). Entscheidend ist dabei nicht nur der Operationszeitpunkt, sondern ob und zu welchem Grad bereits Arthrosen im betroffenen Gelenk vorhanden sind. Als günstig wird die Prognose angesehen, wenn die Operation bei klinisch betroffene Tiere möglichst frühzeitig erfolgt und noch keine oder nur minimale Arthrosen vorhanden sind. Baldus (2013) zeigt in einer Studie an 71 Ellbogengelenken die arthroskopiert werden, dass bei Hunden die zum Zeitpunkt des Eingriffes nur geringgradige Arthrosen aufweisen, der Therapieerfolg von Ihren Besitzern in der Kontrolluntersuchung als „sehr gut“ eingestuft wird. Hunde hingegen, welche zu diesem Zeitpunkt bereits mit einer hochgradigen Cubarthrose vorgestellt werden, zeigen in ihrer Bewertung nur ein „mäßiges“ bis „sehr schlechtes“ Ergebnis. Weiter stellt Baldus (2013) einen Zusammenhang zwischen dem Grad des Knorpelabriebes und dem Arthrosegrad vor einer arthroskopischen Therapie fest. Der Grad der arthrotischen Veränderungen in dem betroffenen Ellbogengelenk wird also von der Dauer und dem Schweregrad einer Koronoidpathologie beeinflusst. Je größer der Schaden am Gelenkknorpel durch Erosion ist, desto höher ist der Grad der arthrotischen Veränderung (Farrel et al.; 2014). Meyer-Lindenberg und Mitarbeiter (2003) zeigen in ihrer



Studie, dass von 421 chirurgisch therapierten Hunden 44% der arthrotomisch und 60% der arthroskopisch versorgten Tiere 21-23 Monate nach Versorgung keine Lahmheit mehr aufweisen. Trotz chirurgischer Therapie kann es dennoch zu unterschiedlich starker Ausbildung von Arthrosen kommen (Meyer-Lindenberg, 2006). Van Ryssen und Van Bree (1998) behandeln 175 Gelenke von 150 Hunden mit einer Koronoidpathologie arthroskopisch und untersuchen 62 dieser Gelenke in einem Zeitraum von 6 Monaten bis 3 Jahren klinisch und radiologisch nach. Hierbei zeigt sich, dass 90% der Tiere keine Lahmheit, jedoch 82% ein deutliches Fortschreiten der Arthrosen aufweisen. Samoy und Mitarbeiter (2013) zeigen bei acht Hunden nach arthroskopischer Behandlung, dass es zu einer deutlichen Zunahme der arthrotischen Veränderungen kommt. Jedoch weisen auch diese Hunde in einer telefonischen Befragung der Besitzer keine Lahmheit auf. Die zunehmenden Arthrosen im Alter der Tiere können zu Motilitätseinschränkungen sowie Pseudokrepitation und Umfangsvermehrung in den Ellbogengelenken führen. Bei einer weiter bestehenden Lahmheit ist eine zunehmende Atrophie der Muskulatur und eine Bewegungseinschränkung zu beobachten (Morgen et al., 2000; Iden, 2007; Samoy et al., 2013). Seghers und Mitarbeiter (2010) führen an 35 Ellbogen an, dass in 50% der arthroskopisch therapierten Hunde bei einer Kontrolluntersuchung nach circa 2,5 Jahren ein knöchernes Fragment im Ellbogengelenk erneut nachgewiesen werden kann. Eine Kombination mit einer weiteren Erkrankung des Ellbogengelenks wie einer Osteochondrose oder einem isolierter Processus anconaeus verschlechtern die Prognose deutlich (Morgen et al., 2000; Zwick, 2010). In Bezug auf die Resultate nach chirurgischer Behandlung einer Koronoidpathologie kann festgestellt werden, dass die funktionellen Ergebnisse nach arthroskopischer Entfernung eines fragmentierten Processus coronoideus aufgrund des minimalinvasiven Charakters denen der Arthrotomie überlegen erscheinen (Meyer-Lindenberg et al., 2003a).

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Zielsetzung**

Das Ziel der vorliegenden Studie ist die Beurteilung und Untersuchung der klinischen, radiologischen und arthroskopischen Befunde von Hunden, die aufgrund einer Koronoiderkrankung in der Klinik für Kleintiere der Justus-Liebig Universität vorgestellt werden. Anhand dieser Ergebnisse soll überprüft werden, ob Patienten mit einer Koronoidpathologie eine verminderte Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae in der computertomographischen Untersuchung aufweisen. Weiter soll mit Hilfe der erarbeiteten Daten ein Zusammenhang der Dichte mit den klinischen Befunden überprüft werden. Zusätzlich zu der Untersuchung der Dichte wird die in der Arthroskopie entfernte Fläche des erkrankten inneren Kronfortsatzes mittels postoperativer CT-Untersuchung erfasst und auf einen Zusammenhang mit den klinischen und radiologischen Befunden untersucht. Ein Zusammenhang der entfernten Fläche mit dem klinischen Befunden in einer Kontrolluntersuchung 6 Wochen postoperativ wird überprüft.

Für das vorgestellte Projekt wird ein Versuchsvorhaben nach § 8a Abs. 1 und 2 des Tierschutzgesetzes beim Regierungspräsidium Giessen angezeigt, da nach anschließender operativer Versorgung einer Koronoidpathologie eine zusätzliche CT-Untersuchung der Tiere in Narkose vorgenommen wird.

#### **3.2 Allgemeine Patientendaten**

In diese prospektiven Studie werden 50 Ellbogengelenke von 25 jungen Hunden verschiedener Rassen einbezogen, die zur klinischen, radiologischen und computertomographischen Untersuchung sowie zur Therapie einer Koronoiderkrankung in der Klinik für Kleintiere der Justus-Liebig Universität in der Zeit von Januar 2012 bis Januar 2013 vorgestellt wurden. Es werden allgemeine Daten, wie Rasse, Geschlecht, Gewicht und Alter erfasst. Es erfolgt eine klinische Kontrolluntersuchung 6 Wochen nach operativer Versorgung. Patienten werden nicht in die Auswertung eingeschlossen, wenn ein bereits chirurgisch vorbehandeltes Gelenk (second look) oder der Verdacht auf eine weitere Erkrankung des Gelenks vorliegt. Weiterhin ausgeschlossen werden Patienten, bei denen eine weitere behandlungswürdige Erkrankung, wie beispielsweise eine Erkrankung der Bizepssehne, an der betroffenen Gliedmaße vorliegt.

### 3.2.1 Klinische Untersuchung

Zuerst wird bei jedem Patienten eine klinische Untersuchung durchgeführt. Im Rahmen dieser allgemeinen Untersuchung wird die Narkosefähigkeit der Patienten überprüft. Danach erfolgt die spezielle klinische Lahmheitsuntersuchung (siehe Anhang 1), beginnend mit der Adspektion des Hundes im Stand und in der Bewegung (Schritt und Trab). Der Lahmheitsgrad des Patienten wird nach einem Bewertungsschema von Brunberg (1999) eingeteilt (Tab. 4), wobei Grad I nur ein geringgradig gestörtes Gangbild, Grad II ein deutlicher gestörtes Gangbild, Grad III eine nicht mehr stetige Belastung und Grad IV eine vollständige Entlastung der betroffenen Gliedmaße darstellt. Zusätzlich werden Fehlstellungen der Gliedmaßen wie eine Abduktion oder eine Adduktion der Ellbogengelenke durch den untersuchenden Tierarzt vermerkt.

<b>Lahmheitsgrad</b>	<b>Klinische Befunde</b>
<b>Grad I</b>	kaum gestört, undeutlich geringgradig
<b>Grad II</b>	gestört, aber stetig belastet, deutlich geringgradig
<b>Grad III</b>	gestört, nicht stetig belastet, mittelgradig
<b>Grad IV</b>	gestört, keine Belastung, hochgradig

*Tabelle 4: Schema zur Einteilung der Lahmheitsgrade I-IV anhand der Schwere der Lahmheit im Schritt und Trab ( Brunberg, 1999)*

Es folgt die Palpation beider Ellbogengelenke. Hierbei wird auf das Vorliegen einer Gelenkfüllung geachtet und der Grad der Füllung dokumentiert. Die weitere Untersuchung des Patienten erfolgt in Seitenlage. Der Untersucher steht seitlich versetzt vor dem Patienten. Für die Flexion fasst eine Hand das Ellbogengelenk von kaudal, während die andere Hand proximal des Karpalgelenks das Bein anhebt und damit das Gelenk beugt. Für die Extension verbleiben die Hände in dieser Stellung und strecken das Ellbogengelenk. Vorhandene Einschränkungen in Form von Beuge- und Streckhemmung werden in Daten erfasst. Nun wird das Gelenk ab- und adduziert. Bei geringgradig gebeugtem Gelenk wird dieses umfasst, wobei Druck auf den inneren Kronfortsatz ausgeübt wird. Reagiert das Tier dabei unwillig oder mit einer Schmerzäußerung, wird dies in den Daten erfasst. Während der Untersuchung werden beide Vordergliedmaßen vollständig untersucht, um parallele orthopädische Erkrankungen wie beispielsweise Arthrosen in anderen Gelenken oder eine

Bizepssehnenpathologie auszuschließen. Tiere mit weiteren orthopädischen Befunden gehen nicht in die Studie ein.

### 3.2.2 Röntgenuntersuchung

Röntgenbilder beider Ellbogen werden mit Hilfe einer digitalen CR-Röntgenanlage der Firma Phillips (PCR Eleva Version 1.1.) erstellt. Das Anfertigen der Röntgenbilder erfolgt in zwei Ebenen. Es werden Aufnahmen im mediolateralen Strahlengang in neutraler Position sowie im kraniokaudalen Strahlengang mit 15° Pronation für die Auswertung und Messung der Arthrosen herangezogen. Die Anfertigung der Röntgenbilder erfolgt in der Regel ohne Sedation unmittelbar prae operationem. In Fällen, in denen die Tiere hochgradig aufgeregt sind, nicht handelbar oder auf ausdrücklichen Besitzerwunsch, werden die oben genannten Röntgenbilder in Sedation angefertigt. Für die mediolaterale Aufnahme wird der Patient in Seitenlage verbracht. Das zu untersuchende Gelenk liegt dem Untersuchungstisch an. Das Ellbogengelenk befindet sich im Zentralstrahl und wird in neutraler Stellung (ca. Winkelung von 110°) mit einer Supination der Pfote um ca. 15° geröntgt. Für die Aufnahmen im kraniokaudalen Strahlengang wird der Hund in Brust-Bauchlage verbracht. Die Ellbogengelenke werden in geringgradiger Pronation (ca. 15°) der Pfote geröntgt (Abb.10).



Abbildung 10: Röntgenbild des rechten Ellbogen eines Labrador Retriever im kraniokaudalen Strahlengang: Vorliegen eines freien Fragmentes ( weißer Pfeil).

Bei der Beurteilung der Röntgenbilder wird auf osteophytäre Zubildungen dorsal auf dem Processus anconaeus und kranial am Radiuskopf geachtet (Abb.11).



Abbildung 11: Röntgenbild des rechten Ellbogens eines Labrador Retriever im mediolateralen Strahlengang: Es sind mittelgradige osteophytäre Zubildungen kranial des Radiuskopfs (weißer Pfeil) und auf dem Processus anconaeus feststellbar (schwarzer Pfeil).

Sind Zubildungen vorhanden, werden diese mit dem Programm Easy Vet® der Firma VetZ vermessen. Die Durchführung der Vermessung richtet sich hierbei an der Einteilung der IEWG (International Elbow Working Group). Die Größenangabe erfolgt in Millimeter. Nach der Vermessung der Arthrose erfolgt die Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae. Das Vorhandensein einer Sklerose kaudal des inneren Kronfortsatzes wird, wenn vorhanden dokumentiert. Bei der Beurteilung des inneren Kronfortsatzes wird eine verminderte Dichte, wenn diese vorhanden ist, notiert. Stellt sich ein Anteil des inneren Kronfortsatz nicht abgrenzbar dar, wird dies vermerkt (Tabelle 5). Diese Untersuchung wird für beide Ellbogengelenke getrennt voneinander durchgeführt.

### 3.2.2.1 Messung der Arthrose

Die Röntgenaufnahmen bei der Kontrolluntersuchung nach 6 Wochen dient dazu, die Entwicklung der Arthrosen nach arthroskopischer Therapie zur beurteilen. Hierzu werden die Patienten wie bei Erstvorstellung gelagert und Aufnahmen im mediolateralen und kraniokaudalen Strahlengang angefertigt. Im Anschluss werden diese Röntgenaufnahmen

ebenfalls nach den obengenannten Kriterien beurteilt. Die Zunahme der osteophytären Zubildungen wird in mm vermerkt.

### 3.2.3 Anästhesie

Die Computertomographie und die Arthroskopie erfolgen in Narkose. Die Hunde erhalten für die Dauer der Anästhesie einen Venenverweilkatheter (20 G, VasoVet® der Firma Braun) in die V. saphena einer Hintergliedmaße, über den sie die für die Narkose benötigten Medikamente erhalten. Die Narkoseeinleitung erfolgt mit Diazepam® (0,5mg/kg KM) und L-Polamivet® (0,5-0,75mg/kg KM) intravenös. Bei Bedarf wird die Narkose mit Ketamin (5mg/kg KM) und Xylazin (1mg/kg KM) vertieft. Die Tiere werden intubiert. Die Narkose wird mit Isofluran als 2% ige Gasmischung auf der Basis von Sauerstoff erhalten. Die Hunde atmen spontan oder werden bei Bedarf beatmet.

### 3.2.4 Computertomographie

Die computertomographische Untersuchung wird in einem 16-zeiligen Spiral-CT der Firma Phillips (Philips Brilliance16) durchgeführt. Die Hunde werden standardisiert in Rückenlage mit beiden Vordergliedmaßen parallel gelagert. Das Olekranon zeigt in Richtung des Patiententisches und die Palmarfläche der Pfoten in die Gantry. Die Ellbogengelenke werden zur Standardisierung der Lagerung in Lagerungshilfen fixiert (Abb. 12).



*Abbildung 12: Lagerungshilfe aus Holz mit Klettmanchetten für das Ellbogengelenk eines Hundes zur computertomographischen Untersuchung*

In dieser Ausrichtung lassen sich beide Ellbogengelenke gleichzeitig zentral in der Gantry ausrichten, ohne dass es zu einer Rotation um die Längsachse des Gelenkes kommt. Die Untersuchung erfolgt auf Höhe des proximalen Unterarms bis zur Höhe des mittleren

Oberarms um sicher zu stellen, dass das Ellbogengelenk vollständig abgebildet wird. Zunächst erfolgt eine Übersichtsaufnahme in laterolateraler und in dorsoventraler Ausrichtung. Dies ermöglicht die Planung der Einzelschnitte. Um eine ausreichende Auflösung zu erreichen beträgt die Schichtdicke 1mm. Der Datensatz wird in einem hochauflösenden Filter (D) akquiriert und im Anschluss im Knochenrekon dargestellt. In der transversalen Ebene entstehen pro Patient ca. 200 Schichtaufnahmen. Die Auswertung der CT-Bilder erfolgt an einer Phillips Workstation. Mit Hilfe der Software ist eine frei orientierbare multiplanare Rekonstruktion mit gleichzeitiger Darstellung aller drei Ebenen (sagittal, transversal, dorsal) möglich und sie erlaubt so die Auswertung aller Ebenen. Der Schnitt, in welchem die Messung durchgeführt wird, ist zentral und größer als die anderen abgebildet (Abb.13).

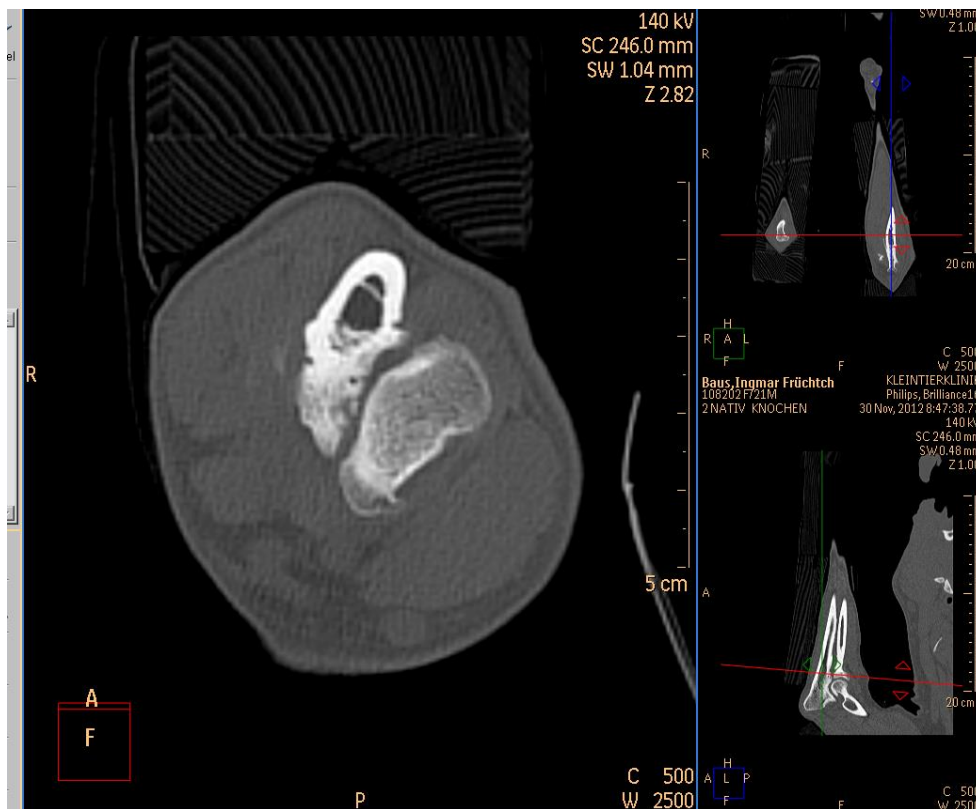


Abbildung 13: Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben: dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet.

### 3.2.4.1 Messung der Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae

Die Messung der Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae erfolgt an einem definierten Transversalschnitt vor und nach einer arthroskopischen Behandlung. Für den definierten Transversalschnitt wird dieser zunächst in das zentrale Fenster eingeblendet (Abb.14). Auf der sagittalen und dorsalen Ebene wird die Ausrichtung der Transversalebene modifiziert bis die Schichtorientierung parallel zum humeroulnarem Gelenkspalt verläuft.

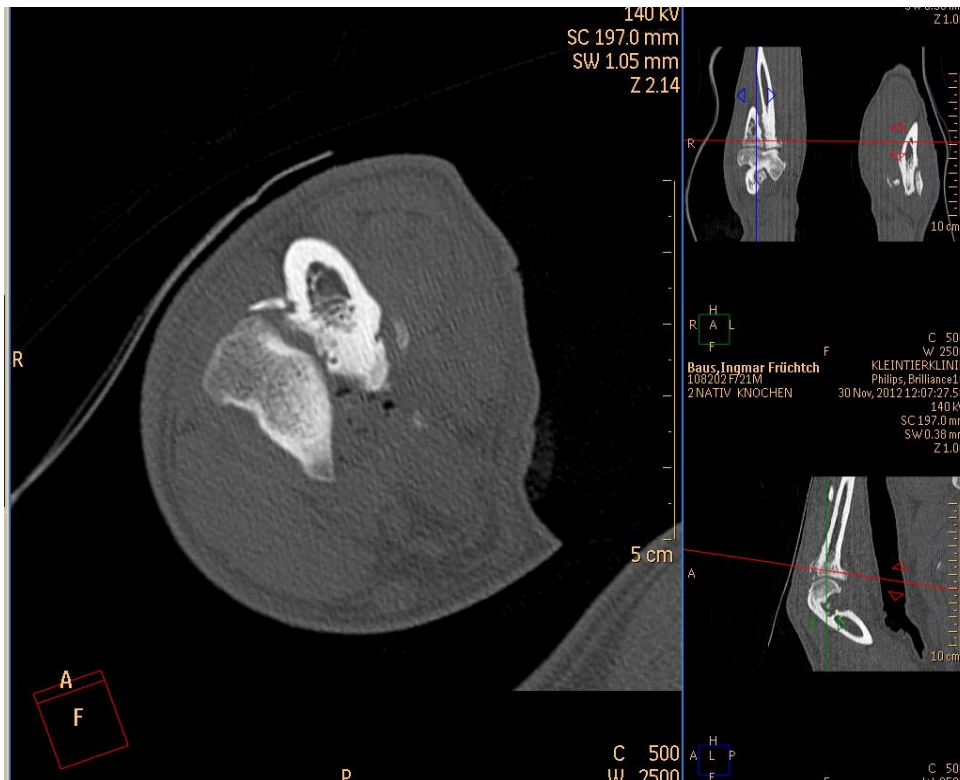


Abbildung 14: Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben:dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet. Definierter Schnitt zur Ausmessung des inneren Kronfortsatzes

Danach wird die senkrechte Linie auf dem Dorsalschnitt so über den Radius gelegt, dass das Radiusköpfchen im Sagittalschnitt die größte Ausdehnung aufweist.



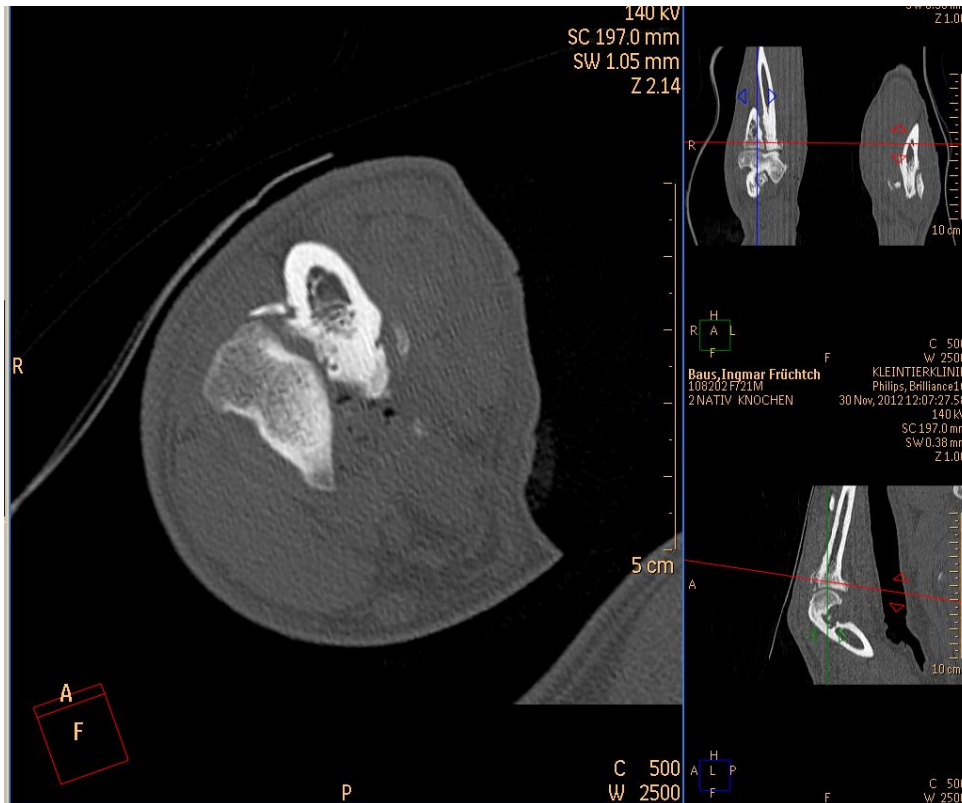


Abbildung 15: Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Definierter Schnitt zu Ausmessung des inneren Kronfortsatzes

Gleichzeitig zeigt die waagerechte Linie auf dem Dorsalschnitt die Position des Transversalschnittes an. Proximal dem Radioulnargelenkes wird im 90° Winkel eine vertikale Linie gelegt.



Abbildung 16: Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben:dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet. Nach Anlegen einer Hilfslinie im radio-ulnaren Gelenkspalt

Diese schneidet die Senkrechte unmittelbar am Gelenkspalt durch Radius und Ulna. Durch Rotation der waagerechten Linie im Sagittalbild ist eine Ausrichtung des Transversalbildes auf den Unterarm möglich. Hierfür erfolgt die weitere Ausrichtung im 90° Winkel an der kaudalen Kontur der Ulna (Karpenstein, 2011).

Durch diese Hilfslinien ist es möglich, das Ellbogengelenk im Transversalschnitt nach proximal und distal zu verschieben, ohne dabei die Winkelung in der Auswertung der angefertigten Bilder zu verändern. Dies ermöglicht die sichere Bestimmung der Fläche. Um die genaue Fläche des Processus coronoideus zu bestimmen, wird zunächst die größte Ausdehnung im vorher definierten Transversalschnitt aufgesucht. Die Grenze des Processus coronoideus zur restlichen Ulna bildet eine gezogene Verbindung der Einziehung auf der ulnaren Gelenkfläche und dem Scheitelpunkt auf der Einziehung auf der gegenüberliegenden Seite (Abb.17).

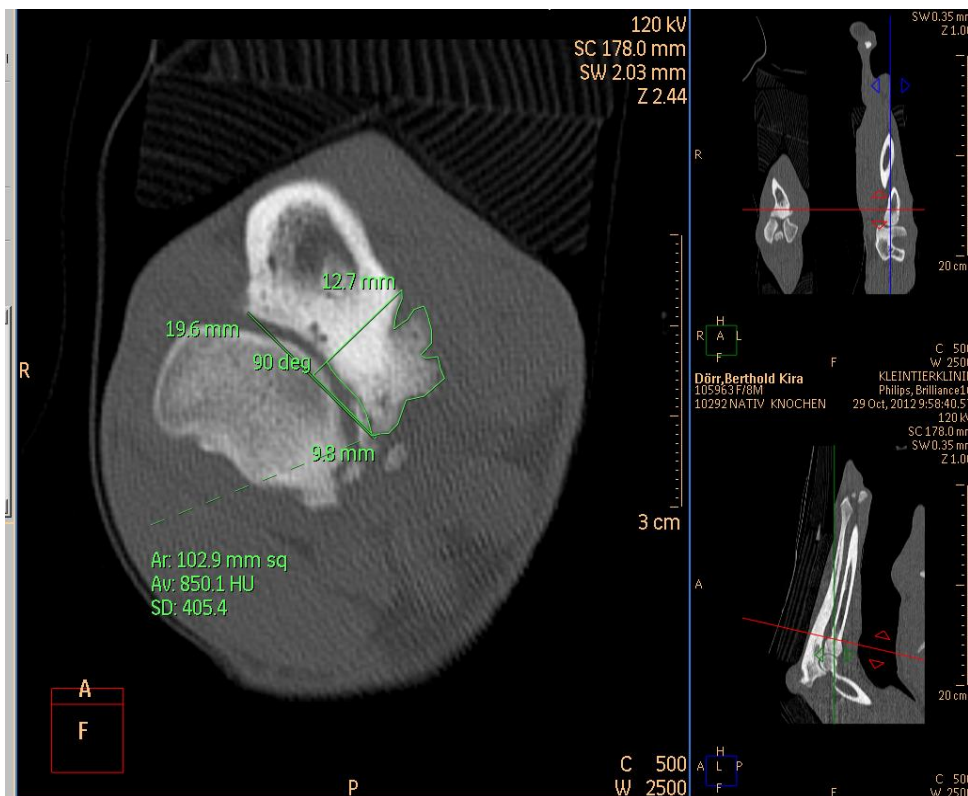


Abbildung 17: Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet. Nach Anlegen der zweiten Hilfslinie in einem Winkel von 90° wird das Koronoid manuell umfahren. Auf dieser Abbildung wurde das Koronoid bereits umfahren.

Danach wird das Koronoid umfahren und die genaue Fläche mittels Computerprogramm erfasst (Abb.18). Liegen freie Fragmente vor, werden auch diese umfahren und deren Größe dokumentiert.

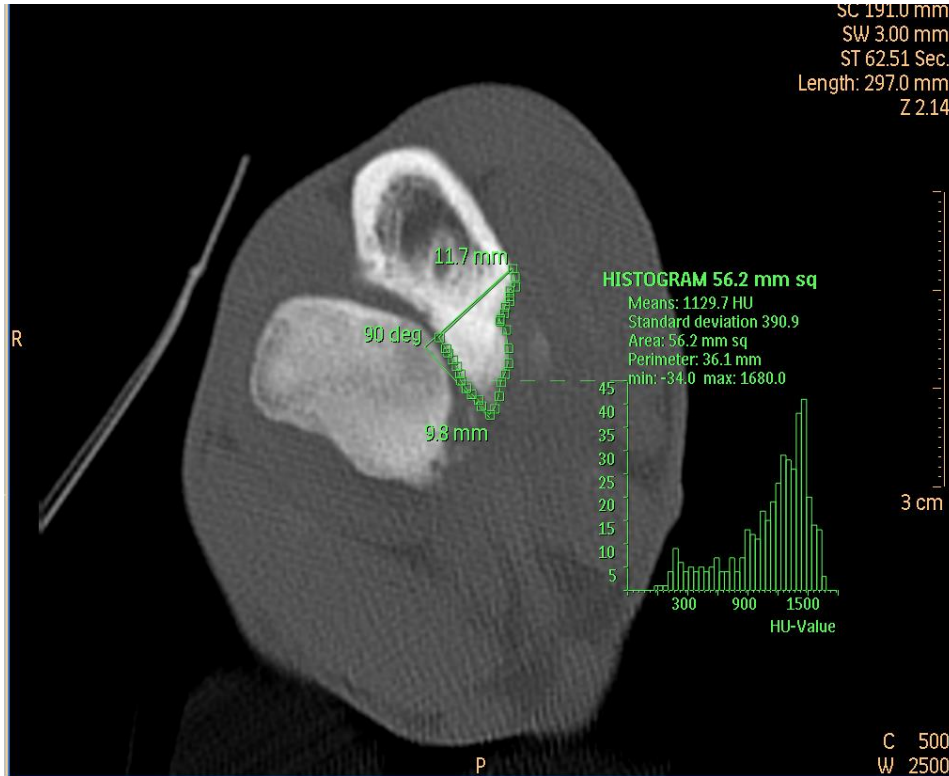


Abbildung 18: Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Transversaler Schnitt durch das Ellbogengelenk eines Hundes. Die Fläche des inneren Kronfortsatzes wurde umfahren und vermessen.

Die Fläche des inneren Kronfortsatzes wird vor und nach arthroskopischer Behandlung nachdem bereits beschriebenen Verfahren gemessen. Die gewonnenen Werte werden dokumentiert (Tab. 5 und 6).

rechter Ellbogen vor Arthroskopie

Fläche in cm	Mittelwert	Standardabweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment Disloziert/in situ	Fissur Ja/nein

linker Ellbogen vor Arthroskopie

Fläche in cm	Mittelwert	Standardabweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment Disloziert/in situ	Fissur Ja/nein

*Tabelle 5: Dokumentation der erhobenen Befunde der computertomographischen Untersuchung der Ellbogengelenke vor Arthroskopie*

rechter Ellbogen nach Arthroskopie

Fläche in cm	Mittelwert	Differenz	Standard- abweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment disloziert/in situ	Fissur Ja/nein

linker Ellbogen nach Arthroskopie

Fläche in cm	Mittelwert	Differenz	Standard- abweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment disloziert/in situ	Fissur Ja/nein

*Tabelle 6: Dokumentation der erhobenen Befunde der computertomographischen Untersuchung der Ellbogengelenke nach Arthroskopie*

Die Differenz der Fläche vor und nach dem operativen Eingriff wird berechnet.

### 3.2.5 Einteilung der entfernten Fläche

Nach Berechnung der Differenz der entfernten Fläche wird diese Differenz einem Grad von 1 bis 4 zugeordnet. Dabei zählen Tiere, bei denen eine Fläche von 0,01mm<sup>2</sup>- 20mm<sup>2</sup> entfernt wurde zum Grad 1, Hunde mit einer entfernten Fläche von 20,01mm<sup>2</sup>-40mm<sup>2</sup> zum Grad 2 und Tiere, bei denen eine Fläche von 40,01mm<sup>2</sup>- 60mm<sup>2</sup> abgenommen wurde zum Grad 3. Bei Patienten, deren entfernte Fläche > 60,01mm<sup>2</sup> ist, wird eine Einteilung in Grad 4 vorgenommen.

Entfernte Fläche	0,01mm <sup>2</sup> - 20,00mm <sup>2</sup>	20,01mm <sup>2</sup> - 40,00mm <sup>2</sup>	40,01mm <sup>2</sup> - 60,00mm <sup>2</sup>	➤ 60,01mm <sup>2</sup>
	Grad 1	Grad 2	Grad 3	Grad 4

Tabelle 7: Gradeinteilung der entfernten Fläche nach arthroskopischen Eingriff

### 3.2.6 Arthroskopische Untersuchung

#### *Angewendete Geräte*

Für die arthroskopische Untersuchung der Ellbogengelenke wird eine PANOVIEW® Optik der Firma Richard Wolf mit einem Durchmesser von 2,4mm und einer 25°-Winkelung verwendet. Ausgeleuchtet wird das Gelenk mittels der Xenon-Kaltlichtquelle Xenon-Nova und Glasfaserlichtleiterkabel der Firma Storz. Zur Bildverarbeitung wird eine 3 Chip-Kamera tricam PAL 20221030 mit Bildprozessor tricam PAL 20221020 der Firma Wolf zusammen mit einem Monitor HR Trinitron PVM 2053 MD der Firma Sony genutzt. Die Dokumentation erfolgt mit dem Programm Easy Vet® der Firma VetZ und einem handelsüblichen PC. Während des Eingriffes wird durch eine Spülung mit Ringer-Lösung (Firma Braun: als 3 Liter oder 5 Liter Beutel) das Gelenk von Debris, Blut und ähnlichem befreit. Um den Druck im Gelenk aufrecht zu erhalten, wird eine Druckmanschette der Firma Storz angebracht. Die Geräte sind auf einem fahrbaren Arthroskopieturm der Firma Storz montiert und lassen sich somit um den Patienten bewegen.

#### *Durchführung der Arthroskopie*

Für die Arthroskopie werden die zu behandelnden Gelenke nach der computertomographischen Untersuchung medial geschoren und aseptisch vorbereitet. Danach erfolgt die Lagerung der Patienten in Seitenlage, wobei die zu untersuchenden Seite unten liegt (Abb.19).



Abbildung 19: Lagerung eines Patienten zu Arthroskopie des rechten Ellbogengelenks (Zwick, 2010)

Begonnen wird mit der Behandlung der klinisch stärker betroffenen Seite. Der Hund wird nach weiterer Desinfektion mit sterilen Tüchern abgedeckt. Der Zugang erfolgt von medial nach Mc Carthy und Constantinescu (2005). Zunächst wird der Spülkanal angelegt, indem mittels einer Kanüle (20 Gauge) zwischen die Crista supracondylaris medialis und dem Rand des Processus anconaeus eingestochen wird (Abb.20).

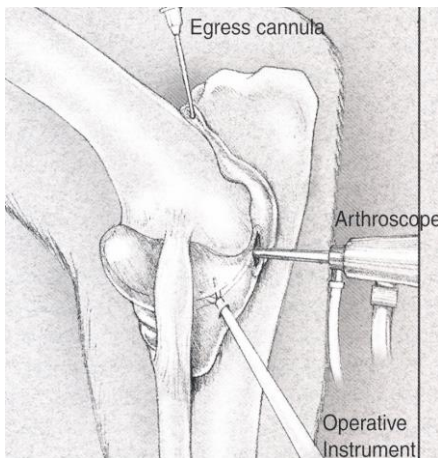


Abbildung 20: Ellbogengelenk eines Hundes. Zugang von medial (McCarthy et al. Veterinary Endoscopy, 2005)

Um sicherzugehen, dass sich die Kanüle im Gelenk befindet wird, Gelenkflüssigkeit aspiriert. Diese wird anhand ihrer Farbe und Viskosität beurteilt, anschließend wird Spülflüssigkeit in die Gelenkhöhle injiziert, um diese zu weiten (Fossum, 2007). Nun wird der Zugang des Arthroskops, der Optikkanal, geschaffen. Hierzu wird senkrecht zur Gelenkoberfläche etwa 1cm kaudal und 0,5cm distal des Epicondylus medialis mit einer zweiten Kanüle (20 Gauge) eingestochen. Lässt sich auch hier Flüssigkeit aspirieren, wird eine Stichinzision mittels einer 11- Skalpellklinge gesetzt und die Arthroskopiehülse mit einem stumpfen Obturator

eingeführt. Nach Einbringen der Optik durch den Kanal und dem Anschließen der Lichtquelle und der Spülung (Ringer-Lösung mit 100-150 mmHg Druck) erfolgt zunächst eine Inspektion des Gelenks. Die Gelenksinspektion hat folgenden Ablauf: Blick von unten auf den Processus anconaeus- Folgen der Gelenkfläche der Incisura, ggf. (je nach Größe des Gelenks) mit Blick auf den Processus coronoideus lateralis ulnae- Gelenkfläche Radiuskopf- Processus coronoideus medialis mit Seitenband und seitlichem Radiuskopf- Trochlea humeri. Der Instrumentenkanal wird ca. 1-2 cm kranial des Optikkanals angelegt (Abb.20). Auch hier wird zunächst durch das Einstechen einer Kanüle die korrekte Position bestimmt. Es ist möglich, durch das angeschlossene Arthroskop den Eintritt der Kanüle auf dem Bildschirm zu verfolgen. Mittels 11-Skalpellklinge wird eine weitere Stichinzision durchgeführt und der Arbeitskanal mit einem Obturator eingeführt. Über diesen Kanal können nun mittels Faszange und scharfem Löffel oder Fräse geschädigter Knorpel und, falls vorhanden, freie Fragmente entfernt werden. Das Gelenk wird gründlich gespült. Die entstandenen Hautwunden werden mit Einzelheften (Ethilon® (Firma Ethicon) Stärke USP 2/0 oder 3/0) verschlossen und Morphin (Morphin Merck® 1mg/10kg KGM, verdünnt mit Ringer-Lösung) ins Gelenk instilliert. Die Hautwunden werden für einen Tag mit einem Schutzpflaster abgedeckt.

#### *Erhebung der Arthroskopiebefunde*

Die Erhebung der Arthroskopiebefunde erfolgt direkt intraoperativ oder nach Ansicht der angefertigten Videos. Zunächst wird die entnommene Synovia hinsichtlich ihres Aussehens beurteilt. Dabei wird zwischen 3 Kategorien unterschieden:

- physiologisch
- trüb
- blutig

Während der Arthroskopie werden die intraartikulären Strukturen nach einem vorgegebenen Protokoll (siehe Anhang) beurteilt und dokumentiert. Begonnen wird mit dem Zustand der Gelenkzotten. Festgehalten wird hierbei ob, und in welchem Maß (gering-, mittel,- oder hochgradig) eine Hyperplasie und/oder eine Rötung vorliegt. Der Gelenkknorpel wird im Bereich der Trochlea humeri, des Radiuskopfes und des medialen Kronfortsatzes auf Erosionen, Chondromalazien und Fibrillierung hin untersucht und diese dokumentiert. Desweiteren wird der Zustand des medialen Koronoides festgehalten. Dieser wird auf



Festigkeit (avitale Spitze), Fissuren und dem Vorliegen von freien Fragmenten untersucht. Falls freie Fragmente vorliegen, werden diese in ihrer Lage beschrieben (disloziertes Fragment im Bereich des medialen Kronfortsatzes oder im radioulnaren Gelenkspalt)

### 3.3 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung wird in der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereiches Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität und unter Verwendung der Statistikprogramme „BMPD/Dynamic, Release 8.1.“ (Dixon 1993) und „StatXact“ (Cytel 2010) durchgeführt. Die erhobenen Daten sind zu weiterer Datenverarbeitung in Exceldateien eingegeben worden. Im Zuge der deskriptiven Statistik wurde zum Teil der arithmetische Mittelwert ( $\bar{x}$ ) berechnet und tabellarisch dargestellt. Zunächst werden die Häufigkeitsverteilungen für die Variablen Geschlecht, Rasse, Körpergewicht und Lebensalter zum Zeitpunkt des operativen Eingriffs und Seitenverteilung der Koronoidpathologie bestimmt. Daraufaufbauend werden mögliche Korrelationen untersucht. Überprüft werden die Korrelationen jeweils getrennt für das linke und das rechte Ellbogengelenk sowie für beide Gelenke gemeinsam. Folgende Korrelationen werden untersucht:

- Die Korrelation zwischen den klinischen Befunden vor Operation.
- Die Korrelation zwischen arthrotischen Veränderungen und der erkrankten Fläche.
- Die Korrelation zwischen den klinischen Befunden in der Kontrolluntersuchung und der entfernten Fläche.
- Die Korrelation zwischen der Zunahme der Arthrosen und der entfernten Fläche.

Da die vorliegenden Daten nicht normalverteilt sind, wird für die Berechnung die Rangkorrelationsanalyse nach Spearman angewendet. Mit dem Rangkorrelationskoeffizienten nach Spearman können Zusammenhänge zwischen ordinalverteilten Skalen (wie hier vorliegend) dargestellt werden.

Der Vergleich zwischen den arthroskopischen Befunden und der entfernten Fläche sowie den klinischen Befunden und der mittleren Dichte wird mit Hilfe eines Rangsummentestes, dem Wilcoxon-Mann-Whitney-Test, mit dem Program „StatXact“ durchgeführt. Dieser Test ist ein auf dem Verteilen von Rängen basierender Test zum Vergleich von Medianen. Als statistisch

signifikant werden generell Unterschiede bzw. Abweichungen ab einer Überschreibungswahrscheinlichkeit von 5% ( $p \leq 0,05$ ) angesehen.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Patientendaten

Die untersuchten Tiere werden im Zeitraum von Januar 2012 bis Januar 2013 in der Klinik für Kleintiere- Chirurgie des Klinikum Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen aufgrund einer Koronoidpathologie vorgestellt. Anschließend folgen eine klinische, radiologische und arthroskopische Untersuchung sowie die operative Versorgung. Das Patientengut besteht aus insgesamt 25 Hunden, von denen 20 Hunde beidseits (40 Ellbogen), 4 Hunde nur linksseitig und 1 Hund nur rechtsseitig aufgrund einer Koronoidpathologie untersucht und behandelt werden. Alle oben genannten Patienten erhalten nach arthroskopischer Behandlung einer Koronoidpathologie eine zusätzliche computertomographische Untersuchung. Bei 12 Patienten (24 Ellbogengelenken) wird nach 6 Wochen eine radiologische und klinische Kontrolluntersuchung durchgeführt.

#### *a) Geschlechtsverteilung*

Die Geschlechtsverteilung des Patientenguts ergibt 12 männliche, 3 männlich-kastrierte, 7 weibliche und 3 weiblich-kastrierte Tiere. Das Verhältnis männlicher zu weiblicher Tiere ist 60:40%.

### b) Altersverteilung

Zum Zeitpunkt der Diagnosestellung bzw. der Operation sind die Patienten im Durchschnitt 25,5 Monate alt. Der jüngste Patient ist 6 Monate, der älteste 96 Monate alt. Von einem Patienten konnte keine Altersangabe erhoben werden (Abb. 21).

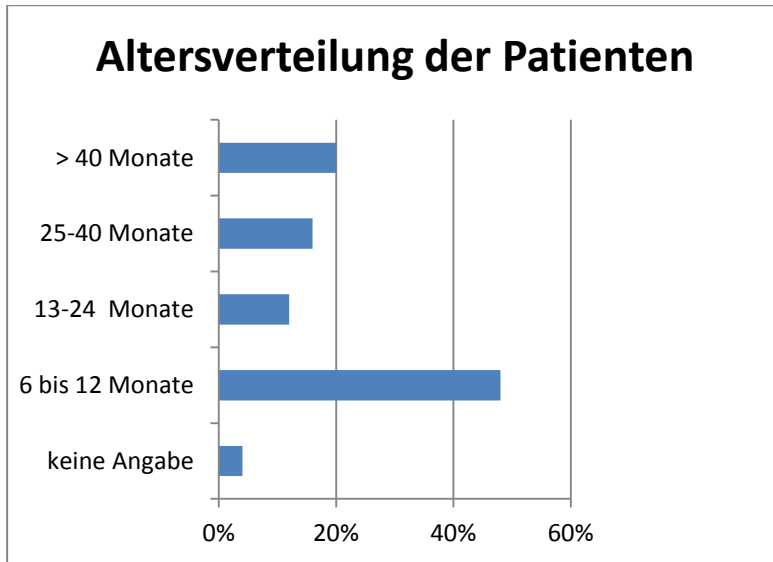


Abbildung 21: Prozentuale Altersverteilung der Hunde mit Koronoiderkrankung zum Zeitpunkt der ersten CT-Untersuchung und Arthroskopie

### c) Gewichtsverteilung

Das durchschnittliche Gewicht der Patienten zum Zeitpunkt des operativen Eingriffes beträgt 31,3 kg. Der Patient mit dem niedrigsten Gewicht ist ein Cockerspaniel und zeigt einen Wert von 11 kg. Der Hund mit dem höchsten Gewicht ist ein Rottweiler und wiegt 57 kg.

#### d) Rasseverteilung

Die 25 Patienten dieser Studie gehören 11 verschiedenen Rassen an, wobei Mischlinge als eine Rasse gezählt werden. Die mit 8 Patienten am häufigsten betroffene Rasse ist der Labrador Retriever. Die Berner Sennenhunde stellen mit 5 Patienten den zweitgrößten Anteil dar, gefolgt von den Mischlingen mit 4 Patienten. Danach schließen sich Rottweiler, Golden Retriever und Airdale Terrier mit 2 Patienten an. Die restlichen Rassen (Shapendoes, Cattle Dog, Weißer Schäferhund, Cocker Spaniel) sind nur einmal vertreten (Abb. 22).

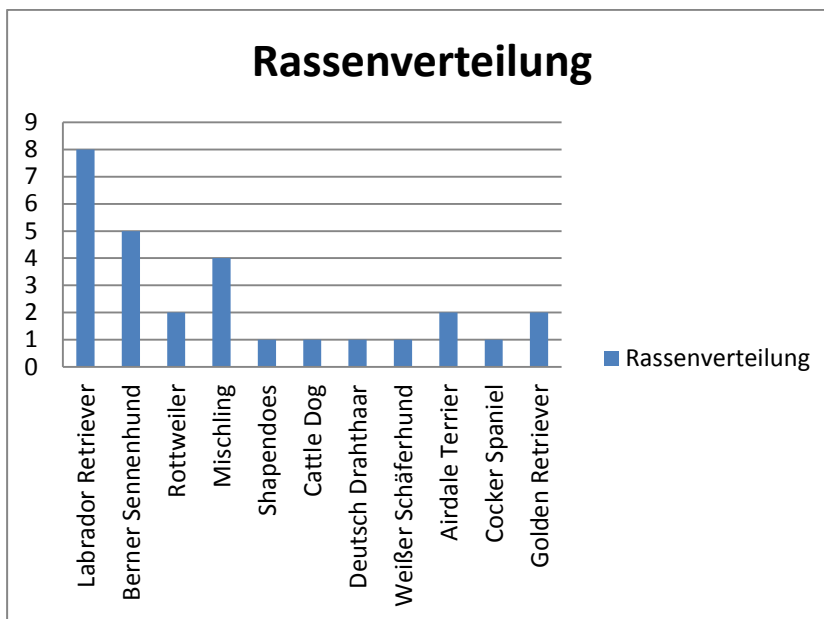


Abbildung 22: Verteilung der verschiedenen Rassen in dieser Studie. Die x-Achse beschreibt die verschiedenen Rassen, die y-Achse die Häufigkeit in Zahlen

#### e) Seitenverteilung

Insgesamt werden in dieser Studie 50 Ellbogen von 25 Hunden untersucht. Bei 20 (80%) Hunden sind beide Ellbogengelenke von der Koronoiderkrankung betroffen, bei 4 (16%) Tieren nur die rechte Seite und bei 1 Tier nur die linke Seite (4%).

## 4.2 Ergebnisse der klinischen Untersuchung bei Vorstellung

Zu Beginn der klinischen Untersuchung wird vor Manipulation an den Gliedmaßen durch die Untersuchung das Gangbild des Patienten beurteilt. Hierzu läuft der Hund an der Leine zunächst in Schritt- und dann in Trabgeschwindigkeit.

### a) Untersuchung des Gangbildes der rechten Vordergliedmaße im Schritt und Trab

Die Patienten werden im Zuge der Erstvorstellung zunächst in Bewegung untersucht. 15 (60%) der Tiere zeigen keine Lahmheit der rechten Vordergliedmaße im Schritt und 14 (56%) im Trab. Eine Lahmheit Grad 1 zeigen 3 (12%) der Tiere im Schritt und 2 (8%) im Trab. 7 (28 %) der Hunde zeigen im Schritt und im Trab eine Lahmheit Grad 2 vorne rechts. Im Schritt zeigt kein Tier eine Lahmheit Grad 3 der rechten Vordergliedmaße. Im Trab zeigen 2 Tiere (8%) eine Lahmheit Grad 3 (Abb.23).

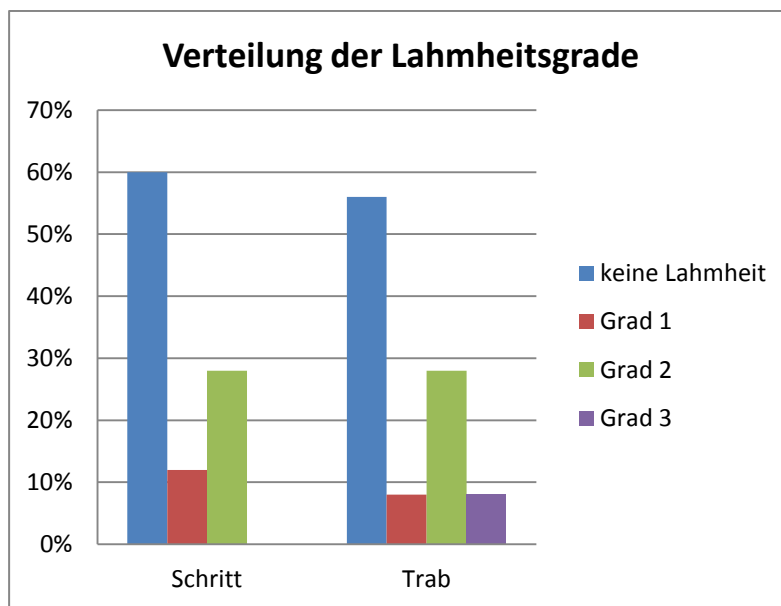


Abbildung 23: Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der rechten Vordergliedmaße bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent

*b) Untersuchung der Gangbilder der linken Vordergliedmaße im Schritt und Trab*

Bei Untersuchung der linken Vordergliedmaße zeigen 10 (40%) Hunde keine Lahmheit im Schritt und Trab. 6 (24%) Hunde weisen eine Lahmheit Grad 1 im Schritt und 7 (28%) im Trab auf. Eine Lahmheit Grad 2 zeigen 8 Hunde (32%) im Schritt und 6 (24%) im Trab. 1 (4%) Hund zeigt eine Lahmheit Grad 3 im Schritt und 2 (8%) Hunde im Trab (Abb 24). Insgesamt zeigen von den vorgestellten 25 Hunden 22 (88%) eine Lahmheit Grad 1-2. Nur zwei Patienten (8%) werden aufgrund einer hochgradigen Lahmheit im Trab (Grad 3) vorstellig. Ein Patient zeigt keine Lahmheit am Tag der Untersuchung.

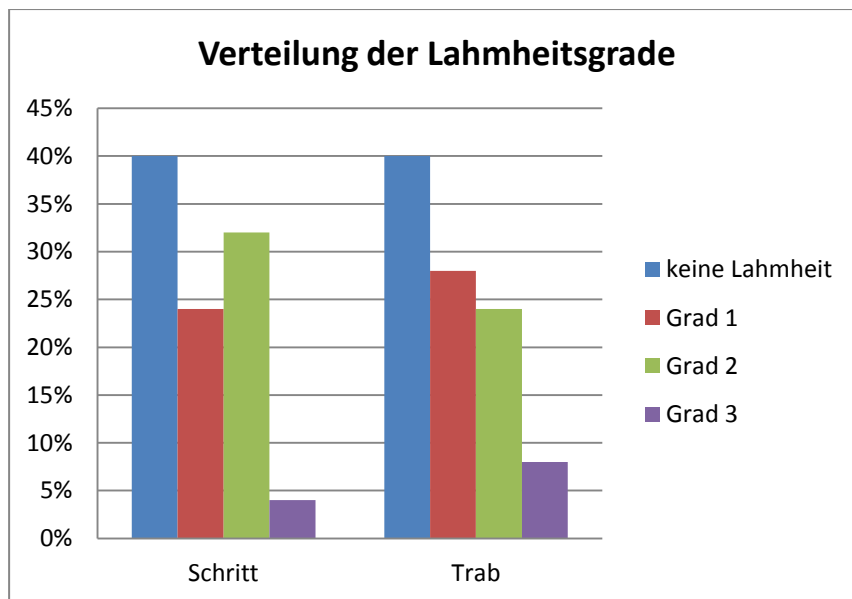


Abbildung 24: Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der linken Vordergliedmaße bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent

Im Zuge der klinischen Untersuchung werden die Ellbogengelenke der Patienten orthopädisch untersucht. Dies beinhaltet die Palpation der betroffenen Gliedmaßen und der Ellbogengelenke im Stand und im Liegen (der Hund wird hierfür in Seitenlage verbracht). Bei der Palpation wird untersucht, ob eine Füllung des Gelenkes vorhanden ist.

### c) Beurteilung der Gelenkfüllung

Bei der Palpation der Gelenke zeigen 13 (52%) Hunde keine Füllung und 12 (48%) eine Füllung des rechten Ellbogengelenks. Bei Untersuchung des linken Ellbogengelenks weisen 12 (48%) Patienten keine Füllung und 13 (52%) eine Füllung auf (Abb. 26) Insgesamt sind 25 (50%) der untersuchten Ellbogengelenke gefüllt.

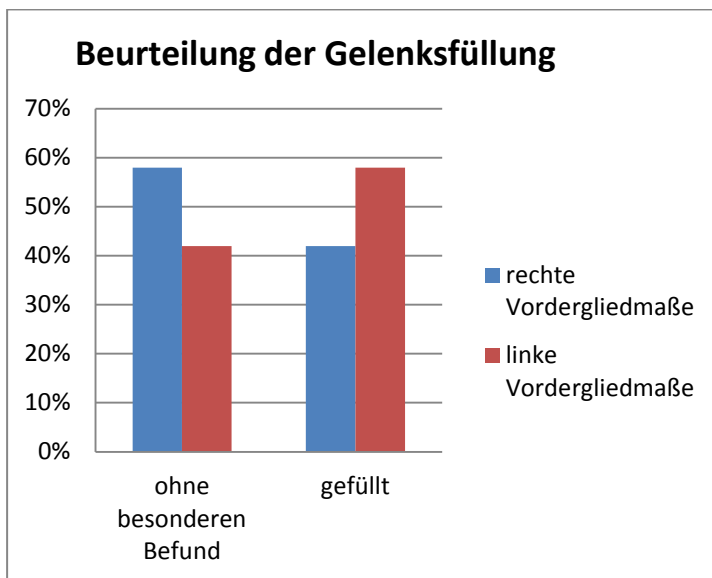


Abbildung 25: Vergleich der vorhandenen Gelenkfüllung der rechten und linken Vordergliedmaße bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt den Vergleich des Auftretens einer Gelenkfüllung der rechten und linken Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent

Weiterhin wird die Reaktion des Hundes bei Druck auf den Processus coronoideus medialis ulnae bei gleichzeitiger Supination des Unterarms beurteilt. Dabei ist darauf zu achten, ob der Hund unwillig oder mit einer Schmerzäußerung reagiert.



d) *Beurteilung der Reaktion bei Druck auf den Processus coronoideus medialis ulnae bei Vorstellung*

Während der klinischen Untersuchung zeigen 6 (24 %) der Hunde keine Reaktion bei Druck auf den medialen Kronfortsatz der rechten Vordergliedmaße. 2 (8%) reagieren unwillig und 17 (68%) zeigen eine Schmerzreaktion.

An der linken Vordergliedmaße zeigen 5 (20%) Tiere keine Reaktion bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae. 3 (12%) Hunde zeigen eine Unwilligkeit und 17 (68%) eine Schmerzreaktion (Abb.27). Insgesamt verläuft die Untersuchung der Ellbogengelenke bei 11 (22%) der Hunde ohne Reaktion. 5 (1%) reagieren unwillig und 34 (68%) mit einer Schmerzäußerung.

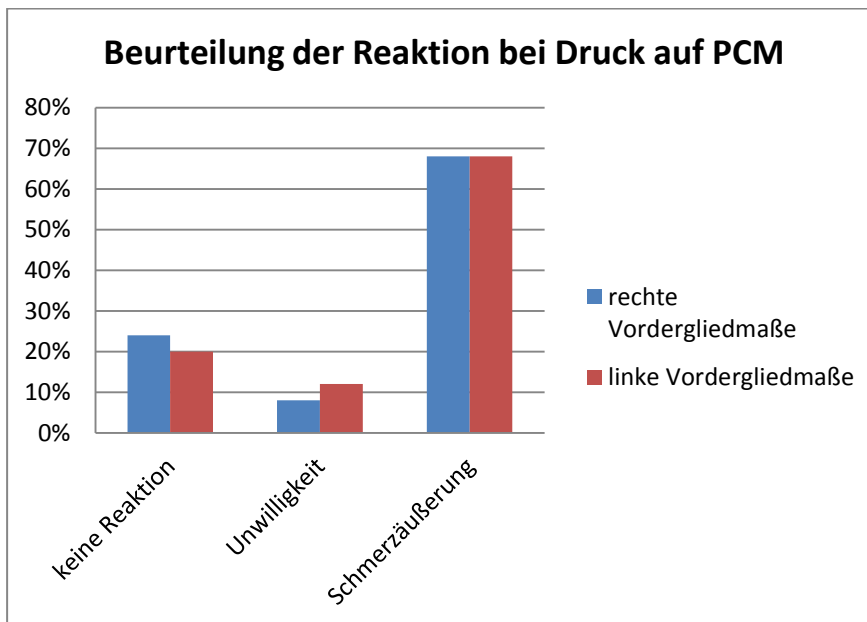


Abbildung 26: Reaktion der Hunde bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae der rechten und linken Vordergliedmaße bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Reaktion während der Untersuchung der Vordergliedmaße. Die y-Achse beschreibt die Häufigkeit in Prozent

Danach erfolgt durch Beugen und Strecken des Ellbogengelenks die Beurteilung der Beweglichkeit. Dabei wird unterschieden zwischen Tieren, deren Untersuchung ohne besonderen Befund verläuft und solchen, die eine Schmerzäußerung zeigen oder denen, die bereits eine Hemmung in der Bewegung aufweisen.

e) *Beurteilung der Bewegungseinschränkung bei Beugung und Streckung des Gelenks*

Bei 18 (72%) Hunden verläuft die Untersuchung des rechten Ellbogengelenks bei Beugung und Streckung ohne besonderen Befund. 3 (12%) Tiere zeigen eine Schmerzäußerung und 4 (16%) zeigen eine Beuge- und Streckhemmung. Bei 16 (64%) Hunden verläuft die Untersuchung bei Beugung und Streckung des linken Ellbogengelenks ohne besonderen Befund. 3 (12%) Tiere zeigen eine Schmerzäußerung und 6 (24%) eine Hemmung in der Bewegung (Abb. 28). Insgesamt verläuft die Untersuchung der Ellbogengelenke bei 34 (68%) Hunden ohne besonderen Befund. In 6 Fällen (12%) zeigt sich eine Schmerzäußerung und in 10 Fällen (20%) eine Hemmung bei Beugung und Streckung des Ellbogengelenks.

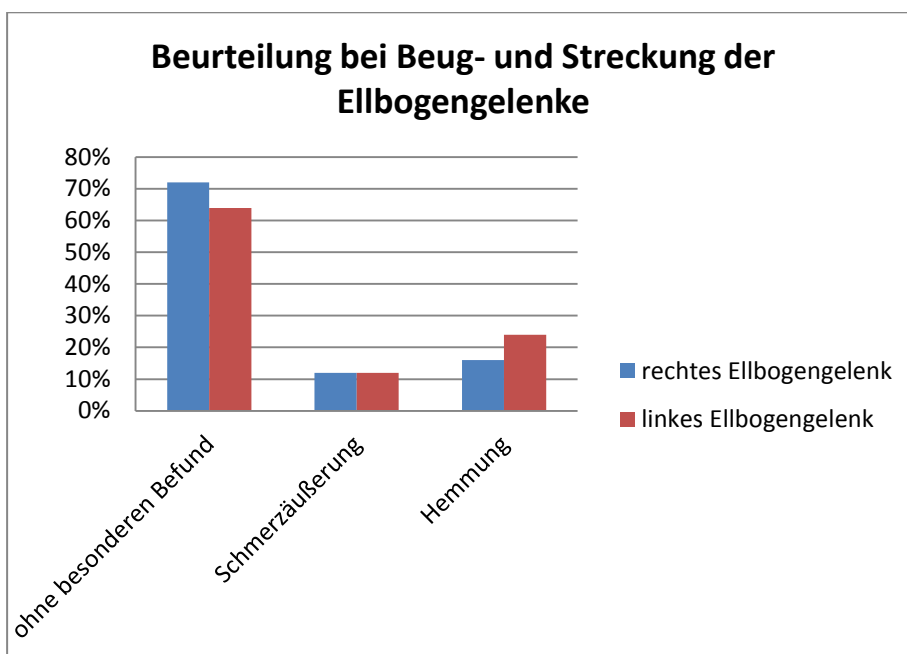


Abbildung 27: Reaktion der Hunde bei Beugung und Streckung des rechten und linken Ellbogengelenkes bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Reaktion der Patienten bei Beugung und Streckung der Ellbogengelenke in der Untersuchung. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent

### 4.3 Ergebnisse der klinischen Untersuchung bei Kontrolluntersuchung 6 Wochen nach Behandlung einer Koronoidpathologie

Von den 25 Hunden, die aufgrund einer Koronoidpathologie in der Klinik für Kleintiere mittels Arthroskopie behandelt werden, werden 12 Tiere zu einer Kontrolluntersuchung 6 Wochen nach dem operativen Eingriff sowie der computertomographischen Untersuchung vorstellig. Im Zuge dieser Untersuchung wird eine erneute klinische Untersuchung wie bereits beschrieben durchgeführt.

#### a) Untersuchung des Gangbildes der rechten Vordergliedmaße im Schritt und Trab

Bei der erneuten Lahmheitsuntersuchung zeigen 8 (66%) der vorgestellten Hunde keine Lahmheit der rechten Vordergliedmaße im Schritt und Trab. 2 (17 %) der Hunde zeigen eine Lahmheit Grad1 und ebenfalls 2 (17%) eine Lahmheit Grad 2 der rechten Vordergliedmaße.

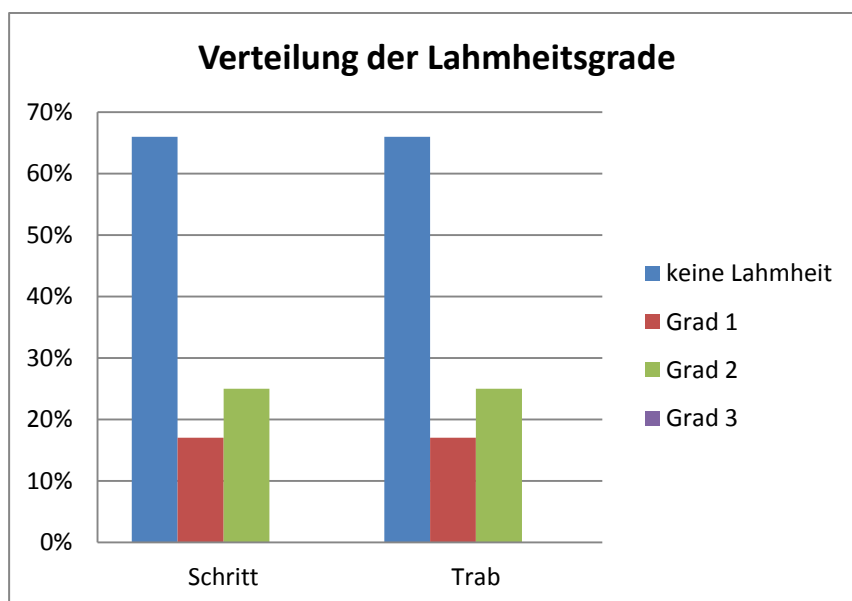
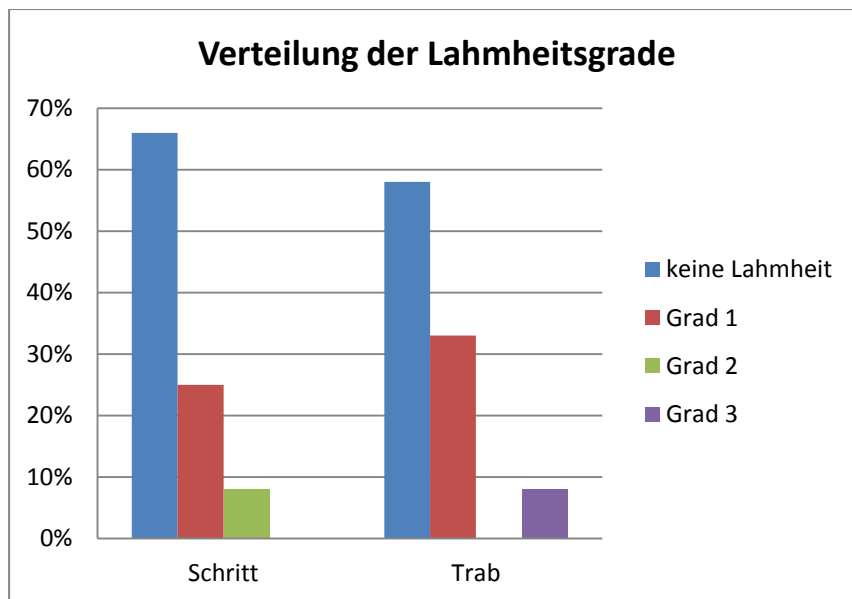


Abbildung 28: Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der rechten Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent.

*b) Untersuchung des Gangbildes der linken Vordergliedmaße im Schritt und Trab*

In der Lahmheitsuntersuchung zeigen 8 (66%) der Hunde keine Lahmheit im Schritt. 3 (25%) zeigen eine Lahmheit Grad 1 und 1 (8%) Patient Grad 2 der linken Vordergliedmaße im Schritt.

In der Beurteilung des Gangbildes im Trab zeigen 7 (58%) keine Lahmheit. 4 (33%) Hunde weisen eine Lahmheit Grad 1 auf. Kein Tier zeigt eine Lahmheit Grad 2. 1 (8%) Hund zeigt eine Lahmheit Grad 3 der linken Vordergliedmaße im Trab.



*Abbildung 29: Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der linken Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent.*

### c) Beurteilung der Gelenkfüllung

Bei der Palpation der Gelenke zeigen 2 (16%) der Patienten keine Füllung und 10 (84%) eine Füllung des Gelenkes der rechten Vordergliedmaße. Bei Untersuchung des linken Ellbogengelenks weist 1 (8%) Hund keine Füllung und 11 (92%) Hunde eine Füllung auf (Abb. 31). Insgesamt zeigen von den 24 untersuchten Ellbogengelenken 21 (88%) eine Füllung und 3 (12%) keine Füllung in der Kontrolluntersuchung.

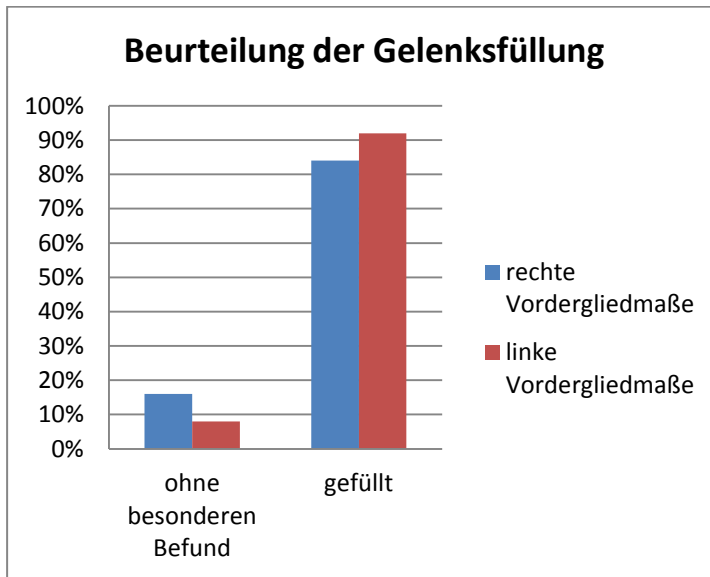


Abbildung 30: Vergleich der vorhandenen Gelenkfüllung der linken und rechten Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt das Auftreten einer Gelenkfüllung der rechten und linken Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent

d) *Beurteilung der Reaktion bei Druck auf den Processus coronoideus medialis ulnae bei Vorstellung*

Während der klinischen Kontrolluntersuchung zeigen 8 (66%) der Hunde keine Reaktion bei Druck auf den medialen Kronfortsatz der rechten Vordergliedmaße. Kein Hund reagiert unwillig und 4 (34%) der Patienten zeigen eine Schmerzreaktion bei Untersuchung der rechten Vordergliedmaße. An der linken Vordergliedmaße zeigen 9 (75%) Hunde keine Reaktion bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae. 1 (8%) Hund zeigt eine Unwilligkeit und 2 (17%) Patienten reagieren Schmerzhaft.

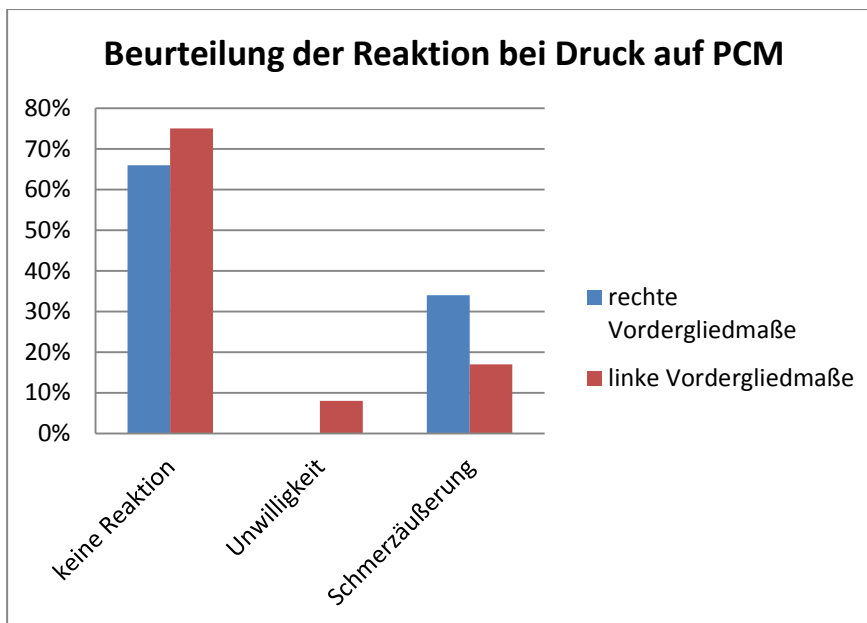


Abbildung 31: Reaktion der Hunde bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae der rechten und linken Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt die Reaktion während der Untersuchung der Vordergliedmaße. Die y-Achse beschreibt die Häufigkeit in Prozent.

e) *Beurteilung der Bewegungseinschränkung bei Beugung und Streckung des Gelenks*

Bei 7 (58%) Hunden verläuft die Untersuchung des rechten Ellbogengelenks bei Beugung und Streckung ohne besonderen Befund. 5 (42%) Tiere zeigen eine Schmerzäußerung und kein Hund zeigt eine Beuge- und Streckhemmung der rechten Vordergliedmaße. Bei 7 (58%) Hunden verläuft die Untersuchung bei Beugung und Streckung des linken Ellbogengelenks ohne besonderen Befund. 5 (42%) Tiere zeigen eine Schmerzäußerung und kein Patient eine Hemmung bei Beugung und Streckung des Gelenks (Abb. 32).

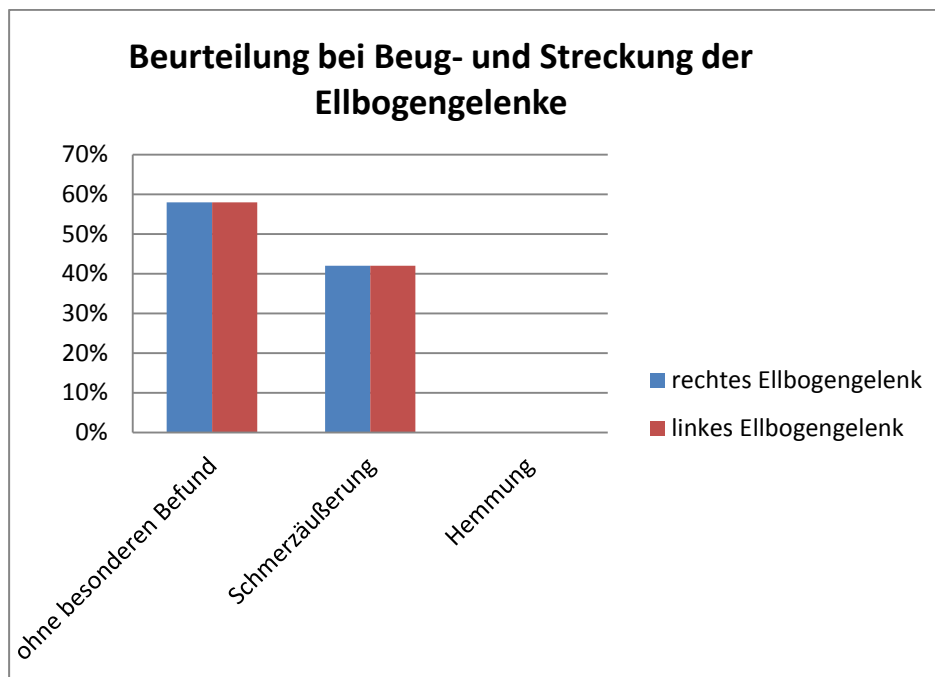


Abbildung 32: Reaktion der Hunde bei Beugung und Streckung des rechten und linken Ellbogengelenks bei Kontrolle. Die x-Achse beschreibt die Reaktion der Patienten bei Beugung und Streckung der Ellbogengelenke in der Untersuchung. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent.

#### 4.4 Ergebnisse der Beurteilung und Messung der Arthrosen bei Vorstellung sowie die Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae in der Röntgenuntersuchung

Um eine Entwicklung der Arthrosezunahme in den betroffenen Ellbogengelenken zu ermitteln, werden bei allen Gelenken dieser Studie die Arthrosen zum Zeitpunkt der Vorstellung und zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung vermessen. Der Arthrosegrad wird nach den Richtlinien der IEWG (International Elbow Working Group) eingestuft. Die Gradeinteilung richtet sich nach dem Ausmaß der vorhandenen Arthrosen. Weiter wird eine Sklerose caudal des medialen Kronfortsatz dokumentiert.

a) *Messung der Arthrose an der rechten Vordergliedmaße und Einteilung*

Von den 25 Patienten zeigen 14 (56%) keine arthrotischen Zubildungen im Bereich des Radiuskopfes. 7 (28%) der Tiere weisen eine Arthrose Grad 1 (< 2mm) auf. 4 (16%) Hunde besitzen bei Vorstellung einen Grad 2 (2-5mm) der Arthrosebildung. Im Bereich des Processus anconaeus zeigen 13 (52%) der vorgestellten Tiere keine arthrotischen Veränderungen. 5 (20%) Hunde weisen bereits Arthrosen Grad 1 auf. 7 (28%) Tiere zeigen Arthrosen Grad 2.

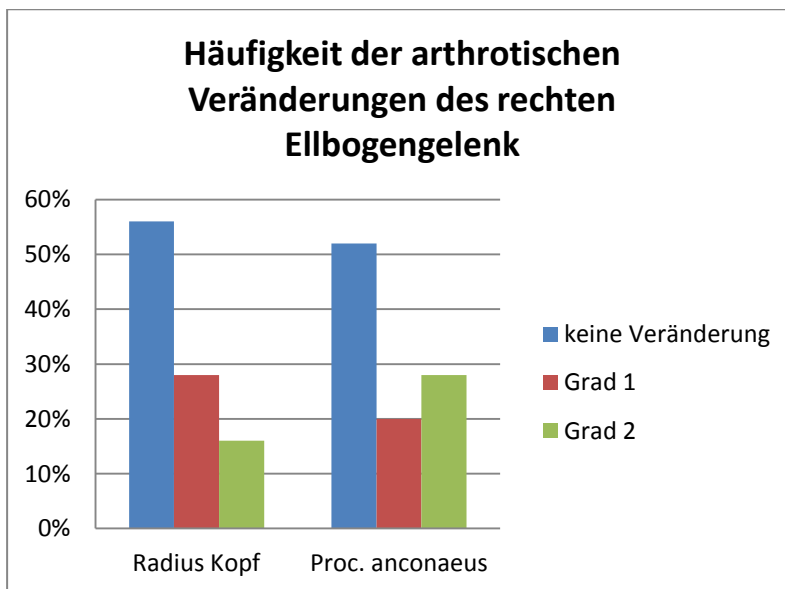


Abbildung 33: Häufigkeit der Gradeinteilung der arthrotischen Veränderung an Radiuskopf und Proc. anconaeus am rechten Ellbogengelenk bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Ausprägung der arthrotischen Veränderungen in Graden am radiuskopf und dem Proc. anconaeus. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent.

Eine Sklerose kaudal des medialen Koronoides ist bei 18 (72%) der Tiere sichtbar. Das Koronoid zeigt bei 24 (96%) der vorgestellten Tiere eine verminderte Dichte. Bei 16 (64%) der vorgestellten Hunde ist der Proc. coronoideus nicht abgrenzbar.



*b) Messung der Arthrose an der linken Vordergliedmaße und Einteilung*

Von den 25 vorgestellten Patienten zeigen 11 (44%) keine arthrotischen Zubildungen im Bereich des Radiuskopfes. 7 (28%) der Hunde zeigen in diesem Bereich einen Arthrose Grad 1. Eine Arthrose Grad 2 zeigen 6 (24%) der Patienten. Im Bereich des Processus anconaeus zeigen 9 (36%) keine arthrotischen Veränderungen. 4 (16%) Hunde zeigen eine Veränderung Grad 1. 10 (40%) Hunde weisen arthrotische Zubildungen Grad 2 auf. Von den 25 vorgestellten Hunden zeigen 2 (8%) Arthrosen > 5mm, was einem Grad 3 entspricht (Abb.35). 20 (80%) Hunde zeigen eine Sklerosierung kaudal des medialen Koronoides. Bei 23 (92%) ist eine verminderte Dichte festzustellen. Das mediale Koronoid ist in 21 (84%) Fällen nicht abgrenzbar (Abb. 34). Insgesamt zeigen 25 (50%) der untersuchten Ellbogengelenke keine arthrotische Veränderung im Bereich des Radiuskopfes, 14 (28%) weisen Veränderungen Grad 1 und 10 (20%) Grad 2 auf. Im Bereich des Proc. anconaeus liegen bei 22 der untersuchten Ellbogengelenke keine Veränderungen vor, bei 9 (18%) eine Veränderung Grad 1, bei 17 (34%) eine arthrotische Zubildungen Grad 2 und bei 2 Hunden (4%) eine Veränderung Grad 3. 38 (76%) der untersuchten Ellbogengelenke weisen eine Sklerosierung kaudal des medialen Koronoides auf. Bei 47 (94%) der untersuchten Gelenke zeigt sich eine verminderte Dichte und bei 37 (74%) ist das mediale Koronoid nicht abgrenzbar.

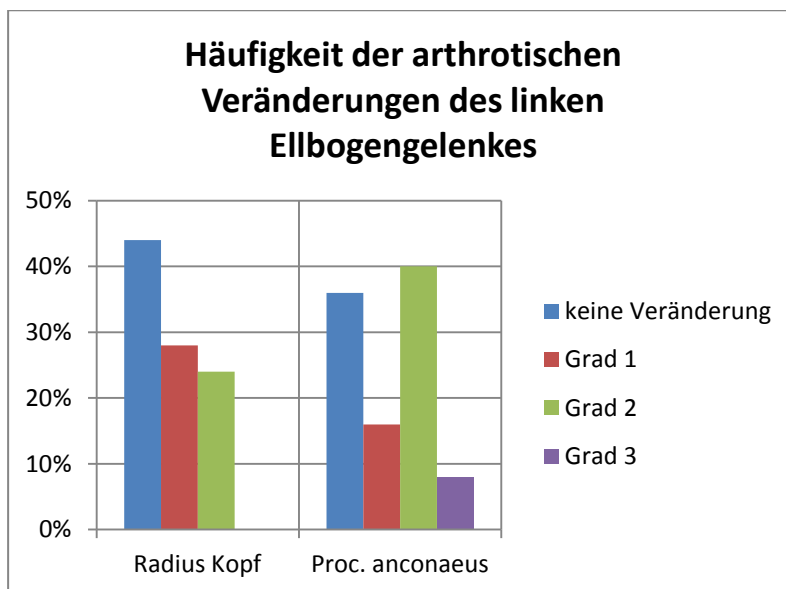


Abbildung 34: Häufigkeit der Gradeinteilung der arthrotischen Veränderung an Radiuskopf und Proc. anconaeus am linken Ellbogengelenk bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Ausprägung der arthrotischen Veränderungen in Graden am Radiuskopf und dem Proc. anconaeus. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent.

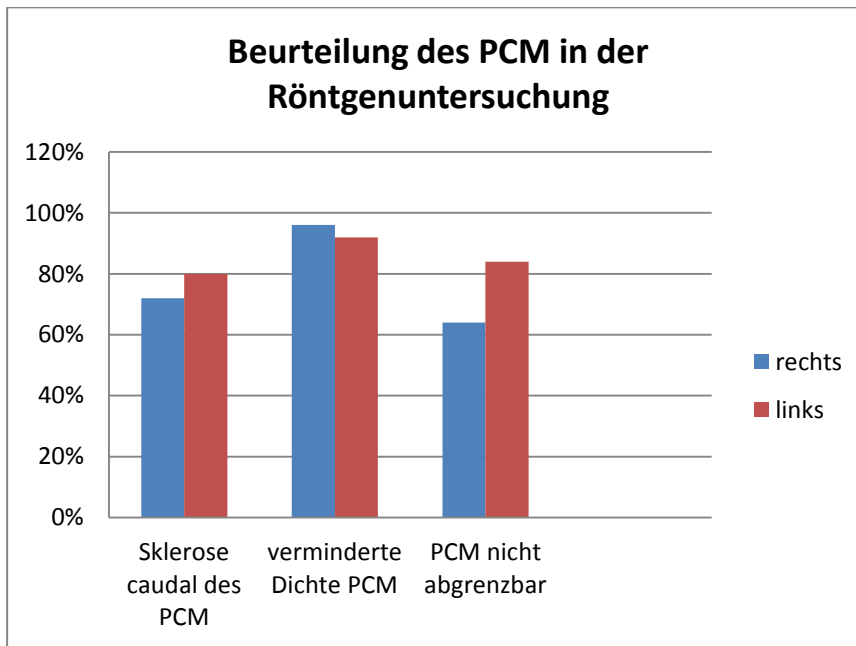


Abbildung 35: Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae in der Röntgenuntersuchung rechtes und linkes Ellbogengelenk im Vergleich. Die x-Achse beschreibt die röntgenologische Veränderung des PM der rechten und linken Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent.

#### 4.5 Befunde der arthroskopischen Untersuchung der Ellbogengelenke

Für die arthroskopische Untersuchung des Ellbogengelenks wird der Patient in Seitenlage verbracht. Die zu untersuchende Gliedmaße liegt dem Operationstisch an. Der Eingriff erfolgt wie bereits beschrieben. Die in der Operation erhobenen Befunde werden schriftlich und mittels Videoaufnahme dokumentiert und ausgewertet. Die einzelnen Befunde werden ermittelt und bezüglich bestehender Zusammenhänge miteinander verglichen.

##### a) Arthroskopische Untersuchung des rechten Ellbogengelenks

21 der 25 vorgestellten Hunde werden am der rechten Ellbogen arthroskopiert. Dabei zeigen 16 (76,1%) Hunde eine physiologische Synovia. Bei einem (4,7%) Patient ist die Synovia von trüber Färbung, bei 4 (19,1%) Hunden ist sie blutig. Bei 1 (4,7%) Tier zeigt die Beurteilung der Gelenkzotten keinen besonderen Befund. 6 (28,6%) Hunde zeigen eine geringgradige, 8 (38,1%) eine mittelgradige und 6 (28,6%) eine hochgradige Hypertrophie. Bei keinem der rechten Ellbogen stellt sich der Gelenkknorpel ohne besonderen Befund dar. 12 (57,1%) Tieren weisen eine Chondromalazie auf. 3 (14,3%) Hunde zeigen eine Fibrillierung. Eine partielle Erosion des Knorpels zeigt sich bei 2 (9,5%) und eine vollständige Erosion bei 4

(19,1%) der Patienten. Bezüglich der Lage der Veränderung befindet sich diese in 6 (28,6%) Fällen im Bereich der Trochlea humeri, bei 13 (61,9%) Hunden im Bereich des medialen Koronoides, bei 1 (4,7%) Hund liegt die Veränderung im radioulnaren Spalt und bei 1 (4,7%) Patient stellt sich das gesamte Gelenkkompartiment verändert dar. Der mediale Kronfortsatz selbst zeigt bei 5 (23,8%) Tieren eine avitale Spitze. 3 (14,3%) Tiere zeigen eine Fissurlinie. Bei 6 (28,6%) Hunden liegt ein Fragment in situ vor und bei 7 (33,3%) ein disloziertes Fragment. Bei keinem der rechtsseitig arthroskopierten Tiere wurde eine Koronoidektomie durchgeführt.

*b) Arthroskopische Untersuchung des linken Ellbogengelenks*

24 der 25 vorgestellten Hunde werden an der linken Vordergliedmaße arthroskopiert. Bei der arthroskopischen Untersuchung der linken Ellbogengelenke ist die Synovia von 16 (66,7%) Gelenken physiologisch. Bei 1 (4,2%) Hund zeigt sie eine trübe und bei 7 (29,1%) eine blutige Färbung. Die Zotten stellen sich bei 1 (4,2%) Tier ohne besonderen Befund dar. Bei 6 (25%) Tieren zeigt sich eine geringgradige, bei 12 (50%) eine mittelgradige und bei 5 (20,8%) eine hochgradige Hyperplasie. Bei der Beurteilung des Gelenkknorpels wird bei 2 (8,3%) Tieren keine Aussage über den Zustand des Gelenkknorpels gemacht. Bei 16 (66,7%) zeigt sich eine Chondromalazie. 1 (4,2%) Hund zeigt eine Fibrillierung. Eine partielle Erosion liegt bei 4 (16,6%) Patienten vor und bei 1 (4,2%) Patienten ist eine vollständige Erosion des Knorpels sichtbar. Die Veränderung befindet sich bei 10 (41,7%) Hunden im Bereich der Trochlea humeri. 12 (50%) Tiere zeigen die Veränderung am inneren Kronfortsatz. Bei 1 (4,2%) Hund ist das gesamte Gelenkkompartiment verändert. Bei 1 (4,2%) Tier wird durch den Chirurgen keine Aussage bezüglich der genauen Lage der Veränderung gemacht. Die Beurteilung des medialen Koronoides ergibt bei 7 (29,7%) Tieren eine avitale Spitze. 2 (8,3%) Patienten zeigen eine Fissur. Bei 9 (37,5%) liegt ein Fragment in situ vor und bei 6 (25%) ein disloziertes Fragment. Bei 1 (4,2%) Patienten wird eine subtotale Koronoidektomie durchgeführt.

Insgesamt zeigen von den 45 arthroskopierten Ellbogengelenken bei Beurteilung der Synovia 32 (71%) eine physiologische Färbung. Bei 2 (4%) Tieren zeigt sich eine trübe und bei 11 (24%) Hunden eine blutige Färbung. In der Beurteilung der Gelenkzotten verläuft diese bei 2 (4%) Hunden ohne besonderen Befund. Bei 12 (26%) Gelenken zeigt sich eine geringgradige, bei 20 (44%) eine mittelgradige und bei 11 (24%) Gelenken eine hochgradige Veränderung.

Während der Untersuchung zeigt sich bei 28 (62%) Gelenken eine Chondromalazie. Bei 4 (8%) Gelenken zeigt sich eine Fibrillierung. 6 (13%) Ellbogengelenke zeigen eine partielle und 5 (11%) eine vollständige Erosion. Bezüglich der Untersuchung der Lage der pathologischen Veränderungen ergibt sich in der Gesamtbeurteilung das Ergebnis, dass sich die Veränderung bei 16 (35%) Gelenken im Bereich der Trochlea humeri befindet, bei 25 (55%) Gelenken am medialen Kronfortsatz, bei einem Patienten (2%) im radioulnaren Spalt und in 2 Fällen (4%) zeigt sich das gesamte Gelenkkompartiment verändert. In einem Fall wurde wie bereits genannt keine Aussage bezüglich der Lage getroffen. Bei der Gesamtbeurteilung des medialen Kronfortsatzes zeigt sich bei 12 (26%) Gelenken eine avitale Spitze und in 5 Fällen (11%) eine Fissurlinie. Bei 15 (33%) Gelenken zeigt sich ein Fragment in situ und bei 13 (28%) ein disloziertes Fragment.

#### 4.6 Befunde der computertomographischen Untersuchung

In der computertomographischen Untersuchung wird durch einen bereits beschriebenen standardisierten Schnitt der Proc. coronoideus untersucht. Dabei wird das Vorhandensein von freien Fragmenten sowie deren Lage (disloziert oder in situ) erfasst. Desweiteren werden Veränderungen wie Fissurlinien dokumentiert.

##### a) Computertomographische Untersuchung der rechten Vordergliedmaße

Die Untersuchung des rechten Ellbogengelenks ergibt bei 10 (40%) Hunden ein freiliegendes Fragment. Bei 2 (8%) Tieren liegen 2 oder mehr freie Fragmente vor. 9 (36 %) Tiere zeigen kein freies Fragment. Von den vorgestellten Hunden ist bei 8 (32%) eine Fissurlinie im medialen Kronfortsatz sichtbar. Bei einem Patienten (4%) kann in der CT-Untersuchung kein Hinweis auf eine Koronoidpathologie gefunden werden. Von 4 (16%) Hunden kann keine Angabe bezüglich der Befunde des rechten Ellbogengelenkes erhoben werden. In der computertomographischen Untersuchung zeigt sich, dass bis auf einen Patienten, der keine Veränderung aufweist, alle Patienten, bei denen kein Fragment vorliegt, eine pathologische Veränderung in Form einer Fissurlinie aufweisen. Bei einem Patienten (4%) liegt sowohl ein freies Fragment als auch eine Fissurlinie vor.

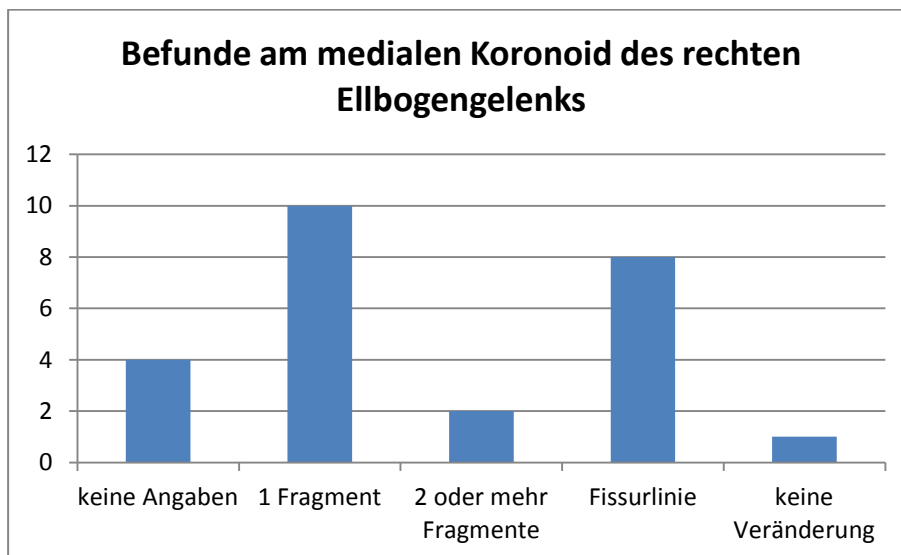


Abbildung 36: Verteilung der Veränderung der Koronoidpathologie des rechten Ellbogengelenkes. Die x-Achse beschreibt die Befunde der CT-Untersuchung des Proc. coronoideus der rechten Vordergliedmaße. Die y-Achse die Anzahl der betroffenen Gelenke

Bezüglich der Lage der frei liegenden Fragmente der rechten Vordergliedmaße zeigen sich 8 (66%) Patienten disloziert und 4 (34%) in situ.

*b) Computertomographische Untersuchung der linken Vordergliedmaße*

Bei der computertomographischen Untersuchung des linken Ellbogengelenkes im definierten transversalen Schnitt zeigen 12 (48%) Patienten kein Fragment. Bei 9 (36%) ist ein freies Fragment sichtbar. Bei 3 (12%) Hunden liegen 2 oder mehr Fragmente vor. Bei einem Hund (4%) fehlen Angaben über die computertomographische Untersuchung. Bei 9 (36%) Patienten ist eine Fissurlinie des medialen Kronfortsatzes sichtbar. 4 (16%) Hunde zeigen keine Anzeichen einer Koronoidpathologie. Bei den Gelenken, welche kein freies Fragment oder keine Veränderung aufweisen, ist eine Fissurlinie nachweisbar.

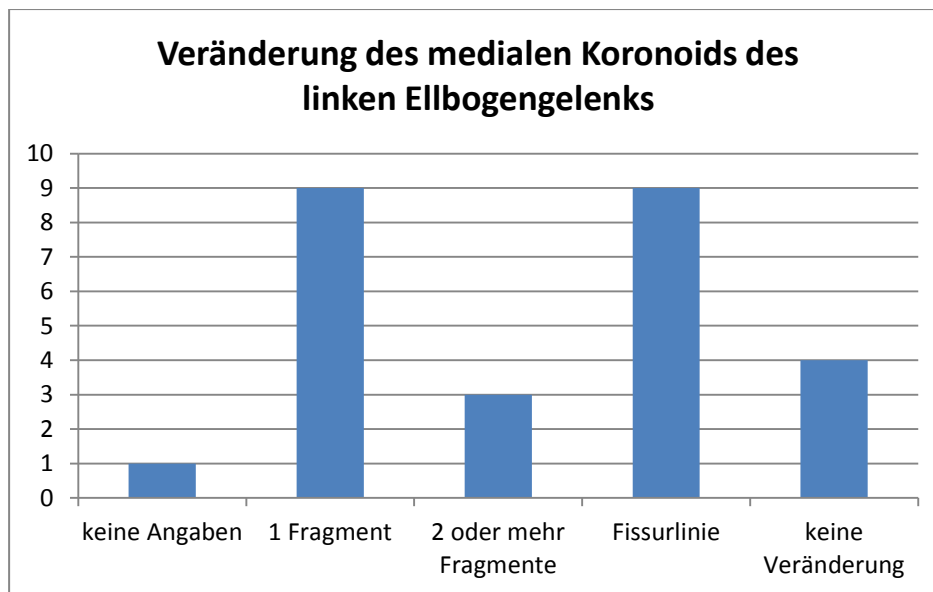


Abbildung 37: Verteilung der Veränderung der Koronoidpathologie des linken Ellbogengelenkes. Die x-Achse beschreibt die Befunde der CT-Untersuchung des Proc. coronoideus der rechten Vordergliedmaße. Die y-Achse die Anzahl der betroffenen Gelenke

Bezüglich der Lage der frei liegenden Fragmente der linken Vordergliedmaße zeigen sich 7 (58%) disloziert und 5 (42%) in situ. Insgesamt ergibt die computertomographische Untersuchung der Ellbogengelenke, dass bei 21 (46%) kein Fragment vorliegt. Bei 19 (42%) Gelenken ist ein Fragment und 5 (11%) sind zwei oder mehr Fragmente nachweisbar. 17 (37%) der untersuchten Gelenke zeigen eine Fissurlinie. Von den Fragmente zeigen sich 15 (33%) disloziert und 9 (2%) in situ.

#### **4.6.1 Messung der Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae im definierten Transversalschnitt**

Mit Hilfe des Computerprogrammes „view forum“ der Firma Phillips wird die Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae in einem definierten Transversalschnitt vermessen. Dabei ergibt sich für das rechte Ellbogengelenk ein arithmetischer Mittelwert von 68,4 mm<sup>2</sup>. Das Maximum liegt hierbei bei 139,4 mm<sup>2</sup> und das Minimum bei 37,2 mm<sup>2</sup>. Der Median beträgt 68,4 mm<sup>2</sup>. Am linken Ellbogengelenk ergibt die Messung der Fläche einen Mittelwert von 62,1 mm<sup>2</sup>. Die größte gemessene Fläche ergibt 91,6 mm<sup>2</sup> und die kleinste 27,8 mm<sup>2</sup>. Der Median beträgt 62,1 mm<sup>2</sup>. Bei der gemeinsamen Betrachtung ergibt die Messung der Fläche einen Mittelwert von 65 mm<sup>2</sup>. Der Median beträgt 65 mm<sup>2</sup>.

#### **4.6.2 Messung der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischen Eingriff**

Nach dem arthroskopischen Eingriff wird eine weitere computertomographische Untersuchung durchgeführt. Hierzu werden die Patienten wie bereits bei der Erstuntersuchung gelagert. Erneut wird im definierten Transversalschnitt das mediale Koronoid vermessen. Die Befunde werden mit denen der ersten Messung verglichen und die Differenz wird errechnet. Die Differenz des rechten Kronfortsatzes beträgt im Mittelwert 15,4 mm<sup>2</sup>. Die größte entfernte Fläche zeigt 50,2 mm<sup>2</sup>, die kleinste 0,4 mm<sup>2</sup>. Der Mediane hat einen Wert von 14,7 mm<sup>2</sup>. Die Differenz des linken Ellbogengelenkes zeigt nach arthroskopischer Behandlung eine durchschnittliche Fläche von 13,3 mm<sup>2</sup>. Die größte entfernte Fläche zeigt eine Differenz von 34,5mm<sup>2</sup>, die kleinste 0,4 mm<sup>2</sup>. Der Mediane hat einen Wert von 13,3 mm<sup>2</sup>. Bei der gemeinsamen Betrachtung ergibt die Messung der Fläche nach arthroskopischen Eingriff einen Mittelwert von 13,9 mm<sup>2</sup>. Der Mediane hat einen Wert von 13,9 mm<sup>2</sup>.

### 4.6.3 Gradeinteilung der entfernten Fläche in der computertomographischen Untersuchung

Die entfernte Fläche wird anhand der Größe in mm<sup>2</sup> in Grade von 1-3 eingeteilt. Auf der rechten Seite wird bei 15 (72%) Patienten eine Fläche zwischen 0,01 mm<sup>2</sup>- 20 mm<sup>2</sup> entfernt. Dies entspricht Grad 1. Bei 5 (24%) der Tiere wird eine Entfernung Grad 2 vorgenommen. Bei 1 (4%) der behandelten Hunde wird auf der rechten Seite eine Entfernung Grad 3 durchgeführt. Auf der linken Seite werden bei 19 (79%) Hunden eine Entfernung Grad 1 und bei 5 (21%) eine Entfernung Grad 2 vorgenommen. Eine Entfernung Grad 3 wird auf der linken Seite nicht durchgeführt. In der gemeinsamen Betrachtung werden bei 34 (75%) Hunden eine Entfernung Grad 1, bei 10 (22%) Hunden eine Entfernung Grad 2 und bei 1 (2%) Patienten eine Entfernung Grad 3 durchgeführt.

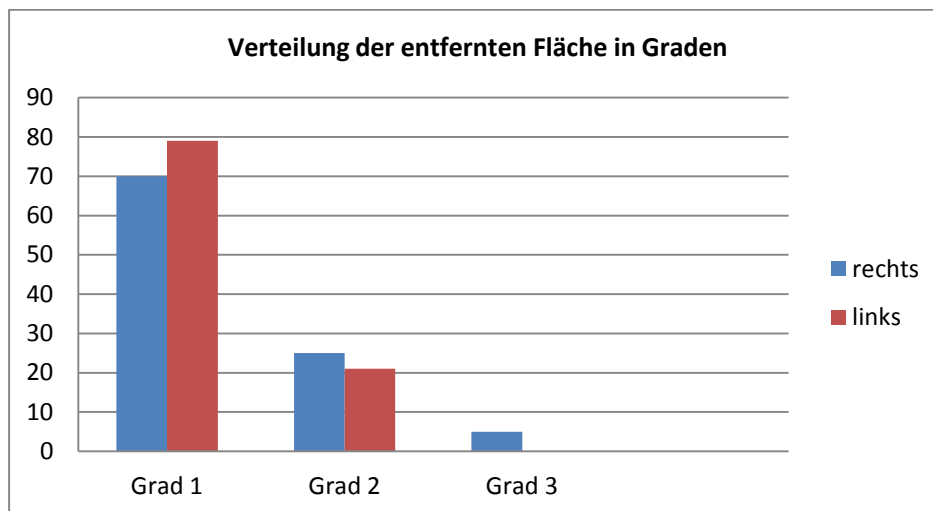


Abbildung 38: Verteilung der entfernten Fläche des Proc. coronoideus in Graden nach arthroskopischer Behandlung der Ellbogengelenke. Die x-Achse beschreibt den Grad der entfernten Fläche der linken und rechten Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent

### 4.7 Nachweis einer Korrelation der klinischen Befunde bei Vorstellung mit dem Vorhandensein von arthrotischen Zubildungen bei Vorstellung

Im Zuge der Erstvorstellung wurden die Tiere wie bereits beschrieben klinisch untersucht. Die erhobenen Daten werden mit den Ergebnissen der Messung von arthrotischen Veränderungen in der Röntgenuntersuchung auf eine Korrelation überprüft. Sowohl in der Einzelbetrachtung als auch in einer gemeinsamen Betrachtung der Ellbogengelenke kann keine signifikante Korrelation gefunden werden.



#### **4.8 Korrelation zwischen den klinischen Befunden bei Vorstellung und der Anzahl der vorhandenen Fragmente der Patienten**

In der computertomographischen Untersuchung wird die Anzahl freier Fragmente und ihre Lage (disloziert oder in situ) dokumentiert. Sind freie Fragmente nachweisbar, werden diesen mit den klinischen Befunden bei Vorstellung mit Hilfe des Rangkoeffizienten nach Spearman auf Korrelation überprüft. Im Einzelnen werden die Lahmheitsgrade im Schritt und Trab, die Befunde der Palpation, die Reaktion bei Druck auf den PCM und die Reaktion bei Beugung und Streckung mit der Anzahl der Fragmente verglichen. Es lässt sich statistisch kein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Fragmente und dem klinischen Bild bei Vorstellung herstellen.

#### **4.9 Korrelation zwischen der entfernten Fläche des Proc. coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Behandlung und den klinischen Befunden in der Kontrolluntersuchung nach 6 Wochen**

Sechs Wochen nach arthroskopischer Behandlung einer Koronoiderkrankung sollen die behandelten Tiere zu einer Kontrolluntersuchung erneut in der Klinik für Kleintiere vorstellig werden. Im Zuge dieser Untersuchungen werden abermals die klinischen Befunde erfasst. Von den behandelten 25 Tieren werden 12 Tiere zu dieser Kontrolluntersuchung vorstellig. Wie bereits beschrieben werden der Grad der Lahmheit im Schritt und Trab, die Befunde der Palpation der Gelenke, die Reaktion bei Druck auf den inneren Kronfortsatz sowie die Reaktion bei Beugung und Streckung dokumentiert. Diese Befunde werden mit Hilfe der Anwendung des Rangkoeffizienten nach Spearman mit der entfernten Fläche auf Korrelation überprüft. Sowohl in der Einzelbetrachtung der rechten und linken Vordergliedmaße als auch in der gemeinsamen Betrachtung der Ellbogengelenke kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen klinischen Befunden und entfernter Fläche nachgewiesen werden.

#### **4.10 Korrelation zwischen dem Vorhandensein von arthrotischen Veränderung und eine Zunahme der Dichte des Proc. coronoideus medialis ulnae in der CT- Untersuchung**

Nach Einteilung der vorhandenen Arthrosen in Grade in der Röntgenuntersuchung wird ein statistischer Zusammenhang zwischen diesen und der errechneten Dichte des Proc. coronoideus medialis ulnae in der CT-Untersuchung überprüft. Es kann keine Zunahme der Dichte durch das Vorhandensein von Arthrosen festgestellt werden.

#### **4.11 Korrelation der Dichtemessung des Processus coronoideus medialis ulnae in der computertomographischen Untersuchung und der Anzahl der Fragmente und Fissuren**

In der computertomographischen Untersuchung wird mit Hilfe des Rechenprogramms die Dichte des Proc. coronoideus medialis ulnae ermittelt. Durch statistische Auswertung wird ein Zusammenhang zwischen der Dichte und dem Vorhandensein von freien Fragmenten sowie dem Vorliegen einer Fissurlinie überprüft. Es kann keine Korrelation zwischen einer verminderten Dichte und dem Auftreten von Fragmenten und Fissuren nachgewiesen werden. Die Hypothese, dass eine verminderte Dichte mit der Anzahl der Fragmente zusammenhängt, muss verworfen werden.

#### **4.12 Korrelation zwischen dem Grad der vorhandenen Arthrose und dem Grad der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Behandlung**

Nach der Vermessung der entfernten Fläche wird diese wie bereits beschrieben in Grade von 1-3 eingeteilt. Es wird überprüft, ob ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von arthrotischen Veränderungen in der Röntgenuntersuchung bei Vorstellung und der entfernten Fläche besteht. Es zeigt sich kein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein von Arthrosen im Bereich des Radiuskopfes und der entfernten Fläche. Es besteht ebenfalls kein signifikanter Zusammenhang mit arthrotischen Veränderungen im Bereich des Proc. anconaeus.

Es kann kein Unterschied zwischen der rechten und linken Vordergliedmaße gefunden werden. Die Hypothese, dass das Vorhandensein von Arthrosen einen Einfluss auf die entfernte Fläche aufweist kann, statistisch nicht belegt werden.

#### **4.13 Korrelation der mittleren Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae mit den klinischen Befunden bei Vorstellung**

Die mittlere Dichte des Processus coronoideus vor einer arthroskopischen Behandlung wird in der computertomographischen Untersuchung bestimmt. Dieser Wert wird durch den Rangkoeffizienten nach Spearman auf Korrelation mit den erhobenen klinischen Befunden überprüft. Hierbei werden zunächst die rechte und linke Vordergliedmaße unabhängig

voneinander betrachtet. Anschließend wird die Untersuchung beider Ellbogengelenke zusammengefasst.

Bei Überprüfung der Korrelation zwischen Lahmheit und mittlerer Dichte kann sowohl im Vergleich im Schritt als auch im Trab kein signifikanter Zusammenhang für die rechte Vordergliedmaße nachgewiesen werden.

Bei Betrachtung der Befunde bei Palpation der Gelenke des rechten Ellbogengelenks kann bei Hunden, die ein vermehrt gefülltes Gelenk aufweisen, eine negative Korrelation  $-0,590^*$  mit einer mittleren Signifikanz ( $\rho = 0,006$ ) zur Abnahme der Dichte im inneren Kronfortsatz nachgewiesen werden.

In der weiteren Untersuchung zeigt sich mit einer mittleren, negativen Korrelation  $-0,448^*$  und einer niedrigen Signifikanz ( $\rho = 0,048$ ) ein Zusammenhang zwischen der mittleren Dichte und der klinischen Reaktion bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae.

Im Test auf einen Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein einer Hemmung der Fähigkeit der Beugung und Streckung des Ellbogengelenks und einer Dichteminderung kann kein signifikanter Zusammenhang nachgewiesen werden.

Bei Untersuchung der linken Vordergliedmaße zeigt sich eine geringgradige Korrelation  $-0,540^{**}$  mit einer niedrigen Signifikanz ( $\rho = 0,006$ ) zwischen der mittleren Dichte und dem Auftreten einer Lahmheit im Schritt.

Hunde, bei denen eine Lahmheit im Trab auftritt, zeigen mit einer mittleren, negativen Korrelation  $-0,515^{**}$  und einer mittleren Signifikanz ( $\rho = 0,01$ ) einen Zusammenhang bezüglich der Abnahme der mittleren Dichte.

In den folgenden Vergleichen der klinischen Befunde vor arthroskopischer Untersuchung des linken Ellbogengelenks kann kein Zusammenhang bezüglich der mittleren Dichte nachgewiesen werden.

Nach der Einzelbetrachtung wird ein gemeinsamer Vergleich beider Ellbogengelenke auf Korrelation mit der mittleren Dichte durchgeführt. Hier wird wie bereits beschrieben ebenfalls die Rangkorrelation nach Spearman angewendet.

In der Untersuchung auf einen Zusammenhang zeigt die gemeinsame Betrachtung der Ellbogen mit der mittleren Dichte eine geringe bis mittlere Korrelation  $-0,426^{**}$  mit einer niedrigen Signifikanz ( $\rho=0,004$ ) bezüglich des Auftretens einer Lahmheit im Schritt. Die Untersuchung der Lahmheit im Trab zeigt eine geringe negative Korrelation  $-0,354^*$  mit einer niedrigen Signifikanz ( $\rho=0,018$ ).

Die Palpation der Gelenke zeigt eine geringe, negative Korrelation mit einer niedrigen Signifikanz ( $\rho=0,003$ ) zur mittleren Dichte.

In der weiteren Untersuchung zeigt sich eine geringe, negative Korrelation  $-0,314^*$  mit einer niedrigen Signifikanz ( $\rho=0,038$ ) bezüglich der Reaktion bei Druck auf den Proc. coronoideus und der mittleren Dichte.

Es konnte kein statistischer Zusammenhang zwischen den Befunden bei Beugung und Streckung in der klinischen Untersuchung vor dem operativen Eingriff und der Messung der mittleren Dichte in der computertomographischen Untersuchung festgestellt werden.

#### **4.13.1 Gruppenvergleiche mit Mann-Whitney-U-Tests für zwei unabhängige Stichproben**

Um der Fragestellung nachzugehen, ob ein Zusammenhang zwischen der mittleren Dichte des Proc. coronoideus medialis ulnae in der CT-Untersuchung und den klinischen Befunden bei Vorstellung der Hunde besteht, wird ein Gruppenvergleich mit dem Mann-Whitney-U-Test für zwei unabhängige Stichproben angewendet. Hierfür werden beide Ellbogengelenke gemeinsam betrachtet. Die vorliegenden Variablen der klinischen Befunde werden für die folgende Untersuchung in dichotome Variablen umgewandelt. So werden bezüglich der Befunde in der Lahmheitsuntersuchung nur noch zwischen dem Vorliegen keiner und dem Vorliegen einer Lahmheit unterschieden. Bei den Variablen der Befunde auf die Füllung des Ellbogengelenks sowie der Reaktion bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae

und dem Vorhandensein einer Einschränkung bei Beugung und Streckung wird das gleiche Verfahren angewendet.

Bezüglich der Dichte des Proc. coronoideus zeigen Hunde ohne Befunde einen Werte von 1217 HU sowie einen Median von 1246 HU. Bei den untersuchten Hunden, die eine Lahmheit im Schritt aufweisen, kann eine mittlere Dichte von 1105,9 HU und ein Median von 1074,9 HU nachgewiesen werden. Dies zeigt, dass Hunde, bei denen eine Lahmheit im Schritt vorliegt, eine leicht Signifikanz ( $p= 0,04$ ) für eine niedrigen Wert der mittlere Dichte aufweisen.

Diese Untersuchung wird für die Befunde der Lahmheitsuntersuchung im Trab angewendet. Hier weisen Hunde ohne Befund einen Wert von 1217 HU und einen Median von 1246 HU auf. Hunde, bei denen eine Lahmheit im Schritt vorliegt, zeigen einen Wert von 1105HU und einen Median von 1141,7 HU. Hier lässt sich mit einem  $p$  von 0,048 eine leichte Signifikanz bezüglich einer Abnahme der mittleren Dichte und dem Vorliegen einer Lahmheit im Trab nachweisen.

Bei Palpation der Ellbogengelenke zeigen Hunde, bei denen kein Befund vorliegt, einen Wert der mittleren Dichte von 1234,8 HU und einen Median von 1274,5 HU. Tiere, bei denen eine Füllung der Gelenke vorliegt, weisen eine mittlere Dichte von 1080HU und einen Median von 1044,2 HU auf. Diese Zahlen weisen mit einer starken Signifikanz ( $p= 0,004$ ) auf eine deutliche Abnahme der mittleren Dichte bei vorliegender Füllung des Gelenks hin.

Bei der folgenden Untersuchung bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae zeigen Hunde mit Befund einen Wert der mittleren Dichte von 1264,8 HU und einen Median von 1272,1 HU. Der Wert der mittleren Dichte von Patienten mit Befund liegt bei 1125,37 HU der des Medians von 1087,2 HU. Hier zeigt sich mit einer mittleren Signifikanz ( $p= 0,032$ ), dass ein Zusammenhang zwischen der Abnahme der mittleren Dichte und dem positiven Befund bei Druck auf den Proc. coronoideus besteht.

Zwischen der Abnahme der mittleren Dichte und eines positiven Befundes bei Beugung und Streckung der Ellbogengelenke kann kein Zusammenhang nachgewiesen werden.

## 5 Diskussion

In der Literatur existieren verschiedene Empfehlungen zur optimalen Diagnostik und Therapie einer Koronoidpathologie. Zum heutigen Zeitpunkt gilt die Kombination aus Röntgen, Computertomographie und Arthroskopie mit gleichzeitiger Entfernung vorliegender Fragmente und avitaler Anteile als „Golden Standard“ (Van Ryssen et al., 2003; Moores et al., 2008; Zwick 2010; Baldus 2013). In der computertomographischen Untersuchung wird vor allem auf das Vorliegen von Fragmenten und Fissuren untersucht (Moores, 2008). Zurzeit fehlen jedoch häufig Angaben bezüglich der Veränderungen der Struktur und Dichte des Knochens. Aufgrund dieser fehlenden Daten wird in der vorliegenden Studie die Dichte eines erkrankten Proc. coronoideus ermittelt. Um einen Einfluss der veränderten Dichte und deren klinische Bedeutung zu untersuchen, werden die vorliegenden Ergebnisse mit den klinischen, radiologischen und arthroskopischen Befunden auf Zusammenhänge überprüft. Weiterhin existieren verschiedene Therapieansätze zu Behandlung einer Erkrankung des Processus coronoideus (Fitzpatrick, 2006; Burton et al., 2010; Palmer 2010). Dabei wird der arthroskopische Eingriff zurzeit als am wenigsten invasiv und mit der größten Erfolgsquote beurteilt (Meyer-Lindenberg et al., 2003a). Jedoch bestehen keine bzw. verschiedene Empfehlungen wieviel der erkrankten Fläche entfernt werden sollte, um ein bestmögliches Ergebnis zu erreichen. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit zunächst eine Gradeinteilung der entfernten Fläche festgelegt, um diese dann mit den klinischen Befunden wie Lahmheitsgrad im Schritt und Trab sowie Gelenkfüllungen und Schmerzreaktionen nach einem operativen Eingriff zu untersuchen. Weiterhin wird das Vorliegen von osteophytären Zubildungen im Gelenk durch das Anfertigen von Röntgenbildern ermittelt. Diese werden vermessen und dokumentiert. Anschließend wird der innere Kronfortsatz beurteilt.

### 5.1 Patientendaten

Im Zuge dieser Studie werden Hunde untersucht, die im Zeitraum von 2012-2013 in der Klinik für Kleintiere- Chirurgie des Klinikum Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen aufgrund einer Koronoidpathologie klinisch und radiologisch untersucht sowie anschließend durch eine Arthroskopie operativ versorgt werden. Patienten mit unvollständigen Röntgenbefunden oder zusätzlichen Erkrankungen der betroffenen Vordergliedmaßen (wie beispielsweise das Vorliegen einer Bizepssehnenenerkrankungen oder eines isolierten Processus anconaeus) werden von der Studie ausgeschlossen. Auch Hunde, die bereits zuvor an den Ellbogengelenken voroperiert worden sind, unerheblich welche

Operationsmethode, werden nicht in die Studie aufgenommen. Das Patientenkollektiv besteht aus 25 Hunden. Davon werden 50 Ellbogengelenke klinisch und radiologisch mittels Röntgen und Computertomographie untersucht. Von diesen 50 Gelenken werden 45 Gelenke operativ versorgt und anschließend erneut computertomographisch evaluiert. Die anderen Gelenke sind unauffällig. Bereits zu Beginn der Studie treten Schwierigkeiten auf, eine genügend große Anzahl an Patienten für diese Studie zu gewinnen. Daher muss die Patientenzahl diskutiert werden. Dies ist durch die Tatsache zu erklären, dass es sich bei der Koronoiderkrankung zwar um eine häufig auftretende Erkrankung handelt, sie jedoch bereits von vielen Kliniken und Tierärzten versorgt wird.

Einen weiteren limitierenden Faktor dieser Arbeit stellen die in der Veterinärmedizin noch fehlenden Daten bezüglich physiologischer und pathologischer Dichtenmessung bei Veränderungen von knöchernen Strukturen aufgrund einer Koronoidpathologie in der computertomographischen Untersuchung dar. Ebenfalls liegen zum Zeitpunkt der Untersuchung noch keine Aussagen über eine standardisierte Einteilung der entfernten Fläche vor. Daher wird in der vorliegenden Studie eine mögliche Einteilung der entfernten Fläche vorgeschlagen

Der zweite Teil der Studie besteht aus einer klinischen und radiologischen Nachkontrolle der Hunde nach einem Zeitraum von sechs Wochen postoperativ. Zur Nachkontrolle werden von den 25 Hunden nur 12 Hunde (ca. 50%) vorstellig. Dies erlaubt nur eine eingeschränkte Beurteilung der klinischen und radiologischen Entwicklung nach Behandlung. Grund ist in den meisten Fällen die mangelnde Bereitschaft der Besitzer noch einmal in die Universitätsklinik zu kommen. Laut Baldus (2013) ist dies meist der Fall, wenn der Hund keine Beschwerden mehr zeigt. Für eine statistische Aussage, ob ein Zusammenhang von entfernter Fläche und klinischer Entwicklung besteht, wäre ein höheres Aufkommen von Patienten notwendig.

*a) Geschlechtsverteilung*

Das in dieser Studie vorliegende Geschlechtsverhältnis zwischen männlichen und weiblichen Tieren liegt bei 60 %: 40% und in der Literatur wird ein Verhältnis von 2:1 beschrieben (Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Zwick, 2010; Baldus, 2013). Von den vorgestellten 15 Rüden sind 3 kastriert. Von den 10 Hündinnen sind 3 kastriert. Der genaue Zeitpunkt der Kastration der Hunde ist nicht bekannt. Da eine Koronoidpathologie häufig in der Hauptwachstumsphase der Hunde zwischen dem 4.-7. Lebensmonat (Zwick, 2010; Baldus, 2013) auftritt, kann über den Einfluss einer Kastration auf einer Erkrankung des medialen Koronoides in dieser Studie keine Aussage getroffen werden.

*b) Altersverteilung*

Die mittlere Altersverteilung der von der Koronoidpathologie betroffenen Tiere ist zum Zeitpunkt der Arthroskopie 25,5 Monate. Mit 48% (n=12) ist der Großteil der Patienten 6 bis 12 Monate alt. Dies entspricht den Angaben der Literatur, nach denen die ersten klinischen Anzeichen einer Koronoiderkrankung meist im Alter zwischen 4-12 Monaten auftreten (Schleich, 1998; Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Iden, 2007; Klumpp, 2009). Auch dass 20% der vorgestellten Tiere über 40 Monate alt sind, entspricht den Angaben der Literatur, welche zwischen zwei Altersgruppen unterscheidet. Bei der zweiten Altersgruppe treten Symptome im Durchschnittsalter von 4,5 Jahren auf (Meij und Hazewinkel., 1996). Dass das Alter von einigen Patienten geringgradig über dem erwähnten von 12 Monaten liegt, kann damit erklärt werden, dass die Tiere bevor sie zur computertomographischen Untersuchung und Arthroskopie vorgestellt werden, meist bereits seit einigen Wochen bis Monaten aufgrund der Lahmheit der Vordergliedmaßen vom Haustierarzt vorbehandelt werden oder den Besitzern die Lahmheit zunächst nicht aufgefallen ist. Diese Angaben ergeben sich durch den aufgenommen Vorbericht bei Erstvorstellung in der Universitätsklinik. Somit können bezüglich des Auftretens der ersten klinischen Symptome keine eindeutigen Aussagen getroffen werden.

*c) Gewichtsverteilung*

Das mittlere Körpergewicht der vorgestellten Tiere liegt bei 31,3 kg. Dies bestätigt, dass hauptsächlich mittelgroße und große Hunde an einer Koronoiderkrankung erkranken (Griffon, 2012).



*d) Rasseverteilung*

Die 25 Patienten dieser Studie gehören, mit den Mischlingen als eine Rasse gezählt, 11 verschiedenen Rassen an. Wie in der Literatur beschrieben sind auch in dieser Studie der Labrador Retriever (8) und der Berner Sennenhund (5) am häufigsten vertreten. Ebenfalls zeigt sich, dass vor allem mittelgroße und großwüchsige Rassen betroffen sind (Morgen et al.; 2000; Meyer-Lindenberg et al., 2003b; Karpenstein, 2011). Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die Aussage, dass bestimmte Rassen häufiger von einer Koronoiderkrankung betroffen sind als andere (Morgan et al., 2000; Breit et al., 2004; Baldus, 2013). Wie ebenfalls in der Literatur beschrieben zeigen auch Mischlinge und kleinere Hunde (Cocker Spaniel) das Auftreten einer Koronoiderkrankung (Meyer-Lindenberg et al., 2003b; Iden, 2007).

*e) Seitenverteilung*

Die Aussage der Literatur, dass in den meisten Fällen beide Ellbogengelenke von einer Koronoiderkrankung betroffen sind (Fehr und Meyer-Lindenberg, 1992; Meyer-Lindenberg et al., 2003b; Schulz und Krotscheck, 2003; Fitzpatrick et al., 2009b) kann in dieser Studie bestätigt werden. Bei 20 der 25 vorgestellten Hunde (80 %) sind beide Ellbogengelenke erkrankt. Bei 5 Tieren tritt sie nur einseitig auf. Die gleichzeitige Erkrankung an beiden Gelenken in dieser Studie unterstützt die Aussage einiger Autoren, dass die Ellbogendysplasie durch eine genetische Komponente beeinflusst wird (Beuing et al., 2000; Janutta, 2005).

**5.2 Klinische Untersuchung bei Vorstellung**

In der Literatur wird beschrieben, dass Hunde mit einer Koronoiderkrankung eine gering- bis mittelgradige Lahmheit einer oder beider Vordergliedmaße zeigen (Morgen et al., 2000; Schulz und Krotscheck, 2003). Alle 25 Hunde dieser Studie werden aufgrund einer Lahmheit der Vordergliedmaßen in der Klinik für Kleintiere der Justus-Liebig- Universität vorstellig. Je nach Ausprägungsgrad der Erkrankung kann eine der beiden Gliedmaßen stärker betroffen sein. Wie in der Literatur angegeben zeigen von den 25 vorgestellten Hunden 22 (88%) eine Lahmheit Grad 1-2. Nur zwei Patienten (8%) werden aufgrund einer hochgradigen Lahmheit im Trab (Grad 3) vorstellig. Ein Patient zeigt keine Lahmheit am Tag der Untersuchung.

*a) Beurteilung der Gelenkfüllung*

In der vorliegenden Studie zeigen 12 (48%) der vorgestellten Tiere eine Füllung des rechten Ellbogengelenks und 13 (52%) des linken Ellbogengelenks. Die Aussage, dass Hunde mit einer Erkrankung des Proc. coronoideus eine Umfangsvermehrung der Gelenke aufweisen, deckt sich mit den vorliegenden Ergebnissen. Durch das Auftreten einer akuten Arthritis, aber auch bei einer Fibrose der Gelenkkapsel bei einem länger bestehenden Prozess, weisen Ellenbogengelenke eine fluktuierende Verdickung auf (Scharvogel, 2004; Zwick, 2010).

*b) Beurteilung der Reaktion bei Druck auf den Processus coronoideus medialis ulnae bei Vorstellung*

Die Aussage der Literatur, dass betroffene Hunde mit einer Schmerzäußerung bei Druck auf den Processus coronoideus medialis ulnae reagieren, kann in dieser Arbeit bestätigt werden (Scharvogel; 2004; Zwick 2010). 34 (68%) der untersuchten Patienten zeigen eine deutliche Schmerzäußerung. Bei Druck auf den Ellenbogen zeigen 11 (22%) Hunde keine Reaktion, 5 (1%) reagieren unwillig. Dies kann unter anderem darauf zurückgeführt werden, dass nicht jeder Hund gleichermaßen auf Schmerzeinwirkung reagiert.

*c) Beurteilung der Bewegungseinschränkung bei Beugung und Streckung des Gelenks*

In der Literatur wird bei Zunahme von arthrotischen Veränderungen und der Bildung einer Kapselfibrose eine deutliche Einschränkung in der Bewegung bei Beugung und Streckung des Gelenkes beschrieben (Brunnberg, 1999; De Rycke et al., 2002; Schulz und Krotscheck, 2003, Scharvogel, 2004; Zwick, 2010). In der vorliegenden Arbeit zeigen nur 4 (16%) der untersuchten Tiere eine deutliche Bewegungseinschränkung an der rechten und 6 (24%) an der linken Vordergliedmaße. Insgesamt zeigt sich bei der Untersuchung von 10 Ellbogengelenken (20%) eine deutliche Einschränkung bei Beugung und Streckung. Dieses Ergebnis ergibt sich aus der Tatsache, dass die untersuchten Hunde in der folgenden radiologischen Untersuchung keine ausgeprägten arthrotischen Veränderungen aufweisen. Die beschriebene Schmerzäußerung während der Beugung und Streckung des Ellbogengelenks kann als ein Hinweis auf eine vorliegende Erkrankung gesehen werden. Während der orthopädischen Untersuchung wird bei Beugung und Streckung des Gelenks durch den untersuchenden Tierarzt Druck auf den Processus coronoideus ausgeübt. Bei 16 (64%) der Hunde verläuft die Untersuchung ohne besonderen Befund. Dies kann wie bereits

genannt damit erklärt werden, dass nicht jedes Tier gleichermaßen auf Schmerzeinwirkung reagiert.

### **5.3 Ergebnisse der klinischen Untersuchung bei Kontrolluntersuchung 6 Wochen nach Behandlung einer Koronoidpathologie**

Wie bereits beschrieben ist die Prognose einer Koronoiderkrankung trotz Behandlung als „vorsichtig“ zu bezeichnen (Meyer-Lindenberg, 2006) Die Entwicklung ist abhängig von den bereits bestehenden Arthrosen und den vorliegenden Veränderungen wie beispielsweise der Zustand des Knorpels im Gelenk (Iden, 2007; Baldus, 2013). Dennoch wird in der aktuellen Literatur eine frühzeitige chirurgische Therapie empfohlen (Denny und Butterworth, 2000; Meyer-Lindenberg et al., 2003a; Zwick, 2010; Baldus, 2013). In der vorliegenden Arbeit werden von den 25 Tieren, die aufgrund einer Koronoidpathologie vorgestellt und behandelt werden, 12 Tiere nach 6 Wochen zur Nachuntersuchung vorstellig. Diese geringe Zahl von nachuntersuchten Patienten ist als einschränkender Faktor zur Beurteilung der klinischen Befunde nach einer Operation zu betrachten. Weiter lässt ein Zeitraum von 6 Wochen nur eine Aussage über den kurz- bis mittelfristigen Erfolg der Behandlung zu. In der vorliegenden Arbeit zeigen 8 (66%) Hunde keine Lahmheit mehr. Lediglich ein Patient (8%) zeigt mit einer Lahmheit Grad 3 im Trab ein ausgeprägtes Lahmheitsbild. Dieser Hund zeigt in der arthroskopischen Untersuchung hochgradige Veränderung am Knorpel. Wie bereits beschrieben wird die Prognose hierdurch deutlich verschlechtert. Bezüglich der weiteren klinischen Befunde zeigen diese im Vergleich zur Erstvorstellung der Hunde eine Verbesserung, jedoch zeigt sich keiner der Patienten klinisch frei von Symptomen einer Koronoidpathologie. Auch Galindo-Zamora und Mitarbeiter (2014) zeigen in einer Studie an 14 Hunden, welche in einem Zeitraum von 60, 120 und 180 Tagen nach arthroskopischer Behandlung einer Koronoiderkrankung kontrolliert werden, dass es zu einer funktionalen Besserung der Gliedmaße, jedoch nicht zur vollständigen Wiederherstellung kommt. Denn trotz Behandlung kommt es zum voranschreitenden Knorpelabrieb und der Ausbildung von arthrotischen Veränderungen (Baldus, 2013). Als Ursache hierfür wird eine chronische Synovialitis angenommen (Iden, 2007).

#### **5.4 Beurteilung und Messung der Arthrosen bei Vorstellung sowie die Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae in der Röntgenuntersuchung**

Die röntgenologische Diagnose einer Koronoidpathologie basiert neben Hinweisen auf das Vorliegen einer primären Erkrankung auf den sekundären Veränderungen einer Gelenkerkrankung (Lau et al., 2013). Ein tatsächlich isoliert freiliegendes Fragment ist nur in seltenen Fällen durch Röntgen nachweisbar. Ursache hierfür ist die zweidimensionale Darstellung eines dreidimensionalen Objektes. (Cook und Cook,2009). Auch in der vorliegenden Arbeit kann bei keinem Patienten ein freiliegendes Fragment in der Röntgenuntersuchung nachgewiesen werden, auch wenn sich dieses in der folgenden computertomographischen und/oder arthroskopischen Untersuchung zeigt. Die Röntgenuntersuchung findet ihren Einsatz in der offiziellen Zuchtbeurteilung einer Ellbogendysplasie von Junghunden des entsprechenden Alters. Die Einteilung erfolgt hierbei nach einem Schema der IEWG. Jedoch können die genaue Kategorisierung und damit die Freigabe zur Zucht von Verband zu Verband variieren. Im Allgemeinen wird jedoch ein Hund, der bereits eine Veränderung ab Grad 2 aufweist, nicht zur Zucht zugelassen. Von den 25 Hunden die für diese Studie aufgrund einer Lahmheit vorgestellt werden zeigen 14 (56%) der Hunde keine arthrotischen Zubildungen im Bereich des Radiuskopfes und 13 (52%) im Bereich des Proc. anconaeus der rechten Vordergliedmaße sowie 11 (44%) am Radiuskopf und 9 (36%) am Proc. anconaeus der linken Vordergliedmaße. Insgesamt zeigen 25 (50%) der untersuchten Ellbogengelenke keine arthrotische Veränderungen im Bereich des Radiuskopfes. 14 (28%) weisen Veränderungen Grad 1 und 10 (20%) Grad 2 auf. Im Bereich des Proc. anconaeus liegen bei 22 der untersuchten Ellbogengelenke keine Veränderungen vor. Bei 9 (18%) findet sich eine Veränderung Grad 1, bei 17 (34%) eine arthrotische Zubildungen Grad 2 und bei 2 Hunden (4%) eine Veränderung Grad 3. Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass 24 (96%) Hunde im Bereich der rechten und 23 (92%) im Bereich der linken Vordergliedmaße eine verminderte Dichte des inneren Kronfortsatzes aufweisen. Ebenso zeigen 18 (72%) Patienten rechtsseitig und 20 (80%) linksseitig eine Sklerosierung kaudal des Proc. coronoideus medialis ulnae und dieser stellt sich schlecht abgrenzbar dar. Insgesamt zeigen 38 (76%) der untersuchten Ellbogengelenke eine Sklerosierung kaudal des medialen Koronoides. Bei 47 (94%) der untersuchten Gelenke zeigt sich eine verminderte Dichte und bei 37 (74%) ist das mediale Koronoid nicht abgrenzbar. Cook und Cook (2009)

beschreiben, dass sich ein gesunder Proc. coronoideus im Gegensatz dazu als ein dreieckiges und scharf abgegrenztes Knochenareal darstellt.

Die vorliegende Studie bestätigt die Aussage, dass auch eine alleinige Veränderung des Proc. coronoideus in seiner Dichte und Abgrenzbarkeit sowie das Vorhandensein einer vermehrten Sklerosierung kaudal des Proc. coronoideus auch ohne weitere arthrotische Veränderungen ein Hinweis für eine Koronoidpathologie darstellt.

### **5.5 Befunde der arthroskopischen Untersuchung der Ellbogengelenke**

Die arthroskopische Untersuchung / Behandlung gilt als „Goldstandard“ in der Therapie und einer Erkrankung des Proc. coronoideus medialis ulnae. Sie gilt als minimalinvasives Verfahren und ermöglicht eine Betrachtung der Gelenkoberflächen und damit eine Beurteilung des Zustandes des Gelenkknorpels (Moore et al., 2008). Nach bereits beschriebenem Zugang zum Gelenk wird zunächst die gewonnene Synovia hinsichtlich ihrer Farbe und Viskosität beurteilt. Durch ein akutes Trauma kann es zu Einblutungen kommen und die Synovia zeigt blutige Beimengungen (Fossum, 2007). In der vorliegenden Arbeit werden 16 (76,1%) der rechten und 16 (66,7%) der linken Synovia bei Entnahme als physiologisch eingestuft. Insgesamt zeigt sich die Synovia bei 32 (71%) der untersuchten Gelenke physiologisch. Bei 4 (19,1%) der rechten und 7 (29,1%) der linken Seite werden blutige Beimengungen dokumentiert. Insgesamt werden bei 11 (24%) Ellbogengelenken eine blutige Beimengung vermerkt. Die blutigen Beimengungen können durch die Punktion der Gelenke zur Positionierung des Spül- sowie des Optik- und/oder Arbeitskanal entstehen. Die Untersuchung zeigt, dass die Erkrankung des inneren Kronfortsatzes nur einen geringgradigen Einfluss auf die Qualität der Synovia aufweist. In der arthroskopischen Untersuchung ist eine Beurteilung der Synovialzotten möglich. In der Literatur wird eine Synovialitis als Begleiterscheinung einer Koronoiderkrankung beschrieben (Fitzpatrick et al., 2009b). In der vorliegenden Studie kann diese Aussage bestätigt werden. Insgesamt zeigen nur 2 der untersuchten Gelenke (4%) keinerlei Veränderung der Synovialzotten. Dies ist durch das schubweise Auftreten einer aktivierten Arthrose bei degenerativen Gelenkerkrankungen oder durch eine präoperative Therapie mit NSAIDs zu erklären. Leider lässt sich die Beurteilung der Synovialzotten nur beschränkt als Hinweis für den Grad einer Koronoiderkrankung nutzen, da verschiedene Studien zeigen, dass die Bewertung der Zotten subjektiv ist (Zwick, 2010). Während der arthroskopischen Untersuchung, ist es möglich, im Gegensatz zur radiologischen und computertomographischen Untersuchung die Knorpeloberfläche zu

evaluieren. In der vorliegenden Studie zeigen alle untersuchten Tiere pathologische Veränderungen des Gelenksknorpels. Die Beurteilung des Knorpels ist von Bedeutung für die Prognose. Sind bereits hochgradige Veränderungen, wie beispielsweise eine vollständige Erosion vorhanden, ist die Prognose als sehr vorsichtig zu stellen. Iden (2007) kann einen signifikanten Zusammenhang zwischen dem Grad des Knorpelabriebes in der arthroskopischen Untersuchung und der späteren Arthroseentwicklung nachweisen.

In der hier vorgelegten Arbeit kann bei 12 (55,7%) der rechten und 16 (66,7%) der linken Ellbogengelenke eine Chondromalazie festgestellt werden. Insgesamt zeigt sich bei 28 (62%) Gelenken diese Form der Veränderung. Das alleinige Vorliegen einer Chondromalazie spricht für eine geringe Ausprägung des Knorpelabriebes. Jedoch zeigt sich bei 4 (19,1%) der rechten und einem (4,2%) der linken Gelenke einer vollständige Erosion des Gelenksknorpels. Insgesamt weisen 5 (11%) der untersuchten Ellbogengelenke eine vollständige Erosion. Es kann nachgewiesen werden, dass kein Zusammenhang zwischen dem Alter der Patienten und dem Grad einer Ausprägung der Veränderung des Gelenksknorpels besteht. So Hunde weist beispielsweise ein Patient im Alter von sieben Monaten eine vollständiger Erosion des Gelenksknorpels auf. Bezüglich des Bereiches der pathologischen Befunde (beispielsweise die Erosion) im Gelenk konnten diese an verschiedenen Lokalisationen nachvollzogen werden. Dabei liegt mit 13 (61,9%) der rechten 12 (50%) der linken Vordergliedmaße und insgesamt bei 25 (55%) der größte Anteil im Bereich des inneren Kronfortsatz. In der aktuellen Literatur befinden sich keine Angaben darüber, ob die Lokalisation der Veränderung einen Einfluss auf die Prognose hat. Die Beurteilung des inneren Kronfortsatzes ergibt, dass nur in 7 (33,3%) rechten und 6 (25%) linken Ellbogengelenke ein „echtes freies Fragment“ vorliegt. Insgesamt zeigen 13 (28%) der untersuchten Ellbogengelenke ein disloziertes Fragment.

## **5.6 Befunde der Computertomographischen Untersuchung**

In der vorliegenden Arbeit werden die untersuchten Hunde direkt vor und nach der arthroskopischen Behandlung einer CT-Untersuchung unterzogen. Laut Angaben der aktuellen Literatur besitzt die CT-Untersuchung eine Sensitivität von 71-88% und eine Spezifität von 85% für die Erkennung einer Koronoidpathologie (Michelsen, 2013). Um eine bestmögliche einheitliche und standardisierte Lagerung zu gewährleisten, werden die Hunde in Lagerungshilfen fixiert. Bezüglich der Lagerungsweise gibt es zurzeit keine

einheitlichen Angaben in der Literatur. Klumpp (2009) empfiehlt die Lagerung in Rückenlage, welche eine zeitgleiche Untersuchung beider Ellbogengelenke ermöglicht und somit als Zeitersparnis dient und die Strahlenbelastung verringert. In der vorliegenden Studie werden alle Hunde auf diese Weise gelagert um eine einheitliche Beurteilung des Proc. coronoideus medialis ulnae zu ermöglichen. Die CT-Untersuchung bietet gegenüber der Röntgenuntersuchung die Möglichkeit der überlagerungsfreien Darstellung aller Gelenkanteile (Moore, 2008; Cook und Cook, 2009; Zwick, 2010; Klumpp, 2009; Karpenstein, 2011).

In den vorliegenden Ergebnissen wird bestätigt, dass bei weitem nicht alle Hunde, die aufgrund einer Koronoidpathologie behandelt werden, isolierte Fragmente aufweisen. Damit wird die Aussage, dass der Begriff des „fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae“ eine nicht umfassende Beschreibung des Krankheitsbildes darstellt, untermauert. Die Verteilung der pathologischen Veränderungen, zu denen isolierte Fragmente, Fissuren sowie Knorpelveränderungen in Form von Chondromalazie und Erosionen zählen, ist in der vorliegenden Untersuchung ausgeglichen. Bei einem der untersuchten Tiere zeigen sich sowohl eine Fragmentierung als auch Fissurlinien. Um den inneren Kronfortsatz in der CT-Untersuchung zu evaluieren, wird eine transversal verlaufende Schnittebene zur Beurteilung festgelegt. Zunächst wird die Fläche des Proc. coronoideus erfasst. Der Median beträgt hierfür 68,42 mm<sup>2</sup> auf der rechten und 62,1 mm<sup>2</sup> der linken Vordergliedmaße. In der Literatur gibt es keine Angaben bezüglich einer Flächenuntersuchung. In der vorliegenden Arbeit werden soweit möglich Tiere mit gleichem Gewicht und Größe einbezogen, da davon auszugehen ist, dass die Größe und das Gewicht der Tiere einen Einfluss auf die Fläche des Processus coronoideus haben. Um diese Aussage zu bestätigen, wären jedoch weitere Studien über genaue Vermessung des Koronoides bei jeder betroffenen Rasse notwendig. Karpenstein (2011) kann in ihrer Studie nachweisen, dass die Körpermasse einen signifikanten Einfluss auf die Länge und die Begrenzung des Proc. coronoideus hat. In dieser Arbeit kann nachgewiesen werden, dass das Alter keinen signifikanten Einfluss auf die Größe aufweist. Um dennoch die entfernte Fläche beurteilen zu können, wird diese nach Vermessung in der zweiten CT-Untersuchung in Grade eingeteilt. Diesbezüglich liegen nach Literaturrecherche der Autorin keine Daten vor. Die Einteilung in dieser Arbeit orientierte sich daher an den Medianwerten der Größe der Fläche vor und nach arthroskopischer Entfernung. Es zeigt sich, dass bei 70% der Tiere eine Fläche von 0,01 mm<sup>2</sup>-20 mm<sup>2</sup> entfernt wird. Dies entspricht der

Einteilung in Grad 1. Es zeigt sich dass, obwohl die Größe der erkrankten Flächen variiert, in den meisten Fällen ein ähnlicher Bereich abgetragen wird. In dieser Arbeit wird der Eingriff von verschiedenen erfahrenen Tierärzten durchgeführt. Durch weitere Studien sollte überprüft werden, welchen Einfluss die Behandlung durch verschiedene Chirurgie auf das Ergebnis hat.

### **5.7 Nachweis einer Korrelation der klinischen Befunde bei Vorstellung mit dem Vorhandensein von arthrotischen Zubildungen bei Vorstellung**

In dieser Studie kann kein signifikanter Zusammenhang zwischen den klinischen Befunden und den Ausbildungen der arthrotischen Veränderung in der Röntgenuntersuchung gefunden werden. Bezüglich dieser Ergebnisse gibt es keine einstimmige Meinung in der vorhandenen Literatur. Read und Mitarbeiter (1990) können keine Korrelation zwischen dem Lahmheitsgrad und der radiologischen Veränderung nachweisen. Auch Iden (2007) kann in ihrer Studie statistisch keinen Zusammenhang zwischen dem Arthrosegrad und den klinischen Befunden nach einer Arthroskopie nachweisen. Sie kann jedoch feststellen, dass Hunde mit niedriger Ausprägung von arthrotischen Veränderungen ein überwiegend „gutes“ und Gelenke mit einer Veränderung ab Grad 2 ein „unbefriedigendes“ Behandlungsergebnis aufweisen. Baldus (2013) zeigt in ihrer Studie eine Korrelation zwischen dem vorliegenden Arthrosegrad und der Lahmheitsausprägung nach einer arthroskopischen Therapie aufgrund einer Koronoiderkrankung.

Die Ergebnisse der eigenen Arbeit verstärken den Verdacht, dass der Grad der Arthrose einen Einfluss auf die klinischen Befunde hat. Der Hauptanteil der vorstellten Hunde hat nur geringgradige arthrotische Befunde. Dies ist darauf zurückzuführen, dass es sich bei dem Patientengut um junge Tiere handelt, bei denen das Krankheitsbild noch nicht lange besteht. Im Vergleich hierzu werden die Tiere bei Baldus (2013) erst nach einer Behandlung und mit einem Durchschnittsalter von 7 Jahren vorstellig.

### **5.8 Nachweis einer Korrelation zwischen den klinischen Befunden bei Vorstellung und der Anzahl der vorhandenen Fragmente und dem der Patienten**

Zu Beginn dieser Studie wird die These aufgestellt, dass die Lokalisation und Anzahl der Fragmente eines erkrankten inneren Kronfortsatzes in Zusammenhang mit der klinischen Ausprägung einer Erkrankung stehen könnte. Diese kann durch die durchgeführte Arbeit nicht



bestätigt werden. Durch die vorliegenden Ergebnisse zeigt sich, dass sowohl die Anzahl, als auch die Lage der Fragmente keinen Einfluss auf die Ausprägung des Krankheitsbildes haben. Im Gegensatz dazu führt Baldus (2013) eine hochsignifikante Korrelation zwischen der Anzahl von freien Fragmenten und dem Grad der Knorpelerosion auf. Jedoch werden von Baldus Patienten untersucht, die nach einer arthroskopischen Therapie vorstellig werden. Zusätzlich gibt es keine Angaben wie lange die Lahmheit bei Untersuchung bereits besteht. Daher gibt es keine Ergebnisse bezüglich des Einflusses der Krankheitsdauer auf den Knorpelabrieb. In der Literatur wird jedoch bei länger bestehender präoperativer Erkrankungsdauer eine Zunahme der sekundären Schäden beschrieben (Theyse et al., 2005; Baldus, 2013).

### **5.9 Nachweis einer Korrelation zwischen der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Behandlung und den klinischen Befunden in der Kontrolluntersuchung nach 6 Wochen**

Von den 25 Hunden in dieser Arbeit, welche aufgrund einer Koronoidpathologie klinisch und radiologisch untersucht und operativ mittels Arthroskopie versorgt werden, werden nur 12 Hunde zur Kontrolluntersuchung vorstellig.

In der Literatur gibt es heute verschiedene Ansätze zur Therapie einer Koronoidpathologie. Die arthroskopische Entfernung wird zurzeit als „Goldstandard“ angesehen (Moores et al., 2008; Perry und Li, 2014). Während dieses Eingriffes werden alle freien Fragmente sowie die lockeren und avitalen Anteile entfernt. Dabei wird meist die Entfernung bis auf den „harten“ Knochen empfohlen (Van Ryssen et al, 2003; Fitzpatrick et al., 2009b). Zurzeit existieren keine Empfehlungen über die Größe der zu entfernend Fläche des Processus coronoideus, um ein bestmöglichsten klinischen Outcome zu erreichen. Aus diesem Grunde sollte in der vorliegenden Studie untersucht werden, ob ein Zusammenhang zwischen der entfernten Fläche des Proc. coronoideus und dem klinischen Krankheitsbild 6 Wochen nach Behandlung nachgewiesen werden kann. Es kann keine statistisch signifikante Korrelation nachgewiesen werden. Die Anzahl der untersuchten Hunde ist sehr gering und stellt damit den limitierenden Faktor dar. Dennoch sollte davon auszugehen sein, dass die entfernte Fläche einen Einfluss auf die Entwicklung des klinischen Krankheitsbildes hat.

Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009) untersuchen an 437 Ellbogengelenken die klinische Entwicklung nach subtotaler Koronoidektomie. Hierbei wird die Entfernung des Proc. coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Beurteilung des Gelenkes durch eine „mini Arthrotomie“ durchgeführt. Dabei zeigen 75% der behandelten Hunde eine Verbesserung der Lahmheit nach 5 Wochen. Nachteile einer subtotalen Koronoidektomie stellt vor allem die daraus folgende Instabilität dar, da es durch die Entfernung zu einer Umverteilung der Last auf den verbleibenden Rest der Koronoides und die laterale Gelenkfläche kommt (Fitzpatrick et al., 2009b). Dies hat einen beschleunigten Abrieb von Knorpel zur Folge (Michelsen, 2013). Eine Destabilisation des Ellbogens hat theoretisch einen negativen Einfluss auf die periartikulären Strukturen (Fitzpatrick et al., 2009b). Zusätzlich zeigen die Patienten in der Studie von Fitzpatrick und Mitarbeiter (2009), die eine zusätzliche Arthrotomie erhalten, haben eine höhere Infektionsrate als Hunde die nur mit einer Arthroskopie behandelt werden.

#### **5.10 Nachweis einer Korrelation zwischen dem Vorhandensein von arthrotischen Veränderungen und eine Zunahme der Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae in der CT- Untersuchung**

Mit den vorliegenden Ergebnissen kann keine signifikante Korrelation zwischen einer Ausbildung von osteophytären Zubildungen und der Zunahme der Dichte nachgewiesen werden. Als limitierender Faktor sollte jedoch die nur geringe Ausbildung von arthrotischen Veränderungen der einbezogenen Patienten angesehen werden. Bei den vorgestellten Patienten handelt es sich um vorwiegend junge Tiere, bei denen das Krankheitsbild noch nicht lange besteht. Bis auf einen Patienten weist keiner der Hunde einen Arthrosegrad größer als zwei auf. 14 (56%) der rechten und 11 (44 %) der linken Ellbogengelenke weisen keine Veränderungen in Form von Arthrose auf. Insgesamt zeigen 25 (50%) der untersuchten Ellbogen keine Veränderungen. In der Literatur wird beschrieben, dass trotz Behandlung zu weitere arthrotischen Veränderungen entstehen (Meyer-Lindenberget al., 2003a; Baldus, 2013). Daher wären weitere Studien bezüglich eines Zusammenhangs zwischen arthrotischen Veränderungen und einer Dichteveränderung des Koronoides sinnvoll.

### **5.11 Nachweis einer Korrelation zwischen dem Grad der vorhandenen Arthrose und dem Grad der entfernten Fläche des Processus coronoideus medialis ulnae nach arthroskopischer Behandlung**

In der vorliegenden Arbeit kann kein Zusammenhang zwischen der entfernten Fläche bzw. dem Grad der Entfernung und dem Vorhandensein von Arthrosen nachgewiesen werden. Da in der vorliegenden Arbeit kein Patient hochgradige Befunde aufweist, kann diese Fragestellung nicht überprüft werden. Es zeigt sich, dass geringgradige Veränderungen keinen Einfluss auf den Zugang oder den operativen Eingriff darstellen. Dennoch ist davon auszugehen, dass bei Patienten denen bereits hochgradigen Veränderungen, die beispielsweise einem ED Score von 3 entsprechen der operative Zugang erschwert sein könnte.

### **5.12 Nachweis einer Korrelation der mittleren Dichte des Processus coronoideus medialis ulnae mit den klinischen Befunden vor Behandlung sowie der Nachweis auf Korrelation der Dichtemessung des Processus coronoideus medialis ulnae in der computertomographischen Untersuchung und der Anzahl der Fragmente und Fissuren**

Bei Untersuchung einer Korrelation der mittleren Dichte mit den klinischen Befunden zeigen sich ein Zusammenhang zwischen der Ausprägung der klinischen Symptome und eine Abnahme der mittleren Dichte redundant. Hierbei wird die in der Literatur beschrieben Symptome einer Koronoidpathologie einzeln mit der Abnahme der mittleren Dichte untersucht. Im Vergleich des Auftretens einer Lahmheit kann kein deutlicher Zusammenhang nachgewiesen werden. Bei Einzelbetrachtung der linken Vordergliedmaße zeigt sich mit einem Wert von  $p = 0,004$  eine niedrige Signifikanz bezüglich des Auftretens einer Lahmheit und der Abnahme der mittleren Dichte. Bei dieser Beurteilung sollte jedoch berücksichtigt werden, dass es sich bei der Beurteilung der Lahmheit um ein subjektives Beurteilungskriterium handelt. Wie in der Literatur beschrieben, zeigen die Hunde dieser Studie das Auftreten einer geringen bis mittleren Lahmheit. Jedoch ist die Einteilung von sehr geringem (Grad 1) bis zu einer mittleren Ausprägung (Grad 3) nicht exakt festgelegt. Dies sollte als limitierender Faktor der vorliegenden Untersuchung berücksichtigt werden. Jedoch sollte das Auftreten einer Lahmheit in die gesamte klinische Untersuchung eingehen, da sie, unabhängig welches Grades, das deutlichste klinische Symptom darstellt.

In der weiteren Untersuchung zeigt sich sowohl in der Einzelbetrachtung, mit einer mittleren Signifikanz ( $\rho = 0,048$ ) der rechten als auch in der gemeinsamen Betrachtung mit einer  $\rho = 0,038$  ein Zusammenhang zwischen dem Auftreten einer Gelenkfüllung und einer Abnahme der mittleren Dichte. Nach Durchführung des Mann-Whitney-U-Test kann eine deutliche Signifikanz  $\rho = 0,004$  nachgewiesen werden. Die Palpation der Gelenke und die damit verbundene Untersuchung auf Gelenkfüllung stellt eine einfache Untersuchungsmethode dar, die einen deutlichen Hinweis auf das Vorliegen einer Erkrankung in diesem Bereich aufweist. In dieser Arbeit wird jedoch nicht vermerkt, in welchem Ausmaß ein Gelenk gefüllt ist. Es ist jedoch davon auszugehen, dass ein länger bestehendes Krankheitsgeschehen ein höheres Ausmaß an Füllung zur Folge hat. Wie weit sich dies auf eine weitere Abnahme der Dichte des inneren Kronfortsatzes ausübt, kann nicht gesagt werden und könnte in weiteren Studien überprüft werden.

Ein weiteres klinisches Symptom einer Erkrankung des Koronoides stellt eine Unwilligkeit oder eine Schmerzreaktion bei Druck auf den Kronfortsatz dar. Auch hier kann eine Korrelation zwischen einer Abnahme der Dichte und einem positivem Befund nachgewiesen werden. Mit einer mittleren Signifikanz  $\rho = 0,032$  zeigen Hunde mit einer Abnahme der Dichte eine deutliche Schmerzreaktion.

Durch diese Ergebnisse kann aufgezeigt werden, dass ein Zusammenhang zwischen der Abnahme der mittleren Dichte und dem Auftreten und der Ausprägung der klinischen Symptome einer Koronoidpathologie besteht. Dies kann in keiner vorangegangenen Studie belegt werden.

Dass eine Koronoidpathologie Einfluss auf die Knochendichte hat, wird durch Phillips und Mitarbeiter (2014) gezeigt. In dieser Studie werden 65 Ellbogengelenke bezüglich ihrer Knochendichte computertomographisch untersucht. Die Autoren stellen fest, dass Hunde, bei denen eine Erkrankung des inneren Kronfortsatzes vorliegt, eine deutliche Abnahme der Knochendichte in diesem Bereich aufweisen. Weiter konnte gezeigt werden, dass die Dichte bei Vorliegen von freien Fragmenten weiter absinkt.

In der vorliegenden Arbeit kann diese Aussage dagegen nicht bestätigt werden. Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Abnahme der mittleren Dichte in der CT- Untersuchung und dem Vorliegen von freien Fragmenten nachgewiesen werden. Phillips und Mitarbeiter

(2014) geben zu diesem Untersuchungsergebnis an, dass die Patientenzahl dieses Ergebnisses sehr gering sei. Da auch in der vorliegenden Arbeit nur 12 untersuchte Patienten ein vollständig isoliertes Fragment haben, sollte der Einfluss von Fragmenten auf die Dichte weiter untersucht werden.

## 6 Zusammenfassung

Die Erkrankung des Processus coronoideus medialis ulnae (Koronoidpathologie) stellt als eine Form der Ellbogengelenksdysplasie (ED) eine der häufigsten Ursachen für eine Lahmheit der Vordergliedmaßen dar.

Obwohl vor allem große Rassen betroffen sind, wird dieses Krankheitsbild immer häufiger bei kleineren Hunden und Mischlingen beschrieben. Da daher die klinische Relevanz dieser Erkrankung immer mehr zunimmt und noch viele Unklarheiten bezüglich Diagnostik, Therapie und Prognose bestehen, sind Untersuchungen bezüglich der klinischen und radiologischen Befunde der Ellbogengelenke sowie deren Therapieansätze von großer Bedeutung. Diagnostische Methoden nach der klinischen Untersuchung sind heutzutage das Anfertigen von Röntgenbildern in 2 Ebenen und eine anschließende computertomographische Untersuchung. Zur weiteren Beurteilung und Behandlung eines betroffenen Gelenks erfolgt eine Arthroskopie.

In dieser Arbeit werden 50 Ellbogengelenke von 25 Hunden, die aufgrund einer Koronoiderkrankung in der Klinik für Kleintiere der Justus-Liebig-Universität vorstellig werden, klinisch, radiologisch und arthroskopisch (bei 5 Patienten nur einseitig) untersucht. Die radiologische Untersuchung wird in das Anfertigen von Röntgenbildern und in einer computertomographische Untersuchung vor und nach dem arthroskopischen Eingriff geteilt. Desweiteren folgt eine weitere klinische Kontrolle bei 12 Hunden 6 Wochen nach Durchführung des Eingriffes. Die klinische Untersuchung wird anhand eines einheitlichen Untersuchungsplans durch erfahrene Tierärzte der Klinik für Kleintiere der Justus-Liebig-Universität durchgeführt.

Ziel der vorliegenden Studie ist es einen möglichen Zusammenhang zwischen den Befunden der klinischen Befunde und der klinischen, radiologischen und arthroskopischen Untersuchungen zu finden.

Unter anderem wird die Dichte eines erkrankten Proc. coronoideus ermittelt und diese auf einen Zusammenhang mit der klinischen Ausprägung untersucht. Da bisher in der Literatur keine Angaben bezüglich der zu entfernten Fläche existieren, wird eine Gradeinteilung festgelegt und das klinische Outcome beurteilt. Mit einem Wert von  $p=0,04$  in der

Untersuchung der Dichte auf Zusammenhang im Schritt und  $\rho = 0,048$  im Trab ergibt die Untersuchung ein schwach signifikantes Ergebnis. Bei der palpatorischen Untersuchung der Gelenke zeigen Hunde mit einer Gelenkfüllung mit einem Wert von  $\rho = 0,004$  eine starke signifikante Korrelation. Die Untersuchung der Schmerzhaftigkeit bei Druck auf den Processus coronoideus weist ebenfalls mit einem Wert von  $\rho = 0,032$  einen Zusammenhang auf. Allein die Untersuchung der Beugung und Streckung des Gelenks ergibt keinen Zusammenhang.

Diese Untersuchung beweist den Zusammenhang zwischen einer verminderten Dichte des Proc. coronoideus in der CT-Untersuchung und der klinischen Ausprägung der Krankheitsbilder. Das Vorhandensein von arthrotischen Veränderungen sowie das Vorhandensein von freien Fragmenten haben keinen Einfluss auf die gemessene Dichte. Die erkrankte Fläche des inneren Kronfortsatzes wird vor dem operativen Eingriff in einem definierten Transversalschnitt vermessen. Diese Fläche wird auf Korrelation mit der Ausprägung der klinischen Befunde vor der Arthroskopie untersucht. Es kann kein Zusammenhang zwischen dem klinischen Bild und der erkrankten Fläche nachgewiesen werden.

In der vorliegenden Arbeit wird eine Vermessung der erkrankten Fläche des inneren Kronfortsatzes in der computertomographischen Untersuchung durchgeführt. Diese wird nach arthroskopischer Behandlung erneut vermessen und eine Gradeinteilung festgelegt. Dabei zeigt sich, dass bei 70% der Ellbogengelenke ( $n=32$ ) eine Entfernung Grad eins durchgeführt wird. Das Vorhandensein von arthrotischen Zubildungen eines Gelenks hat keinen Einfluss auf den Grad der Entfernung der erkrankten Fläche. Die entfernte Fläche wird mit den klinischen Befunden 6 Wochen nach arthroskopischen Eingriff auf einen Zusammenhang überprüft. Die Hypothese, dass der Grad und damit die entfernte Fläche einen Einfluss auf das klinische Outcome 6 Wochen nach Operation haben, kann nicht bestätigt werden.

In dieser Studie zeigte sich, dass alle erkrankten Hunde eine deutliche Sklerosierung kaudal und eine verminderte Abgrenzbarkeit des Proc. coronoideus medialis ulnae aufweisen, auch wenn noch keine arthrotischen Veränderungen vorhanden sind.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Hunde mit einer Koronoidpathologie eine Dichteminderung in der CT-Untersuchung aufweisen und diese mit der Erkrankung korreliert. Es wurde eine Gradeinteilung für die arthroskopisch entfernte Fläche festgelegt. Dabei zählen Tiere, bei denen eine Fläche von  $0,01\text{mm}^2$ -  $20\text{mm}^2$  entfernt wird, zum Grad 1, Hunde mit einer entfernten Fläche von  $20,01\text{mm}^2$ -  $40\text{mm}^2$  Grad 2 und Tiere, bei denen eine Fläche von  $40,01\text{mm}^2$ -  $60\text{mm}^2$  entfernt wird, zum Grad 3. Bei Patienten, deren entfernte Fläche  $> 60,01\text{mm}^2$  ist, wird eine Einteilung Grad 4 vorgenommen.

Als limitierender Faktor dieser Studie muss die niedrige Anzahl von Patienten angesehen werden. Daher sollten weitere Studien zur Bestätigung der hier aufgeführten Ergebnisse durchgeführt werden.



## 7 Summary

One of the most important causes of thoracic limb lameness in dogs is elbow dysplasia with fragmented medial coronoid process of the ulna. Although large breed dogs are most commonly affected the disease is also diagnosed with increasing frequency in small and mixed breed dogs. Because of the growing clinical relevance of this disease, guarded prognosis and few therapy options further studies including clinical and radiographic examinations of the elbow joints and the outcome after different therapies are necessary. Diagnostic procedures typically include the clinical examination of the patient, radiographs of the elbow joint and subsequent computed tomography examination. For further evaluation arthroscopy is performed in affected elbow joints.

The present prospective study included 50 canine elbow joints of 25 dogs that were presented for the suspicion of a fragmented medial coronoid process at the Clinic for Small Animal Surgery, Justus Liebig University in Gießen. After clinical examination, radiographs (craniocaudal and mediolateral projection) and computed tomography of the elbow joints (bilaterally in 20 dogs and unilaterally in 5 dogs) before and after arthroscopy were performed. Clinical follow up examinations were performed 6 weeks after arthroscopy in 12 dogs. The clinical examination was conducted by experienced veterinarians following a standardised protocol.

The aim of the present study was to assess the correlation between the clinical, radiological (radiographs and computed tomography) and arthroscopic findings in dogs with fragmented medial coronoid process of the ulna. The density of the affected medial coronoid process was assessed and correlated with the clinical findings. The area of the removed coronoid process and a standardised grading was established and further clinical outcome was evaluated. The correlation between the density of the coronoid process and the findings of the clinical examination like gait abnormality in step ( $p = 0.04$ ) and trot ( $p = 0.048$ ), palpation of the affected elbow joint with joint effusion ( $p = 0.004$ ), pain during palpation of the coronoid process ( $p = 0.032$ ) and assessment of the flexion and extension of the elbow joint (not statistical significant) were evaluated. The results reveal a correlation between the reduced density of the coronoid process in the computed tomography and the severity of the clinical findings of the affected patients. The presence of osteophyte new formation (arthrose) and

presence of the free fragments of the coronoid process have no influence on the density measurements in the computed tomography.

The affected area of the coronoid process was measured in the defined transversal scan in the computed tomography prior to the operation. This area was correlated with the severity of the clinical findings prior to the arthroscopy. No significant statistical correlation could be found. The measurements were also performed after arthroscopy and the grading system was assessed. In the 70% of the elbow joints (n = 32) grade one removal was performed. The presence of the osteophyte new formation has no influence on the grade of the removed area of the coronoid process. The removed area of the coronoid process was also correlated with the clinical outcome 6 weeks after arthroscopy. The hypothesis that the grade and also the area of the removed coronoid process have an influence on the clinical outcome 6 weeks after the operation could not be shown.

In this study could be demonstrated that all of the affected dogs show distinct sclerosis of the caudal aspect and an ill defined medial coronoid process, even if no osteophyte new formations exist.

Based on the results of this study we conclude that dogs showing a coronoid pathology also show a reduced density of the medial coronoid process of the ulna in CT which is directly correlated with the severity of clinical problems. A grading system for the arthroscopically removed area of the coronoid process was evaluated. Dogs with removed fragment of 0,01-20 mm<sup>2</sup> were included in grade one, dogs with fragments of 20,01-40 mm<sup>2</sup> in grade two, 40,01-60,00 mm<sup>2</sup> grade three and > 60,01 mm<sup>2</sup> grade four ,respectively.

The relatively low number of the patients in the present study has to be considered as a limiting factor. Therefore further investigation is necessary to confirm the results.

## 8 Literaturverzeichnis

Baldus, I. (2013)

Langzeitergebnisse nach arthroskopischer Therapie der Koronoiderkrankung im Vergleich zu den Ellbogengelenken konservativ behandelter Hunde.

Diss.med.vet., Justus-Liebig-Universität Giessen

Bardet, J. (2004)

How I manage elbow incongruity.

Proceedings of the 12th Annual ESVOT Congress, Munich, Germany

Beale, B.; Hulse, D.; Schulz, K.; Whitney, W. (2003)

Arthroscopically assisted surgery of the elbow joint.

Small Animal Arthroscopy, Saunders-Elsevier, Philadelphia S.51-79

Beuing, R.; Mues, Ch.; Tellhelm, B.; Erhardt, G. (2000)

Prevalence and inheritance of canine elbow dysplasia in German Rottweiler.

J. Anim. Breed. Genet., 117: 375-383

Braden, T.; Stickler, R.; Dejardin, L. (1994)

The use of computed tomography in fragmented coronoid disease: a case report.

Vet.Comp. Orthop. Traumatol., 7: 40-44

Breit, S.; Kunzel, W.; Seiler, S. (2004)

Variation in the ossification process of the anconeal and medial coronoid processes of the canine ulna.

Research in Veterinary Science, 77: 9-16

Breit, S.; Künzel, W.; Seiler, S. (2005)

On the weight-bearing function of the medial coronoid process in dogs.

Anat. Histol. Embryol, 35 (1): 7-12

Brunnberg, L. (1999):

Lahmheitsdiagnostik beim Hund.

Verlag Parey, Berlin

Brunnberg, M. (2007)

Anatomische, röntgenologische, computertomographische und klinische Untersuchung zur Osteochondrosis dissecans am canine Sprunggelenk.

Diss.med.vet., Tierärztliche Hochschule Hannover

Burton, N.; Comerford, E.; Bailey, M. (2007)

Digital analysis of ulnar trochlear notch sclerosis in Labrador Retrievers.

J. Small Anim. Pract., 48: 220

Burton, N.; Owen, M. (2008)

Canine elbow dysplasia 2. Treatment and prognosis.

In Practice, 30: 552-557

- Burton, N.; Owen, M.; Colborne, G.; Toscano, M. (2009)  
Can owners and clinicians assess outcome in dogs with fragmented medial coronoid process?  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol. 22: 183-189
- Burton, N. J.; Perry, M. J.; Fitzpatrick, N.; Owen, M. R. (2010)  
Comparison of bone mineral density in medial coronoid processes of dogs with and without medial coronoid process fragmentation.  
Vet. Surg., 71: 41-46
- Burton, N.; Owen, M.; Kirk, L.; Toscano, M.; Colborne, G. (2011)  
Conservative versus arthroscopic management for medial coronoid process disease in dogs: A prospective gait evaluation  
Vet. Surg., 40: 972-980
- Bushberg, J.; Seibert, J.; Leidholt, E.; Boone, J. (2012)  
The essential physics of medical imaging, third edition.  
Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- Canapp, S.; Hulse, D. (2008)  
Jump Down Syndrome.  
Clean Run, April: 76-78
- Conzemius, M.; Aper, R.; Hill, C. (2001)  
Evaluation of a canine total- elbow arthroplasty system: A preliminary study in normal dogs.  
Vet. Surg., 30: 11-20
- Conzemius, M. (2009)  
Nonconstrained elbow replacement in dogs.  
Vet. Surg., 38: 279-284
- Cook, J. (2001)  
Forelimb lameness in the young patient.  
Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract., 31 (1): 55-83
- Cook, C.; Cook, J. (2009)  
Diagnostic Imaging of Canine Elbow Dysplasia: A Review.  
Vet. Surg., 38: 144-153
- Crook, T.; McGowan, C.; Peard, M. (2007)  
Effect of passive stretching on the range of motion of osteoarthritic in 10 labrador retrievers.  
Vet. Rec. 160,545-547
- Cytel Studio StatXact Vers. 9.0.0 (2010)  
Statistical Software for Exact Nonparametric Inference, User Manual, CYTEL Inc., Cambridge, MA 02139, U.S.A.

- Danielson, K.; Fitzpatrick, N.; Muir, P.; Manley, P. (2006)  
Histomorphometry of fragmented medial coronoid process in dogs: a comparison of affected and normal coronoid processes.  
Vet. Surg., 35: 501-509
- Dejardin, L. (2010)  
TATE total elbow replacement: results and complications.  
Proceedings of the 15<sup>th</sup> Annual ESVOT Congress, Bologna Italy
- Denning, R. (2011)  
Untersuchungen zur Therapie des fragmentierten Processus coronoideus medialis der Ulna des Hundes. Einfluss bestehender intraartikulärer Veränderungen auf das Therapieergebnis  
Diss. med. vet., Tierärztl. Hochschule Hannover
- Denny, H.; Butterworth, S. (2000)  
A Guide to Canine and Feline Orthopaedic Surgery.  
4. Aufl. Verlag Blackwell, London
- De Rycke, L.; Gielen, I.; van Bree, H.; Simoens, P. (2002)  
Computed tomography of the elbow joint in clinically normal dogs.  
Am. J. Vet. Res., 63: 1400-1407
- Dixon, W. (chief editor), 1993. BMDP Statistical Software Manual, Volume 1 and 2.  
University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London
- Draffan, D.; Carrera, I.; Carmichael, S.; Heller, J.; Hammond, G. (2009)  
Radiographic analysis of trochlear notch sclerosis in the diagnosis of osteoarthritis secondary to medial coronoid disease.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol, 22: 7-15
- Ekman, S.; Carlson, C. (1998)  
The pathophysiology of osteochondrosis.  
Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract., 28: 17-32
- Evans, R.; Gordon-Evans, W.; Conzemius, M. (2008)  
Comparison of three methods for the management of fragmented medial coronoid process in the dog – A systematic review and meta-analysis.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol, 21: 106-109
- Farrell, M.; Heller, J.; Solano, M.; Fitzpatrick, N.; Sparrow, T.; Kowaleski, M. (2014)  
Does radiographic arthrosis correlate with cartilage pathology in Labrador retrievers affected by medial coronoid process disease?  
Vet. Surg., 43: 155-165
- Fehr, M.; Meyer-Lindenberg, A. (1992)  
Über die Ellbogengelenkserkrankung beim Hund  
Kleintier-Prax., 37: 427-438
- Fitzpatrick, N. (2006)  
Subtotal coronoid ostectomy for the treatment of medial coronoid disease: a

prospective study of 228 dogs evaluating short and medium term outcome.  
British-Veterinary Orthopaedic Association: Proceedings of the Autumn meeting,  
Chester, 17-19 April 2006

Fitzpatrick, N. (2010)  
Sliding humeral osteotomy: current status and complications.  
Proceedings of the 15<sup>th</sup> Annual ESVOT Congress, Bolonga Italy

Fitzpatrick, N.; Yeadon, R. (2009)  
Working Algorithm for treatment decision making for developmental disease of the  
medial compartment of the elbow in dogs.  
Vet. Surg., 38: 285-300

Fitzpatrick, N.; Smith, T. J.; Evans, R. B.; Yeadon, R. (2009a)  
Radiographic and arthroscopic findings in the elbow joints of 263 dogs with medial  
coronoid disease.  
Vet. Surg., 38: 213-223

Fitzpatrick, N.; Smith, T. J.; Evans, R. B.; O`Riordan, J.; Yeadon, R. (2009b)  
Subtotal coronoid ostectomy for treatment of medial coronoid disease in 263 dogs.  
Vet. Surg., 38: 233-245

Flückiger, M. (2006)  
Elbow dysplasia: correct radiographic technique and film interpretation.  
Proceedings of the 21th annual meeting of the IEWG, Prague, Czech Republic

Fossum, T. (2007)  
Chirurgie der Kleintiere.  
Elsevier GmbH, München

Galanski, M., Prokop, M. (2007)  
Ganzkörpercomputertomographie  
Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York, S. 4 - 236

Galindo- Zamora, V.; Dziallas, P.; Wolf, D.; Kramer, S.; Abdelhadi, J.; Lucas, K.; Nolte, I.;  
Wefstaedt, P. (2014)  
Evaluation of thoracic limb loads, elbow movement, and morphology in dogs before and after  
arthroscopic management of unilateral medial coronoid process disease.  
Vet.Surg 43: 819-828

Gemmill, T. (2004)  
Completing the picture: use of CT to investigate elbow dysplasia.  
J. Small Anim. Pract., 45: 429-30

Gemmill, T.; Hammond, G.; Mellor, D.; Sullivan, M.; Bennett, D.; Carmichael, S. (2006)  
Use of reconstructed computed tomography for the assessment of joint space in the  
canine elbow.  
J. Small Anim. Pract., 47: 66-74

- Gemmill, T.; Clements, D.; (2007)  
Fragmented coronoid process in the dog: is there a role for incongruency?  
J.Small Anim.Pract, 48: 361-368
- Griffon, D.; Blond, L.; Schaeffer, D. (2009)  
Elbow incongruity: arthroscopy or CT.  
4th Annual Veterinary Advanced Arthrology Association Symposium and Laboratory,  
August 20-21, Naples Florida
- Griffon, D. (2012)  
Elbow dysplasia.  
In: Veterinary Surgery: Small Animal; Hrsg.: Tobias, K. M.; Johnston, S. A.; Elsevier  
Saunders
- Grondalen, J., Grondalen, T. (1981)  
Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs.  
Nordisk veterinærmedicin 33: 1-16
- Groth, A.; Benigni, L.; Moores, A.; Lamb, C (2009)  
Spectrum of computed tomographic findings in 58 canine elbows with fragmentation of the  
medial coronoid process.  
J Small Anim Pract. 50: 15-22
- Hazewinkel, H. (2008)  
Elbow dysplasia; definitions and clinical diagnoses.  
23<sup>rd</sup> annual meeting IEWG, Dublin
- Hofer, M. (2003)  
Physikalische und technische Grundlagen  
Verlag Didamed, Düsseldorf
- Holsworth, W.; Wisner, E.; Scherrer, W.; Filipowicz, D.; Kass, P.; Pooya, H.; Larson, R.;  
Schulz, K. (2005)  
Accuracy of computerized tomographic evaluation of canine radio-ulnar incongruence in  
vitro.  
Vet. Surg., 34 108: 113
- Horst, C. (2000)  
Osteochondrosis dissecans beim Hund. Diagnose, Therapie und Prognose. Eine retrospektive  
Untersuchung der Patienten der Klinik und Poliklinik für kleine Haustiere der freien  
Universität Berlin in den Jahren 1993-1998.  
Diss.med.vet., Freie Universität Berlin
- Hulse, D.; Young, B.; Kowaleski, M.; Vannini, R. (2010)  
Relationship of the biceps-brachialis complex to the medial coronoid process of the canine  
ulna.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol., 23: 173-176

Iden, K. (2007)

Zur Behandlung des fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae beim Hund. Vergleich der Ergebnisse von verschiedenen arthroskopischen Operationstechniken.  
Diss. med. vet., Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover

Janutta, V. (2005)

Genetic analysis of elbow and hip dysplasia in German sheperd dogs.  
Diss. med. vet., Tierärztliche Hochschule Hannover

Janthur, I.; Meyer-Lindenberg, A.; Fehr, M. (2000)

Arthroskopische Diagnostik von Ellbogenerkrankungen des Hundes.  
Tierärztl. Praxis, 28: 11-18

Jardel, N.; Crevier-Denoix, N.; Moissonnier, P.; Viateau, V. (2010)

Anatomical and safety considerations in establishing portals used for canine elbow arthroscopy.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol., 23: 75-80

Karpenstein, H. (2011)

Die computertomographische Morphologie und Anatomie des Ellbogengelenks mit Schwerpunkt des Processus coronoideus medialis ulnae bei mit ED= 0 beurteilten Hunden spezieller Rassen.  
Diss.med. vet., Justus-Liebig-Universität Giessen

Klumpp, S. (2009)

Wertigkeit der Computertomographie und der Magnetresonanztomographie in der Diagnostik der Koronoiderkrankung am Ellbogengelenk des Hundes.  
Diss. med. vet., Justus-Liebig-Universität Giessen

Komsta, R. (2006)

Analysis of chosen factors influencin the late recognition of fragmentation of the medial coronoid process in dogs  
Bull Vet. Inst. Pulaway, 50: 409-412

Körbel, J.; Wilcken, R.; Huskamp, B. (2001)

Computertomographische Diagnostik am Ellbogen des Hundes.  
Kleintierprax., 46: 321-384

Kramer, A.; Holsworth, I.; Wisner, E.; Kass, P.; Schulz, K. (2006)

Computed tomographic evaluation of canine radioulnar incongruence in vivo.  
Vet. Surg., 35 (1): 24-29

Künzel, W.; Breit,S.; Probst, A. (2004)

The Subcondral Split Line Patterns of the Medial Coronoid Process in Canine Ulnae.  
Anat. Histol. Embryol. 33: 339-343

Lau, S.; Wolschrijn, C.; Hazewinkel H.; Siebelt ,M.; Voorhout; G. (2013)

The early development of medial coronoid disease in growing Labrador retrievers: radiographic, computed tomographic, necropsy and micro-computed tomographic findings.  
Veterinary Journal, 197: 724-30



Laubenberger, T.; Laubenberger, J. (1994)  
Röntgenstrahlen und ihre Eigenschaften  
Röntgentechnik, Röntgenröhre und Generator, Digitale Radiographie, Computertomographie,  
Magnetresonanztomographie.  
Technik der medizinischen Radiologie  
Deutscher Ärzte- Verlag, Köln

Liebich, H.; Maierl, J.; König, H. (2005)  
Vorder- oder Schultergliedmaßen (Membra thoracica).  
In: Anatomie der Haussäugetiere; Hrsg.: König H. E., Liebich H. G., Schattauer,  
Stuttgart, New York

Liebich, H.; König, H. (2014)  
Verbindungen der Knochen der Schultergliedmaße.  
In: Anatomie der Haussäugetiere; Hrsg.: König H.E., Liebich H.G.; Bd. 1, Schattauer,  
München

Lozier, S. (2006)  
How I treat elbows in the older canine patient and new prospective in elbow dysplasia.  
Proceedings of the 13<sup>th</sup> Annual ESVOT Congress, Munich Germany

McCarthy, T.; Constantinescu, G. (2005)  
Veterinary Endoscopy for the Small Animal Practitioner  
Elsevier, Saunders, St. Louis, 14: 447-556

Meij, B.; Hazewinkel, H. (1996)  
Treatment of canine elbow dysplasia  
Vet.comp. orthop. Traumat, 9: 61-63

Meyer-Lindenberg, A.; Gedwilker, A.; Fehr, M.; Nolte, I. (2002)  
Schwierigkeiten in der Diagnostik ausgewählter Erkrankungen des Ellbogengelenks.  
In: 49.Jahrestagung der Deutsch. Vet. Gessellschaft- Fachgruppe „Kleintierkrankheiten“.  
Leipzig, 06.11-09.11.2003: 166-170

Meyer-Lindenberg, A.; Langhann, A.; Fehr, M.; Nolte, I. (2003a)  
Arthrotomy versus arthroscopy in the treatment of the fragmented medial coronoid  
process of the ulna (FCP) in 421 dogs.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol., 16: 204-210

Meyer-Lindenberg, A.; Langhann, A.; Fehr, M.; Nolte, I. (2003b)  
Prevalence of fragmented medial coronoid process of the ulna in lame adult dogs.  
The Vet. Rec., 151: 230-234

Meyer-Lindenberg, A.; Iden, K.; Langhann, A.; Heinen, V. (2006)  
How I manage the painful elbow in the old dog.  
Proceedings of the 13th Annual ESVOT Congress, Munich, Germany

Meyer-Lindenberg, A. (2006)  
Therapy of Elbow Dysplasia: conservative, arthrotomy and arthroscopy.  
Proceedings of the 21th Annual Meeting IEWG, Prague

- Michelsen, J. (2013)  
Canine elbow dysplasia: Aetiopathogenesis and current treatment recommendations.  
The Veterinary Journal 196: 12-19
- Mihaljevic, M.; Kramer, M.; Gomercic, H. (2009)  
CT- und MRT-Atlas. Transversalanatomie des Hundes.  
Stuttgart: Parey
- Moore, A.; Benigni, L.; Lamb, C. (2008)  
Computed Tomography versus Arthroscopy for Detection of Canine Elbow Dysplasia Lesions.  
Vet. Surg., 37: 390-398
- Morandi, F.; Hecht, S.; Daniel, G. B. (2008)  
Erkrankungen des Ellbogengelenkes.  
In: Röntgendiagnostik in der Kleintierpraxis; Hrsg. Hecht S., Schattauer, Stuttgart, New York,
- Morgan, J.; Wind, A.; Davidson, A. (2000)  
Elbow dysplasia. Hereditary bone and joint diseases in the dog.  
Schlütersche; S., 41-108, Hannover
- Moser, J. (2010)  
Biomechanische Untersuchung zur Belastbarkeit des Ellbogengelenkes bei Hund, Katze und Kaninchen.  
Diss.med.vet., Ludwig-Maximilians-Universität München
- Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. (2004a)  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Bewegungsapparat.  
Parey, Berlin und Hamburg,
- Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. (2004b)  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Kreislaufsystem, Haut und Hautorgane.  
Parey, Berlin und Hamburg,
- Nickel, R.; Schummer, A.; Seiferle, E. (2004c)  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Nervensystem, Sinnesorgane, endokrine Drüsen.  
Parey, Berlin und Hamburg,
- Olsson, S. (1983)  
The early diagnosis of fragmented coronoid process and Osteochondrosis dissecans of the canine elbow joint.  
J. Am. Animal Hosp. Assoc., 19: 616-626
- Oliveri, M.; Ciliberto, E.; Hulse, D.; Vezzoni, A.; Ingravalle, F.; Peirone, B. (2007)  
Arthroscopic treatment of osteochondrosis dissecans of the shoulder in 126 dogs.  
Vet. Comp. Traumatol, 20 65-69
- Quaterbridge, R. (1961)  
The etiology of chondromalacia patellae.  
J. Bone Joint Surg., 43: 752-767

Palmer, R. (2010)

Arthroscopic and open surgical treatment of MCPD/OCD

In: Proceedings 25<sup>th</sup> annual meeting of the International Elbow Working Group;  
Bologna Italy, 14-20

Palmer, R. (2011)

BURP: Arthroscopy vs. mini-arthrotomy.

In: Proceedings of the American College of Veterinary Surgeons Symposium, Chicago, USA  
120-122.

Perry, K.; Li, L. (2014)

A retrospective study of the short-term complication rate following 750 elective elbow arthroscopies.

Vet Comp Orthop Traumatol, 27: 68-73

Phillips, A.; Burton, N.; Warren-Smith, C.; Kulendra, E.; Parsons, K. (2014)

Topographic Bone Density of the Radius and Ulna in Greyhounds and Labrador Retrievers with and without Medial Coronoid Process Disease

Vet. Surg., 9999: 1-11

Preston, C.; Schulz, K.; Kass, P. (2000)

In vitro determination for contact areas in the normal elbow joint of dogs.

American Journal of Veterinary Research 61, 1315–1321.

Puccio, M.; Marino, D.; Stefanacci, J.; McKenna, B. (2003)

Clinical evaluation and long-term follow-up of dogs having coronoidectomy for elbow incongruity.

J. Am. Anim. Hosp. Assoc., 39: 473

Read, R.; Armstrong, S.; Keefe, O.; Eger, C. (1990):

Fragmentation of the medial coronoid process of the ulna in dogs: a study of 109 cases.

J. Small Anim. Pract., 31:330-334

Reichle, J.; Park, R.; Bahr, A. (2000):

Computed tomographic findings of dogs with cubital joint lameness.

Vet. Radiol. Ultrasound, 41: 125-130

Remy, D.; Neuhart, L.; Fau, D. (2004)

Canine elbow dysplasia and primary lesions in German shepherd dogs in France.

J. Small Anim. Pract., 45: 244-248

Roush, J.; Dodd, C.; Fritsch, D.; Allen, T.; Jewell, D.; Schoenherr, W.; Richardson, D.; Leventhal, P.; Hahn, K. (2010)

Multicenter veterinary practice assessment of the effects of omega-3 fatty acids on osteoarthritis in dogs.

J. Am. Vet. Med. Assoc., 236: 59-66

- Sallander, M.; Hedhammar, A.; Trogen, M. (2006)  
Diet, exercise and weight as risk factors in hip dysplasia and elbow arthrosis in Labrador Retrievers.  
J. Nutr., 136: 2050-2052 144
- Salomon, F. (2008)  
Knochenverbindungen.  
In: Anatomie für die Tiermedizin, 2. Auflage; Hrsg.: Salomon, F. R.; Geyer, H.; Gille, U., Enke; Stuttgart
- Samoy, Y.; Van Ryssen, B.; Gielen, I.; Walschot, N.; van Bree, H. (2006)  
Review of the literature: elbow incongruity in the dog.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol, 19 (1): 1-8
- Samoy, Y.; Gielen, I.; van Bree, H.; Van Ryssen, B. (2011)  
Dysplastic elbow diseases in dogs.  
Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift, 80: 327-338
- Samoy, Y.; de Bakker, E.; Van Vynckt, D.; Coppieters, E.; van Bree, H.; Van Ryssen, B. (2013)  
Arthroscopic treatment of fragmented coronoid process with severe elbow incongruity.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol, 26: 27-33
- Sams, A. (2000)  
Canine elbow joint arthroscopy: introduction and description of technique.  
Compendium, 22 (2): 135-44
- Schaller, S.; Flohr, T. (2004)  
Computed Tomography- Past, Present, Future.  
In: Multislice CT, Hrsg.: Claussen, C. D.; Fischman, E. K.; Marincek, B.; Reiser, M., Berlin, Heidelberg
- Scharvogel, S. (2004)  
Klinisch-orthopädischer Untersuchungsgang.  
In: Kompendium der allgemeinen Veterinärchirurgie; Hrsg.: Kramer, M., Schlütersche, Hannover
- Schawalder, P. (1990)  
Osteochondrosekomplex am Ellbogengelenk.  
Proceedings schweizerische Vereinigung für Kleintiermedizin 21. Jahresversammlung Biel
- Schleich, S. (1998)  
Ellbogengelenk (Teil 1): Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae.  
Kleintierkonkret, 6: 21-27
- Schulz, K.; Krotscheck, U. (2003)  
Canine elbow dysplasia.  
Textbook of small animal surgery; Hrsg.: Slatter, D., Saunders-Elsevier; Philadelphia

Schwarz, T.; Saunders, J. (2011)  
Veterinary Computed Tomography.  
Wiley- Blackwell Verlag, Berlin

Seghers, H.; de Bakker, E.; van Vynckt, D.; Samoy, Y.; Diels, S.; Gielen, I.; Saunders, J.; van Bree, H.; Van Ryssen, B. (2010)  
Lameness after arthroscopic treatment of FCP: diagnostic findings in 35 joints.  
Proceedings of the 15<sup>th</sup> Annual ESVOT Congress, Bologna, Italy

Tellhelm, B. (2005)  
Röntgendiagnostik am Ellbogengelenk am Hund.  
Prakt. Tierarzt, 6: 398-403

Theyse, L.; Voorhout, G.; Hazewinkel, H. (2005)  
Prognostic Factors in Treating Antebrachial Growth Deformities with a Lengthening Procedure Using a Circular External Skeletal Fixation System in Dogs.  
Vet.Surg., 34: 424-435

Thrall, D. (2013)  
Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology.  
Saunders Elsevier, Saint Louis, Missouri

Ubbink, G.; Van De Broek, J.; Hazewinkel, H.; Wolvekamp, W.; Rothuizen, J. (2000)  
Prediction of the genetic risk for fragmented coronoid process in Labrador retrievers.  
Vet. Rec., 147: 149–152

Van Bree, H.; Van Ryssen, B.; Gielen, I. (2000)  
Treatment of FCP: the Belgian experience.  
Proceedings of the 10<sup>th</sup> Annual ESVOT Congress, Munich Germany

Van Ryssen, B.; Van Bree, H. (1997)  
Arthroscopic findings in 100 dogs with elbow lameness.  
Vet. Rec., 140: 360

Van Ryssen, B.; van Bree, H. (1998)  
Diagnostic and surgical arthroscopy of canine elbow.  
Vet.Clin. North. Am. Small. Animal. Pract., 28 (1): 161-189

Van Ryssen, B.; van Bree, H.; Whitney, W.; Schulz, K. (2003)  
Small animal arthroscopy.  
Textbook of Small Animal Surgery; Hrsg.: Slatter, D.. Saunders-Elsevier, Philadelphia

Vermote, K.; Bergenhuyzen, A.; Gielen, I.; van Bree, H.; Duchateau, L.;  
Van Ryssen, B. (2010)  
Elbow lameness in dogs of six years and older.  
Vet. Comp. Orthop. Traumatol, 23: 43-50

Vollmerhaus, B.; Waibl, H.; Roos, H. (1994)

Gelenke.

In: Anatomie von Hund und Katze; Hrsg.: Frewein, J.; Vollmerhaus, B., Blackwell Wissenschafts-Verlag, Berlin

Wagner, K.; Griffon, D.; Thomas, M.; Schaeffer, D.; Schulz, K.; Samii, V.; Necas, A. (2007)

Radiographic, computed tomographic, and arthroscopic evaluation of experimental radio-ulnar incongruence in the dog.

Vet. Surg., 36: 691

Waibl, H.; Mayrhofer, E; Matis, U.; Brunenberg, L.; Köstlin, R. (2005)

Atlas der Röntgenanatomie des Hundes.

Verlag Paul Parey, Berlin, Wien,

Walde, I.; Tellhelm, B. (1991)

Der fragmentierte Processus coronoideus medialis ulnae (FCP) und die Osteochondrosis dissecans (OCD) im Ellbogengelenk und im Sprunggelenk des Hundes - Literaturübersicht, Diagnose, Therapie

Wiener Tierärztliche Monatschrift, 78: 414-424

Wolschrijn, C.; Weijs, W. (2004)

Development of the trabecular structure within the ulnar medial coronoid process of young dogs.

Anat. Rec. A. Discov. Mol. Cell. Evol. Biol., 278 (2): 514-519

Zamprogno, H.; Hash, J.; Hulse, D.; Lascelles, D. (2011)

Elbow denervation in dogs: Development of an in vivo surgical procedure and pilot testing.

The Veterinary Journal, 190: 220-224

Zwick, M. (2010)

Vergleich radiologischer Befunde mit der Arthroskopie des Ellbogengelenkes beim fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (Koronoiderkrankung) des Hundes inklusive einer Interobserver-Analyse (erfahren- unerfahren) der Röntgen- und Arthroskopiebefunde.

Diss.med.vet., Justus-Liebig-Universität Giessen

## 9 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Computertomographische 3D Rekonstruktion eines linken Ellbogengelenks eines Hundes, Medialansicht 3
- Abbildung 2:** Lagerung eines Hundes zur Anfertigung eines Röntgenbildes des Ellbogengelenks im mediolateralen Strahlengang (Atlas der Röntgenanatomie des Hundes, Waibl et al., 2005) 17
- Abbildung 3:** Lagerung eines Hundes zur Anfertigung eines Röntgenbildes des Ellbogengelenks im kraniokaudalen Strahlengang (Atlas der Röntgenanatomie des Hundes, Waibl et al., 2005) 18
- Abbildung 4:** Röntgenbild eines gesunden Ellbogengelenkes im mediolateralen Strahlengang eines 1 Jahr alten Labrador Retriever in gebeugter Stellung. Der innere Kronfortsatz ist gut abgrenzbar 19
- Abbildung 5:** Röntgenbild des Ellbogen eines Labrador Retriever: radiologisch unauffälliges Ellbogengelenk im kraniokaudalen Strahlengang. 19
- Abbildung 6:** Röntgenbild des Ellbogen eines Labrador Retriever: Ellbogengelenk mit Koronoidpathologie im mediolateralen Strahlengang in gestreckter Position. Das Koronoid ist nicht vollständig abgrenzbar und zeigt eine dichtegeminderte Spitze (schwarzer Pfeil), sowie eine mittelgradiger Sklerose an der Basis des inneren Kronfortsatzes und der Insicura trochlearis (weißer Pfeil). 20
- Abbildung 7:** Röntgenbild des Ellbogen eines Labrador Retriever: erkrankte Ellbogengelenk im mediolateralen Strahlengang. Arthrotischen Zubildungen am Radiuskopf (weißer Pfeil) und im Bereich des Processus anconaeus (schwarzer Pfeil) bei einem 5 Jahre alten Berner Sennenhund. 21
- Abbildung 8:** Labrador Retriever in Rückenlage liegend auf dem Patiententisch in der Gantry des Computertomographen zur Untersuchung der Ellbogengelenke 24
- Abbildung 9:** CT- Bedieneinheit mit Monitor und Computer außerhalb der Gantry hinter einem Bleiglasfenster 25
- Abbildung 10:** Röntgenbild des rechten Ellbogen eines Labrador Retriever im kraniokaudalen Strahlengang: Vorliegen eines freien Fragmentes ( weißer Pfeil). 40
- Abbildung 11:** Röntgenbild des rechten Ellbogen eines Labrador Retriever im mediolateralen Strahlengang: Es sind mittelgradige osteophytäre Zubildungen kranial des Radiuskopf (weißer Pfeil) und auf dem Processus anconaeus feststellbar (schwarzer Pfeil). 41

<b>Abbildung 12:</b> Lagerungshilfe aus Holz mit Klettmanschetten für das Ellbogengelenk eines Hundes zur computertomographischen Untersuchung	42
<b>Abbildung 13:</b> Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben: dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet.	43
<b>Abbildung 14:</b> Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben:dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet. Definierter Schnitt zur Ausmessung des inneren Kronfortsatzes.	44
<b>Abbildung 15:</b> Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Definierter Schnitt zu Ausmessung des inneren Kronfortsatzes	45
<b>Abbildung 16:</b> Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben:dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet. Nach Anlegen einer Hilfslinie im radio-ulnaren Gelenkspalt	46
<b>Abbildung 17:</b> Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Alle drei Schnittebenen (zentral: transversal; rechts oben dorsal, rechts unten sagittal) werden abgebildet. Nach Anlegen der zweiten Hilfslinie in einem Winkel von 90° wird das Koronoid manuell umfahren. Auf dieser Abbildung wurde das Koronoid bereits umfahren.	47
<b>Abbildung 18:</b> Screenshot: Computertomographische Darstellung des Ellbogengelenkes eines Hundes im Knochenrekon. Transversaler Schnitt durch das Ellbogengelenk eines Hundes. Die Fläche des inneren Kronfortsatzes wurde umfahren und vermessen	48
<b>Abbildung 19:</b> Lagerung eines Patienten zu Arthroskopie des rechten Ellbogengelenks (Zwick, 2010)	51
<b>Abbildung 20:</b> Ellbogengelenk eines Hundes. Zugang von medial (McCarthy et al. Veterinary Endoscopy, 2005)	51
<b>Abbildung 21:</b> Prozentuale Altersverteilung der Hunde mit Koronoiderkrankung zum Zeitpunkt der ersten CT- Untersuchung und Arthroskopie	56
<b>Abbildung 22:</b> Verteilung der verschiedenen Rassen in dieser Studie. Die x-Achse beschreibt die verschiedenen Rasen, die y-Achse die Häufigkeit in Zahlen	57



- Abbildung 23:** Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der rechten Vordergliedmaße bei Vorstellung . Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 58
- Abbildung 24:** Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der linken Vordergliedmaße bei Vorstellung Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 59
- Abbildung 25:** Vergleich der vorhandenen Gelenksfüllung der rechten und linken Vordergliedmaße bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt den Vergleich des Auftretens einer Gelenkfüllung der rechten und linken Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 60
- Abbildung 26:** Reaktion der Hunde bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae der rechten und linken Vordergliedmaße bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Reaktion während der Untersuchung der Vordergliedmaße. Die y-Achse beschreibt die Häufigkeit in Prozent 61
- Abbildung 27:** Reaktion der Hunde bei Beugung und Streckung des rechten und linken Ellbogengelenkes bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Reaktion der Patienten bei Beugung und Streckung der Ellbogengelenke in der Untersuchung. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 62
- Abbildung 28:** Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der rechten Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent. 63
- Abbildung 29:** Verteilung der Lahmheitsgrade im Schritt und Trab der linken Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt die Verteilung der Lahmheitsgrade von 0-3. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 64
- Abbildung 30:** Vergleich der vorhandenen Gelenksfüllung der linken und rechten Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt das Auftreten einer Gelenkfüllung der rechten und linken Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent. 65
- Abbildung 31:** Reaktion der Hunde bei Druck auf den Proc. coronoideus medialis ulnae der rechten und linken Vordergliedmaße bei Kontrolluntersuchung. Die x-Achse beschreibt die Reaktion während der Untersuchung der Vordergliedmaße. Die y-Achse beschreibt die Häufigkeit in Prozent. 66

- Abbildung 32:** Reaktion der Hunde bei Beugung und Streckung des rechten und linken Ellbogengelenks bei Kontrolle. Die x-Achse beschreibt die Reaktion der Patienten bei Beugung und Streckung der Ellbogengelenke in der Untersuchung. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 67
- Abbildung 33:** Häufigkeit der Gradeinteilung der arthrotischen Veränderung an Radiuskopf und Proc. anconaeus am rechten Ellbogengelenk bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Ausprägung der arthrotischen Veränderungen in Graden am Radiuskopf und dem Proc. anconaeus. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 68
- Abbildung 34:** Häufigkeit der Gradeinteilung der arthrotischen Veränderung an Radiuskopf und Proc. anconaeus am linken Ellbogengelenk bei Vorstellung. Die x-Achse beschreibt die Ausprägung der arthrotischen Veränderungen in Graden am Radiuskopf und dem Proc. anconaeus. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 69
- Abbildung 35:** Beurteilung des Processus coronoideus medialis ulnae in der Röntgenuntersuchung rechtes und linkes Ellbogengelenk im Vergleich. Die x-Achse beschreibt die röntgenologische Veränderung des PM der rechten und linken Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent. 70
- Abbildung 36:** Verteilung der Veränderung der Koronoidpathologie des rechten Ellbogengelenkes. Die x-Achse beschreibt die Befunde der CT- Untersuchung des Proc. coronoideus der rechten Vordergliedmaße. Die y-Achse die Anzahl der betroffenen Gelenke. 73
- Abbildung 37:** Verteilung der Veränderung der Koronoidpathologie des linken Ellbogengelenkes. Die x-Achse beschreibt die Befunde der CT- Untersuchung des Proc. coronoideus der linken Vordergliedmaße. Die y-Achse die Anzahl der betroffenen Gelenke. 74
- Abbildung 38:** Verteilung der entfernten Fläche des Proc. coronoideus in Graden nach arthroskopischer Behandlung der Ellbogengelenke. Die x-Achse beschreibt den Grad der entfernten Fläche der linken und rechten Vordergliedmaße. Die y-Achse die Häufigkeit in Prozent 76

## 10 Tabellenverzeichnis

<b>Tabelle 1:</b> (nach IEWG 2012): Überblick über die Einteilung der ED-Grade anhand dem Vorliegen und der Größe der Arthrosen in Millimetern(mm) und dem Vorliegen- bzw. Verdacht auf eine der Grunderkrankungen wie Osteochondrosis dissecans (OCD),fragmentierten Processus coronoideus (FCP) oder isolierten Processus anconaeus (IPA) der Ellbogendysplasie (ED)	12
<b>Tabelle 2:</b> Einteilung der arthroskopisch darstellbaren Veränderungen des Processus coronoideus medialis ulnae (PCMU) (Griffon 2012)	33
<b>Tabelle 3:</b> Einteilung der Knorpelschäden anhand des Outerbridge Scoring Systems nach Outerbridge (1961)	34
<b>Tabelle 4:</b> Schema zur Einteilung der Lahmheitsgrade I-IV anhand der Schwere der Lahmheit im Schritt und Trab ( Brunnberg, 1999)	39
<b>Tabelle 5:</b> Dokumentation der erhobenen Befunde der computertomographischen Untersuchung der Ellbogengelenke vor Arthroskopie	49
<b>Tabelle 6:</b> Dokumentation der erhobenen Befunde der computertomographischen Untersuchung der Ellbogengelenke nach Arthroskopie	49
<b>Tabelle 7:</b> Gradeinteilung der entfernten Fläche nach arthroskopischen Eingriff	50

## 11 Anhang

*Anhang 1: Auswertung für die klinische- orthopädische Untersuchung bei Vorstellung*

Datum:

Name	Tiername/easyvet Nr	Rasse	Alter in Monaten	Geschlecht	Gewicht in Kg

- **Adspektion**

	<u>Vorne links</u>	<u>Vorne rechts</u>
Normal	O	O
Entlastung im Stand	O	O
Gliedmaßenfehlstellung	_____	

- **Lahmheitsgrad**

**Im Schritt**

▪ vorne links	0 O	1 O	2 O	3 O	4 O
▪ vorne rechts	0 O	1 O	2 O	3 O	4 O

**Im Trab**

▪ vorne links	0 O	1 O	2 O	3 O	4 O
▪ vorne rechts	0 O	1 O	2 O	3 O	4 O

- **Palpation linke Vordergliedmaße**

**Muskelatrophie**

▪ vorne links	ggr O	mgr O	hgr O
---------------	-------	-------	-------

**Gelenksfüllung**

- vorne links  obB  gefüllt

**Reaktion bei Druck auf Processus coronoideus medialis ulnae**

- vorne links  obB  unwillig  schmerzhaft

**Reaktion bei Beugung und Streckung**

- vorne links  obB  unwillig  schmerzhaft   
Hemmung

**Untersuchung gesamter Gliedmaße**

- Zehen \_\_\_\_\_
- Karpus \_\_\_\_\_
- Ellbogen \_\_\_\_\_
- Schulter \_\_\_\_\_
- Muskeln \_\_\_\_\_
- Sehnen \_\_\_\_\_
- Knochen \_\_\_\_\_
- Bemerkungen:

• **Palpation rechte Vordergliedmaße**

**Muskelatrophie**

- vorne rechts ggr O mgr O hgr O

**Gelenksfüllung**

- vorne rechts obB O gefüllt O

**Reaktion bei Druck auf Processus coronoideus medialis ulnae**

- vorne rechts obB O unwillig O schmerzhaft O

**Reaktion bei Beugung und Streckung**

- vorne rechts obB O unwillig O schmerzhaft O  
Hemmung O

**Untersuchung gesamter Gliedmaße**

- Zehen \_\_\_\_\_
- Karpus \_\_\_\_\_
- Ellbogen \_\_\_\_\_
- Schulter \_\_\_\_\_
- Muskeln \_\_\_\_\_
- Sehnen \_\_\_\_\_
- Knochen \_\_\_\_\_
- Bemerkungen:

*Anhang 2: Röntgenologische Untersuchung vor Arthroskopie*

Name	Tiername/easyvet Nr	Rasse	Alter in Monaten	in	Geschlecht	Gewicht in Kg

**Linker Ellbogen:**

Arthrose mm	Radiuskopf in mm	Arthrose anconaeus in mm	Processus	Vermehrte Sklerosierung PCM	PCM abgrenzbar kaudal

**Rechter Ellbogen:**

Arthrose mm	Radiuskopf in mm	Arthrose anconaeus in mm	Processus	Vermehrte Sklerosierung PCM	PCM abgrenzbar kaudal

*Anhang 3: Auswertung der arthroskopischen Untersuchung*

Datum:

Name	Tiername/easyvet Nr	Rasse	Alter in Monaten	Geschlecht	Gewicht in Kg

**Linker Ellbogen**

- **Synovia:**
  - physiologisch
  - trüb
  - blutig
  
- **Zottenhyperplasie/ Zottenrötung**
  - geringgradig
  - mittelgradig
  - hochgradig
  
- **Zustand des Gelenkknorpels**
  - Chondromalazie
  - Fibrillierung des Knorpels
  - Partielle Erosion
  - Vollständige Erosion
  
- **Im welchem Bereich befindet sich die Veränderung des Gelenkknorpels:**
  - der Trochlea humeri
  - des Radiuskopfes
  - des medialen Kronfortsatzes
  - des gesamten medialen Gelenkkompartmentes



- **Zustand medialer Kronfortsatz:**
  - avitale Spitze
  - Fissur
  - Fragment in situ
  
- **Wurde eine subtotale Koronoidektomie durchgeführt?**
  - Ja
  - nein

### **Rechter Ellbogen**

- **Synovia:**
  - physiologisch
  - trüb
  - blutig
  
- **Zottenhyperplasie/ Zottenrötung**
  - geringgradig
  - mittelgradig
  - hochgradig
  
- **Zustand des Gelenkknorpels**
  - Chondromazie
  - Fibrillierung des Knorpels
  - Partielle Erosion
  - Vollständige Erosion
  
- **Im welchem Bereich befindet sich die Veränderung des Gelenkknorpels:**
  - der Trochlea humeri
  - Des Radiuskopfes
  - des medialen Kronfortsatzes

- des gesamten medialen Gelenkkompartimentes
  
- **Zustand medialer Kronfortsatz:**
  - avitale Spitze
  - Fissur
  - Fragment in situ
  
- **Wurde eine Subtotale Koronoidektomie durchgeführt?**
  - Ja
  - Nein

*Anhang 4: Auswertung für die computertomographische Untersuchung vor Arthroskopie:*

Datum:

Name	Tiername/easyvet Nr	Rasse	Alter in Monaten	Geschlecht	Gewicht in Kg

**Linker Ellbogen:**

Fläche in cm	Mittelwert	Standardabweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment Disloziert/in situ	Fissur Ja/nein

**Rechter Ellbogen:**

Fläche in cm	Mittelwert	Standardabweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment Disloziert/in situ	Fissur Ja/nein

*Anhang 5: Auswertung für die computertomographische Untersuchung nach Arthroskopie:*

Datum:

Name	Tiername/easyvet Nr	Rasse	Alter in Monaten	Geschlecht	Gewicht in Kg

**Linker Ellbogen:**

Fläche in cm	Mittelwert	Differenz	Standard- Abweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment disloziert/in situ	Fissur Ja/nein

**Rechter Ellbogen:**

Fläche in cm	Mittelwert	Differenz	Standard- Abweichung	Perimeter	Minimum	Maximum	Anzahl der Fragmente	Fragment disloziert/in situ	Fissur Ja/nein





• **Palpation rechte Vordergliedmaße**

**Muskelatrophie**

- vorne rechts ggr O mgr O hgr O

**Gelenksfüllung**

- vorne rechts obB O gefüllt O

**Reaktion bei Druck auf Processus coronoideus medialis ulnae**

- vorne rechts obB O unwillig O schmerzhaft O

**Reaktion bei Beugung und Streckung**

- vorne rechts obB O unwillig O schmerzhaft O  
Hemmung O

**Untersuchung gesamter Gliedmaße**

- Zehen \_\_\_\_\_
- Karpus \_\_\_\_\_
- Ellbogen \_\_\_\_\_
- Schulter \_\_\_\_\_
- Muskeln \_\_\_\_\_
- Sehnen \_\_\_\_\_
- Knochen \_\_\_\_\_
- Bemerkungen:

*Anhang 7 : Röntgenologische Untersuchung 6 Wochen nach Arthroskopie*

<b>Name</b>	<b>Tiername/easyvet Nr</b>	<b>Rasse</b>	<b>Alter in Monaten</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Gewicht in Kg</b>

**Linker Ellbogen:**

<b>Arthrose mm</b>	<b>Radiuskopf in mm</b>	<b>Arthrose anconaeus in mm</b>	<b>Processus</b>	<b>Vermehrte Sklerosierung PCM</b>	<b>PCM abgrenzbar kaudal</b>

**Rechter Ellbogen:**

<b>Arthrose mm</b>	<b>Radiuskopf in mm</b>	<b>Arthrose anconaeus in mm</b>	<b>Processus</b>	<b>Vermehrte Sklerosierung PCM</b>	<b>PCM abgrenzbar kaudal</b>



## 12 Danksagung

Zunächst möchte ich mich an dieser Stelle bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Doktorarbeit unterstützt und motiviert haben!

Herrn Prof. Dr. Dr. h.c. Martin Kramer danke ich für die freundliche Aufnahme in die Klinik für Kleintiere, Chirurgie der Justus-Liebig-Universität Gießen und darüber hinaus für die Möglichkeit in der Klinik einer Dissertation sowie meine Aus- und Weiterbildung durchführen zu können.

Herrn Dr. Dipl.-Math. Klaus Failing und seinen Mitarbeitern, der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus- Liebig-Universität Gießen, danke ich für die statistischen Auswertung meiner Ergebnisse.

Ganz herzlich möchte ich mich bei meinen (ehemaligen) Kollegen der Klinik für Kleintiere, Chirurgie, und in besonderem Maße den Mitarbeitern der radiologischen Abteilung für die Durchführungen meiner CT- Untersuchungen bedanken.

Ein besonderer Dank gilt meiner Familie und meinen Freunden, die auch in meinen „schwierigen Phasen“ an mich geglaubt haben und mir immer mit dem nötigen Verständnis und Strenge zu Seite standen.

Im besonderen Maße möchte ich mich an dieser Stelle bei meinem Vater bedanken, der das Ende dieser Arbeit leider nicht mehr erleben konnte, ohne den ich aber niemals der Mensch geworden wäre, der ich heute bin.

Daneben gilt mein Dank meinem Freund Sascha Wagner, der in der letzten Phase meiner Dissertation viel Geduld und Verständnis gezeigt und mir den nötigen Rückhalt gegeben hat um auch in schwierigen Zeiten nicht aufzugeben.

Dankeschön!



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**  
STAUFENBERGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-6401-3



9 17 8 3 8 3 5 19 6 4 0 1 3