

**Osteochondrosis dissecans beim Hund:
Darstellung von Defekten im Schulter-, Ellbogen-,
Knie- und Sprunggelenk sowie am Kreuzbein
mittels Computertomographie**

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin (Dr. med. vet.)
durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

vorgelegt von
Oliver Krone
aus Georgsmarienhütte

Hannover 2002

Wissenschaftliche Betreuung: Univ.-Prof. Dr. M. Fehr

1. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. M. Fehr

2. Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Dr. h.c. mult. W. Drommer

Tag der mündlichen Prüfung: 29.11.2002

„Zusammenfassend kann gesagt werden: Kleine dicke oder große lange Hunde und kleine dünne, langhaarige oder dicke kurzhaarige sollten nicht nach 21 Uhr, langohrige dicke, kurzohrige dünne und Hunde zwischen zwei und acht Jahren nur unter ärztlicher Aufsicht fernsehen.“

LORiot

für meine Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

1	Einleitung	13
2	Literatur	15
2.1	Osteochondrosis dissecans beim Hund	15
2.1.1	Allgemeines	15
2.1.2	Ätiologie	16
2.1.3	Pathogenese	18
2.1.4	Vorkommen	19
2.2	Bildgebende Diagnostik der Osteochondrosis dissecans beim Hund	23
2.2.1	Konventionelles Röntgen	23
2.2.2	Kontrastarthrographie	30
2.2.3	Arthroskopie	32
2.2.4	Magnetresonanztomographie	36
2.2.5	Computertomographie	37
2.2.6	Andere bildgebende Verfahren	39
2.3	Grundlagen der Computertomographie (CT)	41
2.3.1	Aufbau eines Computertomographen	41
2.3.2	Funktionsweise eines Computertomographen	41
2.3.3	Artefakte	44
2.3.4	Interpretation von Computertomographien	46
2.4	Computertomographie in der Kleintiermedizin	47
2.4.1	Einsatzgebiete der CT beim Kleintier	47
2.4.2	Computerarthrotomographie (CAT) beim Hund	48
3	Eigene Untersuchungen	51
3.1	Material	51
3.1.1	Die Patienten	51
3.1.2	Der Computertomograph	51
3.2	Methode	53
3.2.1	Klinische und röntgenologische Untersuchung	53
3.2.2	Allgemeiner Ablauf der Computerarthrotomographie	54

3.2.3	Lagerung des Patienten	55
3.2.4	Erstellung und Bearbeitung der Bilder	59
3.2.5	Interpretation der Bilder	60
3.2.6	Dokumentation, Messungen und Statistik	68
4	Ergebnisse	71
4.1	Signalement der OCD-Patienten	71
4.1.1	Schultergelenkspatienten	71
4.1.2	Ellbogengelenkspatienten	72
4.1.3	Kniegelenkspatienten	72
4.1.4	Tarsalgelenkspatienten	73
4.1.5	Kreuzbeinpatient	73
4.1.6	Graphische Darstellungen der OCD-Patientendaten und der ermittelten Werte	74
4.2	Ergebnisse der Computerarthrotomographien	79
4.2.1	Lokalisationen der OCD und Ausmaße der Defekte	79
4.2.2	Computerarthrotomographische Darstellungen der OCD-Läsionen	82
4.2.3	Statistik	91
5	Diskussion	98
5.1	Präoperative bildgebende Diagnostik der OCD beim Hund	98
5.1.1	Vorteile der CAT gegenüber dem konventionellen Röntgen	100
5.1.2	Nachteile der CAT gegenüber dem konventionellen Röntgen	102
5.2	Messungen	103
5.3	Statistik	104
5.3.1	Signalement der OCD-Patienten	104
5.3.2	Vergleich CAT — Röntgen	106
5.3.3	Korrelationen der ermittelten Werte	108
5.4	Klinische Einsatzmöglichkeiten der CAT und Ausblick	109
5.5	Schlußfolgerungen	110
6	Zusammenfassung	112
7	Summary	114
8	Literaturverzeichnis	116

9	Anhang	133
9.1	Computerarthrotomogramme ausgewählter Patienten	133
9.1.1	Schultergelenke, OCD	134
9.1.2	Ellbogengelenke, OCD.....	138
9.1.3	Ellbogengelenk, subchonrale Knochenzysten.....	142
9.1.4	Ellbogengelenk, FPC	144
9.1.5	Ellbogengelenk, IPA.....	145
9.1.6	Kniegelenke, OCD	146
9.1.7	Kniegelenke, falsch positive Diagnose OCD	149
9.1.8	Talokruralgelenke, OCD.....	151
9.1.9	MPR der OCD des Kreuzbeins	153
9.2	Glossarium der verwendeten CT - Fachbegriffe und Abkürzungen	154
9.3	Tabellen mit den Daten der OCD-Patienten	155
9.4	Tabellen zur Errechnung von Korrelationen der ermittelten Werte der Defektmaße sowie des Patientenalters	159
10	Danksagungen	161

VERZEICHNIS DER VERWENDETEN ABKÜRZUNGEN UND ZEICHEN

Abb.	Abbildung
al.	alii, lateinisch: andere
Bsp.	Beispiel
bzw.	beziehungsweise
ca.	zirka
CAT	Computerarthrotomographie bzw. Computerarthrotomogramm
cm	Zentimeter
cran.	cranialis
caud.	caudalis
CT	Computertomographie
Cond.	Condylus
d	dorsal
dors.	dorsalis
EDV	elektronische Datenverarbeitung
engl.	englisch
Epicond.	Epicondylus
et al.	et alii, lateinisch: und andere
Fa.	Firma
FPC	fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae
h	Stunde
HU	Hounsfield Unit(s)
Inc.	Incisura
i.v.	intravenös
IPA	isolierter Processus anconaeus
kaud.	kaudal
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
kran.	kranial
lat.	lateral(is)
LW	Lendenwirbel

männl.	männlich
max.	maximal
med.	medial(is)
mg	Milligram
min.	minimal
mm	Millimeter
Mon.	Monate
MPR	multiplanare Reformatierung
n	Anzahl
o.b.B.	ohne besonderen Befund
o.g.	oben genannt
OCD	Osteochondrosis dissecans
p	Signifikanz
S.	Seite
s.	siehe
s.o.	siehe oben
sog.	so genannt
s.u.	siehe unten
S 1	erster Kreuzwirbel
Tab.	Tabelle
u.a.	unter andere
v	ventral
ventr.	ventralis
vgl.	vergleiche
Vol.-%	Volumenprozent
weibl.	weiblich
zzgl.	zuzüglich
ρ	Korrelationskoeffizient (nach SPEARMAN)
$\tilde{x}$	Medianwert
$\bar{x}$	arithmetischer Mittelwert
>	größer als
~	ungefähr

ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

	<i>Titel der Abbildung</i>	<i>Seite</i>
Abb. 1	Lokalisationen der OCD beim Hund und ihre Häufigkeit	21
Abb. 2	Holzgestell als Lagerungshilfe für CAT der Hintergliedmaßen	55
Abb. 3	Lagerung des Patienten für CAT der Schultergelenke	56
Abb. 4	Lagerung des Patienten für CAT der Ellbogengelenke	57
Abb. 5	Lagerung des Patienten für CAT der Kniegelenke	58
Abb. 6	Lagerung des Patienten für CAT der Talokruralgelenke	58
Abb. 7	Lagerung des Patienten für CT des Kreuzbeins	59
Abb. 8	Caput humeri, Normal-Tomogramm	62
Abb. 9	Cavitas glenoidalis scapulae, Normal-Tomogramm	63
Abb.10	Trochlea humeri, Normal-Tomogramm	64
Abb.11	Condd. ossis femoris, Normal-Tomogramm	65
Abb.12	Trochlea tali, Normal-Tomogramm	66
Abb.13	Extremitas cran. ossis sacri, Normal-Tomogramm	67
Abb.14	Formeln zur Berechnung statistischer Parameter	69
Abb.15	Rassenverteilung der OCD-Patienten	74
Abb.16	Geschlechtsverteilung der OCD-Patienten	75
Abb.17	Altersverteilung der OCD-Patienten	76
Abb.18	Anzahl der OCD-Patienten pro Gelenk bzw. Lokalisation	77
Abb.19	Anzahl der Patienten mit unilateralen bzw. bilateralen OCD-Läsionen	78
Abb.20	OCD Caput humeri, CAT	82
Abb.21	OCD Cavitas glenoidalis scapulae, CAT	83
Abb.22	OCD Trochlea humeri, CAT	84
Abb.23	OCD Regio intercondylaris humeri, CAT	85
Abb.24	OCD Cond. med. femoris, CAT	86
Abb.25	OCD Cond. lat. femoris, CAT	87
Abb.26	OCD Trochlea tali med., CAT	88
Abb.27	OCD Trochlea tali lat., CAT	89
Abb.28	OCD Extremitas cran. ossis sacri, CT	90
Abb.29	Korrelation von Defektgrößen und Defekttiefen	94
Abb.30	Korrelation von Defektgrößen und Sklerosierungstiefen	95
Abb.31	Korrelation von Defekttiefen und Sklerosierungstiefen	96
Abb.32	Korrelation von Sklerosierungstiefen und Patientenalter	97
Abb.33	OCD Caput humeri, CAT	134
Abb.34	OCD Caput humeri, CAT	135
Abb.35	OCD Caput humeri, CAT	136
Abb.36	OCD Caput humeri, CAT	137

	<i>Titel der Abbildung</i>	<i>Seite</i>
Abb.37	OCD Trochlea humeri, CAT	138
Abb.38	OCD Trochlea humeri, CAT	140
Abb.39	Knochenzysten Condylus humeri, CAT	142
Abb.40	fragmentierter Proc. coronoideus med. ulnae (FPC), CAT	144
Abb.41	isolierter Proc. anconaeus (IPA), CAT	145
Abb.42	OCD Cond. lat. femoris, CAT	146
Abb.43	OCD Cond. med. femoris, CAT	147
Abb.44	OCD Cond. lat. femoris, CAT	148
Abb.45	falsch positive Diagnose OCD Cond. med. femoris, CAT + MPR	149
Abb.46	OCD Trochlea tali med., CAT	151
Abb.47	OCD Trochlea tali med., CAT	152
Abb.48	MPR der OCD des Kreuzbeins	153
Tab. 1	Auswahl von Geweben und ihrer Dichtewerte auf der Hounsfield-Skala	43
Tab. 2	Daten der Schultergelenkspatienten	155
Tab. 3	Daten der Ellbogengelenkspatienten	155
Tab. 4	Daten der Kniegelenkspatienten	156
Tab. 5	Daten der Talokruralgelenkspatienten	156
Tab. 6	Rassenverteilung aller OCD-Patienten	157
Tab. 7	Alters- und Gewichtsverteilung aller OCD-Patienten	158
Tab. 8	mittlere ($\bar{x}$) und mediane ($\tilde{x}$) Defektmaße, -tiefen und Sklerosierungen	158
Tab. 9	Defektgrößen aller untersuchter Gelenke und jeweilige Defekttiefen	159
Tab. 10	Defektgrößen aller untersuchter Gelenke und jeweilige subchondrale Sklerosierungen	159
Tab. 11	Defekttiefen aller untersuchter Gelenke und jeweilige subchondrale Sklerosierungen	160
Tab. 12	Patientenalter und jeweilige Sklerosierungstiefen	160

1 EINLEITUNG

Die Osteochondrosis dissecans (OCD) ist bei jungen Hunden insbesondere großwüchsiger Rassen eine häufig diagnostizierte Lahmheitsursache. Die Diagnostik stützt sich in der Regel einerseits auf die Anamnese mit einer Krankheitshäufung im jugendlichen Alter von acht bis 12 Monaten, andererseits auf die klinische Lahmheits- und die konventionell röntgenologische Untersuchung.

Wenn bei konventioneller Röntgenaufnahme unklare Befunde vorliegen, dann hat sich trotz der technisch anspruchsvollen Durchführung beim Schultergelenk die Positivkontrast-Arthrographie als nützlich erwiesen (GITTERLE u. SCHAWALDER 1981a,b; VAN BREE 1990). Im Ellbogengelenk ist die Durchführung zwar nicht komplizierter als im Schultergelenk, die Interpretation jedoch umso schwieriger, deshalb wird die Arthrographie in diesem Gelenk selten durchgeführt. Im Kniegelenk und im Talokruralgelenk ist diese Technik von so geringem diagnostischen Nutzen, daß sie praktisch nicht zum Einsatz kommt.

Die *ultima ratio* ist deshalb bisher in unklaren Fällen eine diagnostische Arthroskopie oder Arthrotomie, die im Falle der bestätigten Verdachtsdiagnose dann auch therapeutischen Zweck erfüllt, indem Corpora libera entfernt und Usuren der Gelenkflächen mittels spezieller chirurgischer Instrumente geglättet werden können.

In den letzten Jahren hat die Computertomographie (CT) zunehmend Einzug in die Veterinärmedizin gefunden, zunächst hauptsächlich zur Diagnostik von Erkrankungen innerer Organe und des Zentralen Nervensystems (z.B. Gehirntumoren, Diskopathie). Die computertomographische Darstellung von Gelenken (Computerarthrotomographie, CAT) beschränkt sich in der zugänglichen Literatur weitgehend auf fragmentierte Procc. coronoidei (FPC) im Ellbogengelenk, hier wird der CT von mehreren Autoren die höchste diagnostische Zuverlässigkeit im Vergleich mit anderen bildgebenden Verfahren bescheinigt (CARPENTER et al., 1993). Die verschiedenen Lokalisationen der OCD-Defekte jedoch sind trotz ihrer größtenteils guten Darstellbarkeit bis heute noch nicht gesammelt in der veterinärmedizinischen Fachliteratur zu finden.

Einleitung

Intention dieser Arbeit war es, die Möglichkeiten und Grenzen der Computertomographie bei der Darstellung von OCD-Läsionen auszuloten. Zu diesem Zweck wurden die oberflächlichen Defektausdehnungen, die Defekttiefen und die Tiefen der von ihnen ausgehenden subchondralen Sklerosierungen ausgemessen und zusammen mit dem jeweiligen Patientenalter auf mögliche Korrelationen untereinander untersucht.

Die von den erkrankten Gelenken angefertigten konventionellen Röntgenaufnahmen wurden zudem mit den Tomogrammen hinsichtlich ihrer Sensitivität, Spezifität, Genauigkeit und ihres positiven prädiktiven Wertes verglichen.

Außerdem sollte geprüft werden, inwieweit die bei der CAT immer gleichzeitig erfolgende Untersuchung des kontralateralen Gelenks es ermöglichte, klinisch inapparente bilaterale Fälle aufzudecken und so einen Beitrag zur Prognostik zu leisten.

2 LITERATUR

2.1 Osteochondrosis dissecans beim Hund

2.1.1 Allgemeines

Die Osteochondrosis dissecans (OCD) ist eine Erkrankung des wachsenden Skeletts an Gelenkknorpel, Apophysen- und Epiphysenfugen, die bei vielen Spezies beobachtet wird (WALDE u. TELLHELM 1991; EKMAN u. CARLSON 1998). Die erste systematische Beschreibung der OCD beim Hund liefert BRASS (1956) mit der Darstellung von sechs Fällen, die alle das Caput humeri betreffen. Eine chronologische Auflistung der Geschichte der Diagnostik der OCD beim Hund findet sich bei LEIGHTON (1998). Nach GRØNDALEN (1979a) und BOUDRIEU et al. (1983) wird die OCD als eine Störung der enchondralen Ossifikation definiert, die, an Prädilektionsstellen auftretend, zu degenerativen Veränderungen des Knorpels und des subchondralen Knochens führt. Verschiedene Autoren halten den Begriff „Osteochondrose“ für unglücklich gewählt, da primär die Knorpeldegeneration und erst sekundär eine Knochenschädigung eintritt, durch den vorgenannten Begriff aber eine andere Reihenfolge suggeriert wird (FOX u. WALKER 1993a; EKMAN u. CARLSON 1998). Aus diesem Grund werden in einigen Veröffentlichungen die Begriffe „Chondrose“, „Chondroosteose“ oder „Chondrosis dissecans“ verwendet (DÄMMRICH 1979; WALDE u. TELLHELM 1991). MORGAN et al. (2000, S. 5) halten den Begriff „Dyschondroplasie“ für besonders treffend, sehen allerdings aufgrund der allgemeinen Akzeptanz anderer Bezeichnungen keinen Grund, noch einen neuen Namen einzuführen.

Der im angloamerikanischen Schrifttum nahezu einheitlich verwendete Begriff „Osteochondritis dissecans“ geht u.a. auf GRØNDALEN (1979a) zurück. Da bei dieser Erkrankung immer eine Entzündungsreaktion vorliegt, die durch den Kontakt der Synovia mit dem subchondralen Knochen hervorgerufen wird, sollte dieser entzündliche Charakter ihrer Meinung nach wie sonst bei medizinischen Fachbegriffen auch im Namen der Erkrankung enthalten sein. Auch MILTON (1983) und MORGAN et al. (2000, S. 5) vertreten diese Ansicht. Dagegen bevorzugen

FAYOLLE et al. (1987) den Begriff „Osteochondrosis dissecans“ mit der Begründung, die Entzündung sei nur eine Folge der primär degenerativen Schädigung. Da diese Bezeichnung fast ausschließlich auch im deutschsprachigen Schrifttum verwendet wird, wurde so auch in der vorliegenden Arbeit verfahren.

2.1.2 Ätiologie

Die Ätiologie der Osteochondrosis dissecans ist nicht vollständig geklärt, sicher ist zumindest, daß es sich um eine multifaktorielle Erkrankung handelt. Vor allem mittel- bis großwüchsige Rassen mit einem Erwachsenen-Körpergewicht von über 23 kg sind betroffen (OLSSON 1993). Da innerhalb dieser Gruppe einige Rassen deutlich vermehrt auftreten (Deutsche Dogge, Deutscher Schäferhund, Rottweiler, Boxer, Labrador Retriever und Golden Retriever), spricht nach Ansicht vieler Autoren vieles für eine **genetische Prädisposition** der OCD (GRØNDALEN 1979b; OLSON et al., 1980; GUTBROD u. LANGGUTH 1987; SLATER et al., 1991; MONTGOMERY et al., 1994; WEINSTEIN et al., 1995).

ZENTEK und NOLTE (1995) beschreiben, daß ein hoher **Energiegehalt des Futters** die Entstehung einer Osteochondrosis dissecans fördert, insbesondere unausgeglichene Gehalte an **Kalzium, Phosphat** und **Vitamin D** oder exzessiv zugefüttertes Kalzium wirken krankheitsfördernd (FAYOLLE et al. 1987; OLSSON 1993; ZENTEK und NOLTE 1995; RICHARDSON u. ZENTEK 1998): durch den reaktiv hohen Calcitoninspiegel im Blut wird indirekt eine verzögerte Reifung der Chondrozyten provoziert, Folge ist eine Verdickung des Gelenkknorpels (FAYOLLE et al., 1987; FOX u. WALKER 1993a), insbesondere an den Prädilektionsstellen für eine OCD.

Traumata und biomechanische Faktoren spielen nach FAYOLLE et al. (1987), OLSSON (1993) sowie FOX und WALKER (1993a) schon aufgrund der typischen Lokalisationen der Läsionen eine wichtige Rolle innerhalb der Ätiologie dieser Erkrankung. Eine auffällige Proliferation der Knorpelzellen an konvexen Gelenkflächen, die als Prädilektionstellen der Osteochondrosis dissecans anzusehen sind, wird von GRÜNBAUM und PAATSAMA (1986) mit der besonders hohen Druckbelastung und den Schiebebewegungen an diesen Stellen in Zusammenhang gebracht.

Hormonelle Imbalancen können nach FOX und WALKER (1993a) sowie FAYOLLE et al. (1987) Mitverursacher einer Osteochondrose sein: so wird durch das Hormon Somatotropin die Teilungsrate der Knorpelzellen erhöht, die Zellreifung wird durch Schilddrüsenhormone gefördert, Andro- und Östrogene wiederum haben synergistischen bzw. antagonistischen Einfluß auf die Wirkung des Somatotropins.

CARLSON et al. (1995) machen **Durchblutungsstörungen** in Epiphysenarterien für die Demarkierung von Knorpelanteilen im Zuge der Osteochondrosis dissecans verantwortlich. Eine Fehlentwicklung dieser in einem frühen Entwicklungsstadium des Tieres vorhandenen Blutgefäße ist ihrer Meinung nach die Ursache für die folgende Störung der enchondralen Ossifikation.

TOMLINSON et al. (2001) versuchen, sich der Ätiologie der OCD auf **biochemischem** Wege zu nähern. Sie konstatieren zwar, daß OCD-betroffener Gelenkknorpel höhere Gehalte an Typ I-Kollagen und Typ X-Kollagen sowie niedrigere Gehalte an Glykosaminoglykan als gesunder Gelenkknorpel aufweise, eine direkte Korrelation zur Ätiopathogenese kann aber nicht gefunden werden.

2.1.3 Pathogenese

Die Osteochondrosis dissecans wird als eine Störung der enchondralen Ossifikation definiert (GRØNDALEN 1979a; BOUDRIEAU et al., 1983), die aus zwei Prozessen besteht: der Chondrogenese und der Osteogenese. Bei der OCD liegt nach OLSSON (1980) sowie FAYOLLE et al. (1987) primär eine Störung der Chondrogenese, sekundär eine Störung der Osteogenese vor. Physiologischerweise teilen sich die Gelenkknorpelzellen kontinuierlich, die Interzellularmatrix verkalkt stellenweise. Dadurch wird die Ernährung der betroffenen Chondrozyten unterbunden, sie müssen degenerieren. Aus perichondral gelegenen Blutgefäßen wandern Chondroklasten und Osteoblasten ein. Erstere phagozytieren mineralisierte degenerierte Knorpelzellen, Osteoblasten scheiden Knochengrundsubstanz (Osteoid) aus, die später mineralisiert. Aufgrund verschiedener metabolischer Faktoren degenerieren und kalzifizieren die Knorpelzellen nicht planmäßig, sie hypertrophieren stattdessen. Den Chondroklasten fehlt das Signal der Mineralisation, sie bleiben inaktiv. Dies führt zu einer kontinuierlichen Verdickung der Knorpelschicht, die später demarkiert wird. Dieses Stadium der klinisch meist nicht apparenten Osteochondrose kann zur spontanen Abheilung gelangen (PARÉ et al., 1986), sich aber auch zur Osteochondrosis dissecans weiterentwickeln: nach Überschreiten einer kritischen Schichtdicke des Knorpels, der durch Diffusion über die Synovia ernährt wird, kommt es zur Nekrose der tiefgelegenen Zellen (OLSSON 1980; PARÉ et al., 1986; FAYOLLE et al., 1987). Dadurch entstehen lockere Bereiche der Knochen-Knorpelgrenze, die sich bei mechanischer Belastung zu Zusammenhangstrennungen weiterentwickeln können. Eine manifeste (durch Schmerz klinisch apparente) Entzündung entsteht durch den Kontakt der Synovia mit dem nun teilweise freiliegenden subchondralen Knochen (FOX u. WALKER 1993a). Das Stadium der Osteochondrosis *dissecans* ist erreicht, wenn es zur Ablösung von Knorpelfragmenten kommt. Ein Fragment (Dissekat) kann partiell Kontakt zur Knorpelschicht halten, dann wird es als „Knorpelflap“ bezeichnet; durch Loslösung von der Knorpelschicht entsteht ein freier Gelenkkörper (Corpus liberum), der weiter wachsen und später mineralisieren kann (OLSSON 1993). Corpora libera im Schultergelenk können in den großräumigen kaudalen Rezessus wandern und dort

klinisch inapparent verweilen (ARBESSER 1975), in anderen Gelenken führen sie regelmäßig zu Schmerzen und damit klinisch zur Lahmheit. Eine faserknorpelige Ausheilung des Defektes kann nur erfolgen, wenn sich das Fragment vollständig losgelöst hat, ein Knorpelflap verhindert nach FAYOLLE et al. (1987) und FOX und WALKER (1993a) eine solche Ausheilung; sowohl Knorpelflap als auch Corpus liberum führen nach verschieden langer Zeit in der Regel zur Ausbildung einer Arthropathia deformans.

2.1.4 Vorkommen

2.1.4.1 Lokalisationen

Die häufigsten Lokalisationen der Osteochondrosis dissecans beim Hund sind der zentrokaudale Anteil des **Caput humeri**, die **Trochlea humeri**, der **Condylus lateralis ossis femoris** und die **Trochlea tali medialis** (PARÉ et al., 1986; FAYOLLE et al., 1987; KIPPENES u. JOHNSTON 1998).

Seltener sind der zentrale Anteil der **Cavitas glenoidalis scapulae** (MILTON et al., 1981; KOMAREK 1988), der **Condylus medialis ossis femoris** (MONTGOMERY et al., 1989; HARARI 1998) oder die **Trochlea tali lateralis** (VAN EE et al., 1988; CARLISLE et al., 1990; FITCH u. BEALE 1998) betroffen.

Vereinzelt wird über eine OCD im Kniegelenk berichtet, bei der seitliche Anteile der **Patella** betroffen sind (SHEALY et al., 1992; HORST 2000).

Nur ein Fall der OCD des **Caput ossis femoris** findet Erwähnung in der Literatur, wegen der kleinen Hunderasse (Pekinese) und der röntgenologischen Ähnlichkeit wurde in diesem Fall präoperativ die Fehldiagnose „Aseptische Femurkopfnekrose“ (Morbus Legg-Calvé-Perthes) gestellt (JOHNSON et al., 1985).

Ebenfalls nur ein Autorenteam erwähnt die **distale Radiusepiphyse** als Lokalisation einer OCD (BUTLER et al., 1971).

Unter anderen erwähnen LANG et al. (1992) außerdem die Osteochondrosis dissecans der kranialen Terminalplatte des **Os sacrum**, bei MILTON (1983) findet sich noch ein Hinweis auf den Dorsalrand des **Azetabulums** als Lokalisation einer OCD beim Hund.

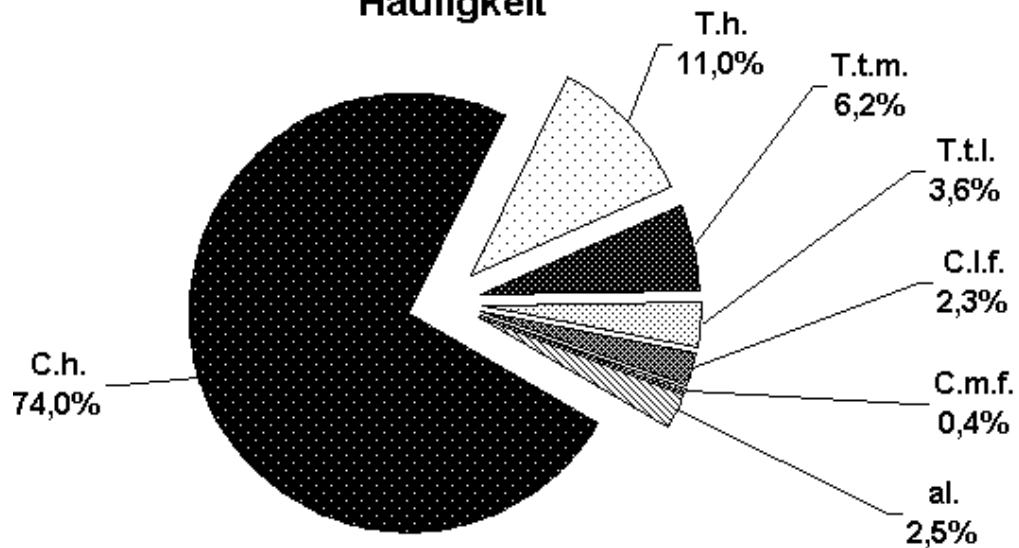
BASHER et al. (1988) berichten von einem Fall **subchondraler Knochenzysten** der distalen Tibia, die sie bei einem Patienten mit multiplen Lokalisationen von OCD diagnostizierten und vermuten einen Zusammenhang mit der OCD. Ein Nachweis kann nicht erbracht werden, bis jetzt sind solche speziellen Knochenzysten bei Hund in der veterinärmedizinischen Fachliteratur anekdotischer Natur.

2.1.4.2 Seitigkeit

Die OCD des Caput humeri tritt nach WHITEHAIR und RUDD (1990) in 43 bis 65 %, die OCD der Trochlea humeri nach GUTHRIE (1989) in 50 % der Fälle bilateral auf. Im Kniegelenk werden insgesamt bis zu 72 % bilaterale Fälle diagnostiziert (MONTGOMERY et al., 1989), die Osteochondrosis dissecans des Talus tritt in etwa 44 % der Fälle beidseitig auf (MONTGOMERY et al., 1994).

Die Prozentangaben in der folgenden Graphik (Abb. 1) wurden aus den Beiträgen von KIPPENES und JOHNSTON (1998) sowie MONTGOMERY et al. (1994) übernommen und stellen Näherungswerte dar; zu den seltenen Lokalisationen (Cavitas glenoidalis scapulae, distaler Radius, Os sacrum, Azetabulum, Caput ossis femoris und Patella) gibt es keine entsprechenden Angaben, rechnerisch bleibt eine Summe von ca. 2,5 % für alle zusammen.

Lokalisationen der OCD beim Hund und ihre Häufigkeit



C.h.	Caput humeri	~ 74 %
C.l.f.	Condylus lateralis ossis femoris	~ 2,3 %
C.m.f.	Condylus medialis ossis femoris	~ 0,4 %
T.h.	Trochlea humeri	~ 11 %
T.t.l.	Trochlea tali lateralis	~ 3,6 %
T.t.m.	Trochlea tali medialis	~ 6,2 %
al.	- Cavitas glenoidalis scapulae - distale Radiusepiphyse - Extremitas cranialis ossis sacri - dorsaler Rand des Azetabulu - Caput ossis femoris - Patella	
	zusammen	~ 2,5 %

Abb. 1: Lokalisationen der OCD beim Hund und ihre Häufigkeit

2.1.4.3 Alter

Das Erkrankungsalter liegt innerhalb recht enger Grenzen, im Durchschnitt erkranken die Hunde nach CLAYTON-JONES (1980) und FAYOLLE et al. (1987) mit sechs Monaten. OLSSON (1993) nennt für einzelne Lokalisationen der OCD typische Alter, in denen die Erkrankung klinisch apparent wird: OCD im Schultergelenk wird im Mittel mit fünf bis sieben Monaten gesehen, im Ellbogengelenk mit vier bis fünf Monaten, im Kniegelenk mit sechs bis acht Monaten und im Tarsalgelenk mit vier bis sechs Monaten. Bei SLATER et al. (1991) wird zwischen dem Alter, in dem die Erkrankung diagnostiziert wird und dem zurückgerechneten vermuteten Auftreten der OCD unterschieden: demnach erkranken die Hunde im Mittel mit vier bis sieben Monaten, die Diagnose OCD wird gestellt, wenn die Tiere sechs bis acht Monate alt sind. Interessant sind hier allerdings die unterschiedlichen Tendenzen, die aus den Graphiken zu erkennen sind: besonders früh wird die OCD des Ellbogengelenks diagnostiziert, was die Autoren mit dem akuten Auftreten und der guten Erkennbarkeit der Lahmheit für den Besitzer erklären. Etwas später wird die OCD des Schultergelenks diagnostiziert, es folgt die OCD des Talokruralgelenks, tendenziell am spätesten wird die OCD des Kniegelenks diagnostiziert.

2.1.4.4 Geschlecht

In der Literatur wird schon früh die deutliche Häufung beim männlichen Tier beschrieben. Rüden weisen eine höhere Wachstumsintensität und eine insgesamt längere Wachstumsphase als Hündinnen auf, was die in allen größeren Untersuchungen auffällige Geschlechtsprädisposition hinreichend erklärt (BIRKELAND 1967; BRUNNBERG et al., 1978; GUTHRIE 1989; PERSON 1989; HORST 2000). SLATER et al. (1991) relativieren dies: in ihrer umfangreichen Retrospektivstudie zur OCD finden sie zwar eine tatsächlich deutliche männliche Prädisposition zur OCD des Caput humeri, die Fallzahlen aller Studien reichen ihrer Meinung nach aber nicht aus, um eine ebensolche Prädisposition des Rüden für die OCD anderer Gelenke zu belegen. GUTHRIE und PIDDUCK (1990) weisen hingegen in einer großangelegten

Untersuchung mit Hilfe des britischen Blindenhund-Verbandes neben der Heritabilität der OCD des Ellbogengelenks auch die Prädisposition der Rüden für diese Erkrankung nach und empfehlen den Zuchtausschluß der betroffenen Tiere.

2.2 Bildgebende Diagnostik der Osteochondrosis dissecans beim Hund

2.2.1 Konventionelles Röntgen

2.2.1.1 Schultergelenk

Technik

Zur Darstellung einer Osteochondrosis dissecans am Caput humeri ist nach FOX und WALKER (1993b) sowie JOHNSTON (1998) vor allem die Aufnahme i mediolateralen Strahlengang wichtig, bei der das betroffene Gelenk plattennah gelagert wird. Hals und Kopf sollen überstreckt, die zu untersuchende Gliedmaße kräftig nach kranioventral und die kontralaterale Gliedmaße nach kaudal gezogen werden, um Überlagerungen mit Trachea und Sternum zu vermeiden (SCHEBITZ u. WILKENS 1989: S. 60; KIPPENES u. JOHNSTON 1998; MORGAN et al., 1998, S. 186). PUNZET (1974) sowie BRUNNBERG et al. (1978) empfehlen, immer beide Schultergelenke zu röntgen, da nach ihrer Erfahrung oft trotz einseitiger Lahmheit beidseitige Läsionen vorliegen.

Bei dezenten Veränderungen können nach PENNOCK (1974) und JOHNSTON (1998) Schrägaufnahmen hilfreich zur Darstellung einer Läsion sein. Eine Aufnahme im kaudokranialen Strahlengang ist vor allem hilfreich bei der Suche nach freien Dissekatoren. Dafür wird der Patient in Rückenlage verbracht und die zu untersuchende Gliedmaße nach kranial gezogen (JOHNSTON 1998), generell wird

wegen der Schmerzhaftigkeit der Lagerungsmanipulationen eine Allgemein-anästhesie des Patienten empfohlen: ein genügend starkes Herausziehen der betroffenen Gliedmaße wird erst durch die komplette Muskelrelaxation in Narkose möglich (JOHNSTON 1998).

Befunde

Die Befunde werden mit Fortschreiten der Erkrankung zunehmend deutlicher: zunächst kommt es zu einer Unregelmäßigkeit, später zu einer Abflachung der kaudalen Gelenkfläche des Caput humeri. Ein von dieser Lokalisation ausgehender sklerotischer Randsaum wird ausgeprägt, bei spät diagnostizierten Fällen ist ein Defekt in Form einer Konkavität der Gelenkfläche dann oftmals schon deutlich zu erkennen. Im Laufe der Zeit kommt es bei unbehandelten Fällen zu Zeichen einer sekundären Arthropathia deformans, die sich auch an den Tubercula supra- und infraglenoidale scapulae und in einer zungenartigen Sklerosierung des Sulcus intertubercularis des Humerus zeigen (FOX u. WALKER 1993b; HORS 2000).

In etwa 25 % der Gelenke kalzifizieren Corpora libera (VAN BREE 1993), die konventionell (nativ) röntgenologische Darstellbarkeit dieser freien Gelenkkörper ist erst dann gegeben. Nach Wanderung in den kaudalen Rezessus des Schultergelenks können solche Stücke dort ohne klinische Apparenz verweilen, das Defektbett kann ausheilen und die Gelenkfläche des Humeruskopfes dann röntgenologisch unauffällig erscheinen lassen (ARBESSER 1975). Im selteneren Fall der Wanderung eines Dissekates nach kраниomedial in die Sehnenscheide des M. biceps brachii oder die Bursa des M. subscapularis verursacht es aber fast immer schmerzhaft Reaktionen (ARBESSER 1975; BRUNNBERG et al., 1978; JOHNSTON 1998).

VAN BREE (1992) erweitert das Spektrum der indirekten röntgenologischen Anzeichen für eine OCD des Caput humeri: in 20 % der Fälle kann er das Auftreten des sog. „Vakuumphänomens“ im Zusammenhang mit schmerzhaften OCD-Läsionen mit Corpora libera beobachten. Dieses Phänomen wird vermutlich durch Gase erzeugt, die bei starker Traktion eines Gelenks aus Extrazellulärflüssigkeit in den Gelenkspalt eintreten und eine Art Negativkontrast-Arthrogramm erzeugen. In

der Humanmedizin wird dies zu diagnostischen Zwecken genutzt, beim Hund ist dieses Phänomen nicht reproduzierbar und wird bisher nur vom o.g. Autor mit der OCD in Zusammenhang gebracht (VAN BREE 1992).

2.2.1.2 Ellbogengelenk

Technik

Wegen der hohen Inzidenz bilateraler Ellbogengelenksläsionen empfehlen FOX und WALKER (1993c), stets das linke und rechte Gelenk zu röntgen, standardmäßig vier Projektionen pro Gelenk: mediolateral in neutraler Winkelung, mediolateral in Hyperflexion, mediolateral in 45° Supination und kraniokaudal.

Außerdem werden von CARPENTER et al. (1993) mediolaterale 15°-Supinations- und kraniokaudale 15°-Supinationsaufnahmen empfohlen. Auch READ (1993) empfiehlt zur besseren Darstellung der Trochlea humeri eine kraniolateral-kaudomediale 45°-Projektion.

Für die mediolateralen Darstellungen wird der Patient mit der zu untersuchenden Gliedmaße plattennah in Seitenlage verbracht, das Ellbogengelenk wird dabei i Winkel von 30 - 60° bzw. maximal gebeugt. Die kraniokaudale Projektion wird mit dem Patienten in Brust-Bauchlage und nach kranial gezogener Gliedmaße erreicht (SCHEBITZ u. WILKENS 1989: S. 61; FEHR u. MEYER-LINDENBERG 1990; FOX u. WALKER 1993c; MORGAN et al., 1998, S. 208; KIPPENES u. JOHNSTON 1998).

Befunde

Wie im Schultergelenk, so differieren auch im Ellbogengelenk die röntgenologisch zu erhebenden Befunde je nach Alter der Erkrankung. Zunächst wird eine subchondrale Aufhellung im Bereich des distalen Aspekts der Trochlea humeri beschrieben (ALEXANDER et al., 1981; BOUDRIEAU et al., 1983), in späterem Stadium wird eine von dort keilförmig nach proximal ziehende Sklerosierungszone sichtbar (ALEXANDER et al., 1981; FOX u. WALKER, 1993c). Ein erstes indirektes röntgenologisches Anzeichen für eine OCD der Trochlea humeri oder einen

fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (FPC) ist eine unregelmäßige dorsale Kontur (Dach) des Processus anconaeus, die im mediolateralen Strahlengang dargestellt werden kann (BOUDRIEU et al., 1983; READ 1993). Osteophyten werden nach HORST (2000) auch im Bereich des Caput radii, des Processus coronoideus medialis ulnae und des Epicondylus medialis ulnae früh sichtbar, bei Retriever-Rassen früher als beim Rottweiler (GRØNDALEN 1979b), kalzifizierte Corpora libera lassen sich in vielen Fällen röntgenologisch nachweisen.

2.2.1.3 Kniegelenk, Condyli femoris

Technik

Zur röntgenologischen Darstellung von OCD-Läsionen am medialen oder lateralen Condylus femoris werden Aufnahmen im mediolateralen, im kraniokaudalen und i kaudokraniellen Strahlengang angefertigt. Zur mediolateralen Projektion wird das betroffene Gelenk plattennah in einer neutralen Winkelung gelagert. Die kraniokaudale Projektion wird in Rückenlage des Patienten erreicht, die kaudokranielle in Brust-Bauchlage. Letztere eignet sich nach MORGAN et al. (2000, S. 234) durch die Plattennähe der Kondylen und den senkrecht zum Gelenkspalt auftreffenden Röntgenstrahl besonders gut zur Beurteilung der distalen Kontur beider Kondylen. Dabei wird die kontralaterale Gliedmaße leicht angehoben, um durch Drehung im Becken eine Rotation des zu untersuchenden Kniegelenks zu erreichen. Bei einem Winkel von 30° zwischen Femur und Tischfläche sowie einem 30° distoproximal weisenden Röntgenstrahl ist eine gute Darstellung der distalen Aspekte beider Kondylen gegeben (MORGAN et al., 2000, S. 234). Nach ARBESSER (1974) und CLAYTON-JONES (1980) ist die leicht rotierte mediolaterale Projektion gut zur Beurteilung beider Femurknorren geeignet, da diese durch die Rotation auseinanderprojiziert werden.

Auch MONTGOMERY et al. (1989) und KIPPENES und JOHNSTON (1998) halten diese Technik für nutzbringend, sie rotieren den Tarsus leicht nach medial, um die o.g. getrennte Projektion der Femurkondylen zu erreichen.

Befunde

Die Veränderungen am Femur reichen von kleinen subchondralen Aufhellungen bis hin zu großen Defekten im gewichttragenden mediodistalen Bereich meist des Condylus lateralis, aber auch des Condylus medialis ossis femoris (ARBESSER 1974; DENNY u. GIBBS 1980).

Röntgenologische Anzeichen sind nach DENNY und GIBBS (1980) und MONTGOMERY et al. (1989) zunächst ein transluzentes Areal mit oder auch ohne sklerotischen Randsaum. Corpora libera lassen sich im nativen Röntgen auch hier nur darstellen, wenn sie zumindest teilweise kalzifiziert sind (DENNY und GIBBS 1980; MONTGOMERY et al., 1989). Allerdings können auch sichtbare Dissekate i Kniegelenk leicht übersehen werden, weil hier großräumige Recessus vorhanden sind: die Recc. suprapatellaris und subextensorius sind bevorzugte Orte, an denen Corpora libera - weit entfernt vom Defektbett - zu liegen kommen können und deshalb nicht als solche identifiziert werden (ARBESSER 1974).

Nach ARBESSER (1974) besteht die Gefahr einer Verwechslung des Sesambeins des Musculus popliteus mit einem Corpus liberum, und auch die Fossa extensoria am lateralen Kondylus kann als OCD-Läsion fehlgedeutet werden. Zudem kann die Überlagerung („Tangentialeffekt“) von distalen Anteilen der Femurkondylen und der Eminentia intercondyloidea der Tibia eine Transluzenz der Kondylen an der typischen Lokalisation der OCD vortäuschen (ARBESSER 1974).

2.2.1.4 Kniegelenk, Patella

Technik

Die selten vorkommende OCD der Patella wird vorzugsweise mittels der sog. „Skyline“-Aufnahmetechnik dargestellt, die besonders bei der Diagnostik der Patellaluxation eine Rolle spielt (ALBRECHT 1999). Der Patient wird in Brust-Bauchlage verbracht, das betroffene Kniegelenk stark gebeugt nach kranialweisend

(Flexion des Hüftgelenks) auf die Röntgenplatte platziert, der Röntgenstrahl soll tangential auf das Kniescheibengelenk treffen, so daß eine proximodistale Ansicht der Patella erzeugt wird (MORGAN et al., 1998, S. 248) und die betroffenen lateralen Anteile beurteilt werden können.

Befunde

Bei SHEALY et al. (1992) findet sich eine Beschreibung der röntgenologischen Befunde: fleckiges Aussehen der Patella und Transluzenz des Apex patellae in mediolateralen Aufnahmen, die „Skyline“-Projektion zeigt unregelmäßige mineraldichte Strukturen lateral der Patella.

2.2.1.5 Talokruralgelenk

Technik

Durch die Komplexität des Gelenks und die geringe Größe der Läsionen ist die röntgenologische Diagnosestellung nicht einfach. Standardprojektionen sind die mediolaterale und die dorsoplantare. Zusätzlich werden von den meisten Autoren Schrägaufnahmen empfohlen: 45°-dorsolateral-plantaromediale und 45°-dorsomedial-plantarolaterale Projektionen.

FITCH und BEALE (1998) können weniger als die Hälfte der OCD-Läsionen der Trochlea tali lateralis in der dorsoplantaren Standardprojektion diagnostizieren, womit FOX und WALKER (1993d) bestätigt werden, die die Standard-Dorsoplantaraufnahmen nur bei Läsionen der Trochlea tali medialis empfehlen können, da hier der Calcaneus über den lateralen Rollkamm des Talus projiziert und der mediale Rollkamm überlagerungsfrei dargestellt wird. Nach FOX und WALKER (1993d) wird mit gehaltenen dorsoplantaren Aufnahmen („Streßaufnahmen“), bei denen Zug auf das gestreckte Talokruralgelenk ausgeübt und der Gelenkspalt so erweitert wird, eine besonders gute Visualisierung von OCD-Läsionen an Talusrollkamm erreicht.

Auch nach ROBINS et al. (1983), CARLISLE et al. (1990), WISNER et al. (1990) und NEWELL et al. (1994) ist zur Darstellung beider Anteile der Trochlea tali eine dorsoplantare Standardaufnahme in den meisten Fällen nicht ausreichend.

Nach CARLISLE et al. (1990) und WISNER et al. (1990) eignet sich zur Darstellung von proximalen und proximodorsalen Läsionen der medialen Trochlea tali die vorgenannte dorsolateral-plantaromediale Schrägaufnahme, für die der Patient in Rückenlage verbracht und die betreffende Pfote um etwa 45° endorotiert wird. Der Calcaneus wird nach lateral über die laterale Trochlea tali rotiert, der mediale Anteil wird sichtbar. Umgekehrt eignet sich die dorsomedial-plantarolaterale Projektion, bei der der Calcaneus über die mediale Trochlea tali gedreht wird (Exorotation der Pfote), zur Darstellung von Läsionen an der lateralen Trochlea tali (WISNER et al., 1990). KIPPENES und JOHNSTON (1998) kommen zu dem logischen Schluß, daß die jeweilige Lokalisation bestimme, welche Projektion die am besten geeignete sei, das heißt, daß bei nicht eindeutiger Diagnose (laterale oder mediale Trochlea tali) durch die klinische Untersuchung die gesamte Serie der Aufnahmen angefertigt werden muß.

Zur Darstellung einer OCD des Talus hält OLSSON (1993) die dorsoplantare Projektion in Extension sowie die 45° - Schrägprojektionen in maximaler Flexion für entscheidend, MIYABAYASHI et al. (1991) beschreiben eine ähnliche Technik zur Darstellung von OCD-Defekten der lateralen Trochlea tali: das Talokruralgelenk wird zu etwa 100° gebeugt (Patient in Rückenlage), der Röntgenstrahl trifft tangential auf den proximalen Aspekt des Talusrollkamms, zwischen Röntgenstrahl und Mittelfußknochen ist ein Winkel von 15°.

Befunde

BREUR et al. (1989), WISNER et al. (1990), MIYABAYASHI et al. (1991) und NEWELL et al. (1994) zählen folgende typische Befunde für eine OCD im Talokruralgelenk auf: Erweiterung des betreffenden Gelenkspaltes, Sklerosierung der angrenzenden Teile der Cochlea tibiae, verdichteter periartikulärer Weichteilschatten sowie Aufrauung des Malleolus medialis und osteophytäre Zubildungen im

periartikulären Bereich. Der Talusrollkamm erscheint zunächst abgeflacht, eine schnell einsetzende Arthrose führt zu einer unruhigen proximalen Kontur. Die oft in situ verbliebene, an der Gelenkfläche anhaftende Knorpelschuppe läßt sich nur schwer röntgenologisch darstellen.

Degenerative Veränderungen im Sinne einer sekundären Arthropathia deformans können schon nach sechs Wochen (NEWELL et al., 1994) sichtbar sein, besonders ausgeprägt nach WISNER et al. (1990) bei Erkrankung der Trochlea tali medialis.

2.2.2 Kontrastarthrographie

2.2.2.1 Allgemeines

Eine Arthrographie ist eine Röntgenaufnahme, für die in das zu untersuchende Gelenk flüssiges (z.B. iodhaltiges) Kontrastmittel (*Positivkontrast-Arthrographie*), Gase (z.B. sterile Luft, CO₂; *Negativkontrast-Arthrographie*, *Pneumo-Arthrographie*) oder beides (*Doppelkontrast-Arthrographie*) injiziert wird (GITTERLE u. SCHAWALDER 1981a; VAN BREE 1990, 1993). Die Negativkontrast- oder Pneumo-Arthrographie wird in der veterinärmedizinischen Fachliteratur zum Kleintier nur selten erwähnt (GITTERLE u. SCHAWALDER 1981a; MORGAN et al., 2000, S. 28). Die Doppelkontrast-Arthrographie wird noch 1981 beim Hund nur im Kniegelenk durchgeführt (GITTERLE u. SCHAWALDER 1981a), LOWRY et al. (1993) experimentieren mit dieser Technik im Ellbogengelenk des Hundes mit dem Ergebnis, daß die im relativ kleinen Hundegelenk - im Vergleich mit dem Ellbogengelenk des Menschen - zwangsläufig entstehenden Luftbläschen die genaue Beurteilung der Gelenkfläche unmöglich machen. Gebräuchlich ist deshalb in der Veterinärmedizin beim Hund nur die Positivkontrast-Arthrographie, im Folgenden als *Arthrographie* bezeichnet. Nachteile werden von WHITEHAIR und RUDD (1990) in der notwendigen Allgemeinanästhesie, der möglichen Irritation chemischer oder mechanischer Art und der für den ungeübten Praktiker schwierigen Durchführung und anschließenden Interpretation gesehen.

2.2.2.2 Schultergelenk

Schon SUTER und CARB (1969) führen Arthrographien im Schultergelenk des Hundes durch, bei denen sogar Fissuren im Gelenkknorpel diagnostiziert werden können. Obwohl auch mit Hilfe der Arthrographie mitunter feine Strukturen nicht dargestellt werden können (VAN RYSEN et al., 1993a), sehen KIPPENES und JOHNSTON (1998) in dieser Technik ein geeignetes diagnostisches Mittel zumindest zur postoperativen Kontrolle eines Heilungserfolges in Form einer faserknorpeligen Auffüllung eines OCD-Defektbettes.

Corpora libera können nach GITTERLE und SCHAWALDER (1981a, b) sowie MORGAN et al. (2000, S. 28 f.) ebenfalls gut durch eine sichtbare Füllungslücke im Bereich des vom Kontrastmittel ummantelten Dissekates dargestellt werden. Dies ist besonders dann von Vorteil, wenn es sich in der Sehnenscheide des Musculus biceps brachii befindet und in der konventionellen Röntgenaufnahme (Lateralprojektion) durch Anteile des Humerus überlagert wird.

2.2.2.3 Ellbogengelenk

Die nur dem Geübten vorbehaltene Technik und teure Ausrüstung ist für MORGAN et al. (2000, S. 84) der Grund für die seltene Durchführung zur Diagnostik am Ellbogengelenk. Eine detaillierte Beschreibung dieser Technik liefern LOWRY et al. (1993), sie betonen, daß die Durchführung nicht schwierig sei, die korrekte Beurteilung jedoch einige Übung erfordere; diese Einschätzung findet sich schon bei GITTERLE und SCHAWALDER (1981a). Wie im Schultergelenk ist auch hier zumindest eine Darstellung eines Corpus liberum durch die Sichtbarkeit einer Ausfüllungslücke im Bereich des Kontrastmittels denkbar (LOWRY et al., 1993), in einer Studie von CARPENTER et al. (1993) allerdings ist die diagnostische Genauigkeit („diagnostic accuracy“) der Arthrographie im Ellbogengelenk im Vergleich mit konventionellem Röntgen, Xenoradiographie, Lineartomographie, Computertomographie und Arthroskopie mit Abstand am geringsten.

2.2.2.4 Kniegelenk

Es gibt in der veterinärmedizinischen Fachliteratur wenige Angaben über die Arthrographie des Kniegelenks des Hundes, VAN GESTEL (1985) erwähnt die geringe Zuverlässigkeit der auf diesem Weg gestellten Diagnose, auch HARARI (1998) berichtet von der geringen Gebräuchlichkeit anderer als der konventionellen Röntgenaufnahmen zur Diagnose von OCD-Läsionen im Kniegelenk.

Das erklärt sich aus der Größe der zu füllenden Gelenksinnenräume und dem daher großen benötigten Volumen an Kontrastmittel, das eine Beurteilung so feiner Strukturen durch Überlagerung in allen denkbaren Projektionen schwierig oder unmöglich macht.

2.2.2.5 Talokruralgelenk

Allgemein wird die Erkennung von OCD-Läsionen durch die Einbringung von Kontrastmittel in dieses Gelenk eher erschwert, was auf die geringe Größe der Defekte und die Komplexität des Gelenks zurückzuführen ist. In der zugänglichen Literatur findet sich daher nur ein Fall, in dem die Autoren die bessere Darstellung eines Fragments im Bereich der Trochlea tali lateralis mittels Arthrographie beschreiben (VAN EE et al., 1988).

2.2.3 Arthroskopie

2.2.3.1 Schultergelenk

Erstmals von PERSON (1986) detailliert beschrieben, bietet die Arthroskopie des Schultergelenks des Hundes eine Reihe von Vorteilen: die Technik ist minimalinvasiv, also mit geringer Gewebetraumatisierung verbunden. Bei richtiger Durchführung erlaubt sie die Einsicht nahezu aller Bereiche des Gelenks und über einen zusätzlichen Arbeitskanal kann eine Therapie erfolgen, die sowohl i

Entfernen freier Gelenkkörper oder von losen Knorpelanteilen als auch im Glätten veränderter Gelenkknorpelareale bestehen kann (PERSON 1986, 1989; VAN RYSSSEN et al., 1993a; BEHRENDTS 1996; KIPPENES u. JOHNSTON 1998; VAN BREE u. VAN RYSSSEN 1998; MC CARTHY 1999).

Der Zugang zum Schultergelenk erfolgt nach standardmäßiger chirurgischer Vorbereitung des Operationsfeldes kraniallateral zwischen Akromion und kaudale Anteil des Tuberculum maius humeri. Punktiert wird in kaudomedialer Richtung bei etwa 90° gebeugtem Gelenk, zum Einsatz kommen Arthroskope eines Durchmessers von 2,4 oder 2,7 mm und einer 25°-Vorausblickoptik (VAN RYSSSEN et al., 1993a; BEHRENDTS 1996). Entscheidende Vorteile sind die Visualisierung röntgenologisch nicht darstellbarer Veränderungen an Knorpel, Bändern und Sehnenscheiden sowie die Beurteilbarkeit des Grades einer Synovialitis (PERSON 1986; MC CARTHY 1999). Die von MILTON et al. (1981) und KOMAREK (1988) beschriebene seltene Lokalisation einer OCD im Bereich der Cavitas glenoidalis der Skapula kann im Gegensatz zum Röntgen mit dieser Technik somit ebenfalls sicher diagnostiziert werden.

2.2.3.2 Ellbogengelenk

Aufgrund der nicht immer befriedigenden Ergebnisse der konventionell röntgenologischen Untersuchung im Hinblick auf eine sichere Diagnosestellung einer Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OLSSON 1983; CARPENTER et al., 1993) ist die Arthroskopie des Ellbogengelenks als wertvolles Diagnostikum zu schätzen, da sie gleichzeitig eine Therapie ermöglicht und so bei jungen Gelenken und früher Diagnose das Einsetzen einer sekundären Arthropathia deformans deutlich verzögern kann (OLSSON 1983; WALDE u. TELLHELM 1991; VAN BREE u. VAN RYSSSEN 1998). Es können OCD-Läsionen von Chondromalazien unterschieden werden, Fissuren im Gelenkknorpel und in situ befindliche Fragmente oder Knorpelflaps sind in der Arthroskopie meist sicher zu differenzieren, der Grad

einer Synovialitis kann anhand der Veränderungen der Synovialzotten beurteilt werden (BEHRENDT 1996).

Die Punktion erfolgt in kraniolateraler Richtung von medial, zwischen Tuber olecrani und Trochlea humeri. Zur Verwendung kommen Arthroskope mit einem Durchmesser von 2,4 mm und einer 25°-Vorausblickoptik (BEHRENDT 1996). Die Lagerung des Patienten mit der zu untersuchenden Gliedmaße auf der Tischseite und der Ellbogengelenk direkt über der Operationstischkante erlaubt durch die Abduktion und gleichzeitige Endorotation der Gliedmaße eine Erweiterung des Gelenkspaltes zur Einführung des Arthroskopes in das Gelenk und genügende Bewegungsfreiheit im Gelenk (BEHRENDT 1996; MC CARTHY 1999).

2.2.3.3 Kniegelenk

Im Gegensatz zum gesunden Kniegelenk bereitet das erkrankte Kniegelenk trotz seiner Größe Schwierigkeiten bei der Arthroskopie, da eine unterschiedlich starke Fibrosierung das notwendige Aufweiten der Gelenkkapsel zum Einbringen der Instrumente hier besonders erschwert (BEHRENDT 1996; VAN BREE u. VAN RYSEN 1998).

Der Zugang erfolgt lateral oder medial des Ligamentum patellae zwischen distalem Rand der Patella und Tibiaplateau (PERSON 1985; BEHRENDT 1996; FEHR et al., 1996; VAN BREE u. VAN RYSEN 1998). Zur Verwendung finden Arthroskope mit einem Durchmesser von 2,7 mm und einer 25° Vorausblickoptik (BEHRENDT 1996; FEHR et al., 1996; VAN BREE u. VAN RYSEN 1998). Wie in den vorausgehenden Gelenken bietet die Arthroskopie auch im Kniegelenk gegenüber der konventionellen Röntgendiagnostik die entscheidenden Vorteile der Visualisierung dezentraler Veränderungen an Gelenkknorpel und Bändern und die Beurteilung des Stadiums einer Synovialitis. Über einen Arbeitskanal besteht die Möglichkeit der Therapie durch das Entfernen von irritierenden Knorpelanteilen und das Glätten geschädigter Areale der Gelenkfläche (VAN GESTEL 1985; BEHRENDT 1996; FEHR et al., 1996; VAN BREE u. VAN RYSEN 1998).

2.2.3.4 Talokruralgelenk

VAN RYSEN et al. (1993b) beschreiben die Arthroskopie des Sprunggelenkes. Zur vollständigen Exploration des Talusrollkamms ist nach VAN BREE und VAN RYSEN (1998) im Gegensatz zur Arthroskopie bei Mensch oder Pferd ein einziger Zugang zum Gelenk nicht ausreichend. Die geringe Größe des Hundegelenks erfordert mindestens zwei Zugänge, um die gesamte Trochlea tali beurteilen zu können. Nach VAN BREE und VAN RYSEN (1998) sowie FITCH und BEALE (1998) muß dazu ein plantarolateraler mit entweder einem dorsolateralen oder eine dorsomedialen Zugang kombiniert werden. Letzterer erfolgt medial der Sehne des Musculus extensor digitalis longus auf der Höhe des Malleolus medialis. Der dorsolaterale Zugang zum Talokruralgelenk wird lateral der Extensorsehne gewählt und der plantarolaterale Zugang befindet sich wenig plantar des Malleolus lateralis (VAN BREE u. VAN RYSEN 1998). Obwohl sich die Entfernung größerer Fragmente über den kleinen Arbeitskanal (2,4 mm Arthroskopdurchmesser) als schwierig wenn nicht unmöglich erweist (VAN RYSEN et al., 1993b), raten VAN BREE und VAN RYSEN (1998) bei jungen Hunden mit Sprunggelenkslahmheit auch ohne röntgenologischen Hinweis auf OCD der Trochlea tali zur Arthroskopie dieses Gelenks. Dies erscheint besonders vor dem Hintergrund der Studie von BREUR et al. (1989) sinnvoll, in der die therapeutischen Erfolge bei Patienten, die älter als ein Jahr sind, deutlich schlechter als bei frühzeitig korrekt diagnostizierten und entsprechend chirurgisch versorgten Artgenossen sind.

COOK et al. (2001) beschreiben die arthroskopische Entfernung von Knorpelfragmenten aus dem Talokruralgelenk von Hunden sowie die Glättung der Läsionen mit sehr guten therapeutischen Erfolgen; sie können so auf die Osteotomie des Malleolus medialis bzw. lateralis und die anschließende oft mit Komplikationen behaftete Refixation (BREUR et al., 1989) verzichten.

2.2.4 Magnetresonanztomographie

Die Magnetresonanztomographie (=Kernspinresonanztomographie; MRT) ist ein nichtinvasives bildgebendes Verfahren, das artefakt- und überlagerungsfreie Bilder liefert. Funktionsprinzip ist nicht wie beim Röntgen und der Computertomographie die Anwendung ionisierender Strahlen, sondern das Anlegen eines starken Magnetfeldes. Gemessen werden aus dem durchstrahlten Objekt austretende elektromagnetische Wellen, die durch den Atomkernspin erzeugt werden, der durch einen kurzen elektromagnetischen Hochfrequenzimpuls generiert wird. Insbesondere für die Weichteildiagnostik (die Unterscheidung ähnlich dichter Organgewebe) ist dieses Verfahren deshalb geeignet, weil nicht die Absorptionseigenschaften gegenüber ionisierender Strahlung, sondern die Protonendichte und deren chemische Bindung gemessen werden (ZINK 1990, S. 846; SCHWICKERT u. THELEN 1994). Zeitlicher und finanzieller Aufwand allerdings sind hoch, die Technik bleibt dadurch auch heute noch im allgemeinen einigen Hochschulkliniken vorbehalten (KIPPENES u. JOHNSTON 1998). Deshalb wird nur vereinzelt über die magnetresonanztomographische Diagnostik der OCD beim Hund berichtet. VAN BREE et al. (1993, 1995) betonen die Möglichkeit der detaillierten Darstellung von Gelenkknorpel, Synovia und Knochenmark, die in dieser Vollständigkeit von keinem anderen bildgebenden Verfahren erreicht wird. Noch nicht kalzifizierte Fragmente können somit ebenfalls mit hoher Sicherheit identifiziert werden, außerdem sehen VAN BREE et al. (1995) Zeichen akuter Entzündung in Gelenken, bei denen der Gelenkknorpel noch intakt ist und somit noch kein Kontakt von Synovia und subchondralem Knochen stattgefunden haben kann – die vorherrschende Meinung ist, daß erst dieser Kontakt die Ausschüttung von Entzündungsmediatoren zur Folge hat. Auch ein Fall von Darstellung einer OCD der Trochlea tali medialis mittels MRT ist dokumentiert (KIPPENES u. JOHNSTON 1998).

VAN BREE et al. (1995) vergleichen die **Magnetresonanz-Arthrographie** (unter Verwendung eines in das Gelenk injizierten Positivkontrastmittels) mit der nativen MRT. Sie erreichen damit eine schlechtere Visualisierung von Knorpelläsionen im Schultergelenk als ohne Kontrastmittel. Das erklären sie mit der Diffusion des

flüssigen Kontrastmittels in den Gelenkknorpel, woraus ein Verschwimmen der Unterschiede der Protonendichte von Gelenkknorpel und Synovia und somit eine mangelhafte Darstellung von Knorpelläsionen resultiert.

2.2.5 Computertomographie

2.2.5.1 Schultergelenk

Aus wissenschaftlichem Interesse stellen STICKLE und HATHCOCK (1993) eine eindrucksvolle OCD-Läsion des Caput humeri dar, bezweifeln aber noch die Vorteile gegenüber anderen diagnostischen Hilfsmitteln. Die computertomographische Darstellung des Schultergelenks auf der Suche nach osteochondrotischen Läsionen ist nach KIPPENES und JOHNSTON (1998) dann angezeigt, wenn konventionelles Röntgen und Kontrastarthrographie kein zufriedenstellendes Ergebnis liefern. Zudem kann die Computertomographie wertvolle Hinweise auf die Stabilität eines sich in situ befindlichen Knorpelfragments geben, die genaue Ausdehnung einer Läsion sichtbar machen und so eine wertvolle prognostische Aussage zulassen (KIPPENES u. JOHNSTON 1998).

2.2.5.2 Ellbogengelenk

Eine Studie von CARPENTER et al. (1993) zur vergleichenden Darstellung des fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (FPC) im Ellbogengelenk mit verschiedenen bildgebenden Verfahren erwähnt auch die nicht immer eindeutige Visualisierung von OCD-Defekten der Trochlea humeri in der Computertomographie (CT). Falsch positive Diagnosen werden demnach einerseits durch tiefe Usuren („kissing lesions“) provoziert, welche durch ein Fragment oder osteophytäre Zubildungen im Bereich des medialen Kronenfortsatzes der Ulna entstehen können, andererseits durch nur subchondral gelegene Defekte, die noch von Gelenkknorpel

bedeckt sind, also mittels der Arthroskopie nicht gesehen werden können und nicht therapiewürdig sind (CARPENTER et al., 1993).

Besondere Beachtung verdient nach REICHLE et al. (2000) die Incisura radialis ulnae in der CAT, die bei verschiedenen Erkrankungen aus dem Komplex der Ellbogengelenks-Dysplasie im Tomogramm unregelmäßig konturiert und subchondral sklerosiert erscheint, was bis zur computertomographischen Darstellung nicht in vivo gesehen werden konnte. KÖRBEL et al. (2001) berichten von einem Fall einer per CAT diagnostizierten OCD der Trochlea humeri bei einem neunmonatigen Deutschen Schäferhund. Einen Nachteil der Computertomographie bei der Diagnostik der Osteochondrosis diss ecans sehen die Autoren in der fehlenden Möglichkeit der Darstellung geschädigten Knorpels, wenn der subchondrale Knochen noch unverändert ist.

2.2.5.3 Kniegelenk

Zur Computertomographie der OCD im Kniegelenk des Hundes existieren in der veterinärmedizinischen Fachliteratur nur wenige Berichte: nur SHEALY et al. (1992) berichten von einem Fall der Osteochondrosis dissecans der Patella eines Hundes.

2.2.5.4 Talokruralgelenk

1998 berichten FITCH und BEALE von einem Fall, in dem computertomographisch eine OCD der Trochlea tali medialis diagnostiziert wird, sehen aber keinen entscheidenden Vorteil gegenüber der konventionellen Röntgendiagnostik. GILEN et al. (1999) beschreiben die computerarthrotomographische Darstellung von OCD-Läsionen im Talokruralgelenk beim Hund. Sie kommen im retrospektiven Vergleich dieser Technik mit der konventionellen Röntgendiagnostik zu dem Schluß, daß die CAT im Gegensatz zum Röntgen explizite Aussagen über Lokalisation und Anzahl freier Gelenkkörper besonders in den Fällen der Trochlea tali lateralis erlaubt und hilfreich bei der Prognosestellung nach operativer Entfernung der Dissekte ist.

2.2.6 Andere bildgebende Verfahren

2.2.6.1 Sonographie

GERWING und KRAMER (1994) geben mit ihrer Studie einen Überblick über die Bandbreite der sonographischen Diagnostik des Schultergelenks und der umliegenden Weichteile: neben Knochenveränderungen sowie Muskel- und Sehnenerkrankungen ist als eine der möglichen Knorpelerkrankungen die OCD erwähnt, wobei sowohl Defekte der Gelenkfläche als auch freie Dissekate dargestellt werden können. Insbesondere bei der Lage innerhalb der Sehenscheide des M. biceps brachii ist die Sonographie eine nicht zu unterschätzende Erweiterung der nichtinvasiven diagnostischen Techniken, die allerdings viel Übung des Untersuchers erfordert, wie auch TACKE et al. (1999) in ihrer großangelegten Retrospektivstudie zur OCD des Caput humeri betonen.

GABNER (1997) konstatiert nach ihrer Evaluierung der Ultraschalldiagnostik bei verschiedenen Erkrankungen des Schultergelenks, daß die konventionelle Röntgen-diagnostik der Sonographie bei der Visualisierung von osteochondrotischen Läsionen überlegen sei. ENGELKE (1996) weist auf die prinzipielle Möglichkeit der sonographischen Darstellung von OCD-Defekten des Kniegelenks hin. Erschwert wird das Verfahren aber durch die nötige maximale Flexion des Gelenks, wodurch die betroffenen Strukturen (distale Aspekte der Condd. med. bzw. lat. ossis femoris) extrem schwierig anzuschallen sind.

2.2.6.2 Szintigraphie

Eine weitere Technik zur Diagnostik von Gelenkserkrankungen stellt die Szintigraphie dar, bei der ein radioaktives Medium intravenös verabreicht und dann nach einer gewissen Zeit die Anreicherung im zu untersuchenden Gelenk mittels einer speziellen Detektorkamera gemessen wird. Nach KIPPENES und JOHNSTON (1998) ist die Szintigraphie geeignet zur Detektion früher osteoarthritischer Veränderungen, allerdings zur Differenzierung einer Osteochondrosis dissecans von anderen Gelenkserkrankungen nicht geeignet.

2.2.6.3 Xeroradiographie

Dieses auch Röntgenphotographie genannte bildgebende Verfahren leistet mittels spezieller elektrostatisch aufgeladener Folien und eines Trockendruckverfahrens vor allem eine gute Darstellung von Konturen und Überlagerungen. In Nachbarschaft größerer kann es allerdings zum Detailverlust feinsten Strukturen kommen (ZINK 1990, S. 1829). CARPENTER et al. (1993) erreichen bei der Suche nach FPC lediglich eine diagnostische Genauigkeit von etwas über 50 %, andere Verfahren wie die Computertomographie sind ihrer Meinung nach der Xeroradiographie diesbezüglich deutlich überlegen. Die Darstellung von OCD-Läsionen beim Hund mittels dieser Technik ist im Schrifttum bisher nicht erwähnt.

2.2.6.4 Lineartomographie

Die Lineartomographie (LT) ist eine Röntgenbildtechnik, bei der eine Einheit aus Röntgenröhre und gegenüberliegendem Röntgenfilm den dazwischen platzierten Patienten umfährt. Durch starke Bündelung des Röntgenstrahls (Kollimation) und schrittweise Weiterbewegen des Films zwischen den einzelnen Aufnahmen wird ein Schnittbild (Tomogramm) der untersuchten Region erzeugt. Dieses bildgebende Verfahren kommt heute hauptsächlich in der Zahnmedizin zum Einsatz. VOORHOUT und HAZEWINKELE (1987) ermitteln in einer Studie beim Hund die diagnostische Treffsicherheit des konventionellen Röntgens und der LT im direkten Vergleich mit arthrotomisch erhobenen Befunden beim Ellbogengelenk. Sie kommen zu dem Ergebnis, daß die LT eine deutlich höhere Sensitivität bei der Diagnostik des FPC und der OCD habe trotz der jeweils mindestens vier Projektionen im konventionellen Röntgen. Auch WALDE und TELLHELM (1991) erwähnen die LT als indiziertes bildgebendes Verfahren bei konventionell röntgenologisch fraglichen Fällen der Ellbogengelenkslahmheit.

2.3 Grundlagen der Computertomographie (CT)

2.3.1 Aufbau eines Computertomographen

Ein Computertomograph ist im Wesentlichen aus Aufnahmesystem und Bildsystem zusammengesetzt. Das Bildsystem besteht aus dem Rechner mit zugehöriger Monitor, der Tastatur und entsprechender Software. Das Aufnahmesystem wird durch *Gantry* (s.u.) und Tisch mit Patientenliege repräsentiert (OTTESEN u. MOE 1998). Mit *Gantry* bezeichnet man den Stahlring, in dem die Abtasteinheit aus einander gegenüberliegender Röntgenröhre und Detektoren beweglich angebracht ist. Dieser Ring ist so konstruiert, daß er aus der Vertikalen bis zu einem geräteabhängigen Winkel (etwa bis 20°) kopf- und fußwärts geneigt werden kann, die Abtasteinheit kann den Patiententisch komplett umfahren. Bei Geräten ab der dritten Generation wird die Stromversorgung der Strahlenquelle sowie der Detektoren nicht mehr über Kabel, sondern über Schleifringe gewährleistet, was eine kontinuierliche Rotation der *Gantry* ohne den Zeitverlust des Zurückdrehens ermöglicht. Geräte der dritten Generation besitzen eine Einheit aus Röntgenröhre und Detektoren, die einander gegenüber montiert sind. Diese Einheit bewegt sich rotierend um die Patientenliege. Bei Geräten der vierten Generation ist einziges rotierendes Bauteil die Röntgenröhre, die Detektoren sind unbeweglich über den gesamten Ring der *Gantry* verteilt (SCHWICKERT u. THELEN 1994; OTTESEN u. MOE 1998; SENNST 2001). Die Patientenliege befindet sich auf einem genau kalibrierten, beweglichen Tisch, der mit definiertem Vorschub durch die rotierende *Gantry* gefahren wird (SENNST 2001).

2.3.2 Funktionsweise eines Computertomographen

Das Grundprinzip der Computertomographie ist das gleiche wie in der konventionellen Röntgentechnik: Röntgenstrahlen passieren ein Objekt (Patient) und werden dabei, abhängig von der Dichte des Objekts, abgeschwächt, diese Abschwächung wird sichtbar gemacht (OTTESEN u. MOE 1998; SENNST 2001). Der Röntgenfilm wird in der Computertomographie durch Detektoren ersetzt, die die

durch das durchstrahlte Objekt abgeschwächte Röntgenstrahlung auffangen und in elektrische Signale umsetzen. Diese werden als Rohdaten in Form von Schwächungsprofilen an das Bildsystem weitergeleitet und dort mittels spezieller Software in transversale Schnittbilder des Objekts umgesetzt (visualisiert) (SENNST 2001). Durch die Rotation der Einheit aus Röntgenröhre und Detektoren (dritte Generation) bzw. der Röntgenröhre (vierte Generation) wird das Objekt aus vielen verschiedenen Richtungen mit einem stark gebündelten (kollimierten) Röntgenstrahl durchstrahlt, über spezielle Rechenverfahren (*Algorithmen*) wird jede durchstrahlte Volumenelement (volume element, „Voxel“) ein Wert zugeordnet, der der anteilmäßigen Schwächung der Röntgenstrahlung entspricht. Bei diesem Wert handelt es sich um den jeweiligen Röntgenschwächungskoeffizienten, dessen Einheit die Hounsfield Unit (*HU*) ist, wobei die Skala durch den Abschwächungskoeffizienten von H_2O ($HU=0$) und Luft ($-1000 HU$) per Konvention kalibriert worden ist. Knochen werden Werte von $+200$ bis $+1000 HU$ zugeordnet, abhängig von seiner Dichte (OTTESEN u. MOE 1998; SENNST 2001).

Tab. 1: Auswahl von Geweben und ihrer Dichtewerte auf der Hounsfield-Skala	
Gewebe	Housfieldeinheiten (HU)
(Luft)	- 1000
Lungen	- 400 bis - 175
Fett	- 100 bis - 25
(Wasser)	0
fließendes Blut	12
Hämatom	55 bis 75
Leber	20 bis 80
Zwischenwirbelscheibe	75 bis 100
kompakter Knochen	1700
(nach SCHWICKERT u. THELEN 1994)	

Das auf dem Monitor sichtbare Tomogramm setzt sich aus Bildpunkten (picture elements, „*Pixel*“) zusammen, die rechnerisch aus den Volumenelementen hervorgehen, und je nach Hounsfield-Einheit mit einem zugeordneten Wert aus einer Grauwerteskala versehen werden.

Da das menschliche Auge nur etwa 20 Graustufen unterscheiden kann und in der Computertomographie standardmäßig Dichtewerte von -1000 bis +3000 HU unterschieden und mit je einem Grauwert versehen werden, muß vor der Darstellung auf dem Monitor ein den zu untersuchenden Strukturen angepaßter bestimmter Ausschnitt der Hounsfield-Skala festgelegt werden, der mit Grauwerten dargestellt werden soll (wenn alle etwa 4000 Graustufen dargestellt werden, erkennt das menschliche Auge folglich jeweils etwa 200 Dichtewerte als eine Graustufe, eine Differenzierung von Dichteunterschieden im Bereich unter 200 HU ist dann optisch nicht möglich). Dieser Ausschnitt aus der Skala wird als „Fenster“ bezeichnet, die Ausdehnung des Skalaausschnittes ist entsprechend die „Fensterweite“. Standardfenster wie Knochenfenster und Weichteilfenster sind meist vom Hersteller vorgegeben, können bei Bedarf aber manuell nach den jeweiligen Bedürfnissen

korrigiert werden. Jenseits der Fensterweite erscheinen die durchstrahlten Strukturen nur weiß bzw. schwarz (SCHWICKERT u. THELEN 1994).

Da ein Volumenelement nicht beliebig klein ist, werden die Dichtewerte innerhalb dieses Volumens rechnerisch gemittelt, Ergebnis ist ein homogener Grauton pro *Voxel*. Die Länge eines *Voxels* wird durch den Tischvorschub pro Umdrehung der Gantry (*Pitch*) bestimmt. Je länger ein *Voxel* ist, desto größer ist folglich die Datenmenge und damit die Dichteinformation, die rechnerisch gemittelt wird. Eine möglichst kleine Schichtdicke (*Slize*) ist zwar mit einer Erhöhung der Strahlendosis für den Patienten verbunden, allerdings wird nur so die Darstellung kleiner Strukturen erst möglich (KÖRBEL 2000; SENNST 2001). Es kann konstatiert werden, daß mit sinkender Schichtdicke die Qualität der Studie steigt (STICKLE u. HATHCOCK 1993). Durch die Auswahl eines möglichst kleinen Areal (*ROI*, region of interest) kann die Strahlenbelastung reduziert werden.

2.3.3 Artefakte

Artefakte sind alle Objekte oder Störungen des Bildes, die bei der Erstellung des Tomogramms nicht vorhanden waren und somit vorgetäuscht sind (OTTESEN und MOE 1998).

Als **Partialvolumeneffekt** wird die Vortäuschung nicht vorhandener Strukturen bezeichnet, die durch die Mittelung der Dichtewerte pro *Voxel* zustandekommt: je größer die rechnerisch gemittelte Datenmenge pro *Voxel* ist, desto größer ist folglich der Detailverlust in der Darstellung. Liegen innerhalb eines *Voxels* beispielsweise zwei stark unterschiedliche Dichtewerte, so erscheint im Tomogramm statt der beiden stark unterschiedlichen Grautöne einer, der zwischen beiden liegt. Auf diese Weise gehen möglicherweise wichtige Details verloren, es werden andererseits Gewebedichten vorgetäuscht, die kein morphologisches Korrelat im untersuchten Objekt haben. Bei Objekten geringer Größe kann dies zu Problemen bei der Beurteilbarkeit führen (STICKLE u. HATHCOCK 1993; SENNST 2001).

Artefakte durch **Bewegung** (z.B. Atembewegung) des Patienten erzeugen Unschärfe oder streifenförmige sowie fleckenförmige Areale. In der Tiermedizin wird der Patient üblicherweise in Allgemeinanästhesie oder zumindest tiefer Sedation untersucht, mittels entsprechender Lagerungshilfsmittel (Befestigungsgurte) muß die Entstehung der Atmungsartefakte so gering wie möglich halten werden. Spezielle Software erlaubt es, bei Abdomen-Computertomographie die *Darmbewegungen* rechnerisch weitgehend herauszufiltern (STICKLE u. HATHCOCK 1993).

Objekte hoher Dichte wie Metallimplantate oder eingewachsene Metallpartikel führen zu Schatten oder streifenförmigen Bildeffekten; falls solche Objekte sich nicht in der unmittelbaren Nähe der *ROI* befinden, muß durch entsprechende Lagerung des Patienten dafür gesorgt werden, daß diese hochdichten Strukturen nicht i Scanbereich liegen (STICKLE u. HATHCOCK 1993).

Durch **Aufhärtung** der Röntgenstrahlen in der Umgebung kontrastreicher Strukturen, die durch die Absorption niedrigerenergetischer Anteile des Röntgenspektrums durch Objekte mit höherer Dichte erzeugt wird, kann es zur verfälschten Abbildung dieser Objekte kommen (SENNST 2001), die in der Regel allerdings eine Ausdehnung von unter 20 HU hat und so nur selten zu Beurteilungsproblemen führt.

2.3.4 Interpretation von Computertomographien

Voraussetzungen für die Interpretation von Computertomographien sind

- a) eine gute Bildqualität
- b) Kenntnis der „Queranatomie“ der zu beurteilenden Strukturen

Außer der Verwendung eines qualitativ hochwertigen Gerätes kommt es bei der Erstellung eines Computertomogramms vor allem auf die korrekte symmetrische Lagerung des Patienten und anschließend auf die Auswahl der richtigen Fensterweite an. Eine der *ROI* angemessene Schichtdicke ist ebenfalls unerlässlich, insbesondere bei geringer Größe der interessierenden Strukturen (STICKLE u. HATHCOCK 1993; OTTESEN u. MOE 1998; BRETTSCHEIDER 2001). Je kleiner diese Region ist, desto kleiner muß die *Slize* gewählt werden, um den Partialvolumeneffekt so klein wie möglich zu halten. Die Identifikation einzelner Strukturen wird nur durch eine Betrachtung mehrerer zusammenhängender Einzelbilder und das Verfolgen der fraglichen Struktur erreicht (STICKLE und HATHCOCK 1993). Als Identifikationshilfe stehen bereits einige Atlanten zur Verfügung, so z.B. ASSHEUER, J. und M. SAGER (1997): MRI and CT Atlas of the Dog. Multiplanare Reformatierung (*MPR*) – die durch sekundäre Rekonstruktion der Rohdaten erreichte Darstellung anderer Schnittebenen – kann bei genügend hoher Auflösung eine Identifikations- und Interpretationshilfe sein, auch eine dreidimensionale Darstellung (*3D-Rekonstruktion*) enger Dichtebereiche kann helfen, die Ausdehnung insbesondere von Knochenläsionen einzuschätzen (STICKLE und HATHCOCK 1993). Den ungeübten Betrachter empfehlen ASSHEUER und SAGER (1997) bei Gelenk-Computertomogrammen (=Computerarthrotomogrammen) zunächst eine sagittale Ansicht, um die Identifikation der Gelenksanteile durch die Ähnlichkeit mit konventionellen Röntgenbildern einer lateralen Projektion zu erleichtern.

2.4 Computertomographie in der Kleintiermedizin

2.4.1 Einsatzgebiete der CT beim Kleintier

Seit etwa den 1980er Jahren ist in der Kleintiermedizin die schrittweise Etablierung dieses bildgebenden Verfahrens zu beobachten (FIKE et al., 1981; TIPOLD u. TIPOLD 1991; ASSHEUER u. SAGER 1997; KIPPENES u. JOHNSTON 1998; OTTESEN u. MOE 1998), eine kurze Zusammenfassung mit beispielhaften Nennungen einzelner Autoren soll hier genügen, um die Entwicklung der computertomographisch diagnostizierten Erkrankungen beim Kleintier zu umreißen:

Zunächst werden Schädel und Wirbelsäule (FIKE et al., 1980) dargestellt, Hirntumoren werden 1986 von TURREL et al. untersucht, TIPOLD und TIPOLD (1991) diagnostizieren auch entzündliche und degenerative Prozesse im Hundegehirn. Bereits 1993 existiert ein beachtliches, dem der Humanmedizin ähnliches Spektrum der per CT diagnostizierten Erkrankungen des Hundes, wie die zusammenfassende Darstellung von STICKLE und HATHCOCK (1993) zeigt. Die computertomographische Untersuchung von Hunden mit Verdacht auf Otitis media (LOVE et al., 1995) im Vergleich mit konventioneller Röntgentechnik beispielsweise zeigt die höhere diagnostische Sensitivität der neuen Technik bei dieser Erkrankung. Auch besonders kleine Organe wie z.B. die Nebenniere des Hundes und Tumoren dieses Organs lassen sich mit Hilfe der Computertomographie visualisieren, wie VOORHOUT et al. (1990) zeigen. Eine interessante Erweiterung der Bandbreite der computertomographischen Darstellungsmöglichkeiten zeigt BRETTSCHEIDER (2001) mit der umfassenden Darstellung von Erkrankungen verschiedenster Heimtiere, wobei sowohl der Schädel (z.B. Zahnanomalien, Otitiden) als auch viele innere Organe bis hin zur erkrankten Nebenniere des Frettchens zu diagnostischen Zwecken abgebildet werden.

2.4.2 Computerarthrotomographie (CAT) beim Hund

2.4.2.1 Lagerungstechniken

Bei ASSHEUER und SAGER (1997) finden sich einige Angaben zur Patientenlagerung bei der CAT:

Untersuchungen der **Schultergelenks** erfolgen in Brust-Bauchlage des Patienten mit nach kranial gestreckten Vordergliedmaßen.

Ellbogengelenksaufnahmen werden in Seitenlage mit 90° gebeugtem Gelenk gemacht, was allerdings bei großen Tieren wegen der limitierten Gantryöffnung manchmal nicht genau erreicht werden kann.

Das **Kniegelenk** wird in Rückenlage oder Brust-Bauchlage des Patienten gescant. Für letztere werden die Hintergliedmaßen nach kaudal gestreckt, die Kniegelenke sind etwa 20° gewinkelt (160° zwischen Femur und Tibia), in Rückenlage sind die Kniegelenke etwa 90 ° gebeugt. Nach ASSHEUER und SAGER (1997) ist die Position in Rückenlage die für die Beurteilung am besten geeignete, die Brust-Bauchlage allerdings hat den Vorteil, daß weniger Fixation des Patienten notwendig ist, der Ablauf also insgesamt beschleunigt wird.

Die CT-Untersuchung des **Talokruralgelenks** erfolgt ebenfalls entweder in Rücken- oder in Brust-Bauchlage des Patienten. Dabei soll das Gelenk in einer neutralen oder leicht getreckten Position fixiert werden.

2.4.2.2 Gelenkserkrankungen des wachsenden Hundes in der CAT

Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC)

Dies ist die mit Abstand am häufigsten in der Literatur zur Computerarthrotomographie beim Hund zu findende Erkrankung. STICKLE und HATHCOCK (1993) bezeichnen dieses Diagnoseverfahren sogar als das Mittel der Wahl zur

sicheren Darstellung eines FPC. CARPENTER et al. (1993) bestätigen dies in einer Studie, in der sie konventionelles Röntgen, Kontrastarthrographie, Xeroradiographie, Lineartomographie, Computertomographie und Arthroskopie im Hinblick auf die Diagnostik des FPC vergleichen und zu dem Schluß kommen, die Computerarthrotomographie habe die höchste diagnostische Treffsicherheit, auch BRADEN et al. (1994) berichten von der dem konventionellen Röntgen überlegenen Sensitivität der CT. BOULAY (1998) ist davon überzeugt, daß die Ellbogengelenksdiagnostik mittels CT mit der steigenden Verfügbarkeit für Tierärzte zunehmend in den Vordergrund rücken wird, zumal so alle Aspekte des Gelenks betrachtet werden können. Die Treffsicherheit in Bezug auf die FPC-Diagnostik stellen VAN BREE und VAN RYSEN (1995) dagegen in Frage, da die Erkennbarkeit noch in situ befindlicher Fragmente deutlich schlechter als die dislozierter Fragmente sei. Dadurch könnten ihrer Meinung nach bis zu 20 % der Fragmente i Computertomogramm übersehen werden.

Interkondyläre Osteochondrose des Humerus

Die computertomographische Darstellung dieser auch „inkomplette Ossifikation des Condylus humeri“ oder „interkondyläre Wachstumsretardierung des Humerus“ genannten Erkrankung findet sich bei ROVESTI et al. (1998). Da nicht selten verschiedene Läsionen in ein- und demselben Gelenk vorliegen, halten sie die CT für die Diagnostik des Ellbogengelenks generell für vorteilhaft. Mit diesem bildgebenden Verfahren können alle Bereiche des Gelenks beurteilt werden, ohne verschiedene Lagerungstechniken anwenden zu müssen (BOULAY 1998; ROVESTI et al., 1998). ROBIN und MARCELLIN-LITTLE (2001) berichten ebenfalls von dieser Erkrankung, trotz der guten Visualisierung mittels konventioneller Röntgentechnik in Ihrem Fallbeispiel kann ihrer Meinung nach die Computertomographie hilfreich bei der Diagnosesicherung sein.

Isolierter Processus anconaeus (IPA)

Auf die computertomographische Darstellung des IPA gibt es zur Zeit nur einen Hinweis bei REICHLE et al. (2000): in einer Studie mit 102 Hunden, die eine Ellbogengelenkslahmheit zeigten, diagnostizieren sie unter anderem mittels Computertomographie in fünf Prozent der Fälle einen isolierten Processus anconaeus als Lahmheitsursache. Eine Bewertung hinsichtlich des Nutzens bzw. der Vorteile dieser Diagnosetechnik gegenüber anderen bildgebenden Verfahren nehmen sie nicht vor.

Osteochondrosis dissecans (OCD)

Das Schrifttum zur computerarthrotomographischen Darstellung der OCD beim Hund wurde bereits besprochen, es sei auf den Abschnitt 2.2.5 verwiesen.

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material

3.1.1 Die Patienten

Die in der vorliegenden Studie untersuchten Hunde waren Patienten der Klinik für kleine Haustiere der Tierärztlichen Hochschule Hannover. Alle Tiere wurden zur Arthroskopie oder Arthrotomie vorgestellt, da im Rahmen der Sprechstunde mittels klinischer Lahmheitsuntersuchung und konventioneller Röntgenaufnahmen die (Verdachts-) Diagnose OCD an Humerus, Femur oder Talus gestellt worden war. Der Patient mit der Läsion am Kreuzbein hatte nach Diagnostik in der neurologischen Sprechstunde einen CT- und Operationstermin erhalten.

Zur computertomographischen Untersuchung kamen im Untersuchungszeitraum möglichst viele dieser vorgestellten Patienten unmittelbar vor der geplanten Operation, unabhängig davon, ob die röntgenologisch gestellte Diagnose fraglich oder relativ sicher war. Diese Vorgehensweise wurde gewählt, um die Anzahl positiver Diagnosen mit den unsicheren Fällen vergleichen zu können.

Für die vorliegende Arbeit wurden im Zeitraum von Januar 1999 bis Mai 2000 in der Klinik für kleine Haustiere der Tierärztlichen Hochschule Hannover 50 Patienten computerarthrotomographisch untersucht. 72 Gelenke von 50 Patienten wurden arthroskopiert, dabei wurde in 54 Gelenken bei 42 Patienten die Diagnose „Osteochondrosis dissecans“ gestellt.

3.1.2 Der Computertomograph

Die Untersuchungen wurden mit dem Somatom AR.HP[®] (Fa. Siemens, Erlangen) durchgeführt, der im Februar 1999 zum Spiral-CT Somatom AR.HP.X[®] aufgerüstet wurde. Es ist ein Gerät der dritten Generation mit rotierender Einheit aus Röntgenröhre und Detektoren.

Eigene Untersuchungen

Das Gerät arbeitet mit dem selbstkollimierenden Quantillarc[®]-Detektor, der M-CT 141 Hochleistungs-Metallring-Röhre[®] und dem Röntgengenerator Rotanx[®] (alle Fa. Siemens, Erlangen). Der Röhrenspannungsbereich ist mit 110 kV und 130 kV angegeben, der Röhrenstrombereich mit 63 mA, 83 mA und 105 mA. Die Anzahl der Projektionen pro Umlauf beträgt 1500 bei einer Meßpunktzahl von 1024 pro Projektion. Eine Aufteilung des Topogramms in bis zu zehn Untersuchungsbereiche ist möglich, die Topogrammlänge kann 128, 256, 512 oder 1024 mm betragen. Es können *Slices* von 1, 2, 3, 5 und 10 mm gewählt werden, die Gantryneigung aus senkrechter Position zum Zweck der optimalen Schichtpositionierung beträgt in beiden Richtungen bis zu 22°. Das Betriebssystem ist UNIX[®], der Bildrechner ist der Siemens Medical Imager (SMI) Synchro Compact[®] (Fa. Siemens, Erlangen), die Software enthält verschiedene die Bildauswertung unterstützende Funktionen (3D-Rekonstruktion, Dichteprofilerstellung, statistische Auswertung, multiplanare Reformatierung [MPR], Bildmanipulation, Vergrößerungsfunktion, Filter, Winkel- und Abstandsmessung). Es werden Dichtewerte von -1024 HU bis +3071 HU unterschieden, die Fensterbreite beträgt maximal 4095 Graustufen. Die Pixelgröße ist variabel von 0,05 mm bis 0,45 mm. Mit einem Laserprinter (LR 3300[®], Fa. Agfa, Leverkusen) wird das digitale CT-Bild als Hardcopy zur Beurteilung an Röntgenbildbetrachter und zur Archivierung ausgedruckt. Als Speichermedium für die gewonnenen Rohdaten finden magneto-optische Platten (Optical Discs, OD) Verwendung, die mit einem Laserbrenner beschrieben werden. Diese Rohdaten können bei Bedarf dann zu einem späteren Zeitpunkt zur Rekonstruktion anderer Bildebenen verwendet werden.

3.2 Methode

3.2.1 Klinische und röntgenologische Untersuchung

Der klinischen Lahmheitsuntersuchung im Rahmen der Sprechstunde folgte die Anfertigung der Röntgenaufnahmen. Es wurden immer beide Gliedmaßen abgebildet, um einerseits bei unilateral vermuteter Erkrankung die genaue Beurteilung im Seitenvergleich zu ermöglichen und andererseits klinisch inapparente Erkrankungen der kontralateralen Gliedmaße aufzudecken. In den meisten Fällen wurde der Patient zunächst im Wachzustand geröntgt, bei Unklarheiten wurden am Tag des Operationstermins direkt vor CAT und Arthroskopie weitere Aufnahmen in Allgemeinanästhesie angefertigt.

Standardmäßig wurden folgende **Lagerungstechniken** angewandt:

- *Schultergelenk (1 Projektion):*

Seitenlage, mediolateraler Strahlengang, Gliedmaße nach kranial und ventral gezogen, Hals überstreckt, kontralaterale Gliedmaße nach kaudal gezogen

- *Ellbogengelenk (2 Projektionen):*

- 1: Seitenlage, mediolateraler Strahlengang, Gelenk in neutraler Flexionsstellung
- 2: Brust-Bauchlage, kraniokaudaler Strahlengang, leichte Pronation der Gliedmaße

- *Kniegelenk (2 [in einigen Fällen 3] Projektionen):*

- 1: Seitenlage, mediolateraler Strahlengang, Gelenk in neutraler Flexionsstellung
- 2: Rückenlage, kraniokaudaler Strahlengang, Gliedmaße nach kaudal gestreckt
- [3: Brust-Bauchlage, Gliedmaße nach kaudal gestreckt, leichtes Anheben der kontralateralen Gliedmaße, kaudokraniel Strahlengang]

- Talokruralgelenk (2 [in einigen Fällen 3] Projektionen):

- 1: Seitenlage, mediolateraler Strahlengang, Gelenk in neutraler Flexionsstellung
- 2: Brust-Bauchlage, plantarodorsaler Strahlengang, leichte Pronation der Gliedmaße
- [3: Brust-Bauchlage, plantarodorsaler Strahlengang, leichte Supination der Gliedmaße – Darstellung der Trochlea tali lateralis]

3.2.2 Allgemeiner Ablauf der Computerarthrotomographie

Die Patienten wurden zunächst mit Levomethadon (0,3 mg/kg KG, i.v.) und Diazepam (1 mg/kg KG, i.v.) initial narkotisiert, dann per Tracheotubus mit einem Isofluran-Sauerstoff-Lachgas-Gemisch (Isofluran: 1,5 Vol.-%) in Narkose gehalten. Während des Scanvorgangs wurden die Patienten mit einer Vollelektrolytlösung intravenös infundiert (10 ml/kg/h). Die Computertomographie wurde vor der geplanten Operation durchgeführt, es wurden rechtes und linkes Gelenk gleichzeitig dargestellt, unabhängig von der klinischen Situation.

Im Mittel nahm die Computerarthrotomographie zehn Minuten in Anspruch, bis zur Fertigstellung der Bilder wurden weitere zehn Minuten benötigt, währenddessen konnte der Patient für die Operation vorbereitet werden (Rasur, chirurgische Desinfektion, Lagerung). Einige Hunde der vorliegenden Studie zeigten einen OCD-Verdacht an Gelenken der Vorder- und Hintergliedmaße, die Tomographie nahm bei diesen Patienten etwa 15 Minuten in Anspruch, da eine Umlagerung notwendig war. Unmittelbar vor dem Eingriff bestand die Möglichkeit, die Bilder zusammen mit dem Operateur zu interpretieren.

3.2.3 Lagerung des Patienten

3.2.3.1 Allgemeines

Die Vordergliedmaßen konnten unter Zuhilfenahme eines Kunststoffkissens, das kaudal der Ellbogen platziert wurde, in nach kranial gezogener Position symmetrisch gelagert werden, der Patient wurde in Brust-Bauchlage verbracht und lag so stabil. Zur symmetrischen Lagerung der Knie- bzw. Talokruralgelenke wurde ein zu diese Zweck entwickeltes Gestell benutzt (s. Abb.2), als Material wurde Holz gewählt, u keine Bildartefakte mit dem Gestell zu erzeugen. Die Hintergliedmaßen wurden so zwischen den beiden jeweils äußeren Holzplatten platziert, daß das Sprunggelenk sich etwa über der Mitte der Platten befand. Mit Hilfe der Rundhölzer und einer Anzahl genau übereinander liegender Bohrungen wurde die gewünschte Gliedmaßenwinkelung erreicht. Durch verschiebbare Gummimuffen auf den Enden der Rundhölzer konnten dann nach Engstellung der Platten die Gliedmaßen in dieser Position fixiert werden.

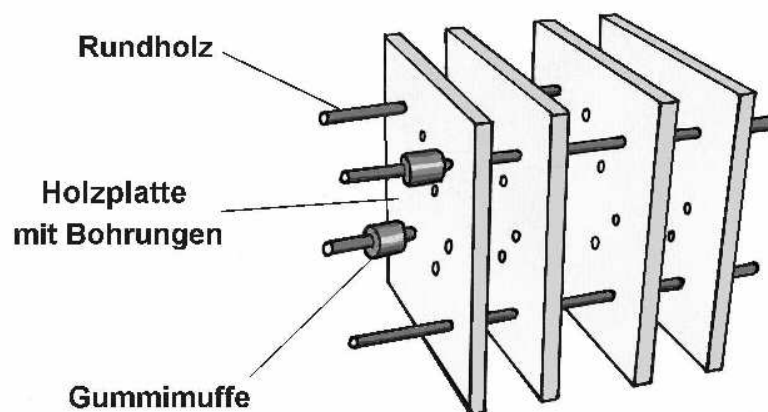


Abb. 2: Holzgestell als Lagerungshilfe für CAT der Hintergliedmaßen

Die Winklung der Gliedmaßen wurde weitestgehend standardisiert, aufgrund der limitierten Gantryöffnung und vor allem aufgrund individueller Patienteneigenschaften waren gewisse Spielräume der Gelenkwinkel nicht zu vermeiden. Für die Interpretation der Bilder war eine exakte Einhaltung der Winkel nicht notwendig, da es sich um Transversalbilder handelt und in jedem Fall alle Bereiche des Gelenks erfaßt wurden. Die Identifikation der anatomischen Strukturen wurde allerdings besonders zu Beginn der Studie durch den Vergleich der so erreichten Ähnlichkeit der Bilder deutlich erleichtert.

3.2.3.2 Schultergelenk

Für die Darstellung der Schultergelenke wurde der Patient in Brust-Bauchlage mit dem Kopf in Richtung der Gantry auf die Patientenliege des Comp utertomographen verbracht (Abb. 3). Die Vordergliedmaßen wurden so weit wie möglich nach kranial ausgestreckt, die Hintergliedmaßen wurden nur leicht nach kaudal gezogen, um eine stabile Lage zu erreichen. Zusätzlich wurde der Patient mit Kunststoffgurten auf der Liege befestigt, um eine Veränderung der Patientenposition während des Tischvorschubs und Atembewegungs-Artefakte zu unterbinden.

Der Winkel zwischen Skapula- und Humeruslängsachsen betrug etwa 160° .

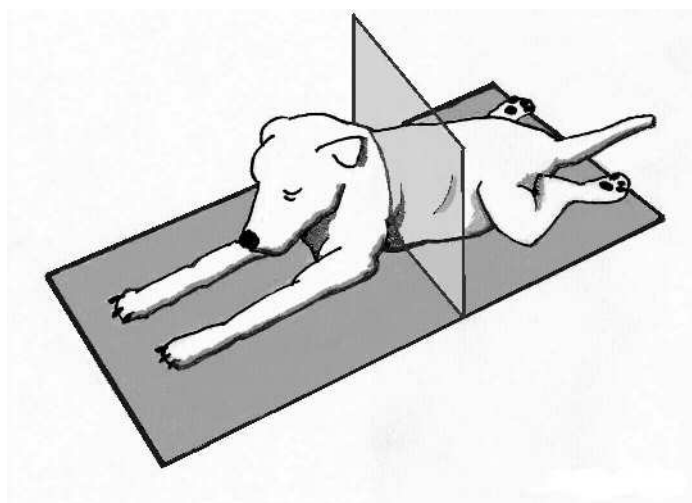


Abb. 3: Lagerung des Patienten und ungefähre Scanebene für CAT der Schultergelenke

3.2.3.3 Ellbogengelenk

Die Lagerung für die Untersuchung der Ellbogengelenke (Abb. 4) entsprach derjenigen für die Schultergelenke, der Winkel zwischen Humerus- und Radius-Ulna-Längsachsen betrug etwa 150° .

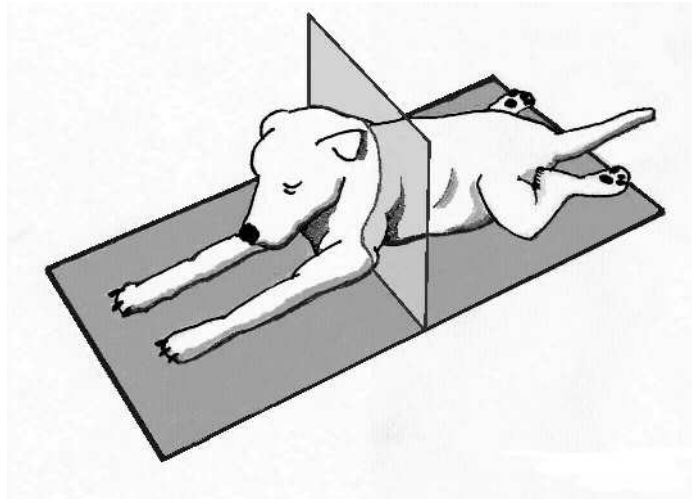


Abb. 4: Lagerung des Patienten und ungefähre Scanebene für CAT der Ellbogengelenke

3.2.3.4 Kniegelenk

Der Patient wurde in Rückenlage mit gebeugten Hüft- und Kniegelenken und den Hintergliedmaßen in Richtung der Gantry auf die Patientenliege verbracht (Abb. 5). Die Hüftgelenke waren etwa 100° , die Kniegelenke etwa 90° gebeugt. Mittels des oben erwähnten für diese Lagerung entwickelten Holzgestells wurde für eine stabile, symmetrische Position gesorgt, zusätzlich kamen Kunststoffgurte zur Fixation zum Einsatz.

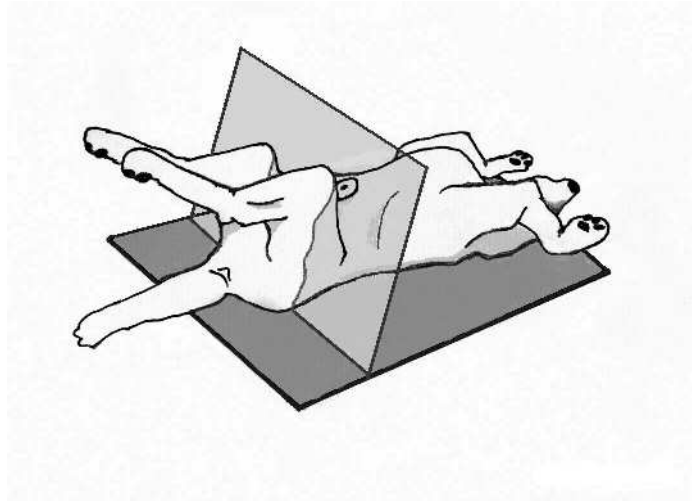


Abb. 5: Lagerung des Patienten und ungefähre Scanebene für CAT der Kniegelenke

3.2.3.5 Talokruralgelenk

Die Lagerung für die Darstellung der Talokruralgelenke (Abb. 6) entsprach derjenigen für die Kniegelenke, der Winkel zwischen Tibia-Fibula- und Mittelfuß-Längsachsen betrug etwa 160° . Die Hintergliedmaßen des Patienten wurden im o.g. Gestell, der Patient selbst mit Hilfe von Kunststoffgurten an der Liege fixiert.

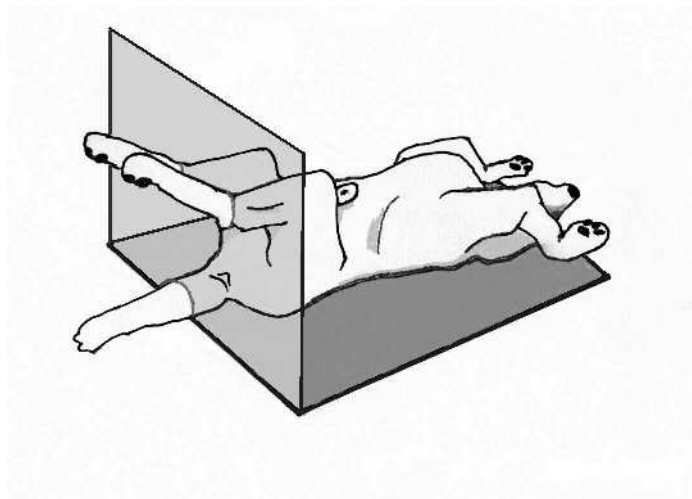


Abb. 6: Lagerung des Patienten und ungefähre Scanebene für CAT der Talokruralgelenke

3.2.3.6 Kreuzbein

Für die Untersuchung des Kreuzbeins (Abb. 7) wurde der Patient in Brust-Bauchlage verbracht, die Hintergliedmaßen nach kranial gestreckt und ein Kunststoffkissen unter dem kaudalen Abdomen platziert. Das Becken des Patienten wies in Richtung der Gantry. Durch die Lordosierung der Lenden- und Kreuzwirbel wurde eine bessere Darstellbarkeit der Zwischenwirbelbereiche erreicht, wie Computertomographien bei Diskopathiepatienten gezeigt haben.

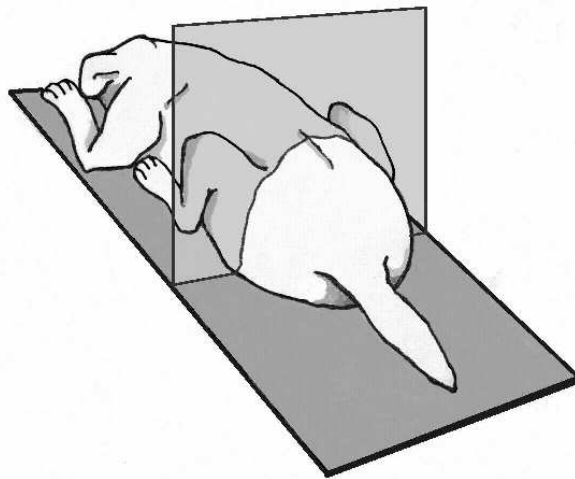


Abb. 7: Lagerung des Patienten und ungefähre Scanebene für CT des Kreuzbeins

3.2.4 Erstellung und Bearbeitung der Bilder

Nach Einstellung der Werte wurde zunächst standardmäßig ein *Topogramm* (dorso-ventrale bzw. ventrodorsale Übersichtsröntgenaufnahme) von 256 mm Länge erstellt, um den Bereich für die spätere Tomographie genau festzulegen. In der vorliegenden Studie wurde in allen Fällen eine *Slice* von 1 mm gewählt, um möglichst kleine

Veränderungen darstellen zu können. Die Gantryneigung wurde so eingestellt, daß die Scanebene tangential zur vermuteten Mitte des Defektes lag, wenn dies nicht durch die Patientenlagerung erreicht werden konnte. Das ermöglichte es, bei der anschließenden Interpretation des Tomogramms die Tiefe der Läsion möglichst genau berechnen zu können unter der Voraussetzung, daß unter der Mitte einer Läsion die Tiefe des Defekts am größten ist. Aufgrund der gelegentlich unvollständigen Informationen durch die vorhandenen Röntgenbilder war in einigen Fällen nur eine grobe Schätzung der Defektlage möglich. Als *Fenster* wurde das vom Hersteller vorgegebene *Knochenfenster* verwendet, je nach Qualität der Darstellung wurde individuell die *Fensterweite* manuell angepaßt.

Nach dem Scanvorgang konnte der Patient zur Operationsvorbereitung gebracht werden, die endgültige Bearbeitung der Bilder zum anschließenden Ausdruck der Hardcopy erfolgte am Computermonitor.

Da der dargestellte Bereich auf den herkömmlichen in 20 kleine Felder von 4,7 x 4,7 cm aufgeteilten Filmfolien (28 x 35 cm) nur schwer zu erkennen war, wurde eine Teilung in nur 12 Felder der Größe 8,2 x 8,2 cm vorgenommen. Mittels der Programmfunktion *Vergrößerung* wurden dann Ausschnitte der Schnittserien beider Gelenke vergrößert und in alternierender Reihenfolge (links, rechts) einzeln auf die neue Folie importiert.

Die *ROI* umfaßte meist nur eine Strecke weniger Zentimeter. Bei einer *Slice* von 1 mm wurden folglich pro Blatt 6 mm abgebildet, so wurden maximal vier Filmfolien pro Gelenkpaar benötigt.

3.2.5 Interpretation der Bilder

Für die Identifikation der anatomischen Strukturen auf den ersten Tomogrammen (die nicht in die Studie aufgenommen wurden), wurden zunächst Vergleichsbilder aus dem Atlas von ASSHEUER und SAGER (1997) und Knochenmodelle herangezogen. Nach einer gewissen Lernphase konnten dann neben der bloßen

Eigene Untersuchungen

Identifikation auch Läsionen angesprochen werden, mit dem Fortschreiten der Vorversuchsstudie fiel es zunehmend leichter, auch dezente Veränderungen zu erkennen. Ein wichtiges Prinzip war es, den fraglichen Strukturen auf einer Serie zusammenhängender Schnittbilder zu folgen. Damit konnten einerseits Fehlinterpretationen kleiner knochendichter Anschnitte als Corpora libera vermieden werden (Radiusgelenkfläche, Talokruralgelenk), andererseits wurde auf diese Art und Weise eine systematische Betrachtung aller Gelenksanteile erreicht, die Grundlage der Interpretation bei allen bildgebenden Verfahren ist.

Zunächst wurden einige Einzelschnitte aus Tomogrammen abgebildet, die als Normalbefund beurteilt wurden. Im Ergebnisteil finden sich exemplarische *OCD-Tomogramme* von allen im Untersuchungszeitraum dargestellten Lokalisationen, weitere Befunde wurden in den Anhang gestellt.

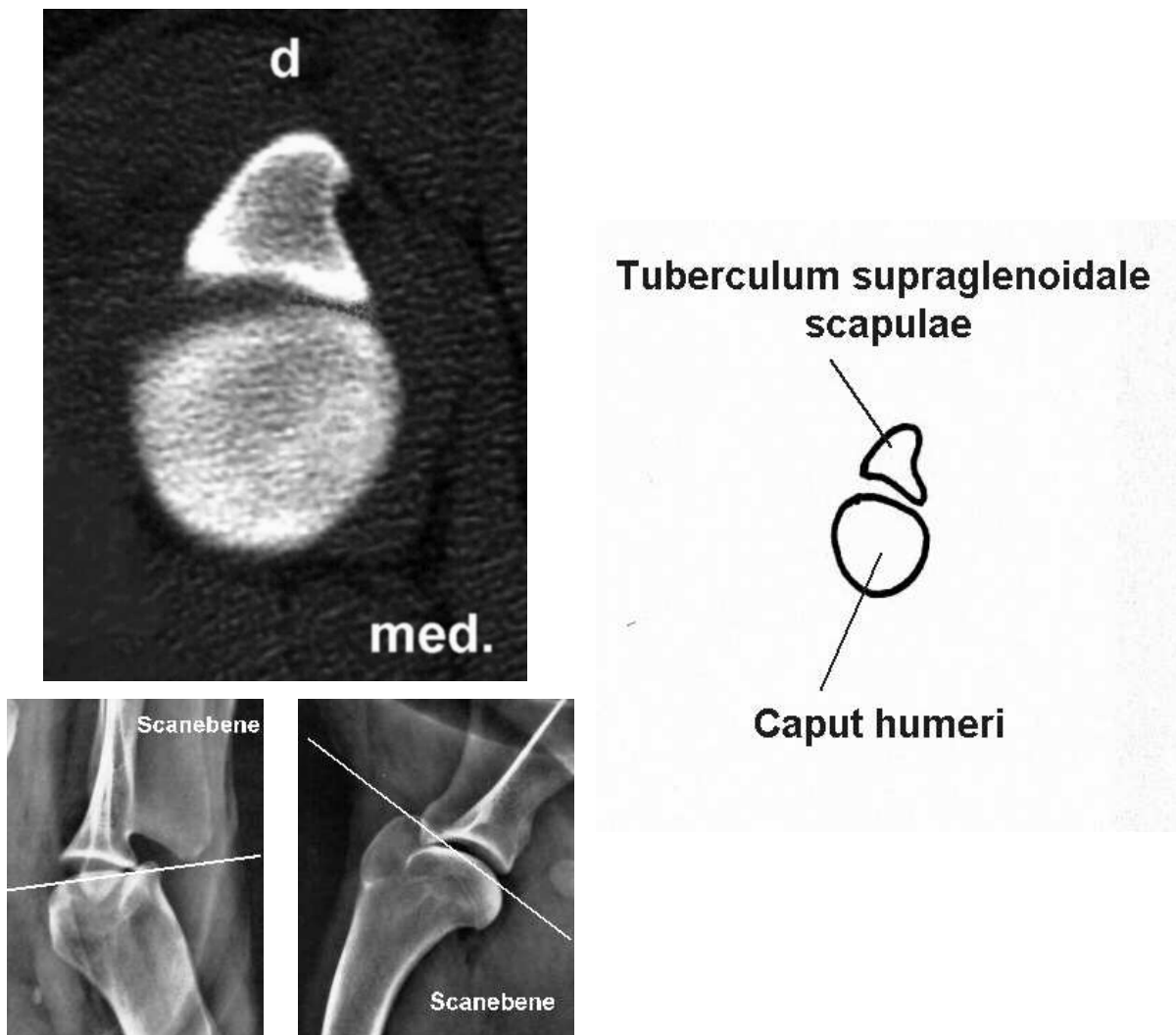
Um die Betrachtung der unbearbeiteten Bilder zu erleichtern, wurden Skizzen mit Bezeichnung der sichtbaren knöchernen Strukturen neben jedes Tomogramm platziert. Die Röntgenbilder (alle modifiziert nach SCHEBITZ u. WILKENS, 1989) mit eingefügter Scanebene erleichtern die Einordnung in den anatomischen Kontext. Muskeln, Sehnen und Bänder wurden der Übersicht halber nicht berücksichtigt, da sie für die CAT-Diagnostik der Osteochondrosis dissecans nicht von Bedeutung sind.

(alle Abb.: d = dorsal; v = ventral; lat. = lateral; med. = medial)

3.2.5.1 Schultergelenk, Caput humeri

Die Abbildung 8 zeigt ein Computerarthrotomographie-Normalbild aus dem Schultergelenk eines Hundes. Die Lamina corticalis hat einen gleichmäßigen Aufbau, es sind weder Kontinuitätsunterbrechungen noch subchondrale Sklerosierung zu erkennen, das Caput humeri ist an dieser Schnittebene ohne besonderen Befund.

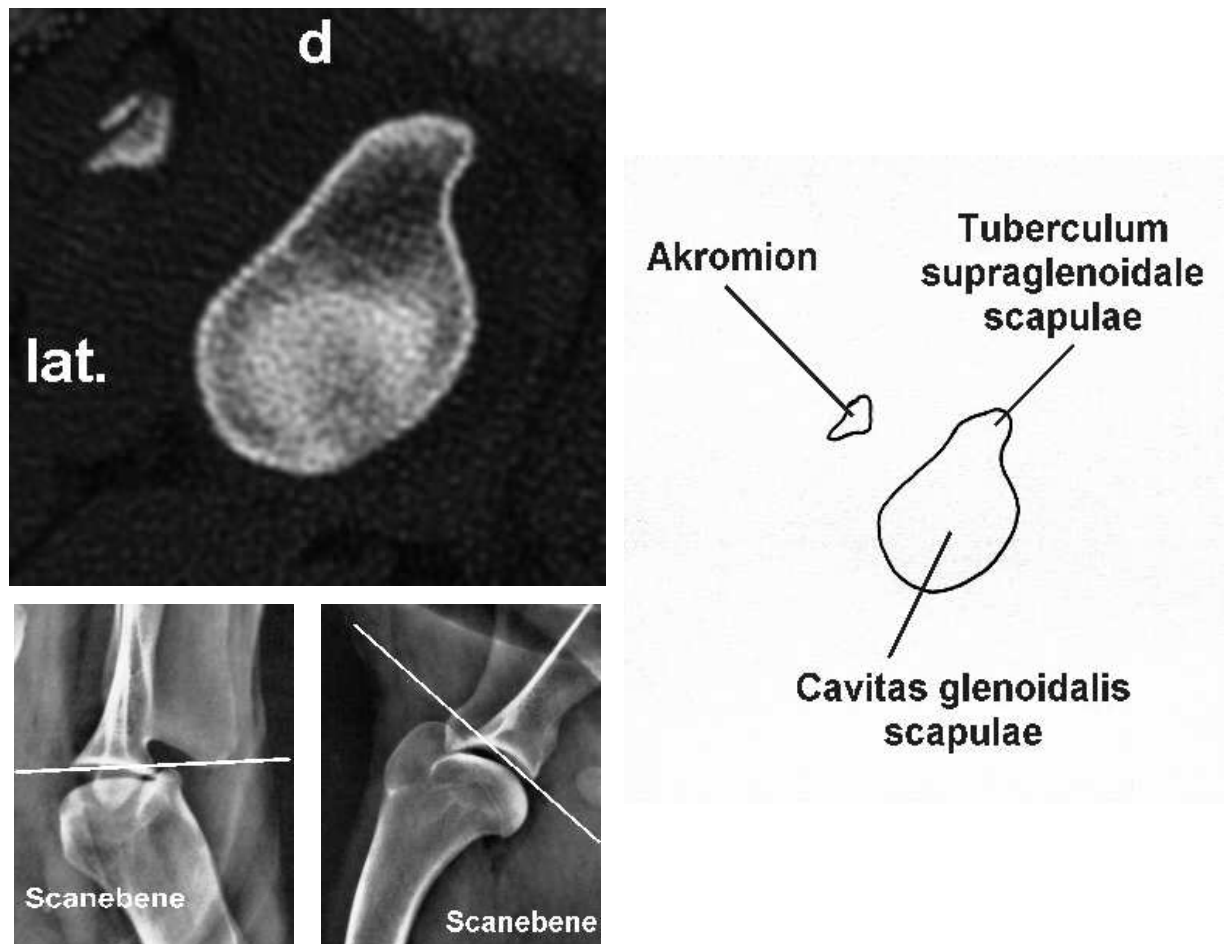
Abb. 8: Caput humeri, Normal-Tomogramm



3.2.5.2 Schultergelenk, *Cavitas glenoidalis scapulae*

Die Abbildung zeigt distale Anteile der Skapula, die in seltenen Fällen Lokalisation einer OCD sein können. Die *Cavitas glenoidalis* zeigt hier keine Kontinuitätsunterbrechung und keine pathologische Sklerosierung, die zentrale Aufhellung mit dezentem sklerotischen Randsaum ist an dieser Stelle ein anatomisch-physiologischer Normalbefund, wie Vergleiche mit anderen gesunden Patienten und die intraoperativen Befunde gezeigt haben.

Abb. 9: *Cavitas glenoidalis scapulae*, Normal-Tomogramm

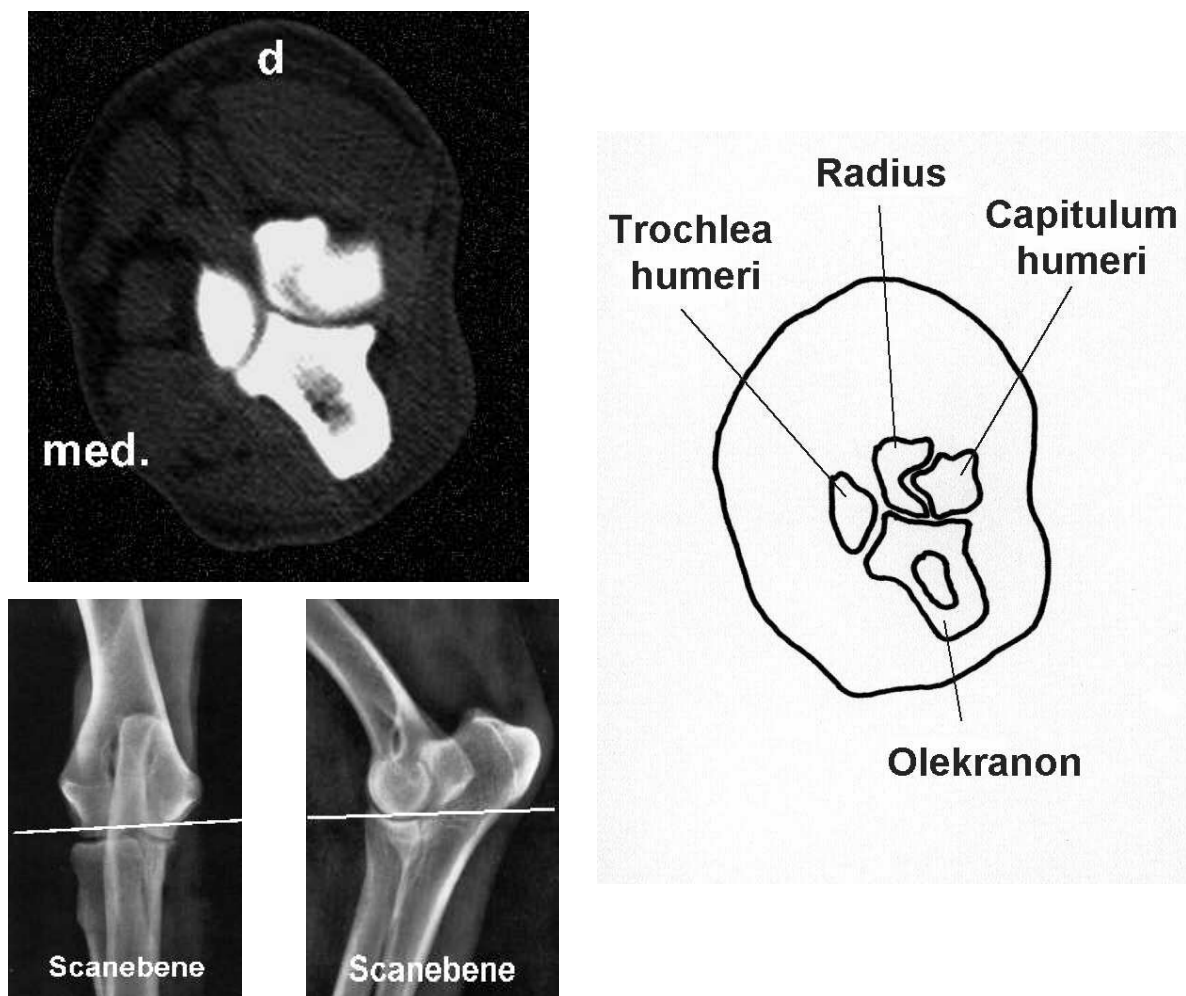


3.2.5.3 Ellbogengelenk, Trochlea humeri

Zu erkennen sind ein Teil des Tuber olecrani mit Markraum (schwarz), dorsal davon medial ein Anschnitt der Trochlea humeri, lateral ein Teil des Caput radii sowie ein Anschnitt des Capitulum humeri. Die beiden Kondylen zeigen glatte Gelenkflächen und keine unregelmäßigen Sklerosierungen.

Die höckerige Gelenkfläche des proximalen Radius führt in der Computerarthrotomographie zu Bildern, die leicht mit Zusammenhangstrennungen oder Corpora libera verwechselt werden können. Nur durch die Betrachtung aller Bilder einer Serie und die genaue Kenntnis der zu erwartenden Strukturen lassen sich solche Fehlinterpretationen vermeiden (vgl. Abb. 39).

Abb. 10: Trochlea humeri, Normal-Tomogramm

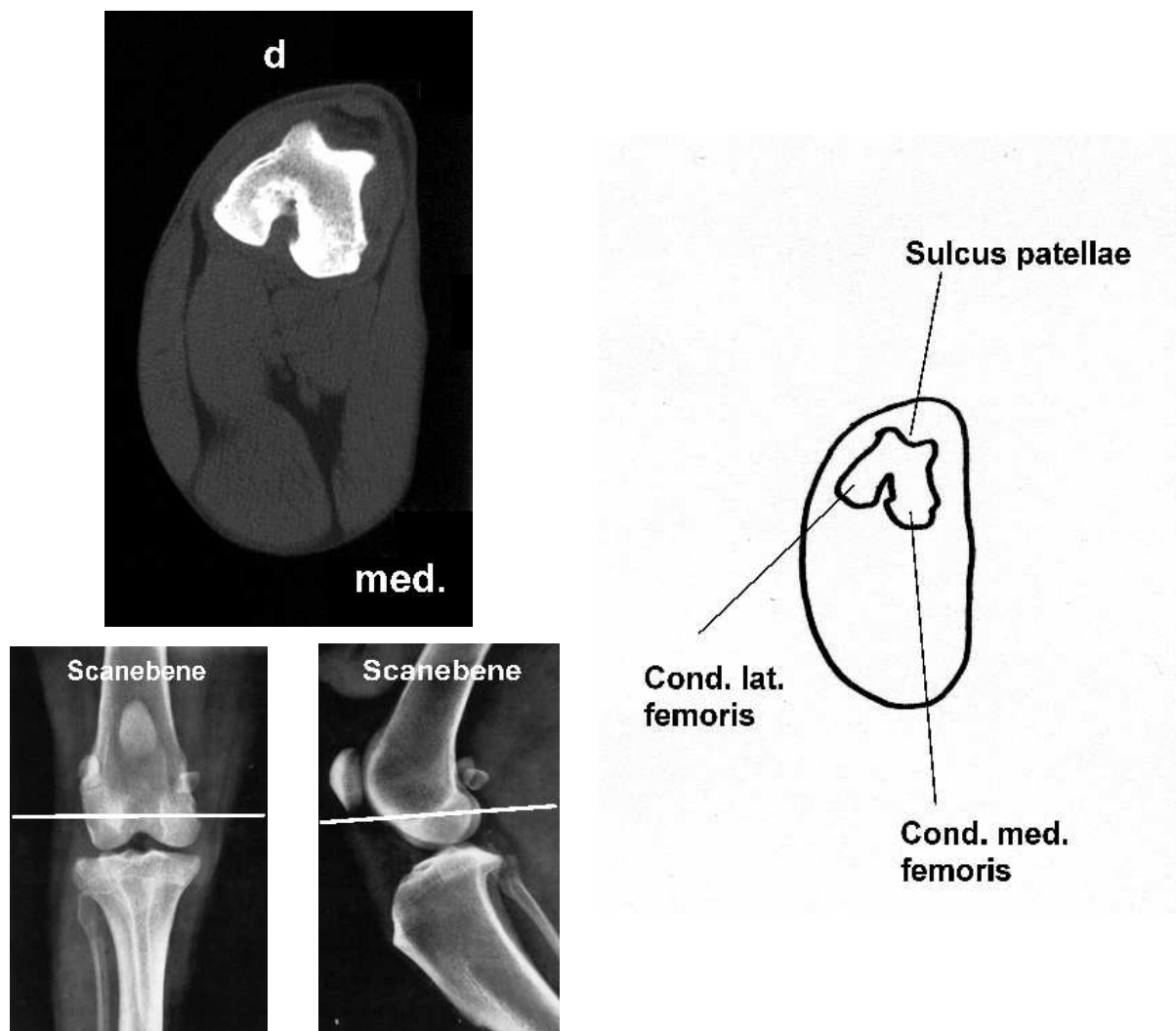


3.2.5.4 Kniegelenk, *Condyli ossis femoris*

In einem Normaltomogramm des Kniegelenkes sind Anschnitte beider Femurkondylen und der Sulcus patellae zu erkennen (Abb. 11). Die Laminae corticales und die angeschnittenen Teile des Markraumes sind frei von unregelmäßigen Sklerosierungen oder Kontinuitätsunterbrechungen, in diese Bereich gibt es keinen Hinweis auf pathologische Befunde.

Besonders im Kniegelenk ist der für eine Osteochondrosis dissecans in Frage kommende Bereich größer als in den anderen Gelenken, da Defekte sowohl proximokaudal als auch distal auftreten. Zur Darstellung einer OCD-Läsion sollte die gesamte Länge (proximodistale Ausdehnung) der Kondylen abgebildet und beurteilt werden.

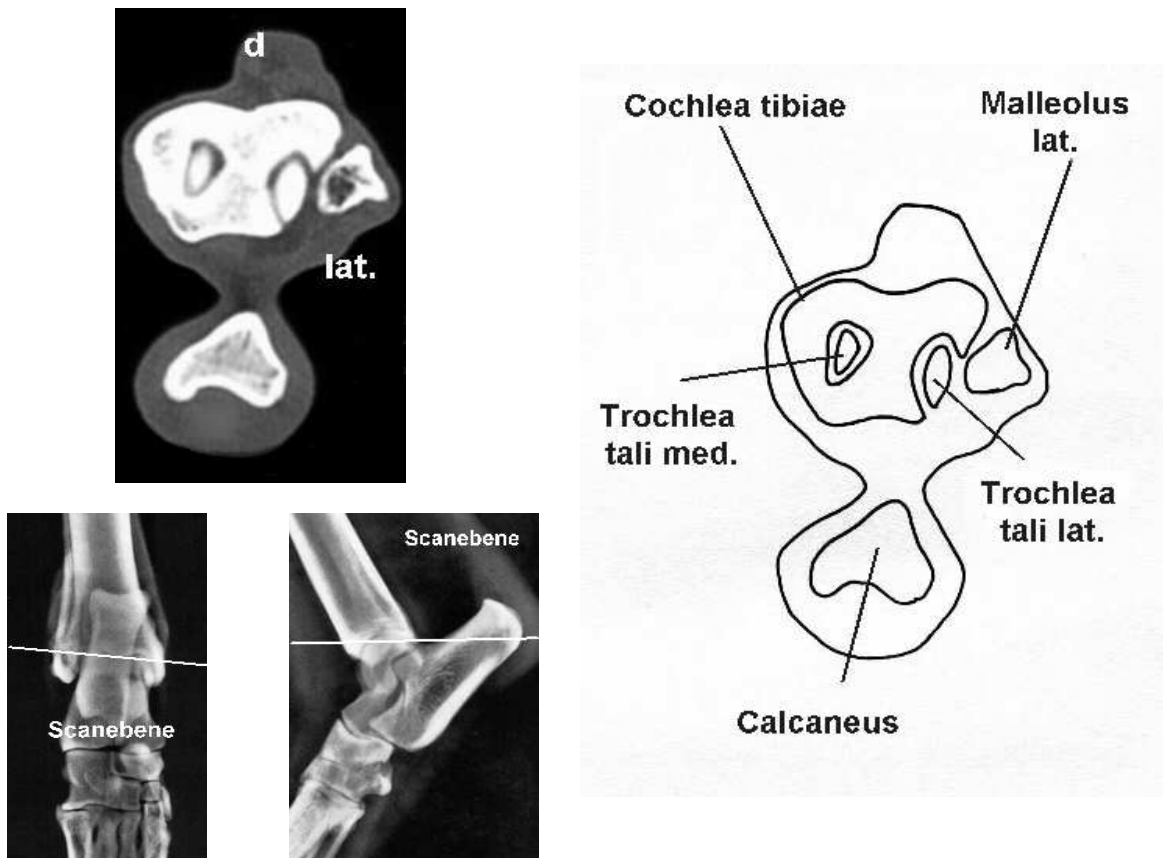
Abb. 11: Condyli ossis femoris, Normal-Tomogramm



3.2.5.5 Talokruralgelenk, *Trochlea tali*

Besonders bei diesem Gelenk ist es in der Computerarthrotomographie anfangs schwierig, normale anatomische Strukturen von pathologischen zu unterscheiden, da eine Fülle von kleinen Knochenanschnitten *Corpora libera* oder Osteophyten als Folge einer hochgradigen Arthrosis deformans vortäuschen können. Die Fibula erleichtert die Seitenbestimmung. Im Normaltomogramm sind Anschnitte der distalen Aspekte beider Anteile der *Trochlea tali* zu erkennen, die glatt und regelmäßig oval bis mandelförmig konturiert sind (Abb. 12). Ähnlich wie im Kniegelenk können OCD-Läsionen prinzipiell an allen Teilen der *Trochlea tali* auftreten, deshalb ist es auch hier wichtig, die ganze Scanserie von proximal bis distal zu beurteilen. Auffällig ist das „schlanke“ Erscheinungsbild des periartikulären Weichteilgewebes, das bei einer OCD des Talus meist massiv verdickt erscheint. Schon im Röntgenbild liegt damit ein indirekter, wenn auch unspezifischer Hinweis auf die Erkrankung vor (vgl. Abb. 26, 27, 46, 47).

Abb. 12: Trochlea tali, Normal-Tomogramm

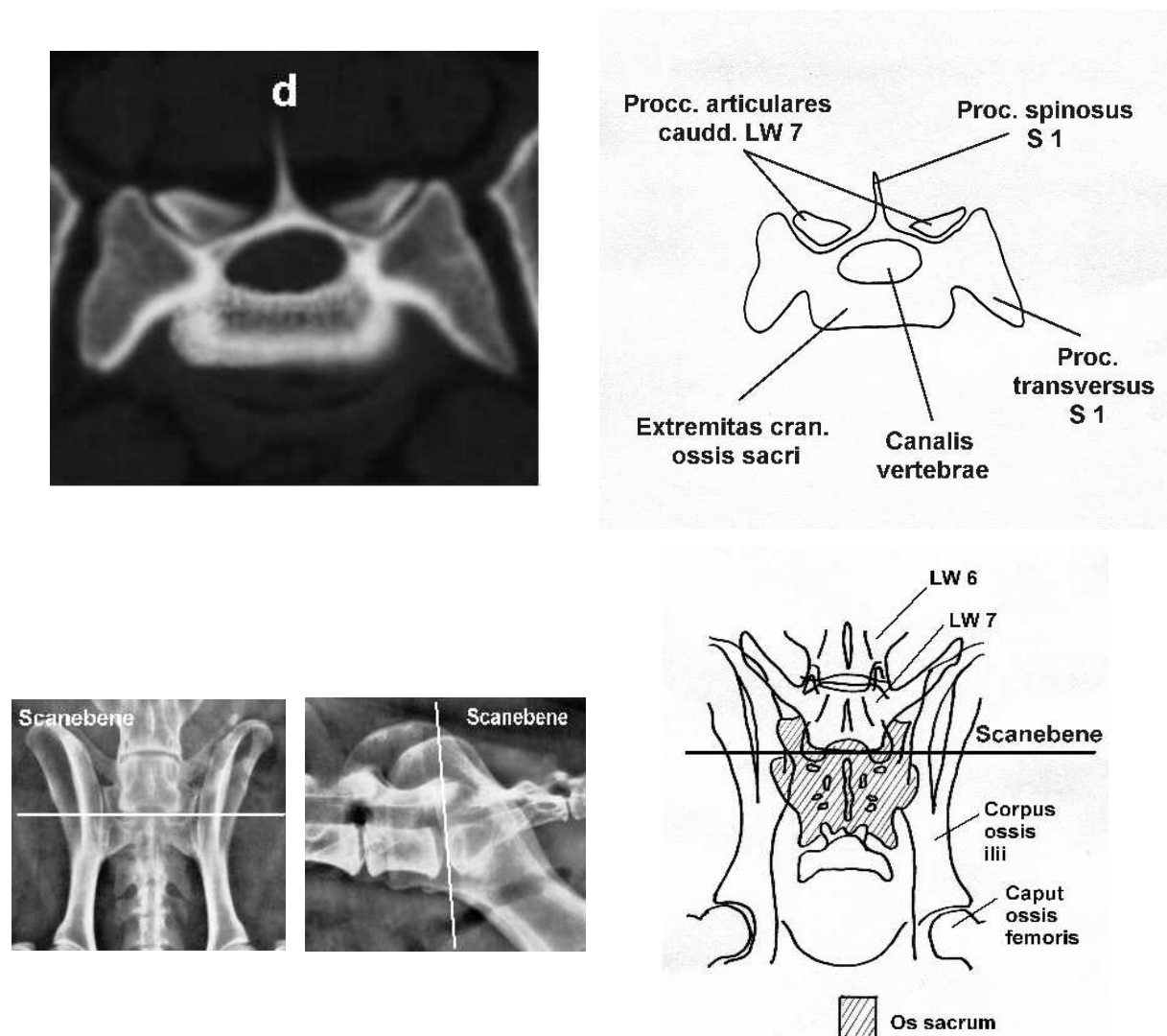


3.2.5.6 Kreuzbein

An dieser Lokalisation wird die Osteochondrosis dissecans selten diagnostiziert, i Untersuchungszeitraum (Januar 1999 bis Mai 2000) wurde nur ein entsprechender Patient in der Klinik für kleine Haustiere der Tierärztlichen Hochschule Hannover vorgestellt. Da die Darstellung recht eindrucksvoll ist, wurde dieser Fall in die vorliegende Arbeit mit aufgenommen (s. Abb. 28).

Das Normalbild (Abb. 13) zeigt eine unauffällige Extremitas cranialis des ersten Kreuzwirbels, die dorsolateral gelegenen Strukturen sind Anschnitte der Procc. articulares caudales des siebenten Lendenwirbels (LW 7).

Abb. 13: Extremitas cranialis ossis sacri, Normal-Tomogramm



3.2.6 Dokumentation, Messungen und Statistik

3.2.6.1 Dokumentation der Befunde

Sowohl die Röntgen- als auch die Computerarthrotomographie-Befunde wurden schriftlich der Patientenkartei (EDV) beigelegt und zusätzlich ausgedruckt, um zu einem späteren Zeitpunkt schnellen Zugriff auf die mit der CAT gesammelten Daten zu gewährleisten. Neben der Diagnose umfaßten diese Daten auch die am Monitor gemessene maximale Ausdehnung der Läsion an der Gelenkfläche, die größte Tiefe der Defekte, die Tiefe der subchondralen Sklerosierung (alle in Millimeter) und Aussagen über nachgewiesene Corpora libera. Mit Hilfe der vom Operateur eingegebenen Arthroskopie- bzw. Arthrotomieberichte konnten dann retrospektive Vergleiche verschiedener Parameter der diagnostischen Zuverlässigkeit angestellt werden (s. 3.2.6.3).

3.2.6.2 Messungen

Am Monitor wurden mit Hilfe der Programmfunktion *Messung* die Ausdehnungen der Läsionen an der Gelenkfläche ausgemessen (Millimeter), dabei wurde der größte Wert als *Defektgröße* bezeichnet. Die größte Tiefe der Defekte wurde aus der Anzahl der Einzelschnitte, auf denen der Defekt als solcher zu erkennen war, errechnet: da die *Slice* 1 mm war, entsprach der Wert der Tiefe der Läsion in Millimeter (Bsp. zur Messung s. Abb. 37 und Abb. 38), ebenso wurden die Tiefen der subchondralen Sklerosierungen ermittelt, ausgehend jeweils vom ersten Schnittbild, auf dem der Defekt nicht mehr zu sehen war.

3.2.6.3 Statistik

Die Richtigkeit der Arthroskopie- bzw. Arthrotomiediagnosen wurde vorausgesetzt, mit ihrer Hilfe wurden die Röntgen- und CAT-Diagnosen mit „richtig“ (richtig positiv und richtig negativ) und „falsch“ (falsch positiv und falsch negativ) bewertet.

Eigene Untersuchungen

So konnte ein Vergleich der Sensitivität, der Spezifität und der Genauigkeit sowie des positiven prädiktiven Wertes beider Untersuchungsverfahren angestellt werden. Als **Sensitivität** wird die Wahrscheinlichkeit bezeichnet, mit der ein Test (bildgebendes Verfahren) bei vorliegender Erkrankung ein richtig positives Ergebnis liefert, die **Spezifität** ist die Wahrscheinlichkeit, bei nicht vorliegender Erkrankung eine richtig negative Diagnose zu stellen. Die **Genauigkeit** bezeichnet die Richtigkeit der Diagnosen in Bezug auf alle Untersuchungen, als **positiver prädiktiver Wert** wird die Wahrscheinlichkeit bezeichnet, mit der bei positivem Testergebnis die Erkrankung tatsächlich vorliegt.

Folgende Formeln wurden zur Errechnung dieser Werte angewandt:

$$\begin{aligned}\text{SENSITIVITÄT (\%)} &= \frac{\text{richtig positiv}}{\text{richtig positiv} + \text{falsch negativ}} \times 100 \\ \text{SPEZIFITÄT (\%)} &= \frac{\text{richtig negativ}}{\text{richtig negativ} + \text{falsch positiv}} \times 100 \\ \text{GENAUIGKEIT (\%)} &= \frac{\text{richtig positiv} + \text{richtig negativ}}{\text{Anzahl der Untersuchungen}} \times 100 \\ \text{POSITIVER PRÄDIKTIVER WERT (\%)} &= \frac{\text{richtig positiv}}{\text{richtig positiv} + \text{falsch positiv}} \times 100\end{aligned}$$

Abb. 14: Formeln zur Berechnung statistischer Parameter

Die Daten der „falsch positiv“ bzw. „richtig negativ“ befundeten Patienten (keine OCD) wurden nicht in den tabellarischen Anhang aufgenommen.

Eigene Untersuchungen

Die ermittelten Werte von Defektgröße an der Gelenkfläche [mm], Defekttiefe [mm] und subchondraler Sklerosierungstiefe [mm] sowie das Patientenalter wurden auf mögliche **Korrelationen** hin untersucht. Zu diesem Zweck wurden Größenpaare aus allen

- Defektgrößen und den dazugehörenden Defekttiefen,
- Defektgrößen und Sklerosierungstiefen,
- Defekttiefen und Sklerosierungstiefen sowie
- Patientenalter und Sklerosierungstiefen

graphisch dargestellt (s. Abb. 29 bis 32 und Tab. 9 bis 12) und die *Korrelationskoeffizienten* nach SPEARMAN (ρ) errechnet. Es wurde jeweils eine Prüfung auf signifikante Abhängigkeit vorgenommen, wobei die Irrtumswahrscheinlichkeit (p) mit $< 0,05$ festgelegt wurde.

4 ERGEBNISSE

4.1 Signalement der OCD-Patienten

Insgesamt wurden im Untersuchungszeitraum (Januar 1999 bis Mai 2000) 50 Hunde computerarthrotomographisch und arthroskopisch untersucht, bei 42 Patienten wurde per Arthroskopie die Diagnose „OCD“ gestellt. Folgende Rassenverteilung der OCD-Patienten wurde registriert: je sieben Tiere der Rassen Golden Retriever (16,7 %) und Labrador Retriever (16,7 %), fünf Mischlingshunde (11,9 %), je drei Deutsche Schäferhunde, Bordeaux-Doggen und Rottweiler (je 7,1 %), je zwei Hovawarts und Deutsch-Drahthaar (je 4,8 %) und je ein Hund der Rassen Gordon Setter, Rhodesian Ridgeback, Neufundländer, Berner Sennenhund, Magyar Vizsla, Kuvasz, Kleiner Münsterländer, Großer Schweizer Sennenhund, Bulldogge und Briard (je 2,4 %, vgl. Abb. 15).

Das Patientenalter rangierte zwischen fünf und 51 Monaten mit einem Mittelwert ($\bar{x}$) von 12,7 Monaten und einem Median ($\tilde{x}$) von neun Monaten. 26 Patienten (61,9 %) waren zwischen fünf und zehn Monate alt, zehn Patienten (23,8 %) zwischen 11 und 15 Monate und sechs Hunde (14,3 %) über 15 Monate (20 bis 51 Monate, vgl. Abb. 17).

Alle Patienten waren unkastriert, insgesamt wurden 31 Rüden (73,8 %) und 11 Hündinnen (26,2 %) untersucht (vgl. Abb. 16).

4.1.1 Schultergelenkspatienten

Im Untersuchungszeitraum wurden 16 Patienten computertomographisch auf das Vorliegen einer OCD im Schultergelenk untersucht, bei allen Patienten wurde arthroskopisch die Diagnose „OCD“ gestellt. Darunter waren neben vier Mischlingshunden (25 %) je zwei Tiere der Rassen Hovawart (12,5 %) und Deutsch-Drahthaar (12,5 %). Mit je einem Patienten waren die Rassen Berner Sennenhund, Bordeaux-

Ergebnisse

Dogge, Bulldogge, Deutscher Schäferhund, Golden Retriever, Gordon Setter, Großer Schweizer Sennenhund und Rhodesian Ridgeback vertreten (je 6,25 %).

Alle Tiere waren unkastriert, davon zwölf männlich (75 %) und vier weiblich (25 %).

Das Alter rangierte von fünf bis 51 Monaten, der Mittelwert ($\bar{x}$) war 14,1 Monate, der Median ($\tilde{x}$) wurde mit 9,0 Monaten errechnet. Das Körpergewicht der Tiere bewegte sich zwischen 24,5 kg und 42 kg mit einem Mittelwert ($\bar{x}$) von 34,6 kg und eine Median ($\tilde{x}$) von 35,0 kg.

4.1.2 Ellbogengelenkspatienten

18 Patienten wurden computertomographisch am Ellbogengelenk untersucht, bei 14 Patienten wurde später arthroskopisch die Diagnose „OCD“ gestellt. Folgende Rassenverteilung ergab sich: sechs Golden Retriever (42,9 %), drei Labrador Retriever (21,4 %), zwei Bordeaux-Doggen (4,8 %) und je ein Neufundländer, Kleiner Münsterländer und Rottweiler (je 7,1 %), davon 12 Rüden (85,7 %) und zwei Hündinnen (14,3 %). Das Alter lag zwischen fünf und 51 Monaten, der Mittelwert ($\bar{x}$) war hier 11,9 Monate, der Median ($\tilde{x}$) 12,0 Monate. Die Patienten hatten Körpergewichte von 19 kg bis 46 kg, der Mittelwert ($\bar{x}$) betrug 31,4 kg, der Median ($\tilde{x}$) 35,0 kg.

4.1.3 Kniegelenkspatienten

Im Untersuchungszeitraum wurden die Kniegelenke von sechs Patienten computerarthrotomographisch untersucht, bei vier Tieren wurde arthroskopisch eine OCD diagnostiziert mit folgender Rassenverteilung: je ein Patient der Rassen Deutscher Schäferhund, Labrador Retriever, Kuvasz und Magyar Vizsla (je 25 %), davon drei Rüden (75 %) und eine Hündin (25 %). Die Patienten waren sechs bis 12 Monate alt, der Mittelwert ($\bar{x}$) betrug 9,5 Monate, der Median ($\tilde{x}$) 10,0 Monate. Das Körpergewicht war beim leichtesten Patienten 25 kg, der schwerste Patient wog 27 kg, das mittlere Körpergewicht ($\bar{x}$) der Kniegelenkspatienten mit OCD war 27,0 kg, der Median ($\tilde{x}$) 26,0 kg.

4.1.4 Tarsalgelenkspatienten

Zehn Patienten mit OCD-Verdacht am Talus wurden computertomographisch untersucht, bei sieben Patienten wurde arthroskopisch oder per Arthrotomie die Diagnose „OCD“ gestellt. Darunter waren drei Labrador Retriever (42,8 %), zwei Rottweiler (28,6 %), sowie ein Briard und ein Mischlingshund (je 14,3 %). Das Alter der Tiere bewegte sich zwischen sechs und 26 Monaten mit einem errechneten Mittelwert ($\bar{x}$) von 12,7 Monaten und einem Median ($\tilde{x}$) von 7,0 Monaten, es wurden Körpergewichte von 23,5 kg bis 52 kg ermittelt, der rechnerische Mittelwert ($\bar{x}$) betrug hier 33,6 kg, der Median ($\tilde{x}$) 33,0 kg.

4.1.5 Kreuzbeinpatient

Der Patient mit der OCD des Kreuzbeins war ein elfmonatiger männlicher Deutscher Schäferhund und wog 40 kg.

4.1.6 Graphische Darstellungen der OCD-Patientendaten und der ermittelten Werte

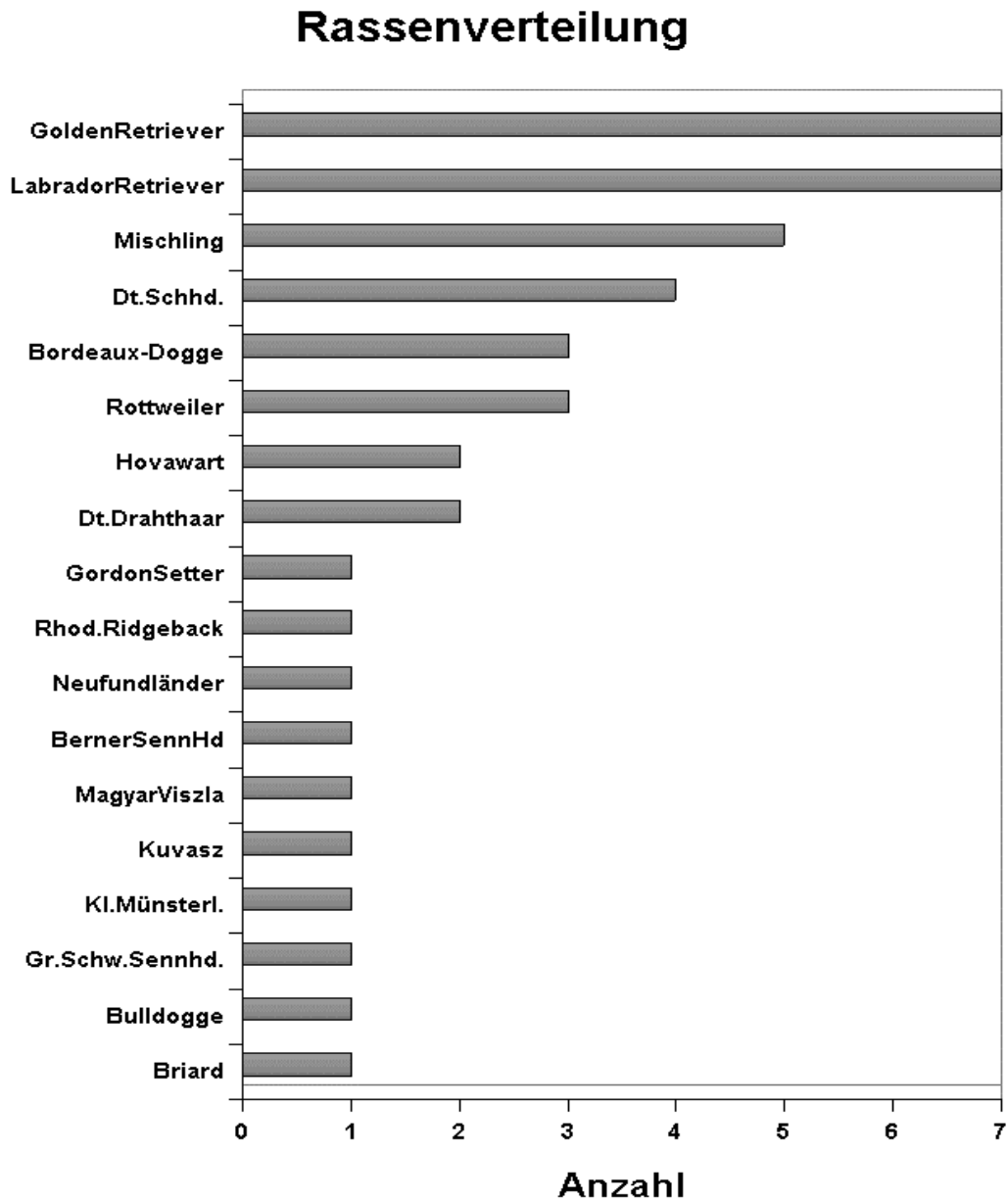


Abb. 15: Rassenverteilung der OCD-Patienten (n = 42)

Beim untersuchten Patientengut führten Golden Retriever und Labrador Retriever die Statistik der vertretenen Rassen deutlich an (mit jeweils sieben Patienten, zusammen 33,4 %), die übrigen Rassen zeigten jeweils kein auffällig erhöhtes Aufkommen

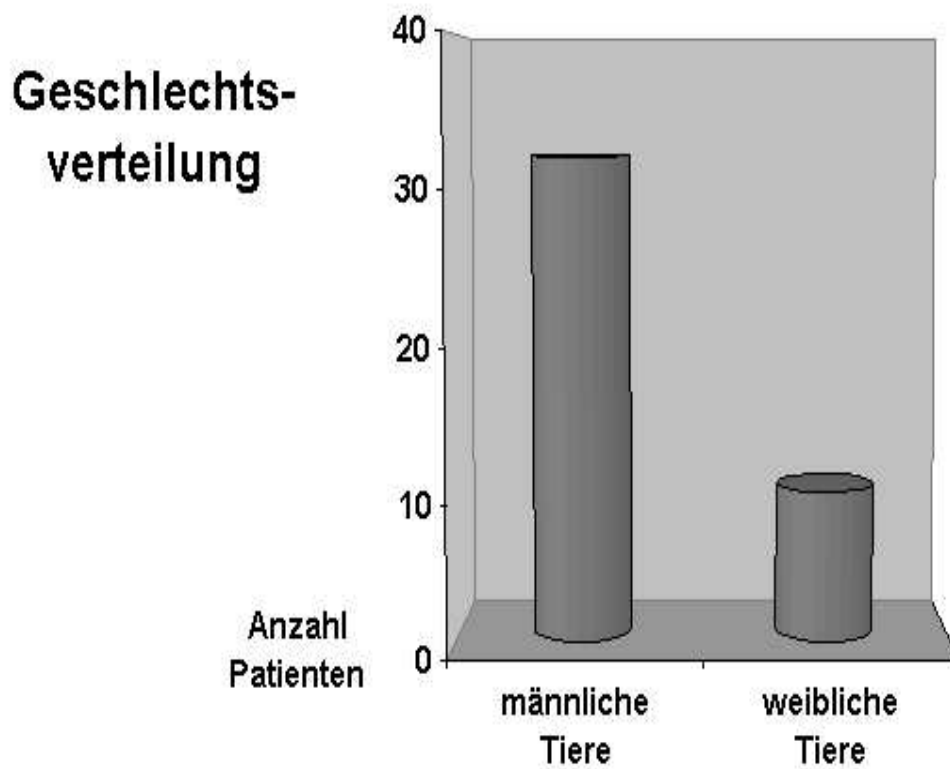


Abb.16: Geschlechtsverteilung der OCD-Patienten (n = 42)

Die Anzahl der Rüden war deutlich höher als die der Hündinnen mit OCD
(31 Rüden = 73,8 %, 11 Hündinnen = 26,2 %).

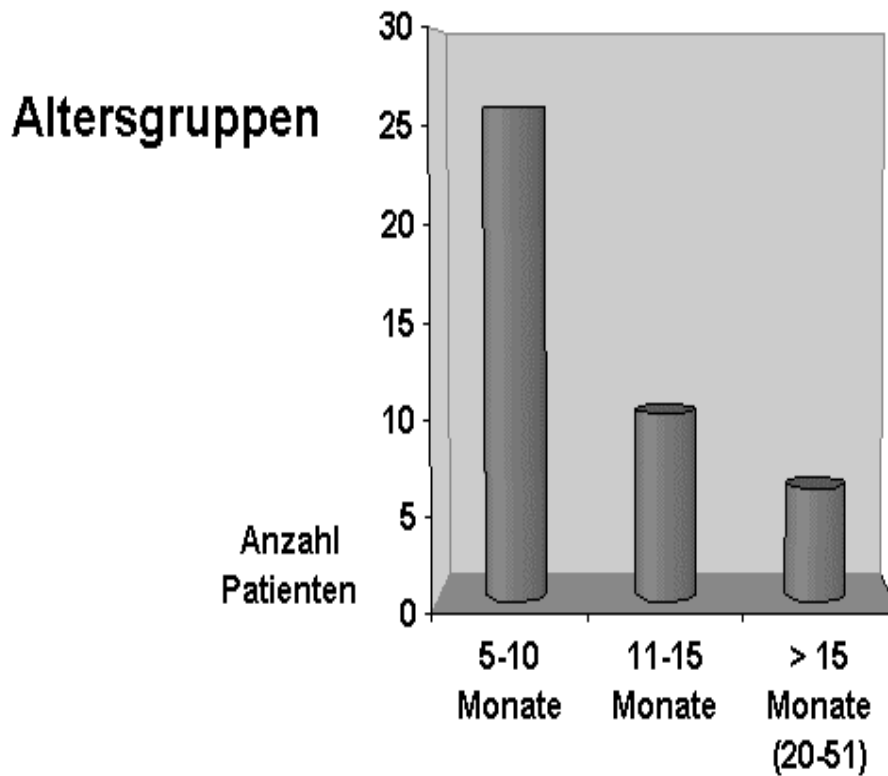


Abb. 17: Altersverteilung der OCD-Patienten (n = 42)

Die weitaus größte Altersgruppe stellte die der Patienten zwischen fünf und zehn Monaten (26 Patienten = 61,9 %), gefolgt von der Gruppe, die 11 bis 15 Monate alt war (zehn Patienten = 23,8 %), sechs Patienten mit OCD (= 14,3 %) waren älter als 15 Monate (20 bis 51 Monate).

Ergebnisse

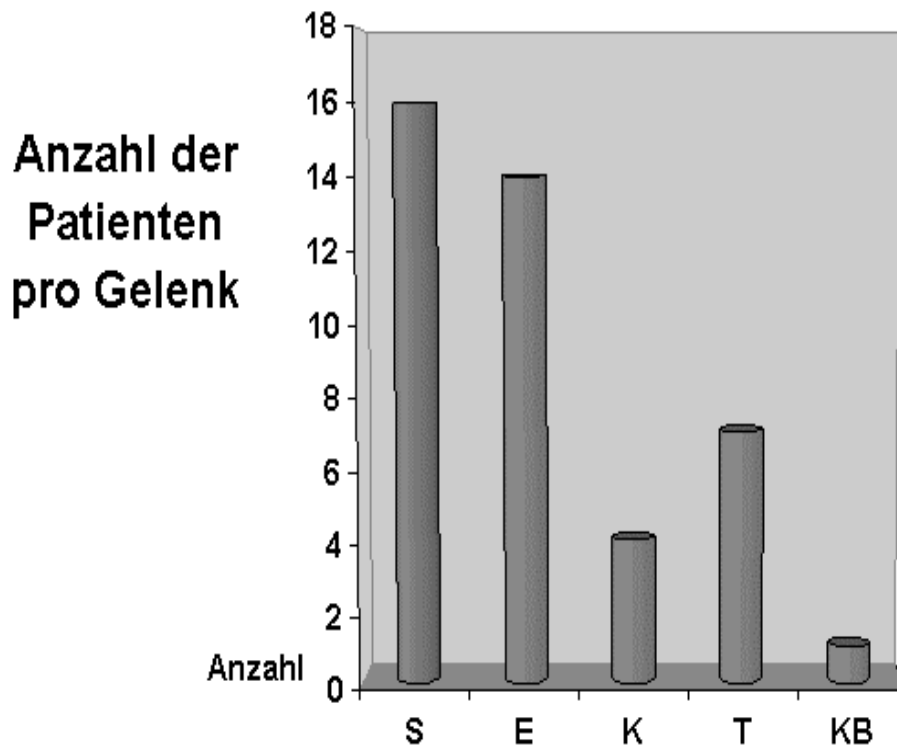


Abb. 18: Anzahl der OCD-Patienten pro Gelenk bzw. Lokalisation (n = 42)

(S: Schultergelenk; E: Ellbogengelenk; K: Kniegelenk; T: Talokruralgelenk; KB: Kreuzbein)

Unter den Gelenken war mit 38,1 % der Patienten (16 von 42) das Schultergelenk am häufigsten vertreten, gefolgt vom Ellbogengelenk (14 Patienten = 33,3 %). Eine OCD des Talus wurde in 16,7 % (= sieben Patienten), eine Kniegelenks-OCD bei vier Patienten (= 9,5 %) diagnostiziert.

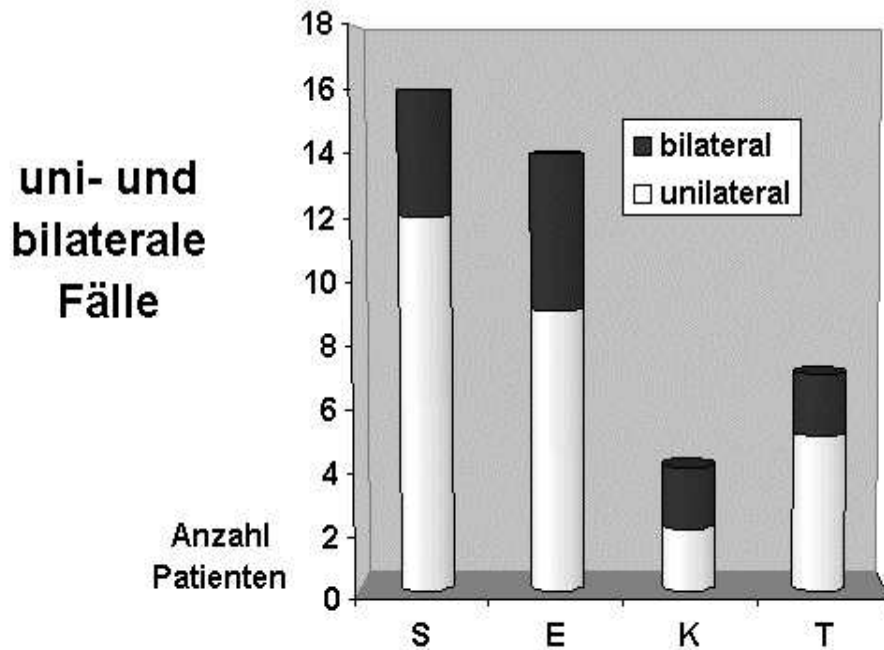


Abb. 19: Anzahl der Patienten (n = 42) mit unilateralen bzw. bilateralen OCD-Läsionen

(S: Schultergelenk; E: Ellbogengelenk; K: Kniegelenk; T: Talokruralgelenk)

Insgesamt hatten 31 % der Patienten (13 von 42) bilaterale OCD-Läsionen, darunter zwei von vier Kniegelenkspatienten (50 % dieser Gruppe), fünf von 14 Ellbogengelenkspatienten (35,7 % dieser Gruppe), zwei von sieben Tarsalgelenkspatienten (28,6 % dieser Gruppe) und vier von 16 Schultergelenkspatienten (25 % dieser Gruppe).

4.2 Ergebnisse der Computerarthrotomographien

4.2.1 Lokalisationen der OCD und Ausmaße der Defekte

4.2.1.1 Schultergelenk

Im Schultergelenk ($n = 20$) traten im Untersuchungszeitraum zwei Lokalisationen der OCD auf: bei 19 Gelenken der zentrokaudale Aspekt des Caput humeri und bei einem Gelenk die Cavitas glenoidalis der Skapula.

22 Gelenke wurden arthroskopiert und konnten somit in die statistische Auswertung der Parameter für die Richtigkeit der Diagnosen einbezogen werden, dabei wurde in 20 Fällen die Diagnose „Osteochondrosis dissecans“ gestellt. 12 Patienten hatten unilaterale Läsionen, bei vier Patienten lagen OCD-Defekte in beiden Schultergelenken vor.

Der kleinste Defekt wurde mit 3 mm maximaler Gelenkflächenausdehnung gemessen, der größte Defekt maß 10 mm, die mittlere Defektgröße ($\bar{x}$) war 4,9 mm bei einem Median ($\tilde{x}$) von 5,0 mm.

Die kleinste Defekttiefe war 2 mm, der tiefste Defekt reichte 5 mm weit. Die mittlere Defekttiefe ($\bar{x}$) aller untersuchten Schultergelenke war 3,3 mm, der Median ($\tilde{x}$) lag hier bei 3,0 mm.

Die tiefste subchondrale Sklerosierung war 6 mm, der kleinste Wert 3 mm, die mittlere maximale Sklerosierungstiefe ($\bar{x}$) wurde mit 4,7 mm berechnet bei einem Median ($\tilde{x}$) von 4,0 mm.

4.2.1.2 Ellbogengelenk

Der distale Anteil der Trochlea humeri war hier die häufigste Lokalisation der OCD, sie wurde in 17 Gelenken gesehen, zwei Patienten zeigten an je einem Gelenk eine interkondylär gelegene Läsion ($n = 19$).

30 Gelenke wurden arthroskopiert und konnten in die statistische Auswertung einbezogen werden, bei 14 Patienten wurde die Diagnose „Osteochondrosis

Ergebnisse

dissecans“ gestellt. Neun Tiere wiesen unilaterale und fünf Patienten bilaterale OCD-Defekte auf.

Die kleinste Läsion maß maximal 3 mm auf der Gelenkfläche, der größte Defekt maß 7 mm, die mittlere maximale Läsionsausdehnung ($\bar{x}$) war 5,0 mm, der Median ($\tilde{x}$) lag ebenfalls bei 5,0 mm.

Der flachste Defekt reichte 2 mm, der tiefste Defekt reichte 4 mm unter die Gelenkfläche, die mittlere Läsionstiefe ($\bar{x}$) war 2,4 mm bei einem Median ($\tilde{x}$) von 2,0 mm.

Eine minimale subchondrale Sklerosierung von 2 mm und eine maximale Sklerosierung von 5 mm wurden ausgemessen, die mittlere maximale Sklerosierung ($\bar{x}$) wurde mit 2,8 mm errechnet, der Median ($\tilde{x}$) lag hier bei 3,0 mm.

4.2.1.3 Kniegelenk

Der laterale Femurknorren war in der vorliegenden Untersuchung in vier Gelenken, der mediale Femurknorren in zwei Gelenken von einer OCD betroffen (n = 6).

Zehn Gelenke wurden arthroskopiert, konnten somit in die statistische Auswertung aufgenommen werden, in sechs Gelenken wurde die Diagnose „Osteochondrosis dissecans“ gestellt. Zwei Tiere hatten bilaterale und zwei Tiere unilaterale Läsionen. Die Läsionen hatten maximale Ausdehnungen auf den Gelenkflächen von 8 mm bis 12 mm, die mittlere Größe ($\bar{x}$) wurde mit 10,0 mm errechnet bei einem Median ($\tilde{x}$) von 11,0 mm.

Es wurden Defekttiefen von 1 mm bis 4 mm ermittelt, die mittlere Defekttiefe ($\bar{x}$) war rechnerisch 2,8 mm, der Median ($\tilde{x}$) lag bei 3,5 mm.

Die mittlere maximale Sklerosierungstiefe ($\bar{x}$) war 4,2 mm ($\tilde{x} = 4,0$ mm) bei einer Bandbreite von minimal 3 mm und maximal 8 mm.

4.2.1.4 Talokruralgelenk

Sowohl die Trochlea tali medialis als auch die Trochlea tali lateralis wurden in der vorliegenden Untersuchung als Lokalisation einer OCD gesehen (n = 9). Erstere in 6 Gelenken, die laterale Trochlea tali in 3 Gelenken.

Zehn Gelenke wurden arthroskopiert und konnten so in die statistische Auswertung aufgenommen werden, in neun Gelenken wurde eine Osteochondrosis dissecans diagnostiziert. Fünf Patienten zeigten einseitige, zwei Patienten beidseitige Defekte. Die maximale Ausdehnung auf den Gelenkflächen wurde mit 1 mm bis 3 mm gemessen, die mittlere Ausdehnung ($\bar{x}$) wurde auf 1,7 mm berechnet bei einem Median ($\tilde{x}$) von 2,0 mm.

Defekttiefen von 1 mm bis 2 mm wurden gemessen, die mittlere Defekttiefe ($\bar{x}$) war 1,4 mm, der Median ($\tilde{x}$) lag hier bei 1,0 mm.

Es wurden Sklerosierungen von 1 mm bis 2 mm ermittelt, das arithmetische Mittel ($\bar{x}$) betrug hier 1,3 mm, der Median ($\tilde{x}$) lag bei 1,0 mm.

4.2.1.5 Kreuzbein

Der einzige dargestellte Defekt an der Extremitas cranialis ossis sacri hatte eine kraniokaudale Ausdehnung von 5 mm und eine laterolaterale von 8 mm. Mehrere Corpora libera sowie ihre genaue Lage innerhalb des Wirbelkanals konnten sichtbar gemacht werden, hier auch mit Hilfe einer multiplanaren Reformatierung (MPR, Abb. 48).

Anmerkung zu den folgenden Abbildungen : die jedem Tomogramm beigegefügt Röntgenbilder mit der entsprechenden Scanebene sind Normalbilder (alle modifiziert nach SCHEBITZ u. WILKENS 1989).

4.2.2 Computerarthrotomographische Darstellungen der OCD-Läsionen

(alle Abb.: d = dorsal; v = ventral; lat. = lateral; med. = medial)

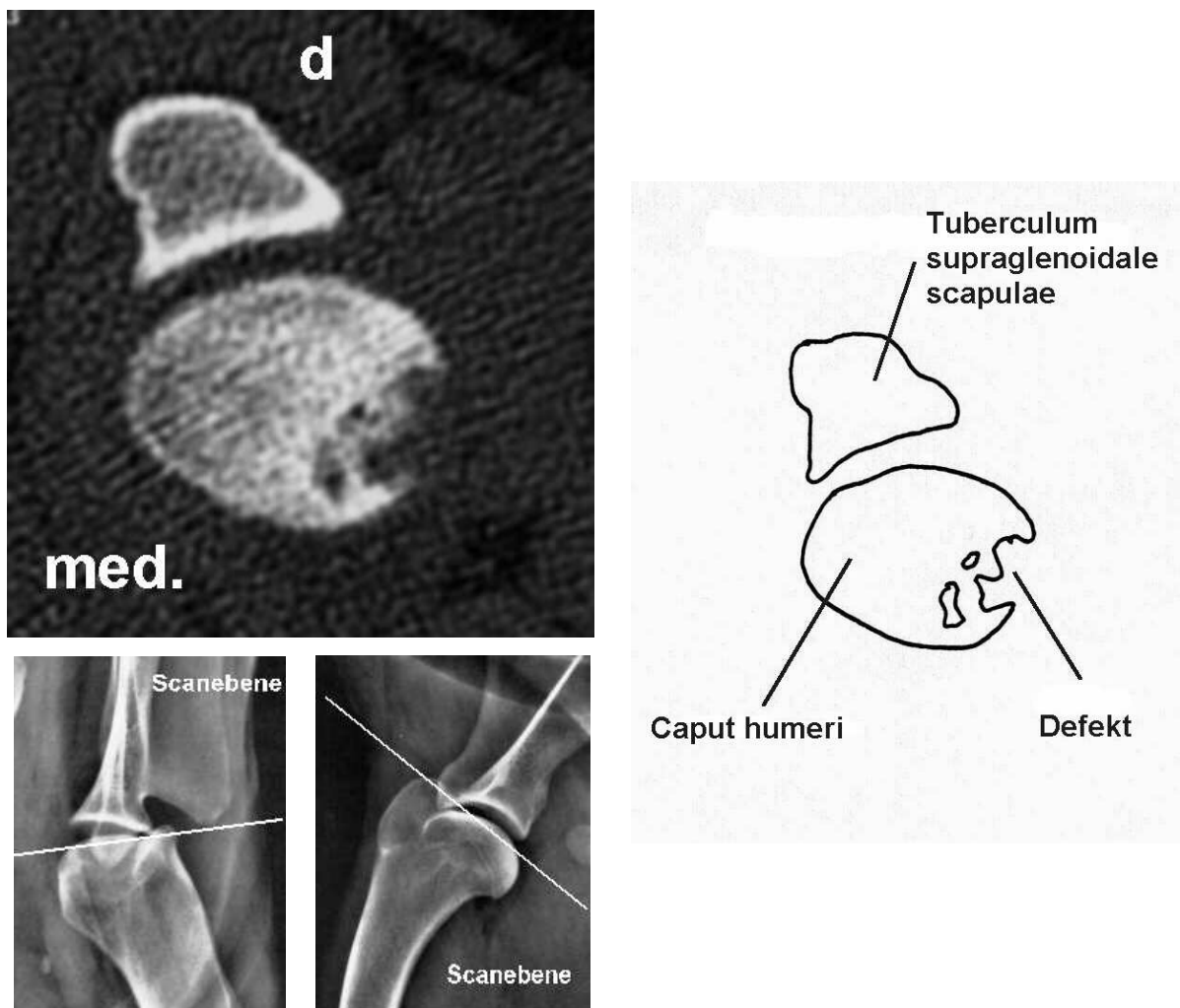
4.2.2.1 Schultergelenk, Caput humeri

Abbildung 20 zeigt den Anschnitt einer OCD-Läsion am zentrokaudalen Caput humeri. Gut zu erkennen sind die Kontinuitätsunterbrechung der Gelenkfläche und die Sklerosierung, die von den Defektgrenzen nach innen strahlt.

(Normaltomogramm: Abb. 8)

Abb. 20: OCD Caput humeri

(Mischling, männl., 7 Monate, 32 kg KG)

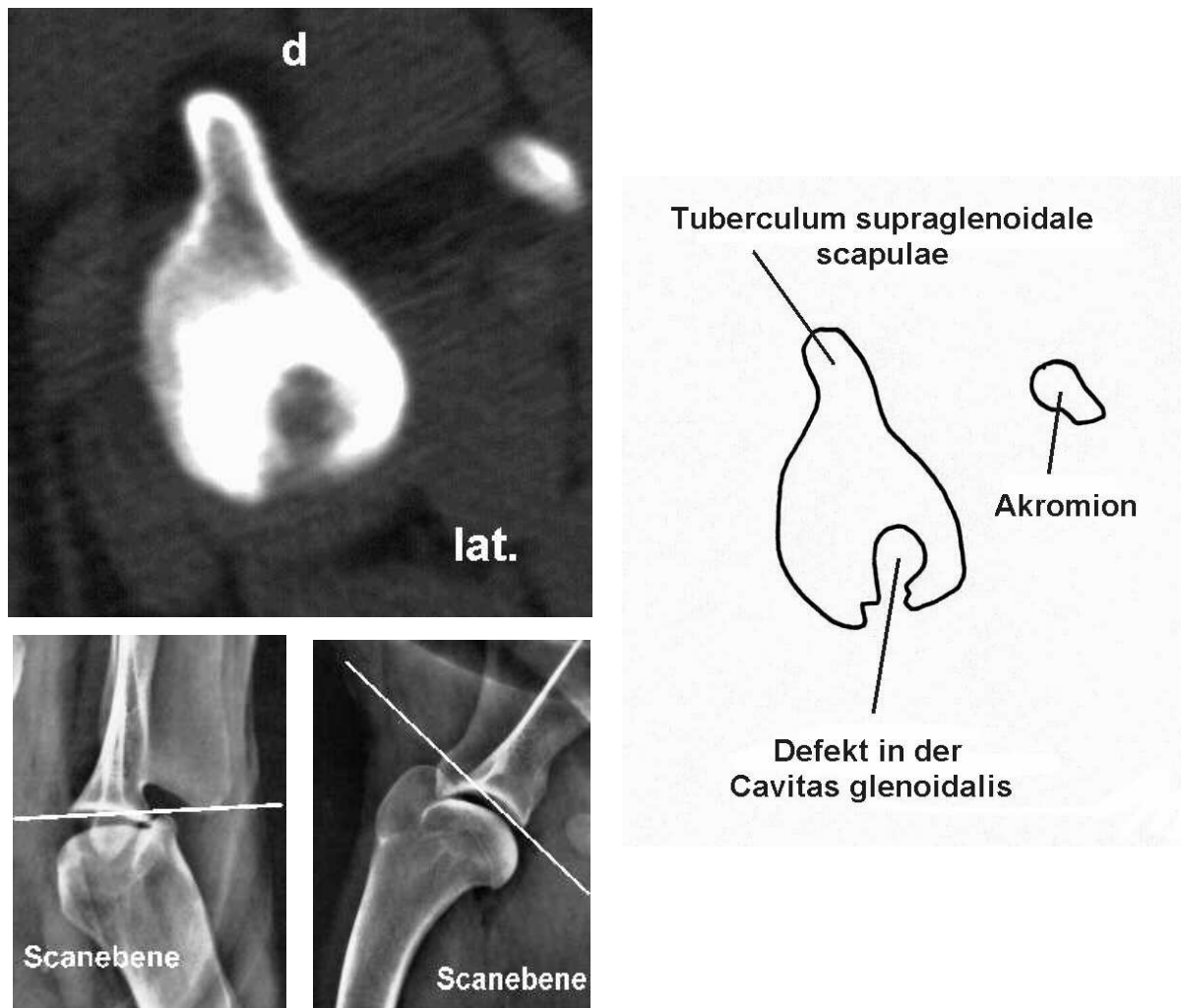


4.2.2.2 Schultergelenk, Cavitas glenoidalis scapulae

Abbildung 21 zeigt die seltene Lokalisation einer OCD in der Gelenkfläche des Schulterblatts. Auffällig ist hier neben der runden Kontinuitätsunterbrechung im Zentrum der Gelenkfläche die starke zentrifugal davon ausgehende subchondrale Sklerosierung. (Normaltomogramm: Abb. 9)

Abb. 21: OCD Cavitas glenoidalis scapulae

(Rhodesian Ridgeback, weibl., 11 Monate, 40 kg KG)

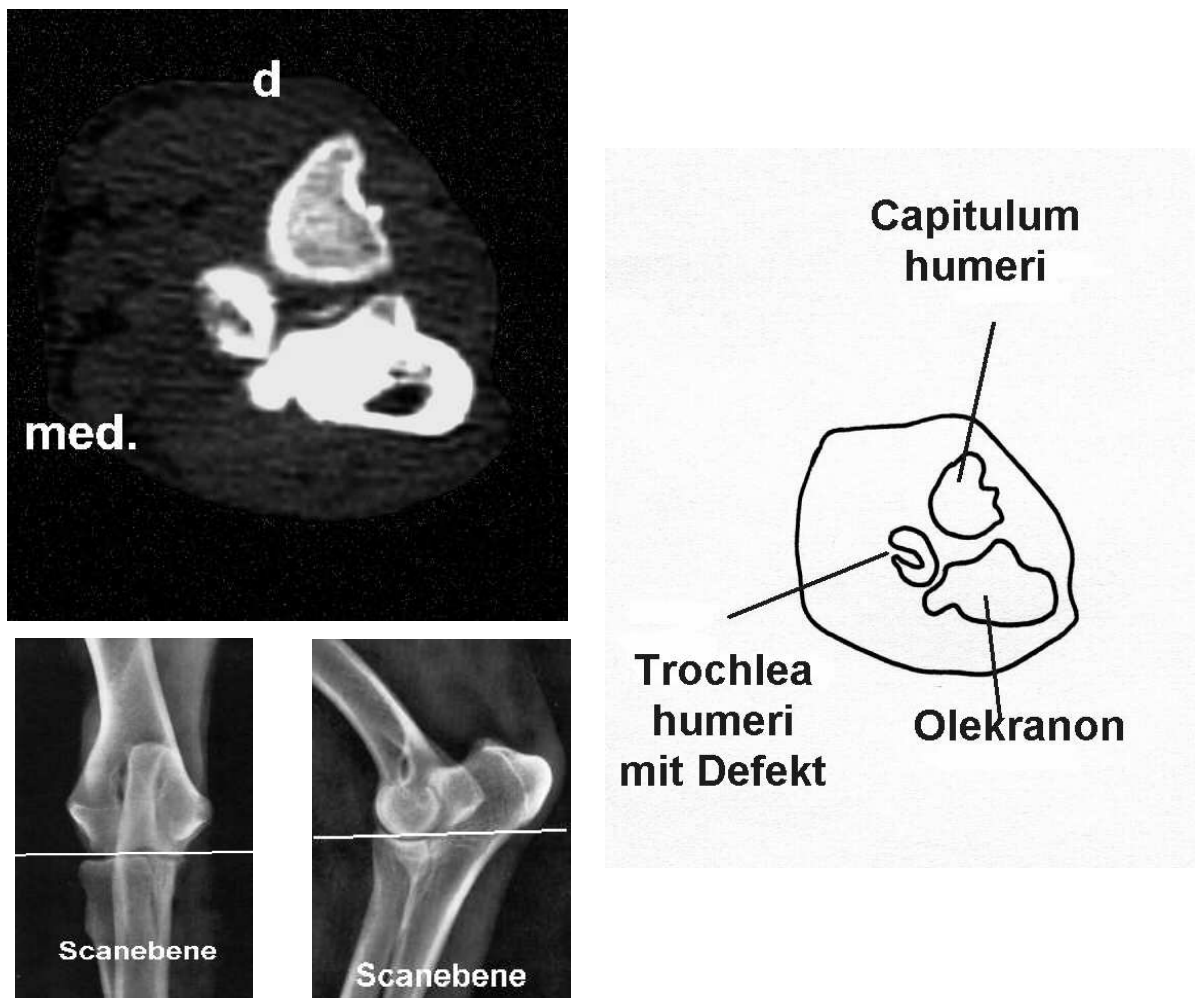


4.2.2.3 Ellbogengelenk, Trochlea humeri

Die Abbildung 22 zeigt die maximale Ausdehnung einer OCD-Läsion des distalen Aspekts der Trochlea humeri, die sich als Kontinuitätsunterbrechung mit davon ausstrahlender Sklerosierung zeigt. Hier erscheint die gesamte Trochlea humeri sklerosiert sowie auch die angrenzende Gelenkfläche der Ulna (Incisura trochlearis, in der Abb. dorsaler Anteil des Olekranon). Die auffällige periartikuläre Weichteilverdickung erschließt sich ohne diagnostische Erfahrung erst im Vergleich mit der gesunden kontralateralen Gliedmaße (in der Abb. besonders kaudomedial des Olekranon). (Normaltomogramm: Abb. 10)

Abb. 22: OCD Trochlea humeri

(Golden Retriever, männl., 7 Monate, 23 kg KG)

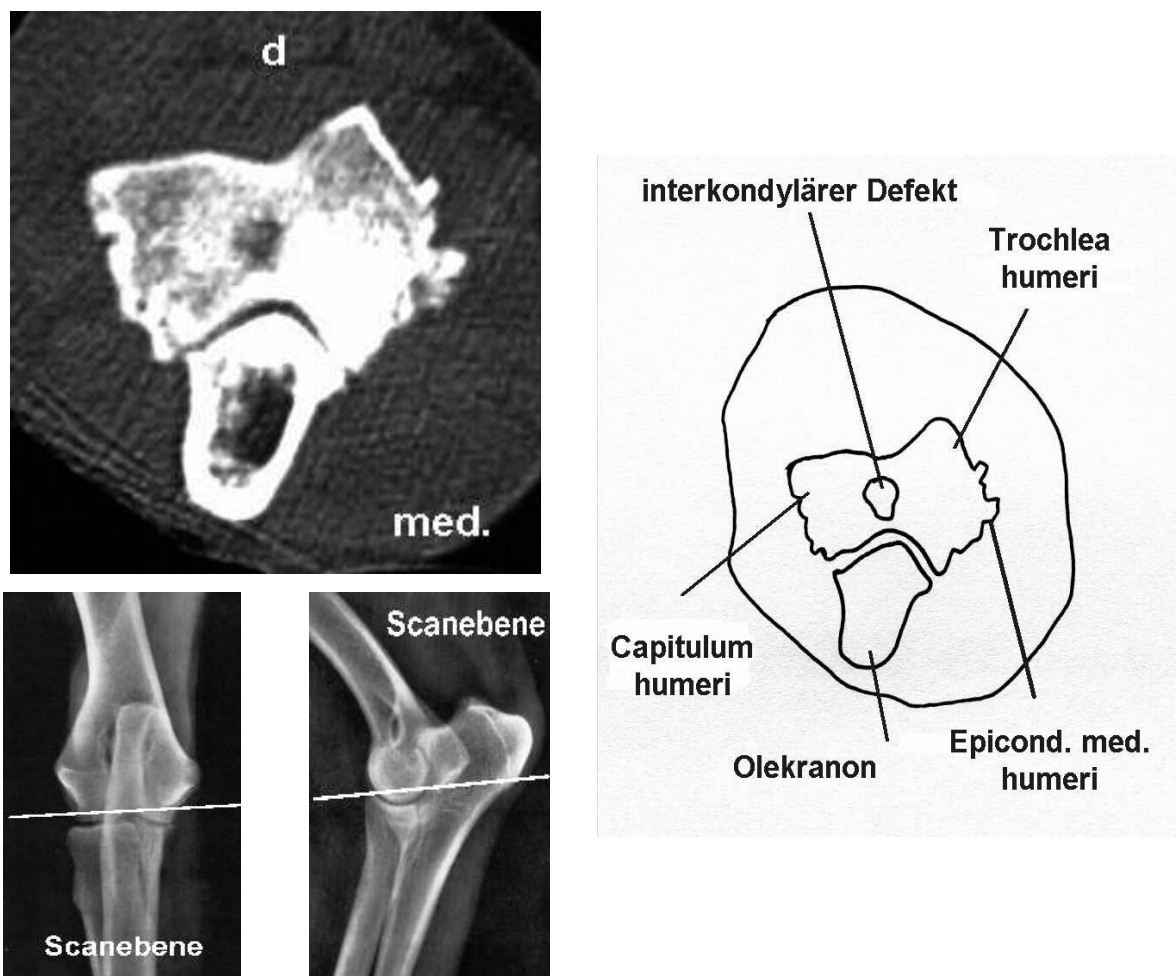


4.2.2.4 Ellbogengelenk, *Regio intercondylaris humeri*

Eine zentral gelegene runde Läsion des Condylus humeri zeigt die Abb. 23. Intra operationem zeigte sich bei diesem Patienten eine OCD der Trochlea humeri, die axial gelegen war und sich nach proximal bis in den hier angeschnittenen interkondylären Bereich ausdehnte. Auffällig auch hier die starke subchondrale Sklerosierung, die über die Hälfte des hier gezeigten Anschnitts der Trochlea humeri ausmacht. Trotz des jungen Alters des Patienten sind am Epicondylus medialis humeri schon deutliche Anzeichen einer Arthropathia deformans in Form von Osteophyten erkennbar. (Normaltomogramm: Abb. 10)

Abb. 23: OCD Regio intercondylaris humeri

(Labrador Retriever, männl., 11 Monate, 35 kg KG)

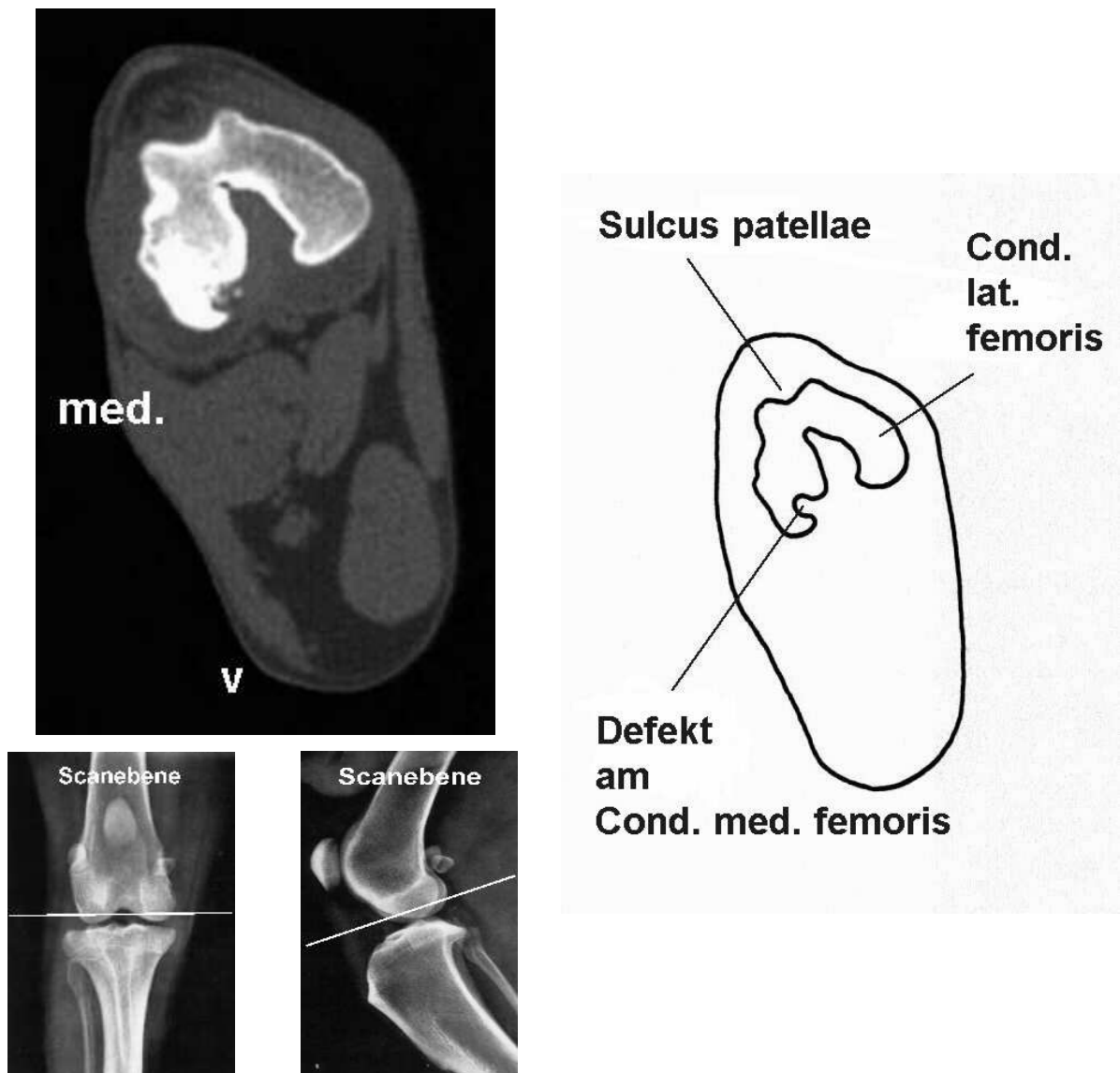


4.2.2.5 Kniegelenk, *Condylus medialis ossis femoris*

Die Lamina corticalis des kaudolateralen Aspekts des *Condylus medialis ossis femoris* ist in Abb. 24 deutlich unterbrochen, ein *Corpus liberum* befindet sich auf der Höhe der Defektmitte. Eine subchondrale Sklerosierungszone reicht weit nach medial und dorsal. (Normaltomogramm: Abb. 11)

Abb. 24: OCD *Condylus medialis ossis femoris*

(Kuvasz, männl., 8 Monate, 31 kg KG)

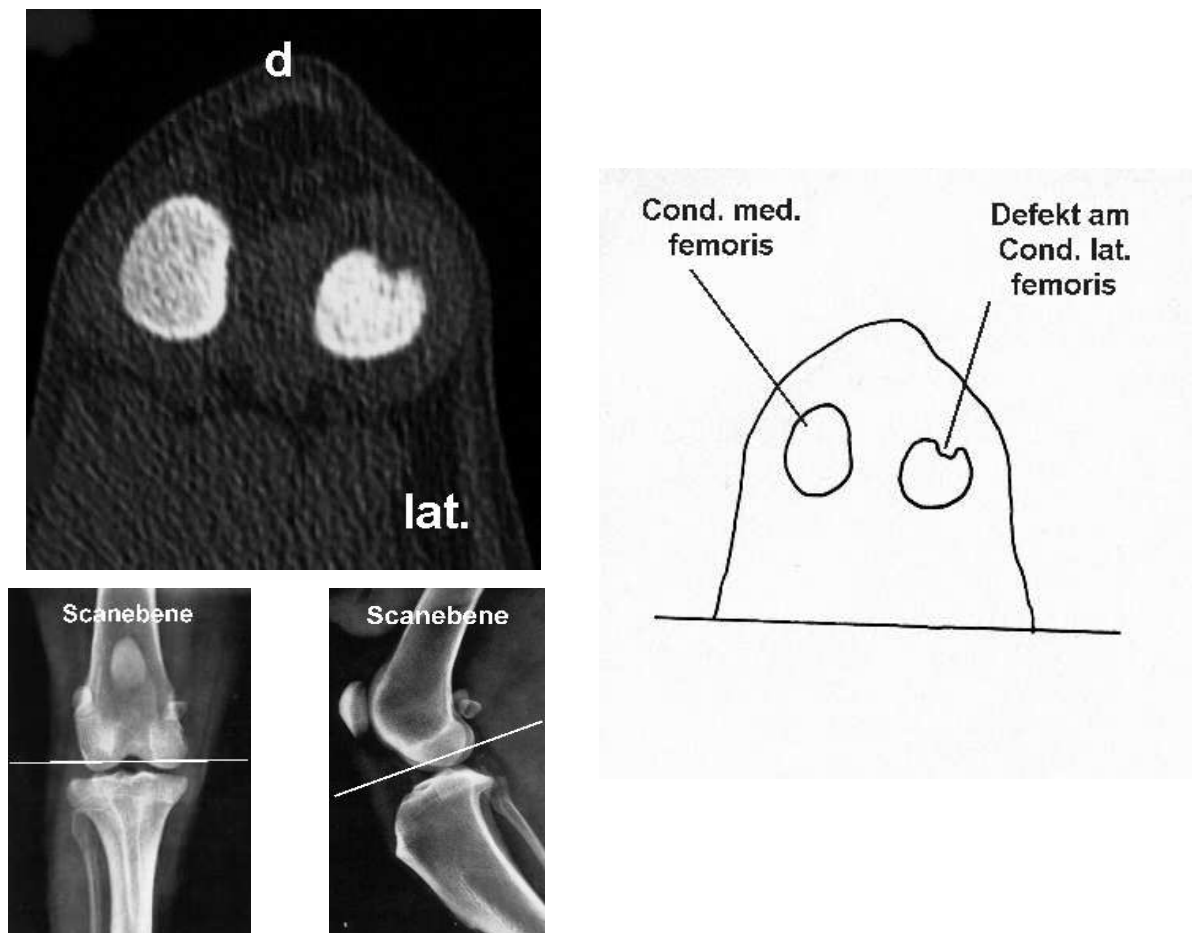


4.2.2.6 Kniegelenk, *Condylus lateralis ossis femoris*

Die dorsale Lamina corticalis des Condylus lateralis ossis femoris ist unterbrochen, im Bereich der Scanebene erscheint der laterale Kondylus gesamthaft sklerosiert, verglichen mit dem medialen Kondylus. (Normaltomogramm: Abb. 11)

Abb. 25: OCD Condylus lateralis ossis femoris

(Labrador Retriever, männl., 6 Monate, 25 kg KG)

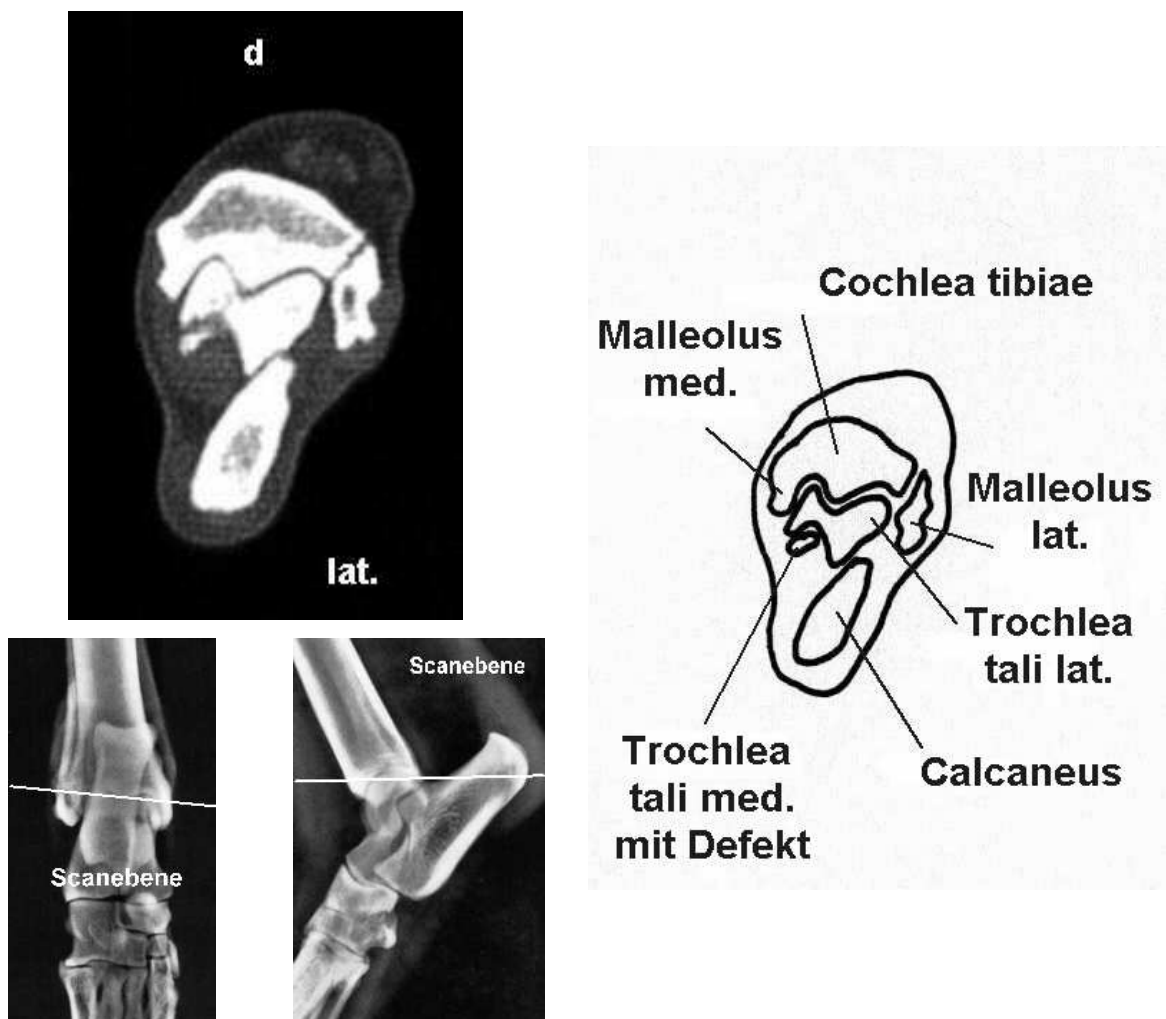


4.2.2.7 Talokruralgelenk, *Trochlea tali medialis*

Der kaudale Aspekt der *Trochlea tali medialis* in Abb. 26 erscheint abgelöst vom Talus. Die subchondrale Sklerosierung des Talus ist in diesem Gelenk nicht beurteilbar, das Weichteilgewebe plantar des Talus erscheint verdickt. (Normaltomogramm: Abb. 12)

Abb. 26: OCD *Trochlea tali medialis*

(Labrador Retriever, weiblich, 13 Monate, 23,5 kg KG)

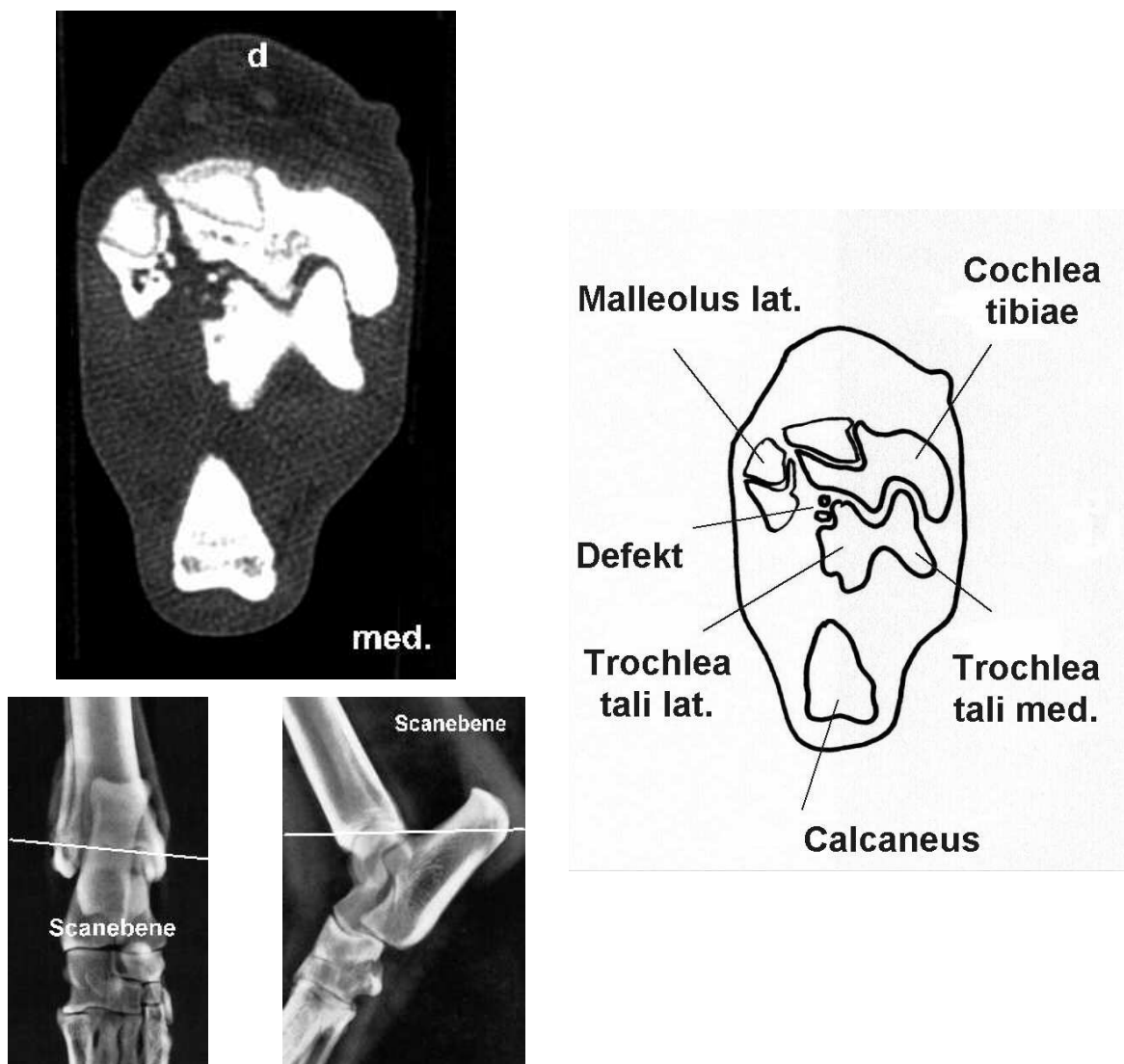


4.2.2.8 Talokruralgelenk, *Trochlea tali lateralis*

Die Trochlea tali lateralis in Abb. 27 zeigt am dorsolateralen Aspekt einen Defekt, mehrere kleine Corpora libera befinden sich auf Höhe der Läsion. Auch in diese Gelenk läßt sich keine zuverlässige Aussage über eine subchondrale Sklerosierung des Talus machen. Am Malleolus lateralis (Fibula) sind deutliche Anzeichen einer Arthropathia deformans zu erkennen (Osteophyten), das gesamte plantare periartikuläre Weichteilgewebe ist massiv verdickt. (Normaltomogramm: Abb. 12)

Abb. 27: OCD Trochlea tali lateralis

(Rottweiler, männl., 7 Monate, 52 kg KG)



4.2.2.9 Kreuzbein, Extremitas cranialis ossis sacri

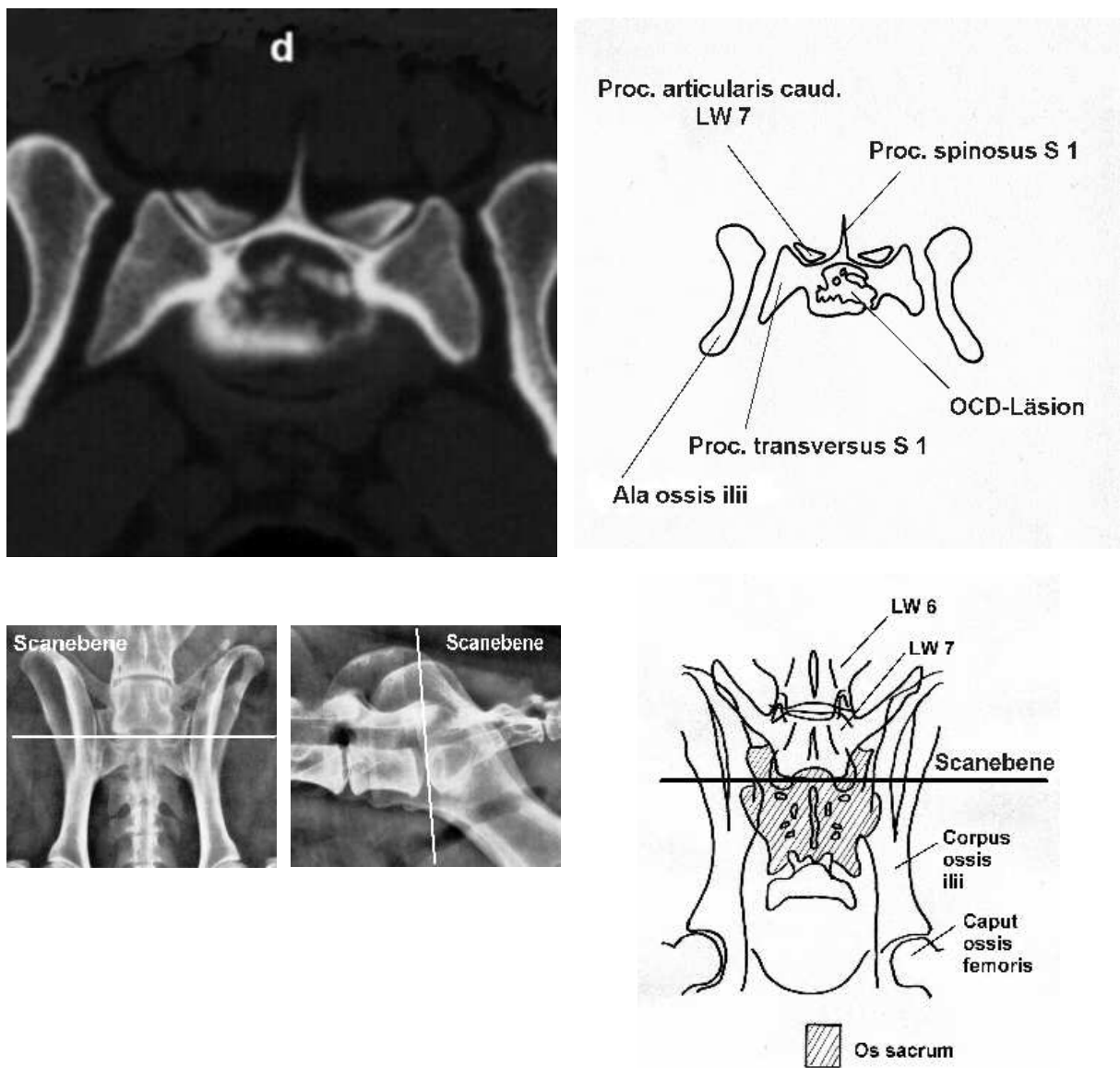
In Abb. 28 erscheint die gesamte Fläche der Extremitas cranialis ossis sacri osteolytisch, die Deviation mehrerer Corpora libera nach dorsal in den Wirbelkanal ist gut zu erkennen.

Eine sagittale MPR der Läsion ist in den Anhang gestellt worden (Abb. 48).

(Normaltomogramm: Abb.12)

Abb. 28: OCD Extremitas cranialis ossis sacri

(Deutscher Schäferhund, männl., 11 Monate, 40 kg KG)



4.2.3 Statistik

Die röntgenologischen und die computertomographischen Befunde wurden hinsichtlich ihrer *Sensitivität*, *Spezifität* und *Genauigkeit* sowie ihres *positiven prädiktiven Wertes* verglichen. Die Entscheidung über die Richtigkeit der Röntgen- und CAT-Diagnosen wurde durch die arthroskopisch oder per Arthrotomie gestellte Diagnose gefällt. Daher konnten nur arthroskopierte / arthrotomierte Gelenke in die statistische Untersuchung mit einbezogen werden, was zur Folge hatte, daß sehr wenige „richtig negative“ Befunde zustande kamen, denn sowohl röntgenologisch als auch computertomographisch unauffällige Gelenke wurden nur im Fall der klinischen Notwendigkeit arthroskopierte.

Durch diese Tatsache wurde möglicherweise auch das Verhältnis von unilateralen zu bilateralen Fällen (Abb.19) verschoben, da bis zum Abschluß dieser Arbeit nicht alle der röntgenologisch und computerarthrotomographisch bilateral diagnostizierten Patienten zu einer Arthroskopie der zweiten Gliedmaße in der Klinik für kleine Haustiere vorgestellt wurden (vgl. 5.3.1). Die daraus resultierenden relativ niedrigen Zahlenwerte für einzelne Gelenke ermöglichten nur eine statistische Gesamtbeurteilung *aller* arthroskopierter Gelenke.

Um eine mögliche Beziehung zwischen den ermittelten Werten der Defektgröße [mm], Defekttiefe [mm], subchondraler Sklerosierung [mm] und dem Alter [Monate] der Patienten aufzudecken, wurden die *Korrelationskoeffizienten* nach SPEARMAN (ρ) der Größenpaare Defektgröße-Defekttiefe (ρ_a), Defektgröße-Sklerosierung (ρ_b), Defekttiefe-Sklerosierung (ρ_c) und Patientenalter-Sklerosierung (ρ_d) errechnet, das Signifikanzniveau wurde mit $p < 0,05$ festgelegt.

4.2.3.1 Sensitivität

Die Sensitivität der röntgenologischen Untersuchung wurde mit 87 % berechnet (45 richtig positive Diagnosen, 7 falsch negative Diagnosen), die Sensitivität der computerarthrotomographischen Untersuchung war 100 % (52 richtig positive Diagnosen, keine falsch negative Diagnose).

4.2.3.2 Spezifität

Die Spezifität der Röntgenuntersuchung ergab 50 % (10 richtig negative Diagnosen, 10 falsch positive Diagnosen), die der CAT-Untersuchung 90 % (18 richtig negative Diagnosen, 2 falsch positive Diagnosen).

4.2.3.3 Genauigkeit

Die diagnostische Genauigkeit der röntgenologischen Untersuchung ergab in der vorliegenden Untersuchung 76 % (45 richtig positive Diagnosen, 10 richtig negative Diagnosen, insgesamt 72 Diagnosen), die Genauigkeit der CAT-Diagnosen wurde mit 97 % berechnet (52 richtig positive Diagnosen, 18 richtig negative Diagnosen, insgesamt 72 Diagnosen).

4.2.3.4 Positiver prädiktiver Wert

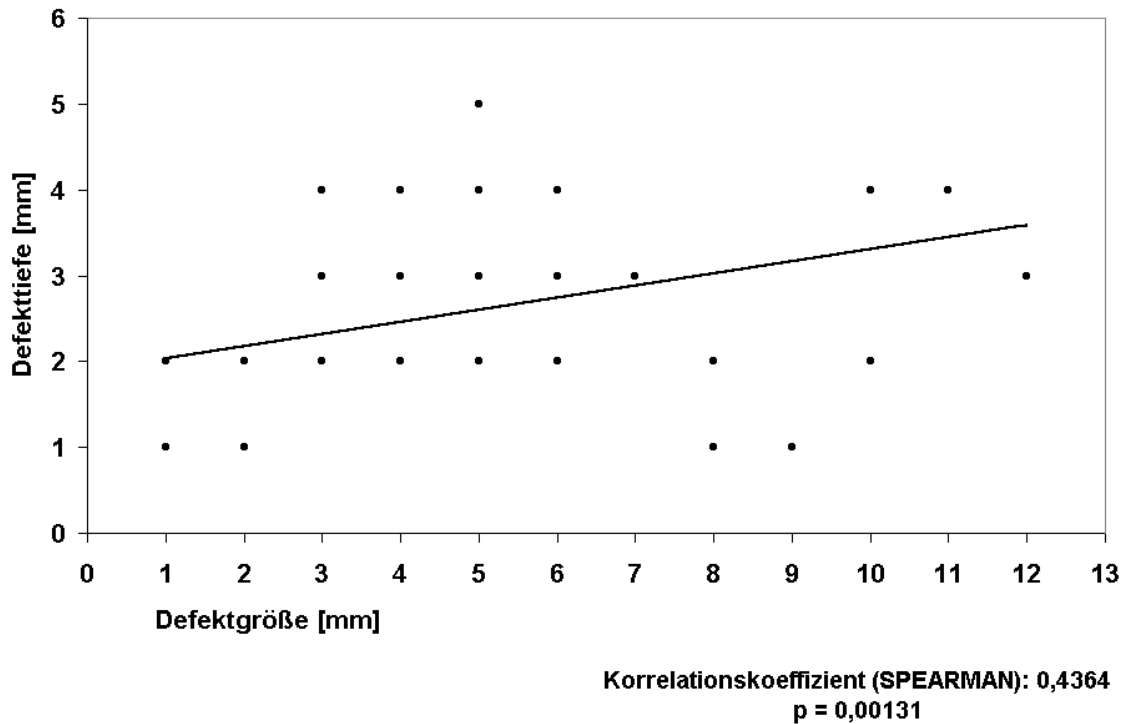
Der sich aus den Werten für richtig positive (Röntgen: 45; CAT: 52) und falsch positive Diagnosen (Röntgen: 10; CAT: 2) der beiden bildgebenden Verfahren ergebende positive prädiktive Wert ist für das Röntgen mit 82 % und für die CAT mit 96 % errechnet worden.

4.2.3.5 Korrelationen zwischen den ermittelten Defektmaßen

Die errechneten Korrelationskoeffizienten von Defektgröße und Defekttiefe ($\rho_a = 0,4364$), Defektgröße und Sklerosierung ($\rho_b = 0,5246$) sowie Defekttiefe und Sklerosierungstiefe ($\rho_c = 0,6825$) wiesen signifikante Korrelationen auf ($p_a = 0,00131$; $p_b = 0,00016$; $p_c = 0,00001$), da alle p-Werte unter dem festgelegten Signifikanzniveau von $< 0,05$ lagen. Somit konnte bei den untersuchten Gelenken eine signifikante Abhängigkeit zwischen diesen Größenpaaren nachgewiesen werden: mit steigender Defektgröße stiegen mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit sowohl die Defekttiefe als auch die Sklerosierungstiefe, desgleichen war die Sklerosierung bei relativ tiefen Defekten entsprechend stark ausgeprägt (vgl. Abb. 29, 30, 31).

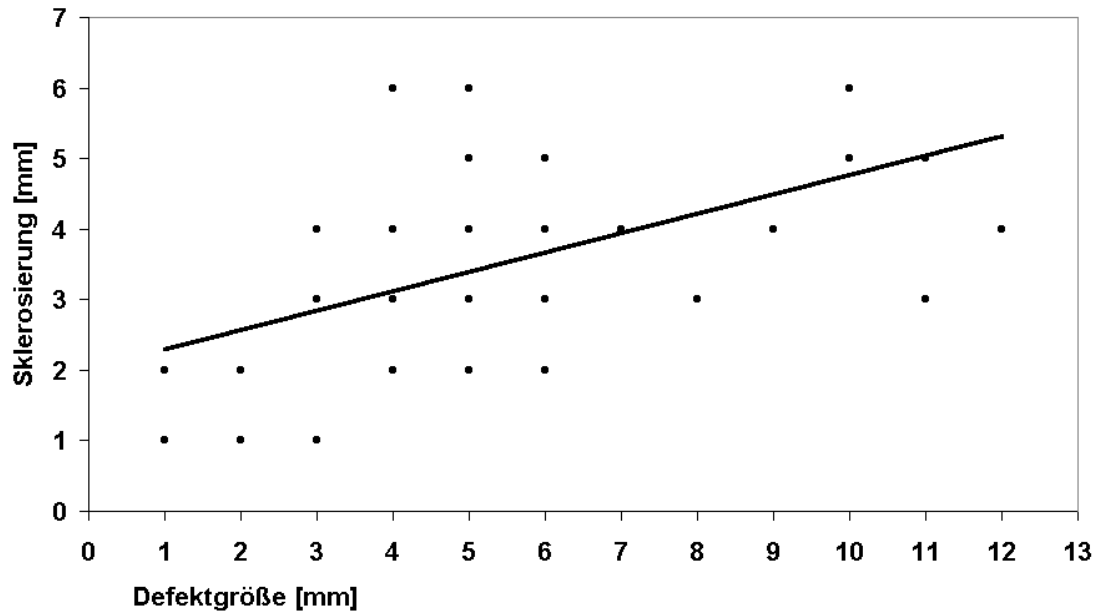
Der Korrelationskoeffizient der Größen Sklerosierungstiefe und Patientenalter wurde mit $\rho_d = 0,0729$ errechnet, die Irrtumswahrscheinlichkeit wies einen Wert von $p = 0,79995$ auf und besagte somit, daß bei den untersuchten Gelenken keine signifikante Korrelation zwischen diesen Größen bestand: das Patientenalter und damit die Dauer der Erkrankung hatte bei den untersuchten Patienten keinen statistisch abzusichernden Einfluß auf die Ausprägung der subchondralen Sklerosierung (vgl. Abb. 32).

Abb. 29: Korrelation von Defektgrößen und Defekttiefen



auf der x-Achse wurden alle Defektgrößen, auf der y-Achse die jeweiligen Defekttiefen aufgetragen; die Linie zeigt die rechnerisch ermittelte lineare Regression der Punktwolke;
da $p < 0,05$, ist eine signifikante Korrelation von Defektgrößen und Defekttiefen vorhanden

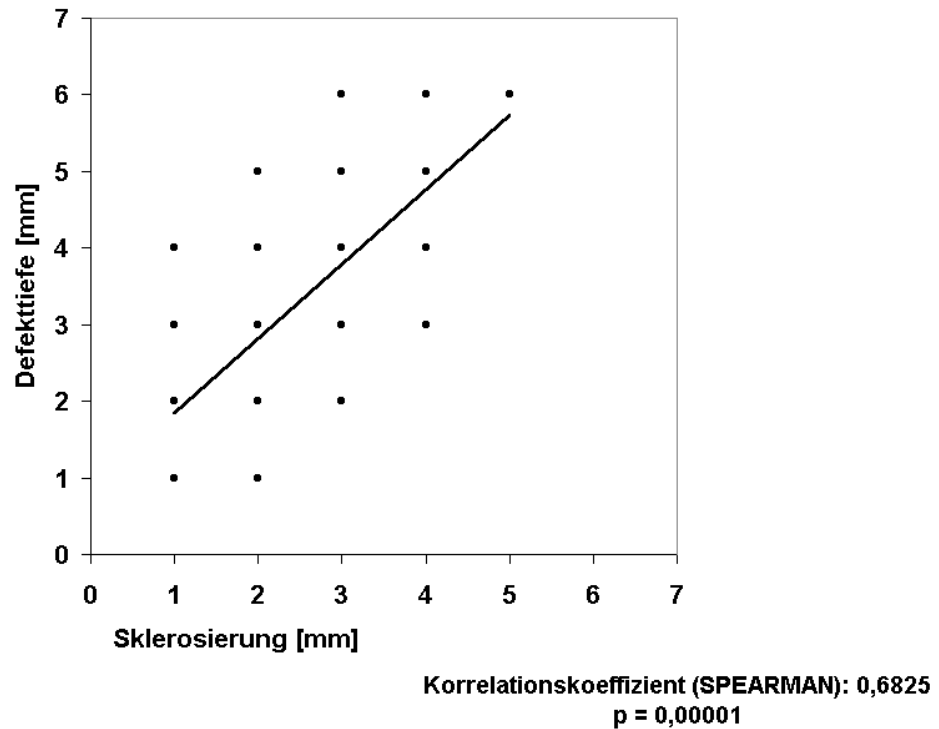
Abb. 30: Korrelation von Defektgrößen und Sklerosierungstiefen



Korrelationskoeffizient (SPEARMAN): 0,5246
p = 0,00016

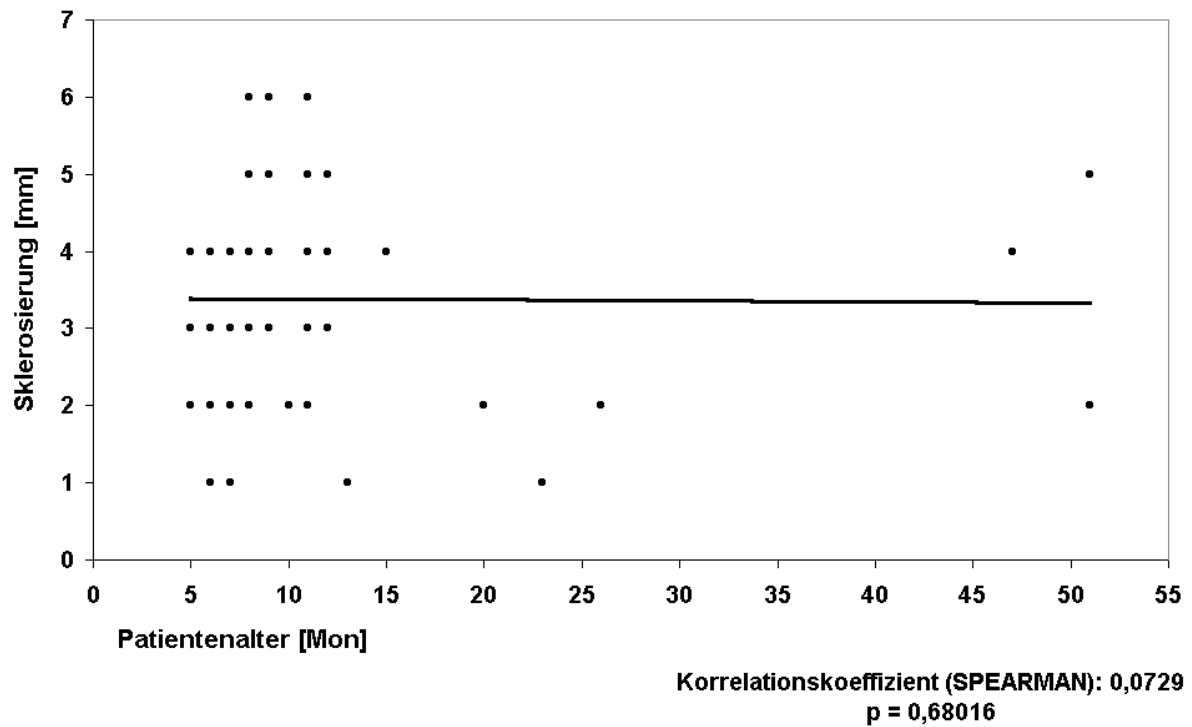
auf der x-Achse wurden alle Defektgrößen, auf der y-Achse die jeweiligen Sklerosierungstiefen aufgetragen; die Linie zeigt die rechnerisch ermittelte lineare Regression der Punktwolke;
da $p < 0,05$, ist eine signifikante Korrelation von Defektgrößen und Sklerosierungstiefen vorhanden

Abb. 31: Korrelation von Defekttiefen und Sklerosierungstiefen



auf der x-Achse wurden alle Sklerosierungen, auf der y-Achse die jeweiligen Defekttiefen aufgetragen; die Linie zeigt die rechnerisch ermittelte lineare Regression der Punktwolke;
da $p < 0,05$, ist eine signifikante Korrelation von Defekttiefen und Sklerosierungen vorhanden

Abb. 32: Korrelation von Sklerosierungstiefen und Patientenalter



auf der x-Achse wurden alle Patientenalter, auf der y-Achse die jeweiligen Sklerosierungen aufgetragen; die Linie zeigt die rechnerisch ermittelte lineare Regression der Punktwolke;
da $p > 0,05$, ist **keine** signifikante Korrelation von Sklerosierungstiefen und Patientenalter vorhanden

5 DISKUSSION

5.1 Präoperative bildgebende Diagnostik der OCD beim Hund

Die Intention dieser Arbeit war es, die Möglichkeiten der Computertomographie bei der (präoperativen) Diagnostik der OCD des Hundes zu untersuchen.

Die verschiedenen bildgebenden Verfahren, die heute bei der OCD-Diagnostik zu Einsatz kommen sowie die vielen verschiedenen Lagerungstechniken, die zur befriedigenden röntgenologischen Darstellung einzelner Lokalisationen entwickelt wurden, lassen zweierlei erkennen: zum einen das große Interesse, das dieser Erkrankung entgegengebracht wird und zweitens die Problematik, die OCD - besonders einiger spezieller Lokalisationen - zuverlässig zu diagnostizieren.

Regelmäßig kommen heute zum Einsatz konventionelles Röntgen (KIPPENES u. JOHNSTON 1998), Positivkontrast-Arthrographie (GITTERLE u. SCHAWALDER 1981a, b; VAN BREE 1990, 1993) und, wenn auch nur im Schultergelenk, die Sonographie (GERWING u. KRAMER 1994). Des weiteren wird von MRT- und auch CT-Darstellungen einzelner OCD-Läsionen berichtet (VAN BREE et al., 1993, 1995; VAN BREE u. VAN RYSEN 1998; GILEN et al. 1999).

Es sind multiple Lokalisationen bekannt, an denen eine OCD beim Hund auftreten kann (vgl. Abb. 1), in der Literatur sind unter diesen besonders die Trochlea humeri, die Condylus ossis femoris und die Trochlea tali als solche erwähnt, für die verschiedene Röntgen-Lagerungstechniken entwickelt wurden. Daraus läßt sich folgern, daß deren präoperative sichere Diagnostik Probleme bereitet (OLSSON 1983; MONTGOMERY et al., 1989; MIYABAYASHI et al., 1991; FOX u. WALKER 1993c; CARPENTER et al., 1993):

OCD-Läsionen an der *Trochlea humeri* befinden sich zumeist am distalen Aspekt, der im Röntgen auf der planen mediolateralen Projektion nicht sicher beurteilt werden kann. Die gerade kraniokaudale Projektion eignet sich nur bedingt zur Darstellung, da es zur Überlagerung mit Anteilen der Ulna kommt (Olekranon). Es

wurden daher verschiedene Schrägprojektionen entwickelt, um diese Überlagerung zu minimieren, so die mediolaterale 15°-Supinations- und die kraniokaudale 15°-Supinationsaufnahme (CARPENTER et al., 1993), READ (1993) empfiehlt zude eine 45°-kraniolateral-kaudomediale Projektion.

OCD-Defekte der *Femurkondylen* lassen sich aufgrund der sehr verschiedenen Ausdehnung und Lokalisation (von proximoventral bis distomedial) beim Röntgen nicht immer im kraniokaudalen Strahlengang abbilden, daher empfehlen manche Autoren, kaudokraniale Aufnahmen (Brustlage des Patienten) anzufertigen. Auch leichte mediolaterale Schrägprojektionen kommen in Frage, um eine Auseinanderprojektion der Femurkondylen zu erreichen (ARBESSER 1974; CLAYTON-JONES 1980; GITTERLE u. SCHAWALDER 1981 a; MONTGOMERY et al., 1989; KIPPENES u. JOHNSTON 1998; MORGAN et al., 2000, S. 234).

Die OCD der *Trochleae tali* ist aufgrund der geringen Größe der Defekte und der Komplexität des Gelenks nicht einfach röntgenologisch darzustellen. Hinzu kommt, daß Läsionen sowohl an der medialen als auch an der lateralen Trochlea tali auftreten, und zwar an allen Aspekten der Rollkämme (MONTGOMERY et al., 1994). Auch hier wurden deshalb von verschiedenen Autoren unterschiedliche Lagerungstechniken entwickelt, die nur von gut geschultem Personal mit zufriedenstellenden Ergebnissen durchgeführt werden können: neben den Standardprojektionen (mediolateral und dorsoplantar) werden gehaltene gestreckte dorsoplantare Aufnahmen mit Zug auf das Talokruralgelenk („Streßaufnahmen“ zur Erweiterung des Gelenkspaltes), maximal gebeugte mediolaterale Aufnahmen und dorsomedial-plantarolaterale sowie dorsolateral-plantaromediale Projektionen empfohlen (CARLISLE et al., 1990; WISNER et al., 1990; MIYABAYASHI et al., 1991; FOX und WALKER 1993d; OLSSON 1993; NEWELL 1994).

Die OCD der *Cavitas glenoidalis scapulae* ist im Röntgen nicht direkt darstellbar, da sich die Lokalisation im Zentrum einer Konkavität (Gelenkpfanne) befindet. Nur mit Hilfe der Positivkontrast-Arthrographie, der MRT oder der CT ist man heute in der Lage, hier präoperativ eine korrekte Diagnose zu stellen.

Für die vorliegende Arbeit wurden im Untersuchungszeitraum von Januar 1999 bis Mai 2000 50 Patienten der Klinik für kleine Haustiere der Tierärztlichen Hochschule Hannover, bei denen die röntgenologische (Verdachts-) Diagnose „Osteochondrosis dissecans“ lautete, vor dem arthroskopischen Eingriff einer CAT unterzogen, unabhängig davon, ob die Röntgendiagnose relativ sicher oder fraglich war. Auf diese Weise konnten computertomographische Darstellungen folgender Lokalisationen der OCD angefertigt werden, die später arthroskopisch oder per Arthrotomie verifiziert wurden:

- Cavitas glenoidalis scapulae (ein Gelenk)
- Caput humeri (19 Gelenke)
- Trochlea humeri (19 Gelenke, davon zwei interkondyläre Läsionen)
- Condylus lateralis ossis femoris (vier Gelenke)
- Condylus medialis ossis femoris (zwei Gelenke)
- Trochlea tali medialis (sechs Gelenke)
- Trochlea tali lateralis (drei Gelenke)
- Extremitas cranialis ossis sacri (ein Patient)

5.1.1 Vorteile der CAT gegenüber dem konventionellen Röntgen

In allen Fällen war die Darstellung der Defekte mittels CAT von hoher Qualität, neben der Diagnose konnten auch Parameter erfaßt werden, die konventionelle Röntgenaufnahmen nicht beurteilen lassen:

- genaues Ausmaß des Defekts an der Gelenkfläche
- Tiefe des Defekts
- Tiefe der subchondralen Sklerosierung

Besonders bei den oben erwähnten Lokalisationen, für deren sichere röntgenologische Diagnose in den meisten Fällen Aufnahmen in mehreren Projektionen angefertigt werden müssen, war die CAT von deutlichem Vorteil:

- die OCD-Läsion der *Cavitas glenoidalis der Scapula* konnte im Röntgen nicht visualisiert werden, die CAT lieferte hier eine sichere Diagnose;
- OCD-Defekte an der *Trochlea humer* konnten von sekundären Usuren unterschieden werden, die in Folge eines FPC auftreten können;
- OCD-Läsionen an den *Condyli ossis femoris* konnten unabhängig von ihrer Lage in der CAT sehr gut dargestellt werden;
- die OCD-Defekte der *Trochleae tal* waren in der Mehrheit der Fälle röntgenologisch nicht direkt zu diagnostizieren, indirekte Anzeichen (Weichteilschwellung, unruhige Strukturierung des proximalen Talus, Sklerose der distalen Tibia) führten dann zur Diagnose. Die CAT lieferte trotz der geringen Größe der Läsionen und der Komplexität des Gelenks sehr gute Bilder der Defekte und steigerte die Sicherheit und Genauigkeit der präoperativen Diagnostik.

Die präoperativ gestellte Prognose ist eine wichtige Information sowohl für den Tierarzt als auch für den Patientenbesitzer. Im Falle des Talokruralgelenks ist dies von besonderer Bedeutung, da große Defekte des Talus zu einer deutlich schlechteren Prognose hinsichtlich der vollständigen Restitution führen als kleine Defekte (FITCH u. BEALE 1998; COOK et al., 2001). Ein vorhandenes Defektbett muß operativ vollständig bereinigt werden, Flaps oder Corpora libera können in der Regel nicht reinseriert werden und fehlen folglich der Gelenkfläche. Es wird zwar die Möglichkeit erwähnt, besonders große Fragmente bzw. Dissekte zu reponieren und mittels Schraube im Defektbett zu fixieren, diese Versuche sind aber bislang scheinbar nicht von befriedigendem Erfolg (VAN EE et al., 1988; WEINSTEIN et al., 1995). So kommt es bei großen Defekten entsprechend aufgrund der postoperativen Gelenksinkongruenz und -instabilität zur Ausbildung einer hochgradigen Arthropathia deformans, die klinisch zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Lahmheit führt.

Zudem hat die Diagnostik vor der Operation zum Ziel, über einen geeigneten Zugang zum Gelenk zu entscheiden. Bei Fällen, die schon einen hohen Grad der Arthrosis deformans erreicht haben (FOX u. WALKER 1993d) - erste Anzeichen können bereits sechs Wochen nach Krankheitsbeginn sichtbar sein -, ist unter Umständen

im Röntgen nicht nur die genaue Lage eines Defekts auf der Trochlea tali, sondern auch die betroffene Trochlea nicht sicher zu differenzieren. Dies kann dazu führen, daß ein falscher Zugang zum Gelenk gewählt wird, über den das betroffene Areal nicht erreichbar ist. Die CAT kann unter solchen Umständen ein wichtiges Diagnostikum darstellen.

5.1.2 Nachteile der CAT gegenüber dem konventionellen Röntgen

Einige Nachteile sind auch ohne Kenntnis der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit evident:

- *Kosten*: ein Computertomograph ist teuer, für die meisten Tierärzte überhaupt nicht verfügbar;
- *Narkose*: die Patienten müssen zur Untersuchung in Allgemeinanästhesie sein;
- *Übung*: eine sichere Diagnose erfordert eine größere Patientenzahl, und entsprechende Sicherheit bei der Diagnostik zu erlangen

Ein weiterer Nachteil ist die Tatsache, daß die CT genau wie das konventionelle Röntgen nur Knochengewebe und nicht Knorpel darstellt. Ein Beispiel der *falsch positiven* Diagnose, die bei den Untersuchungen für die vorliegende Arbeit gestellt wurde, soll dies verdeutlichen:

Bei einem jungen, fünf Monate alten Patienten wurde per CAT die Diagnose „bilaterale OCD der Condylus medialis ossis femoris“ gestellt: intraoperativ war der Gelenkknorpel an der entsprechenden Stelle ohne Fissuren oder Spaltenbildungen, nur eine auffällig bläuliche Verfärbung ließ ein subchondrales Krankheitsgeschehen vermuten. Dieser Patient wurde nur einseitig arthroskopiert, in den folgenden Wochen symptomatisch behandelt (Schmerzmittel, Bewegungsrestriktion) und ging später lahmheitsfrei. Sowohl röntgenologisch als auch computertomographisch (s. Abb. 43) waren in diesem Fall präoperativ übereinstimmende Verdachtsdiagnosen gestellt worden.

Damit zeigt dieses Beispiel die Unsicherheit, mit der trotz aller Vorteile auch die CT-Diagnose der OCD behaftet ist: die OCD stellt primär eine Knorpelerkrankung dar, bei der sekundär subchondraler Knochen und bei einem ausgedehnten Defekt auch periartikuläres Gewebe betroffen sind (Gelenkhydrops, Arthrosis deformans). Die CT kann Gelenkknorpel visuell nicht darstellen, die Kontinuität einer Gelenkfläche kann folglich nicht immer zweifelsfrei vorhergesagt werden. In den weitaus meisten Fällen der vorliegenden Untersuchung waren laut Arthroskopie die Gelenkflächen tatsächlich nicht mehr intakt, so wie es auch die Tomogramme zeigten. Die auffälligen kraniokaudalen Röntgenbefunde hatten im o.g. Fall dazu geführt, daß keine Spezialaufnahmen in kaudokranialen und mediolateralen Schrägprojektionen angefertigt wurden. In diesem speziellen Fall wäre rückblickend eine Positivkontrast-Arthrographie von Nutzen gewesen, da mit dieser Technik Knorpeloberflächendefekte sichtbar gemacht werden können. Aufgrund der Röntgen- und CAT-Diagnosen wurde darauf verzichtet.

5.2 Messungen

Ein Vergleich der Gelenke (Schulter-, Ellbogen-, Knie-, Talokruralgelenk) hinsichtlich der Läsionsgrößen, -tiefen und Sklerosierungen (Tab. 8) läßt den Schluß zu, daß bei der OCD im Kniegelenk (Condyli ossis femoris) die größten und tiefsten Defekte zu erwarten sind (Medianwerte), die Sklerosierung von Kniegelenks- und Schultergelenksläsionen sind im Median gleich. An zweiter Stelle steht das Caput humeri, es folgen Trochlea humeri und Talus. Somit scheint ein direkter Zusammenhang zwischen Knochengröße (Femur > Humerus > Talus) und OCD-Defektgröße zu bestehen.

5.3 Statistik

5.3.1 Signalement der OCD-Patienten

Das Verhältnis der Anzahl männlicher zu weiblichen Patienten (3,1:1; Abb. 15) entspricht dem in der Literatur angegebenen: wenn auch die Angaben recht unterschiedlich sind, so wird nahezu einheitlich vom Überwiegen der männlichen Patienten berichtet (GUTHRIE u. PIDDUCK 1990; HORST 2000).

Die Altersverteilung (vgl. Abb. 17) entspricht ebenfalls den Literaturangaben: das Durchschnittsalter bei der Diagnosestellung ist nach SLATER et al. (1991) sechs bis acht Monate, der überwiegende Teil der für die vorliegende Arbeit untersuchten Patienten wurde im Alter von fünf bis zehn Monaten vorgestellt (61,9 %). Ein weit kleinerer Teil war 11 bis 15 Monate alt (23,8 %), OCD-Patienten im Alter von über 15 Monaten (20-51 Mon.) sind zu einem geringen Prozentsatz vorgestellt worden (14,3 %) und können als „statistische Ausreißer“ angesehen werden, die durch unachtsame Patientenbesitzer (Lahmheit nicht bemerkt), Fehldiagnose mit falscher Behandlung oder auch einfach durch hohe Schmerztoleranz des Patienten erklärt werden können. Ein Auftreten der OCD im Alter von über 15 Monaten kann aufgrund der vorliegenden Erkenntnisse zu dieser Erkrankung ausgeschlossen werden: nach FAYOLLE et al. (1987) liegt das Durchschnittsalter zum Zeitpunkt des Krankheitsbeginns bei sechs Monaten, OLSSON (1983) ermittelt Patientenalter von vier bis acht Monaten. SLATER et al. (1991) schließen aus dem Alter zum Zeitpunkt der Diagnose auf das Alter, mit dem die OCD auftritt und nennen vier bis sieben Monate als Durchschnitt.

Die Zahlen der OCD-Patienten pro Gelenk (vgl. Abb. 18) spiegeln nur sehr vage die Angaben anderer Autoren wider: übereinstimmend ist zumindest die Reihenfolge mit dem Schultergelenk an erster Stelle (MONTGOMERY et al., 1994: 74 %; vorliegende Arbeit: 38,1%), es folgen Ellbogengelenk (MONTGOMERY et al., 1994: 11 %; vorliegende Arbeit: 33,3 %) und Talokruralgelenk (MONTGOMERY et al., 1994: 9 %; vorliegende Arbeit: 16,7 %), am seltensten ist das Kniegelenk betroffen (MONTGOMERY et al., 1994: 4 %; vorliegende Arbeit: 9,5 %).

Auch die Angaben anderer Autoren, nach denen im Kniegelenk der laterale Femurkondylus häufiger als der mediale (KIPPENES u. JOHNSTON 1998: 5,75:1; vorliegende Arbeit: 2:1) und im Talokruralgelenk die mediale Trochlea tali häufiger als die laterale (MONTGOMERY et al., 1994: 1,75:1; vorliegende Arbeit: 2:1) betroffen ist, werden bestätigt.

Die Abweichungen von den Zahlenwerten des Schrifttums (die allerdings auch stark variieren und in Abb. 1 Näherungswerte zur Veranschaulichung sind) lassen sich einerseits durch die relativ kleinen Fallzahlen erklären. Andererseits ist es bei den Untersuchungen zu einigen Fällen der Auswahl von Patienten gekommen. So wurde beispielsweise, als sowohl ein Patient mit OCD-Verdacht im Schultergelenk als auch ein Patient mit OCD-Verdacht im Kniegelenk zur Arthroskopie anstanden, der Kniegelenks-Patient für die CAT ausgewählt, da die OCD dieser Lokalisation bekanntermaßen seltener ist als die des Caput humeri und es unter anderem Ziel dieser Arbeit war, die CT-Befunde *verschiedener* Lokalisationen gesammelt darzustellen.

Das Verhältnis unilateraler zu bilateralen OCD-Läsionen (vgl. Abb. 19) wurde möglicherweise durch die Tatsache verschoben, daß in einigen Fällen zwar sowohl röntgenologisch als auch computertomographisch bilaterale Läsionen zu sehen waren, aber nicht alle dieser Patienten bis zum Ende dieser Studie zur Operation der zweiten Gliedmaße in der Klinik für kleine Haustiere der Tierärztlichen Hochschule vorgestellt worden sind (mithin nicht zu den verifizierten bilateralen Fällen gezählt werden konnten). Dies läßt mehrere Schlüsse zu:

- die vermutete Läsion der anderen Gliedmaße war so geringgradig, daß sie klinisch inapparent geblieben ist
- die Läsion ist nur kurzzeitig aufgetreten und spontan ausgeheilt
- der Patient ist anderweitig operativ versorgt worden
- die Patientenbesitzer scheuen aus Kostengründen vor einer weiteren Operation zurück
- die Diagnosen waren falsch positiv

Aufgrund dieser Unsicherheiten ist es möglicherweise zu einem Verhältnis der unilateralen zu den bilateralen OCD-Fällen gekommen, das nicht dem tatsächlichen entspricht: andere Autoren gehen von 43 bis 65 % bilateralen Fällen der OCD des Caput humeri aus (WHITEHAIR u. RUDD 1990), in der vorliegenden Arbeit sind 25 % der Schultergelenkspatienten an beiden Seiten erkrankt (vier von 16). GUTHRIE (1989) ermittelt 50 % bilaterale Fälle der OCD der Trochlea humeri, in der vorliegenden Arbeit waren es 37,5 % (fünf von 14 Patienten). Die OCD des Kniegelenks tritt nach MONTGOMERY et al. (1989) in 72 % der Fälle beidseitig auf, in der vorliegenden Arbeit waren es 50 % (zwei von vier Patienten), für das Talokruralgelenk ermitteln MONTGOMERY et al. (1994) einen Wert von 44 % bilateralen Fällen, in der vorliegenden Arbeit waren es 28,6 % (zwei von sieben Patienten).

5.3.2 Vergleich CAT — Röntgen

Ein Vergleich der diagnostischen Aussagen von Röntgenbildern und Computerarthrotomogrammen im Hinblick auf die OCD-Diagnostik ist aus der zugänglichen Literatur noch nicht bekannt. Es existiert jedoch eine Untersuchung von CARPENTER et al. (1993), die sich mit der Diagnostik des FPC beim Hund befaßt: im Vergleich mit konventionellem Röntgen, Kontrastarthrographie, MRT, Lineartomographie und Xeroradiographie erreicht die CAT-Diagnose die höchste diagnostische Genauigkeit.

Die Richtigkeit der CAT-Diagnose wurde in der vorliegenden Arbeit mit Hilfe der Arthroskopie bzw. Arthrotomie überprüft. Nur operierte Gelenke konnten anschließend in die statistische Auswertung aufgenommen werden, mit deren Hilfe die *Sensitivität*, *Spezifität*, *Genauigkeit* und der *positive prädiktive Wert* der Computerarthrotomographie im Vergleich mit konventioneller Röntgentechnik bewertet wurden. Aufgrund der kleinen Fallzahlen der einzelnen Gelenke konnte keine Statistik angefertigt werden, die sich auf die einzelnen Lokalisationen bezog.

Die **Sensitivität** des Röntgens lag hinsichtlich der OCD-Diagnostik in dieser Untersuchung bei 87%, die der CAT bei 100 %. Die Sensitivität wird durch *falsch negative* Diagnosen gemindert, im Fall des Röntgens waren dies bis auf die einzelnen Fälle der OCD der Cavitas glenoidalis scapulae ausschließlich solche, die die OCD der Trochlea humeri und des Talus betrafen. Beim Caput humeri, den Condyli ossis femoris und der Extremitas cranialis ossis sacri wurden röntgenologisch keine *falsch negativen* Diagnosen gestellt.

Die **Spezifität** des Röntgens lag in der vorliegenden Arbeit bei 50 %, die der CAT bei 90 %. Dieser Parameter wird durch *falsch positive* Diagnosen negativ beeinflusst, in der vorliegenden Untersuchung aber vor allem durch die Tatsache, daß die Zahl der *richtig negativen* Diagnosen so klein ist: naturgemäß war die Patientenzahl klein, die ohne röntgenologischen Verdacht auf OCD einen Arthroskopie-Termin erhielt und somit auch für die CAT zur Verfügung stand. Die *falsch positiven* Diagnosen wurden im Röntgen bei Ellbogengelenken, Talokruralgelenken und zwei Kniegelenken gestellt, in der CAT bei zwei Kniegelenken. Mittels der Röntgenaufnahmen konnten im Ellbogengelenk in einigen Fällen Usuren der Trochlea humeri nicht von OCD-Läsionen unterschieden werden, was mit der CAT gelang. Röntgenologisch OCD-verdächtige Talokruralgelenke stellten sich bei der CAT als Arthrosis deformans anderer Genese heraus, die fehldiagnostizierten Kniegelenke eines Patienten wurden auch in der CAT fälschlicherweise als *positiv* beurteilt (Abb. 45).

Die **Genauigkeit** der Röntgenuntersuchung lag in der vorliegenden Untersuchung bei 76 %, die der CAT bei 97 %. Dieser Wert wird aus der Anzahl der richtigen Diagnosen ermittelt, also nur indirekt durch die falschen Diagnosen beeinflusst. Da die Zahl der röntgenologischen Fehldiagnosen größer als die der CAT-Fehldiagnosen war, ergeben sich hier die unterschiedlichen Werte.

Der **positive prädiktive Wert** der Röntgendiagnosen lag bei 82 %, der der CAT-Diagnose bei 96 %. Dieser Parameter beschreibt das Verhältnis *richtig positiver* zu *falsch positiven* Diagnosen. Wie bei der Besprechung der Spezifität erwähnt, war die Anzahl der falsch positiven Diagnosen beim Röntgen größer als bei der CAT. Daraus ergeben sich die gering unterschiedlichen Werte.

Um aussagekräftigere Daten zu erhalten und der diagnostischen Potenz des Röntgens gerecht zu werden, müßten beim Röntgen eines Gelenks jeweils Aufnahmen in allen bekannten Projektionen angefertigt werden. Außerdem müßte eine größere Anzahl von Patienten *ohne OCD* mit beiden bildgebenden Verfahren untersucht werden (um eine Anzahl *richtig negativer* Diagnosen zu erhalten, die eine genauere Berechnung der Spezifität erlaubt).

Die Tendenz jedoch, daß die diagnostische Wertigkeit der CAT im Hinblick auf die OCD höher als die des Röntgens ist, insbesondere beim Ellbogengelenk und bei Talokruralgelenk, kann als eine der Schlußfolgerungen dieser Arbeit angesehen werden.

5.3.3 Korrelationen der ermittelten Werte

Es bestand die Möglichkeit, daß zwischen den ermittelten *Defektgrößen*, *Defekttiefen*, *Sklerosierungstiefen* und dem *Patientenalter* Korrelationen existieren. Um diese aufzudecken, wurden verschiedene Größenpaare gebildet und miteinander verglichen. Die sich aus diesen Vergleichen ergebenden *Korrelationskoeffizienten* wiesen bei den Paaren *Defektgröße und Defekttiefe*, *Defektgröße und Sklerosierungstiefe* sowie *Defekttiefe und Sklerosierungstiefe* statistisch signifikante Abhängigkeiten nach. Demnach stiegen bei der Mehrzahl der untersuchten Gelenke mit steigender Defektgröße sowohl die Defekttiefe als auch die subchondrale Sklerosierung, desgleichen stieg mit steigender Defekttiefe bei der Mehrzahl der Gelenke die Tiefe der subchondralen Sklerosierung (Abb. 29 bis 31).

Die positive Korrelation von Defektgröße, Defekttiefe und Sklerosierung überrascht nicht, es erscheint logisch, daß bei einer relativ großflächigen und entsprechend tiefreichenden Läsion die pathologische subchondrale Sklerosierung tiefer reicht als bei kleinen und flachen Defekten. Der hier erbrachte Nachweis kann möglicherweise in Fällen, in denen auf der konventionellen Röntgenaufnahme nur eine Sklerosierung und keine Konturstörung sichtbar ist, die Verdachtsdiagnose OCD erhärten. Bei

relativ tiefreichender Knochenverhärtung kann mit einiger Wahrscheinlichkeit auf einen entsprechend großflächigen und tiefen Defekt geschlossen werden.

Nur zwischen dem *Patientenalter* und der *subchondralen Sklerosierung* konnte keine Korrelation nachgewiesen werden - es bestand der Verdacht, daß mit steigendem Patientenalter und damit steigender Dauer der Erkrankung die subchondrale Sklerosierung zunehmen könnte. Bei den untersuchten Gelenken konnte kein Zusammenhang dieser Art nachgewiesen werden (Abb. 32). Möglicherweise bildet sich die Sklerosezone in ihrer endgültigen Tiefe bereits im Anfangsstadium der Erkrankung aus und wird nur durch die Ausdehnung des Defekts beeinflusst. Nach den Ergebnissen der vorliegenden Studie kann von einer tiefreichenden subchondralen Sklerosierung nicht auf eine lange Krankheitsdauer rückgeschlossen werden, hier sind die Aussagen des Tierhalters zum ersten beobachteten Auftreten einer Lahmheit von entscheidender Bedeutung.

5.4 Klinische Einsatzmöglichkeiten der CAT und Ausblick

Von großem Nutzen ist die CAT besonders bei der Diagnostik der OCD des Talus, da hier die röntgenologische Diagnostik oft sehr schwierig ist (FITCH u. BEALE 1998). In vielen Fällen wird zwar die Verdachtsdiagnose „OCD“ richtig gestellt, dies aber durch die Berücksichtigung mehrerer Befunde, die dies erst erlauben: Alter des Patienten, typische Lahmheit, Palpationsbefund, röntgenologisch indirekte Zeichen für eine OCD in Form einer Arthropathia deformans im Bereich der Talus und der distalen Tibia.

Die genaue Lage der Läsion (mediale oder laterale Trochlea tali, alle Aspekte der Rollkämme kommen theoretisch in Frage: MONTGOMERY et al., 1994) sowie die Ausdehnung und die Lage von Dissekaten kann also oft erst intraoperativ ermittelt werden. Bisher sind zur vollständigen arthroskopischen Exploration des Talokruralgelenks fünf verschiedene Zugänge bekannt, mindestens zwei werden pro Operation empfohlen (VAN RYSEN et al., 1993b; FITCH u. BEALE 1998; VAN BREE u. VAN

RYSSEN 1998). Da mit Hilfe der Präoperativdiagnostik über den jeweils günstigsten Zugang entschieden werden muß, kann bei solchen röntgenologisch nur indirekt diagnostizierten Fällen die CAT eine wertvolle Entscheidungshilfe für den Operateur darstellen.

Ausblick

Wie die Vermessung der OCD-Läsionen in der vorliegenden Untersuchung gezeigt hat, lassen sich aus der Tiefe der Sklerosierung Rückschlüsse auf die Defektgröße und die Defekttiefe ziehen. Desgleichen könnte versucht werden, aus der Form der Sklerosierung auf die Art einer Fehlbelastung im betroffenen Gelenk rückzuschließen. Hierüber liegen bisher noch keine Untersuchungen vor. Eine Erforschung dieses Teilgebietes könnte zu weiteren Einblicken in die Pathogenese der OCD bzw. deren Folgen für das betreffende Gelenk führen. Eine wichtige Rolle bei der Ätiologie und Pathogenese scheinen neben Rasse- und Geschlechtsprädisposition sowie Ernährungsfaktoren auch biomechanische Gegebenheiten der betroffenen Gelenke wie Fehlstellungen von Gliedmaßen (und dadurch chronische Fehlbelastung von Teilen der Gelenkfläche) zu spielen (FAYOLLE et al., 1987; OLSSON 1993; FOX u. WALKER 1993a; EKMAN u. CARLSON 1998). Um diese biomechanischen Faktoren näher zu erforschen, könnte es hilfreich sein, subchondrale Sklerosierungszonen dreidimensional in Zusammenhang mit dem betreffenden Knochen darzustellen. Diese Darstellungen könnten dann mit dem präoperativ ermittelten Bewegungsprofil und der Gliedmaßenstellung des jeweiligen Patienten verglichen werden.

5.5 Schlußfolgerungen

Bei der Diagnostik der OCD des Hundes hat sich die Computerarthrotomographie in dieser Untersuchung als potentes bildgebendes Verfahren erwiesen, fast alle in dieser Studie festgestellten Lokalisationen der OCD konnten mit hoher Sicherheit präoperativ per CAT diagnostiziert werden. Aussagen über die Lage eines Defektes

und seine genauen Ausmaße sowie die Tiefe der subchondralen Sklerosierung waren mit Hilfe der CAT erstmals präoperativ möglich.

Es ist *in praxi* aber nicht in allen Fällen einer vermuteten OCD von entscheidende Vorteil, präoperativ eine exakte Diagnose zu stellen, die die genaue Lage eines Defektes und seine Ausmaße beinhaltet. Bei klinisch gelenkkranken Hunden, die nicht sicher röntgenologisch diagnostiziert werden können, ist nach dem heutigen Stand der veterinärmedizinischen Kenntnisse ohnehin eine Arthroskopie indiziert, die in den meisten Fällen neben einer genauen Diagnose auch therapeutischen Zweck erfüllt. Folgende Gründe rechtfertigen eine CAT als Präoperativdiagnostikum bei OCD-Verdacht:

- wenn röntgenologische Anzeichen so geringgradig sind, daß auch ein nicht degeneratives Geschehen nicht ausgeschlossen werden kann (z.B. rheumatoide Arthritis), das Signalement des Patienten aber typisch für eine OCD ist (fünf bis zehn Monate alt, mittelgroße bis große Rasse)
- wenn mit Hilfe einer exakten Diagnose die Entscheidung über einen operativen Zugang zum Gelenk erleichtert wird (Talokruralgelenk) und dem Patienten auf diese Weise eine Gewebetraumatisierung in Form eines zusätzlichen Gelenkzugangs erspart wird

Möglicherweise kann die CAT auch eingesetzt werden, um einen Beitrag zur Ätiopathogeneseforschung zu leisten, indem neue Erkenntnisse über biomechanische Faktoren gewonnen werden, die bei der Entwicklung einer OCD eine Rolle spielen.

Das konventionelle Röntgen wird aber mit hoher Wahrscheinlichkeit bei der OCD-Diagnostik nicht an Bedeutung verlieren, zumal die Kosten im Vergleich zur CAT weit geringer sind und in vielen Fällen ohne Allgemeinanästhesie gearbeitet werden kann, der zeitliche Aufwand mithin ebenfalls geringer ist. Der in der Klinik für kleine Haustiere der Tierärztlichen Hochschule Hannover praktizierte Ablauf der röntgenologischen Präoperativdiagnostik und folgenden Arthroskopie hat sich als gut geeignet erwiesen. Daher wird die CAT sich in naher Zukunft nur in ausgewählten Fällen in der OCD-Diagnostik etablieren.

Oliver Krone

Osteochondrosis dissecans beim Hund: Darstellung von Defekten im Schulter-, Ellbogen-, Knie- und Sprunggelenk sowie am Kreuzbein mittels Computertomographie

6 ZUSAMMENFASSUNG

Für die vorliegende Arbeit wurden von Januar 1999 bis Mai 2000 50 Hunde computertomographisch auf das Vorliegen einer OCD untersucht. Mit Hilfe der per Arthroskopie oder Arthrotomie gestellten Diagnosen wurden die Richtigkeit der CAT-Diagnosen überprüft und anschließend die Werte für Sensitivität, Spezifität, Genauigkeit und positiven prädiktiven Wert dieser Diagnosen ermittelt. Diese Werte wurden mit denen der konventionellen Röntgendiagnose verglichen mit dem Ergebnis, daß die CAT dem Röntgen hinsichtlich dieser Parameter bei der OCD-Diagnostik überlegen ist (Sensitivität CAT: 100 %, Röntgen: 87 %; Spezifität CAT: 90 %, Röntgen: 50 %; Genauigkeit CAT: 97 %, Röntgen: 76 %; positiver prädiktiver Wert CAT: 96 %, Röntgen: 82 %).

Mit Hilfe der Tomogramme konnten die genaue Lage der OCD-Läsionen, ihre Ausdehnung an der Gelenkfläche (Defektgröße), ihre Tiefe und die von ihnen ausgehende subchondrale Sklerosierung ausgemessen werden. Waren kalzifizierte freie Gelenkkörper vorhanden, so konnten diese visualisiert werden.

Mittels statistischer Testverfahren wurden positive Korrelationen zwischen den ermittelten Defektgrößen, Defekttiefen und Sklerosierungstiefen aufgedeckt. Das Patientenalter und damit die Dauer der Erkrankung hingegen hatte nach den Ergebnissen der Berechnungen keinen Einfluß auf die Tiefe der subchondralen Sklerosierung.

Besonders im Falle der OCD des Talus konnte die CAT präoperativ wichtige Informationen liefern, die dem Operateur die Entscheidung über den optimalen Gelenkszugang erleichterten. Bei den anderen Gelenken konnten mit Hilfe der CAT

Zusammenfassung

zwar exaktere Diagnosen als mit konventionellen Röntgenaufnahmen gestellt werden, jedoch waren mit dieser Technik ein erheblicher finanzieller und zeitlicher Aufwand verbunden.

Die CAT wird sich deshalb bei der Diagnostik einer OCD nur in Zweifelsfällen insbesondere im Sprunggelenk und bei der OCD des Kreuzbeins als Routineverfahren etablieren.

Ein möglicher Einsatz der CAT kann zukünftig möglicherweise auch darin bestehen, die subchondralen Sklerosierungszonen, die bei der OCD auftreten, genau zu vermessen und die ermittelten Areale in Zusammenhang mit Gliedmaßenfehlstellungen des Patienten zu bringen.

Oliver Krone

Osteochondrosis dissecans in the dog: Visualization of lesions in the shoulder, elbow, stifle, and hock joint and in the sacrum with Computed Arthrotomography

7 SUMMARY

For the present study, from January 1999 to May 2000, fifty dogs have been examined for osteochondrosis dissecans (OCD) with the help of Computed Arthrotomography (CAT). The CAT diagnoses have been validated with diagnoses made via arthroscopy (or arthrotomy) afterwards to calculate the diagnostic values of sensitivity, specificity, accuracy, and the positive predictive value (ppv). These have been compared with the values of diagnoses made with conventional radiography (rad.). The results were significantly higher values of CAT than of radiography (sensitivity CAT: 100 %, rad.: 87 %; specificity CAT: 90 %, rad.: 50 %; accuracy CAT: 97 %, rad.: 76 %; ppv CAT: 96 %, rad.: 82 %).

In the tomograms, the exact position of the lesions, the extent on the joint surface, the depth, and the subchondral sclerosis have been measured, if joint bodies were calcified, they could be visualized. Significant correlations of extent, depth, and subchondral sclerosis have been detected with the help of statistic calculations: the bigger the lesions, the deeper were the lesions and the sclerosis in most cases; an analogous correlation of the age of the patient respectively the duration of disease and subchondral sclerosis could not be shown in this study.

Particularly in the case of OCD in the talus, the CAT is able to give important informations for the surgeon to choose the optimal joint approach. In other joints, the CAT allows accurate diagnoses, too, but, in fact, it is much more expensive and the effort of time is much bigger than it is in conventional radiography.

Summary

This leads to the prognosis, that CAT will only in cases of doubt be established as a routine diagnostic procedure for OCD in the near future, especially in the hock joint and the sacrum.

A possible use for CAT may be the three-dimensional measuring of subchondral sclerosis areas, which appear in OCD, with the attempt to discover connections of these areas and abnormal limb positions.

8 LITERATURVERZEICHNIS

ALBRECHT, J. (1999):

Arthroskopische Diagnostik und Therapie der Luxatio patellae congenita des Hundes
Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

ALEXANDER, J.W., D.C. RICHARDSON, B.A. SELCER (1981):

Osteochondritis dissecans of the elbow, stifle, and hock - a review
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **17**: 51-56

ARBESSER, E. (1974):

Osteochondrosis dissecans der Femurkondylen beim Hund
Wien. tierärztl. Monatsschr. **61** (11): 303-313

ARBESSER, E. (1975):

Die Lage freier Gelenkkörper bei Osteochondrosis dissecans des Humeruskopfes
Wien. tierärztl. Monatsschr. **62** (12): 437-440

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

MRI and CT Atlas of the dog, 1. Aufl.

Verlag Blackwell Science

BASHER, A.W.P., C.E. DOIGE, K.R. PRESNELL (1988):

Subchondral bone cysts in a dog with osteochondrosis
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **24** (3): 321-326

BEHRENDT, I. (1996):

Arthroskopische Untersuchung des Knie-, Schulter- und Ellbogengelenkes des
Hundes

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

BIRKELAND, R. (1967):

Osteochondritis dissecans in the humeral head of the dog

Nord. Veterinaer Med. 19 (5): 294-306

BOUDRIEU, R.J., R.B. HOHN, J.F. BARDET (1983):

Osteochondritis dissecans of the elbow in the dog

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. 19 (5): 627-635

BOULAY, J.P. (1998):

Fragmented medial coronoid process of the ulna in the dog

Vet. Clin. North Am. (SAP) 28 (1): 51-74

BRADEN, T.D., R.L. STICKLE, L.M. DEJARDIN, U.V. MOSTOSKY (1994):

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

Vet. Comp. Orthop. Traum. 7: 40-44

BRASS, W. (1956):

Über die Osteochondrosis des Hundes

Tierärztl. Umschau 11: 200-204

BRETTSCHEIDER, J. (2001):

Computertomographie bei Heimtieren

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

BREUR, G.J., K.A. SPAULDING, T.D. BRADEN (1989):

Osteochondritis dissecans of the medial trochlear ridge of the talus in the dog

Vet. Comp. Orthop. Traum. 4: 168-176

BRUNNBERG, L., H. WAIBL, M.L. NAGEL (1978):

Zur aseptischen Knochennekrose des Caput humeri beim Hund

Berl. Münch. tierärztl. Wochenschr. 91: 418-423

BUTLER, H.C., L.J. WALLACE, P.W. LADDS (1971):

Osteochondritis dissecans of the distal end of the radius in a dog

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **7**: 81-86

CARLISLE, C.H., G.M. ROBINS, K.M. REYNOLDS (1990):

Radiographic signs of osteochondritis dissecans of the lateral ridge of the trochlea tali in the dog

J. Small Anim. Pract. **31** (6): 280-286

CARLSON, C.S., L.D. CULLINS, D.J. MEUTEN (1995):

Osteochondrosis of the articular-epiphyseal cartilage complex in young horses: Evidence for a defect in cartilage canal blood supply

Vet. Pathol. **32**: 641

CARPENTER, L.G., P.D. SCHWARZ, J.E. LOWRY, R.D. PARK, P.F. STEYN (1993):

Comparison of radiologic imaging techniques for diagnosis of fragmented medial coronoid process of the cubital joint in dogs

J. Am. Vet. Med. Assoc. **203** (1): 78-83

CLAYTON-JONES, D.G. (1980):

Osteochondritis dissecans des Kniegelenks

Kleintier Prax. **25** (7): 441-443

COOK, J., J.L. TOMLINSON, M.R. STOLL, D.T. CROUCH, N.H. PRIDDY (2001):

Arthroscopic removal and curettage of osteochondrosis lesions on the lateral and medial trochlear ridge of the talus in two dogs

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **37**: 75-80

DÄMMRICH, K. (1979):

Wachstumsstörungen des Skeletts bei großwüchsigen Hunderassen

Effem-Report **9**: 1-7

DENNY H.R., C. GIBBS (1980):

Osteochondritis dissecans of the canine stifle joint

J. Small. Anim. Pract. **21** (6): 317-322

EKMAN, S., C.S. CARLSON (1998):

The pathophysiology of osteochondrosis

Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 17-32

ENGELKE, A. (1996):

Sonographische Untersuchung des Kniegelenkes, ausgewählter Muskulatur und Sehnen der Beckengliedmaße des Hundes

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

FAYOLLE, P., P. ORMIERES, A. AUTEFAGE, J.P. GENEVOIS, A. CAZIEUX (1987):

Osteochondrose du grasset chez le chien. Synthèse bibliographique et présentation d'un cas

Prat. méd. Chir. Anim. Comp. **22** (1): 41-53

FEHR, M., A. MEYER-LINDENBERG (1990):

Über die Ellbogengelenkerkrankungen beim Hund

Kleintier Prax. **37**: 427-438

FEHR, M., I. BEHRENDTS und A. MEYER-LINDENBERG (1996):

Die arthroskopische Untersuchung des Kniegelenkes des Hundes

Tierärztl. Prax. **24**: 137-143

FIKE, J. R., R.A. LE COUTEUR und C.E. CANN (1981):

Anatomy of the canine brain using high resolution computed tomography

Vet. Radiol. **22** (6): 236-243

FITCH, R.B., B.S. BEALE (1998):

Osteochondrosis of the canine tibiotarsal joint

Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 95-114

FOX, S.M., A.M. WALKER (1993a):

The etiopathogenesis of osteochondrosis

Vet. Med. **88** (2): 116-118

FOX, S.M., A.M. WALKER (1993b):

OCD of the humeral head: its diagnosis and treatment

Vet. Med. **88** (2): 123-131

FOX, S.M., A.M. WALKER (1993):

Identifying and treating the primary manifestations of osteochondrosis of the elbo

Vet. Med. **88** (2): 132-146

FOX, S.M., A.M. WALKER (1993d):

The diagnostic procedures and therapy for OCD of the hindlimbs

Vet. Med. **88** (2): 147-153

GABNER, G. (1997):

Sonographische Darstellung pathomorphologischer Veränderungen a
Schultergelenk des Hundes

Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.

GERWING, M. und M. KRAMER (1994):

Die Sonographie des Schultergelenks und seiner umgebenden Weichteile bei
Hund; Teil B: Sonographische Diagnostik von Erkrankungen im Bereich des
Schultergelenks

Kleintier Prax. **39**: 141-156

GILEN, I., B. DE CLERCQ, B. VAN RYSSSEN, H. VAN BREE (1999):
The use of computerized tomography (CT) in tarsocrural OCD in the dog
Vet. Surg. **28**: 211

GITTERLE, E., P. SCHAWALDER (1981a):
Beitrag zur Kontrastarthrographie beim Hund;
1. Mitteilung: Technik und Befunde am normalen Gelenk
Kleintier Prax. **26**: 325-388

GITTERLE, E., P. SCHAWALDER (1981b):
Beitrag zur Kontrastarthrographie beim Hund;
2. Mitteilung: Diagnostische Aspekte der Kontrastarthrographie
Kleintier Prax. **26**: 465-524

GRØNDALEN, J. (1979a):
Arthrosis with special reference to the elbow joint of young rapidly growing dogs.
I. A review of the literature
Nord. Veterinaer Med. **31** (2): 62-68

GRØNDALEN, J. (1979b):
Arthrosis with special reference to the elbow joint of young rapidly growing dogs.
II. Occurrence, clinical and radiographical findings
Nord. Veterinaer Med. **31** (2): 69-75

GRÜNBAUM, E.G. und S. PAATSAMA (1986):
Knochensystemerkrankungen
in: U. Freudiger, E.-G. Grünbaum und E. Schimke (Hrsg): Klinik der Hundekrankheiten, 2. Aufl.
Verlag Gustav Fischer, Stuttgart

GUTBROD, F. und B. LANGGUTH (1987):

Zur Osteochondrose beim Bullterrier

Kleintier Prax. **32** (3): 123-126

GUTHRIE, S. (1989):

Use of a radiographic scoring technique for the assessment of dogs with elbow osteochondrosis

J. Small Anim. Pract. **30**: 639-644

GUTHRIE, S. und H.G. PIDDUCK (1990):

Heritability of elbow osteochondrosis within a closed population of dogs

J. Small Anim. Pract. **31**: 93-96

HARARI, J. (1998):

Osteochondrosis of the femur

Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 87-94

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 bis 1998
Berlin, Freie Universität (Fachbereich Veterinärmedizin), Diss.

JOHNSON, A.L., G.J. PIJANOWSKI, L.E. STEIN (1985):

Osteochondritis dissecans of the femoral head of a Pekingese

J. Am. Vet. Med. Assoc. **187**: 623

JOHNSTON, S. (1998):

Osteochondritis dissecans of the humeral head

Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 33-50

KIPPENES, H., G. JOHNSTON (1998):

Diagnostic imaging of osteochondrosis

Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 137-160

KOMAREK, J.V. (1988):

Fallbericht: Selten vorkommende Lokalisierung nekrotischer Veränderungen bei Osteochondrosis dissecans im Schultergelenk beim Hund

Kleintier Prax. **33** (3): 103-104

KÖRBEL, J. (2000):

Ellbogengelenksdysplasie des Hundes: eine computertomographische und CT-osteabsorptiometrische Studie

München, Ludwig-Maximilians-Univ. (Vet. Med.), Diss.

KÖRBEL, J., R. WILCKEN, B. HUSKAMP (2001):

Computertomographische Diagnostik am Ellbogengelenk des Hundes

Kleintier Prax. **46**: 325-331

LANG, J., H. HÄNI, P. SCHAWALDER (1992):

A sacral lesion resembling osteochondrosis in the German Shepherd Dog

Vet. Radiol. **33**: 69-77

LEIGHTON, R. L. (1998):

Historical perspectives of osteochondrosis

Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 1-16

LOVE, N. E., R. W. KRAMER, G. J. SPODNICK und D. E. THRALL (1995):

Radiographic and computed tomographic evaluation of otitis media in the dog

Vet. Radiol. Ultrasound **36** (5): 375-379

LOWRY, J.E., L.G. CARPENTER, R.D. PARK, P.F. STEYN, P.D. SCHWARZ (1993):
Radiographic anatomy and technique for arthrography of the cubital joint in clinically
normal dogs

J. Am. Vet. Med. Assoc. **203** (1): 72-77

MC CARTHY, T.C. (1999):

Arthroscopy

in: Freeman, J.L. (Hrsg): Veterinary endosurgery

Verlag Mosby, St Louis, Baltimore, USA

MILTON, J.L. (1983):

Osteochondritis dissecans in the dog

Vet. Clin. North Am. (SAP) **13**: 117-134

MILTON, J.L., P.F. RUMPH, A.D. REED (1981):

Osteochondritis dissecans of the shoulder in the Racing Greyhound: a report of two
cases and a survey of 109 Greyhound anatomy specimens

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **17**: 617-622

MIYABAYASHI, T., D.S. BILLER, P.A. MANLEY und K.J. MATUSHEK (1991):

Use of a flexed dorsoplantar radiographic view of the talocrural joint to evaluate
lameness in two dogs

J. Am. Vet. Med. Assoc. **199** (5): 598-600

MONTGOMERY, R.D., J.L. MILTON, R.A. HENDERSON, J.T. HATHCOCK (1989):

Osteochondritis dissecans of the canine stifle

Comp. Contin. Educ. Pract. Vet. **11** (10): 1199-1205

MONTGOMERY, R.D., J.L. MILTON, J.T. HATHCOCK, R.B. FITCH (1994):

Osteochondritis dissecans of the canine tarsal joint

Comp. Contin. Educ. Pract. Vet. **16** (7): 835-845

MORGAN, J.P., J. DOVAL, V. SAMII (1998):

Lagerungstechniken in der Röntgendiagnostik beim Hund

Verlag Schlütersche, Hannover, S. 186, 208, 248

MORGAN, J.P., A. WIND, A.P. DAVIDSON (2000):

Hereditary bone and joint diseases in the dog

Verlag Schlütersche, Hannover, S. 5, 28, 84, 234

NEWELL, S.M., M.B. MAHAFFEY und D.N. ARON (1994):

Fragmentation of the medial malleolus of dogs with and without tarsal osteochondrosis

Vet. Radiol. Ultrasound **35**: 5-9

OLSON, N.C., U.V. MOSTOSKY, G.L. FLO und H.W. TVEDTEN (1980):

Osteochondritis dissecans of the tarsocrural joint in three canine siblings

J. Am. Vet. Med. Assoc. **176** (7): 635-637

OLSSON, S.E. (1980):

Osteochondrosis in the dog

Current vet. therapy **VI** (SAP): 880-886

OLSSON, S.E. (1983):

The early diagnosis of fragmented coronoid disease and osteochondritis dissecans of the canine elbow joint

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **19**: 616-626

OLSSON, S.E (1993):

Pathophysiology, morphology, and clinical signs of osteochondrosis (chondrosis) in the dog

In: M.J. Bojrab (Hrsg): Disease Mechanisms in Small Animal Surgery

Verlag Lea and Febiger, Philadelphia, Pennsylvania, USA: 777-789

OTTESEN, N., I. MOE (1998):

An introduction to computed tomography (CT) in the dog

Eur. J. Comp. Anim. Pract. **3** (1): 29-36

PARÉ, B., N.H. BONNEAU, L. BRETON (1986):

Revue de la littérature et étude retrospective de 36 cas d'ostéochondrose du coude chez le chien

Méd. Vet. Quebec **16** (3): 119-126

PENNOCK, P.W. (1974):

Radiographic diagnosis of joint diseases

Vet. Clin. North Am. **4** (4): 627-647

PERSON, M.W. (1985):

A procedure for arthroscopic examination of the canine stifle joint

J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **21**: 179-186

PERSON, M.W. (1986):

Arthroscopy of the canine shoulder joint

Comp. Cont. Ed. **8** (8): 537-546

PERSON, M.W. (1989):

Arthroscopic treatment of osteochondritis dissecans in the canine shoulder

Vet. Surg. **18**: 175-189

PUNZET, G. (1974):

Klinik und chirurgische Behandlung der Osteochondrosis dissecans des Humeruskopfes beim Hund

Wien. tierärztl. Monatsschr. **61**: 75-83

READ, R.A. (1993):

Osteochondrose und Ellbogenarthrose bei jungen Hunden: Häufigkeit, Diagnose und Therapie

Waltham International Focus **3** (2): 2-10

REICHLE, J.K., R. PARK, A. BAHR (2000):

Computed tomographic findings of dogs with cubital joint lameness

Vet. Radiol. Ultrasound **41** (2): 125-130

RICHARDSON, D.C., J. ZENTEK (1998):

Nutrition and osteochondrosis

Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 115-136

ROBIN, D., D.J. MARCELLIN-LITTLE (2001):

Incomplete ossification of the humeral condyle in two Labrador Retrievers

J. Small Anim. Pract. **42**: 231-234

ROBINS, G.M., R.A. READ, C.H. CARISLE und S.M. WEBB (1983):

Osteochondritis dissecans of the lateral ridge of the trochlea of the tibial tarsal bone in the dog

J. Small Anim. Pract. **24** (11): 675-685

ROVESTI, G.L., M. FLÜCKIGER, A. MARGINI, D.J. MARCELLIN-LITTLE (1998):

Fragmented coronoid process and incomplete ossification of the humeral condyle in a Rottweiler

Vet. Surg. **27**: 354-357

SCHEBITZ, H., H. WILKENS (1989):

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

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, S. 56, 57, 62, 63, 80, 84, 94, 95, 100, 102

SCHWICKERT, H. und M. THELEN (1994):

Computertomographie

In: Hahn, K., J. Heine und M. Thelen (Hrsg.): Indikationen zu CT, MRT und Szintigraphie in Orthopädie und Traumatologie

Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart, 1-10

SENNST, D.-A. (2001):

3D-Visualisierung anatomischer Modelle und Integration der zugrunde liegenden räumlichen Bildfolgen

Universität Heidelberg / Fachhochschule Heilbronn (Med. Informatik), Dipl.-Arb.

SHEALY, P.M. , J.L. MILTON, S.A. KINCAID, J.T. HATHCOCK, T.R. BOOSINGER, R.T. PERNELL (1992):

Osteochondral fragmentation (Osteochondrosis) of the canine patella

Vet. Comp. Orthop. Traum. **5** (3): 114-121

SLATER, M.R., J.M. SCARLETT, R.E. KADERLY, B.N. BONNETT (1991):

Breed, gender, and age as risk factors for canine osteochondrosis dissecans

Vet. Comp. Orthop. Traum. **4**: 100-106

STICKLE, R.L., L.T. HATHCOCK (1993):

Interpretation of computed tomographic images

Vet. Clin. North Am. (SAP) **23** (2): 417-435

SUTER, P.F., A.V. CARB (1969):

Shoulder arthrography in dogs - radiographic anatomy and clinical application

J. Small Anim. Pract. **10** (7): 407-413

TACKE, S., M. KRAMER, E. SCHIMKE, L. HORNYAK, M. GERWING, B.

TELLHELM, S. SCHLEICH (1999):

Osteochondrosis dissecans (OCD) am Schultergelenk des Hundes

Tierärztl. Prax. **27** (K): 81-90

TIPOLD, A. und E. TIPOLD (1991):

Computertomographische Untersuchungen des Zentralnervensystems bei Kleintieren
Tierärztl. Prax. **19**: 183-191

TOMLINSON, J.L., J.L. COOK, K. KUROKI, J.M. KREEGER, M.A. ANDERSON
(2001):

Biochemical characterization of cartilage damage affected by osteochondritis
dissecans in the humeral head of dogs

Am. J. Vet. Res. **62** (6): 876-881

TURREL, J. M., J. R. FIKE, R. A. LE COUTEUR, R. J. HIGGINS (1986):

Computed tomographic characteristics of primary brain tumors in 50 dogs

J. Am. Vet. Med. Assoc. **188**: 851-856

VAN BREE, H. (1990):

Evaluation of the prognostic value of positive-contrast shoulder arthrography for
bilateral osteochondrosis lesions in dogs

Am. J. Vet. Res. **51** (7): 1121-1125

VAN BREE, H. (1992):

Vacuum phenomenon associated with osteochondrosis of the scapulohumeral joint in
dogs: 100 cases (1985-1991)

J. Am. Vet. Med. Assoc. **201** (12): 1916-1917

VAN BREE, H. (1993):

Comparison of the diagnostic accuracy of positive-contrast arthrography and arthro-
tomy in evaluation of osteochondrosis lesions in the scapulohumeral joint in dogs

J. Am. Vet. Med. Assoc. **203** (1): 84-88

VAN BREE, H., H. DEGRYSE, B. VAN RYSSSEN, F. RAMON, M. DESMIDT (1993):

Pathologic correlations with magnetic resonance images of osteochondrosis lesions
in canine shoulders

J. Am. Vet. Med. Assoc. **202** (7): 1099-2005

VAN BREE, H., B. VAN RYSEN (1995):

Imaging the canine elbow: radiography, computed tomography and arthroscopy
Vet. Annual **35**: 118-129

VAN BREE, H., B. VAN RYSEN, H. DEGRYSE, F. RAMON (1995):

Magnetic resonance arthrography of the scapulohumeral joint in dogs, using
gadopentetate dimeglumine
Am. J. Vet. Res. **56** (3): 286-288

VAN BREE, H., B. VAN RYSEN (1998):

Diagnostic and surgical arthroscopy in osteochondrosis lesions
Vet. Clin. North Am. (SAP) **28** (1): 161-185

VAN EE, R.T., K. GIBSON, E. ROBERTS (1988):

Osteochondritis dissecans of the lateral ridge of the talus in a dog
J. Am. Vet. Med. Assoc. **193**: 1284-1286

VAN GESTEL, M.A. (1985):

Diagnostic accuracy of stifle arthroscopy in the dog
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **21**: 757-763

VAN RYSEN, B., H. VAN BREE, S. MISSINE (1993a):

Successful arthroscopic treatment of shoulder osteochondrosis in the dog
J. Small Anim. Pract. **34**: 521-528

VAN RYSEN, B., H. VAN BREE, P. VYT (1993b):

Arthroscopy of the canine hock joint
J. Am. Anim. Hosp. Assoc. **29**: 107-115

VOORHOUT, G., H.A.W. HAZEWINDEL (1987):

Radiographic evaluation of the canine elbow joint with special reference to the medial humeral condyle and the medial coronoid process

Vet. Radiol. **28** (4): 158-165

VOORHOUT, G., A. RIJNBEEK, B. E. SJOLLEMA, T. VAN DEN INGH (1990):

Nephrotomography and ultrasonography for the localization of hyperfunctioning adrenocortical tumors in dogs

Am. J. Vet. Res. **51**: 1280-1285

WALDE, I., B. TELLHELM (1991):

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

Wien. tierärztl. Monatsschr. **78** (12): 414-424

WEINSTEIN, M. J., C. M. MONGIL, G. K. SMITH (1995):

Orthopedic conditions of the Rottweiler

Comp. Cont. Ed. **17**: 813-838

WHITEHAIR, J.G., R.G. RUDD (1990):

Osteochondritis dissecans of the humeral head in dogs

Comp. Cont. Ed. **12** (2): 195-202

WISNER, E.R., C.R. BERRY, J.P. MORGAN, R.R. POOL, A.P. WIND und P.B.

VASSEUR (1990):

Osteochondrosis of the lateral trochlear ridge of the talus in seven Rottweiler dogs

Vet. Surg. **19** (6): 435-439

ZENTEK, J. und I. NOLTE (1995):

Osteochondrosen bei einem neunmonatigen Berner Sennenhund

Kleintier Prax. **40** (11): 879-887

ZINK, C. (Hrsg.) (1990):

PSCHYREMBEL KLINISCHES WÖRTERBUCH, 256. Aufl.

Verlag de Gruyter, Berlin, S. 846, 1829

9 ANHANG

9.1 Computerarthrotomogramme ausgewählter Patienten

Im folgenden Abschnitt werden Tomogramme ausgewählter Patienten gezeigt. Einerseits sind besonders deutlich erkennbare Läsionen dargestellt, andererseits wird anhand eines Beispiels (Abb. 45) die Möglichkeit der Fehldiagnose aufgezeigt. In einigen Fällen wurden *Anmerkungen* eingefügt, die mögliche Fehlerquellen bei der Interpretation solcher Tomographien betreffen und an dieser Stelle sinnvoll erschienen.

Sinngemäße Auszüge aus den zugehörigen Arthroskopie-Berichten sind jeweils beigelegt, um einen Eindruck von Übereinstimmung und Nicht-Übereinstimmung zu vermitteln.

Außerdem wurden je ein Fall eines fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (FPC, Abb. 40), eines isolierten Processus anconaeus (IPA, Abb. 41) und subchondrale Knochenzysten der Condyli humeri (Abb. 39) in die Reihe der Abbildungen aufgenommen, da sie recht eindrucksvoll sind (die Aufnahmen sind als „Nebenprodukte“ dieser Arbeit anzusehen, die Patienten hatten zusätzlich OCD-Läsionen bzw. den röntgenologischen Verdacht auf OCD-Läsionen).

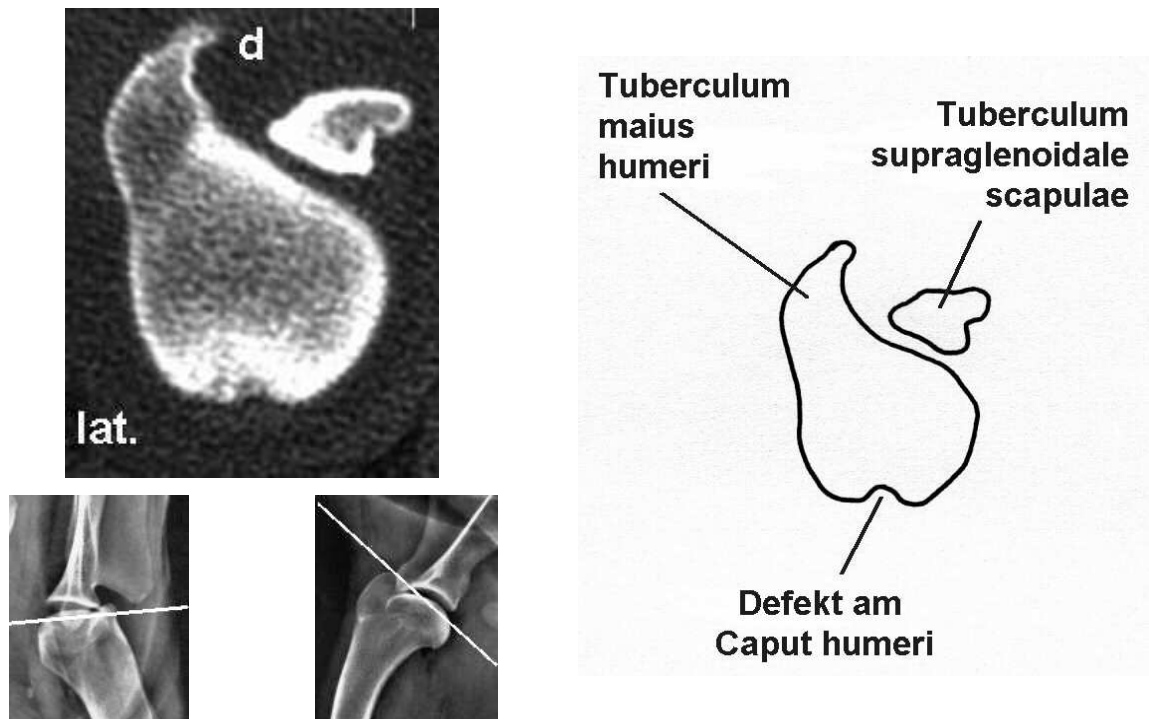
Die den Tomographien beigelegten Röntgenbilder mit eingezeichneter Scanebene sind Normalbilder (alle modifiziert nach SCHEBITZ u. WILKENS, 1989).

9.1.1 Schultergelenke, OCD

FALL 1

Abb. 33: OCD Caput humeri

(Gordon Setter, männl., 5 Monate, 24,5 kg KG)



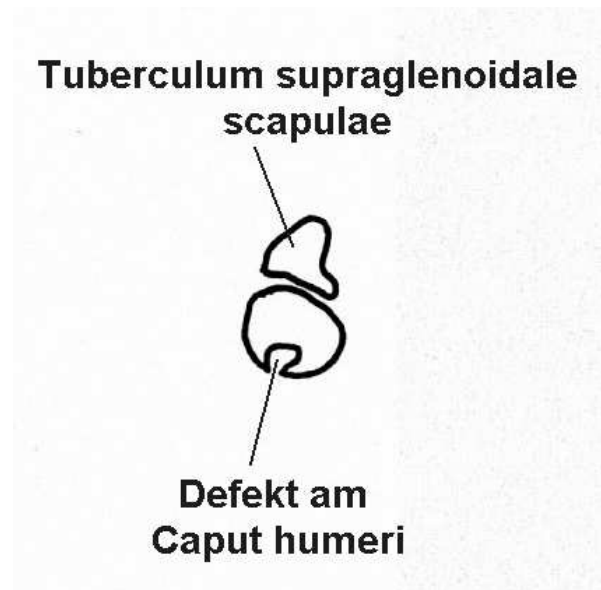
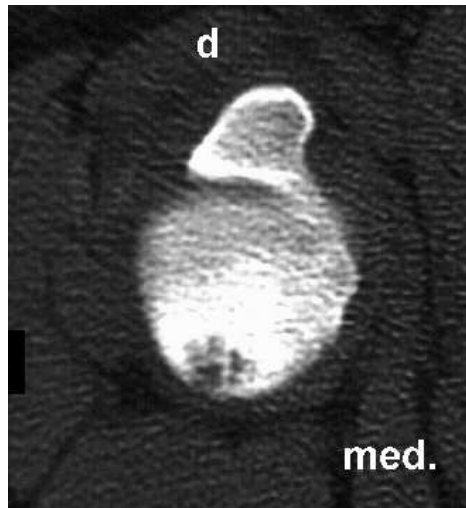
tiefer Defekt am zentrokaudalen Aspekt des Caput humeri mit deutlicher subchondraler Sklerosierung, ein in situ befindliches Dissekat ist im lateralen Anteil des Defektbettes zu erkennen

Arthroskopie-Bericht: vollständig abgelöstes Dissekat

FALL 2

Abb. 34: OCD Caput humeri

(Großer Schweizer Sennenhund, männlich, 8 Monate, 37 kg KG)



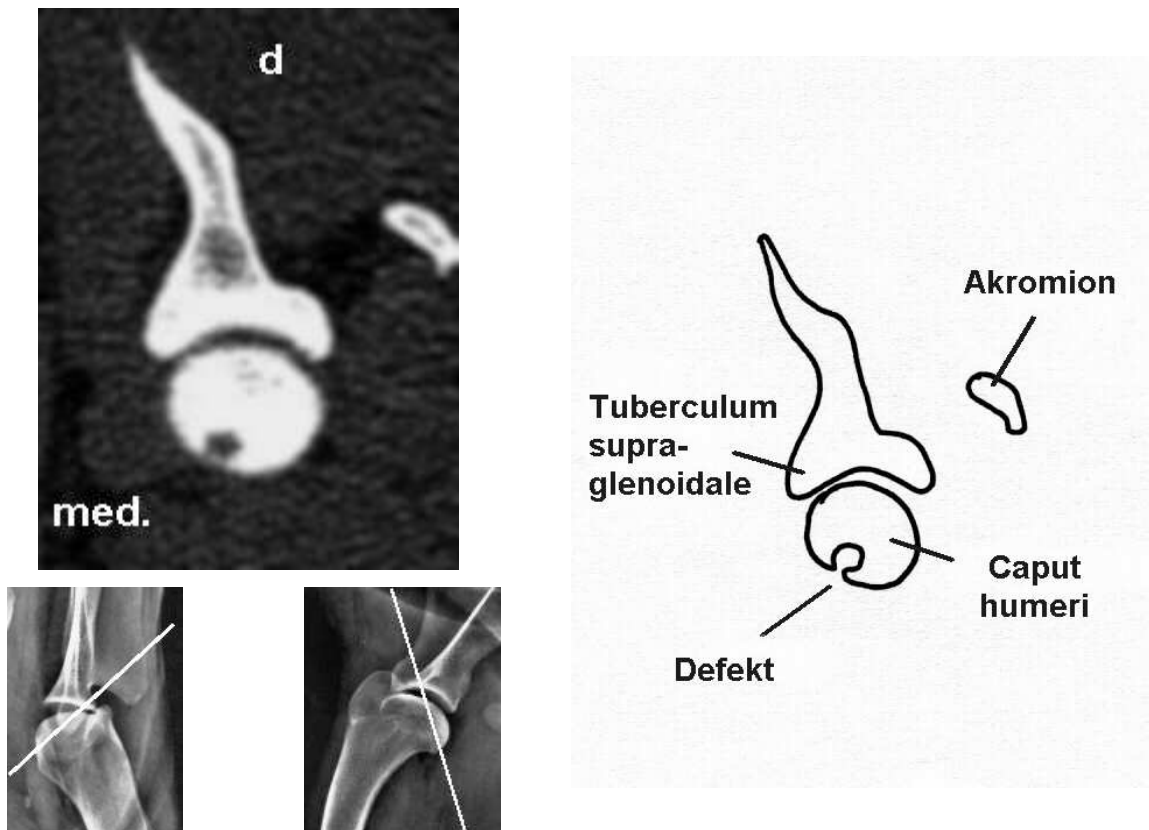
tiefer Defekt am zentrokaudalen Aspekt des Caput humeri mit deutlicher zentrifugaler Sklerosierung, der Defekt erscheint wabig strukturiert, eine fissurartige Zusammenhangstrennung zieht vom medialen Anteil des Defekts knapp unter der Gelenkfläche nach medial

Arthroskopie-Bericht: teilweise losgelöste Knorpelschuppe

FALL 3

Abb. 35: OCD Caput humeri

(Bulldogge, weibl., 12 Monate, 36 kg KG)



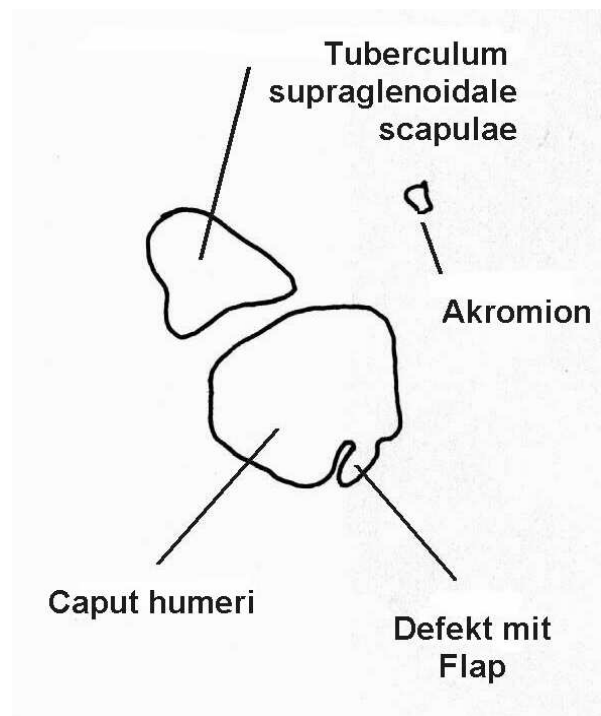
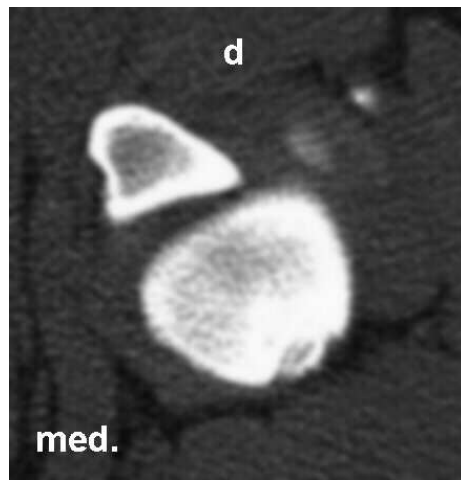
kreisrunder Defekt am zentrokaudalen Aspekt des Caput humeri, die Gelenkfläche scheint medial nicht vollständig unterbrochen, in diesem Anschnitt erscheint nahezu das gesamte Caput humeri sklerosiert

Arthroskopie-Bericht: sehr fest im Defektbett verankerte Knorpelschuppe

FALL 4

Abb. 36: OCD Caput humeri

(Deutsch-Drahthaar, männl., 4 Jahre, 35 kg KG)



deutlich zu erkennender kalzifizierter Flap, der fest mit der Gelenkfläche verbunden erscheint, mittelgradige subchondrale Sklerosierung

Arthroskopie-Bericht: fest verankerter Flap, Gelenkknorpel vernarbt, Defekt verheilt

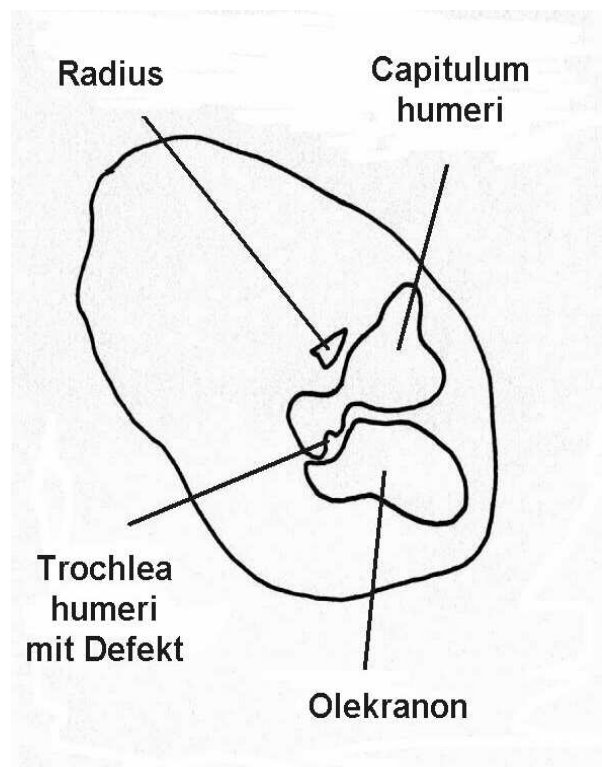
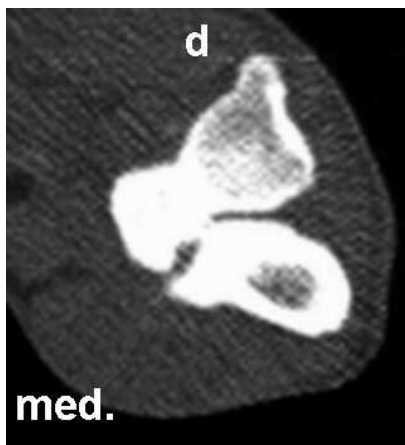
9.1.2 Ellbogengelenke, OCD

FALL 1

Abb. 37: OCD Trochlea humeri

(Labrador Retriever, männl., 6 Monate, 25 kg KG)

Scanfolge distoproximal (3 x 1 mm), kaudal gelegener Defekt



Text s. folgende Seite

(zu Abb. 37)

sehr weit kaudal gelegener Defekt an der Trochlea humeri, im abgebildeten Bereich (3 mm) ist die gesamte Trochlea sklerosiert;

Anmerkung: Anschnitte von Knochen wie der des Radius im obersten Tomogramm können leicht als Corpora libera mißinterpretiert werden

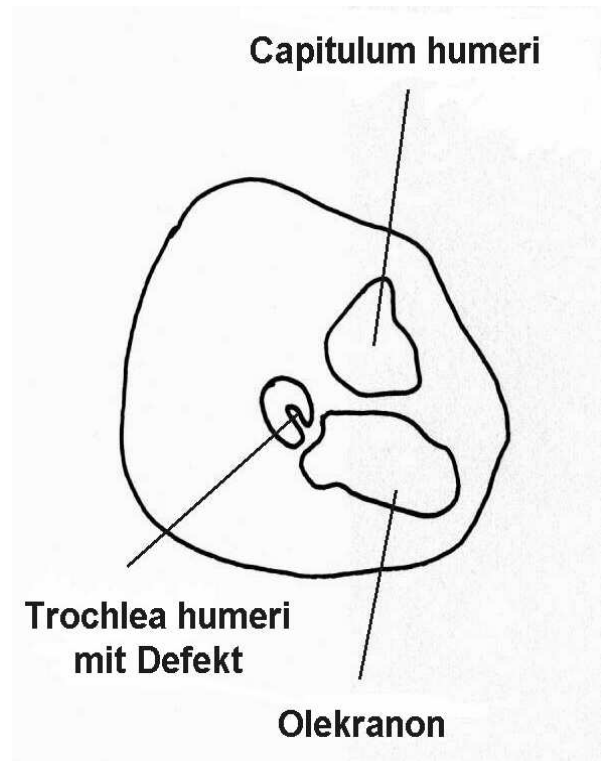
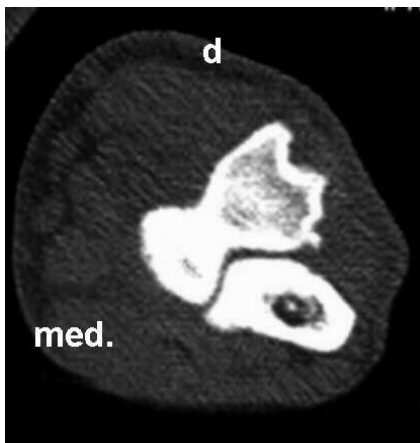
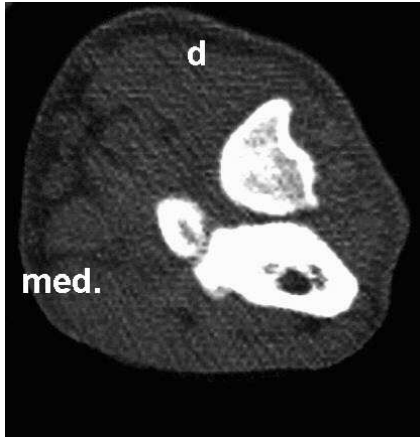
Arthroskopie-Bericht: Dissekat am kaudalen Aspekt der Trochlea humeri, i Computertomogramm nicht darstellbar

FALL 2

Abb. 38: OCD Trochlea humeri

Golden Retriever, männl., 7 Monate, 31 kg KG

Scanfolge distoproximal (3 x 1 mm), zentrodistal gelegener Defekt



Text s. folgende Seite

(zu Abb. 38)

sehr schmaler und tiefer Defekt am zentrodistalen Aspekt der Trochlea humeri;
Beispiel für die *Messung der Defekttiefe*: Defekt ist auf dem obersten Tomogramm
zuerst und auf dem untersten Tomogramm zuletzt sichtbar, die *Slice* ist 1 mm, der
Defekt demnach 3 mm tief

Arthroskopie-Bericht: tiefer OCD-Defekt ohne darstellbares Dissekat

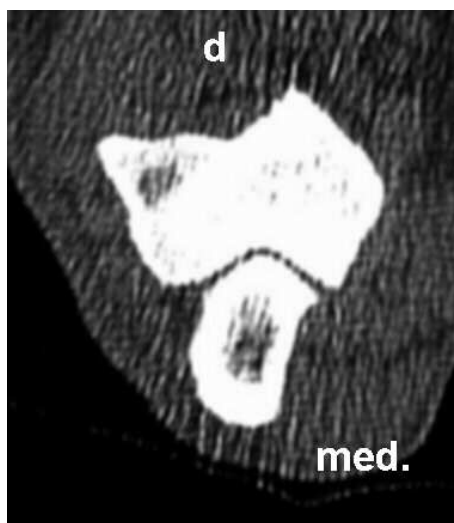
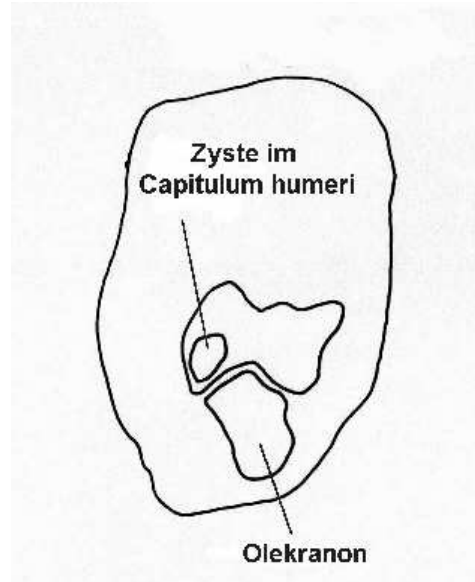
9.1.3 Ellbogengelenk, subchonrale Knochenzysten

Abb. 39: subchonrale Knochenzysten, Condyli humeri

(Boxer, männl., 7 Jahre, 35 kg KG)



links



rechts



Text s. folgende Seite

Anhang

(zu Abb. 39)

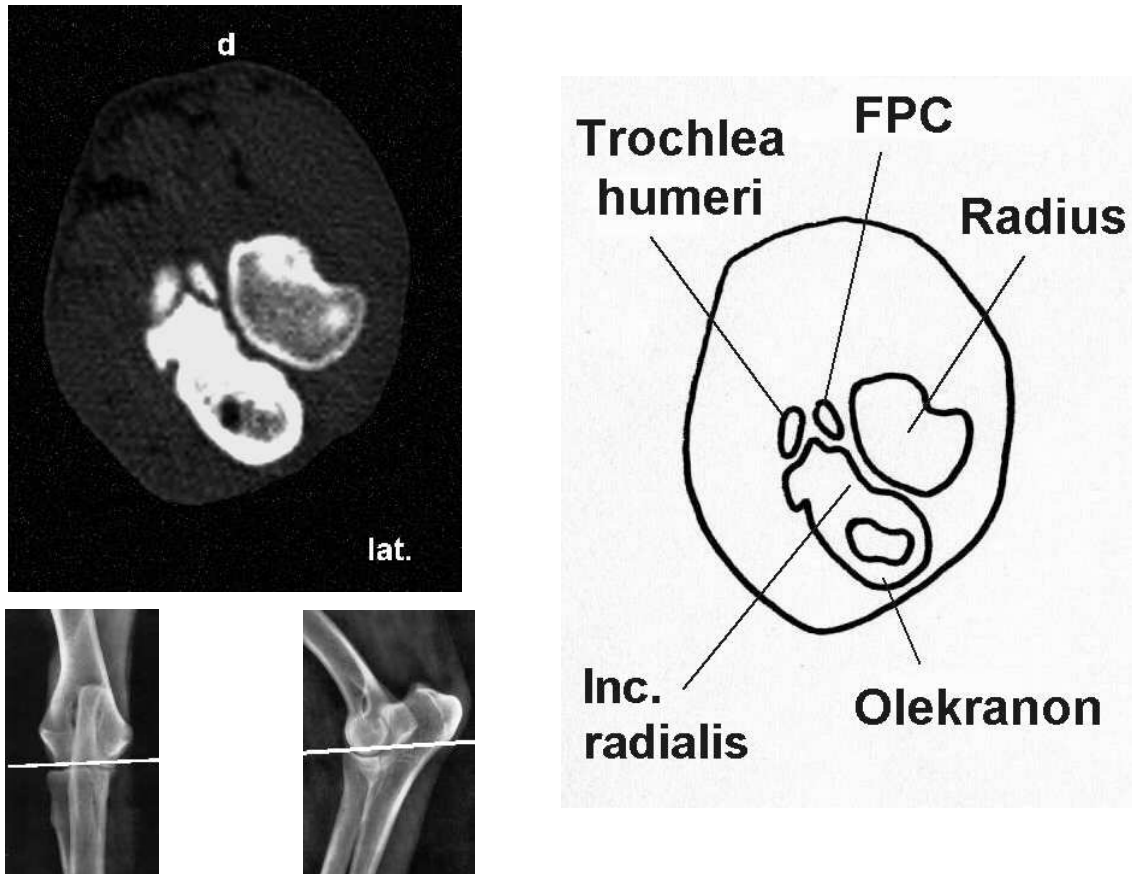
Zystenartige Aufhellungen in beiden distalen Humeri, die eventuell im Zusammenhang mit einer abgeheilten Osteochondrose stehen können (vgl. BASHER et al., 1988)

Arthroskopie-Bericht: Gelenkflächen intakt, wegen des möglichen Stabilitätsverlustes *keine* Punktion zur Biopatientnahme

9.1.4 Ellbogengelenk, FPC

Abb. 40: Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC)

(Labrador Retriever, männl., 10 Monate, 31 kg KG)

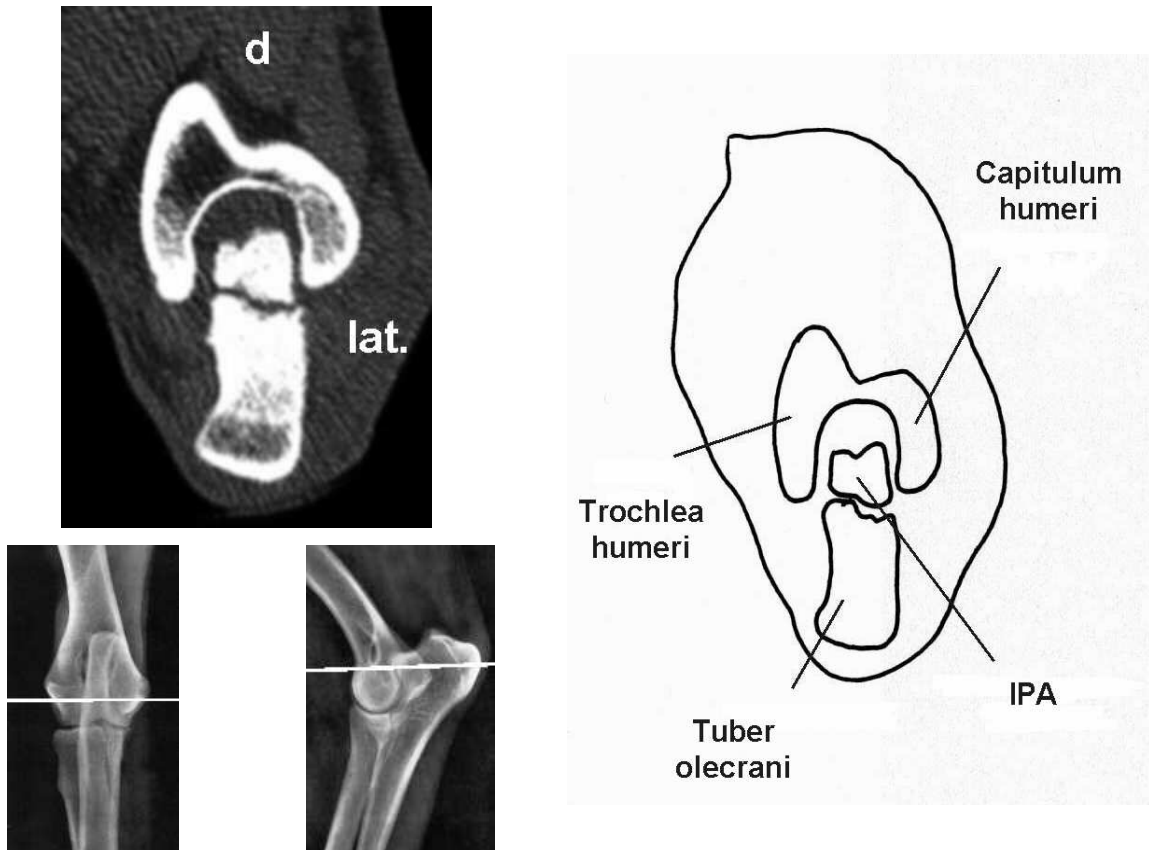


das Fragment ist deutlich als solches zu erkennen, der Bereich der Incisura radialis erscheint gesamthaft sklerosiert, der Markraum der Ulna ist an dieser Stelle dadurch verkleinert; *Anmerkung:* der Anschnitt des distalen Aspekts der Trochlea humeri hat starke Ähnlichkeit mit einem Corpus liberum, hier besteht die Gefahr der Fehlinterpretation

9.1.5 Ellbogengelenk, IP

Abb. 41: Isolierter Processus anconaeus (IPA)

(Bordeaux-Dogge, weibl., 8 Monate, 41,5 kg KG)



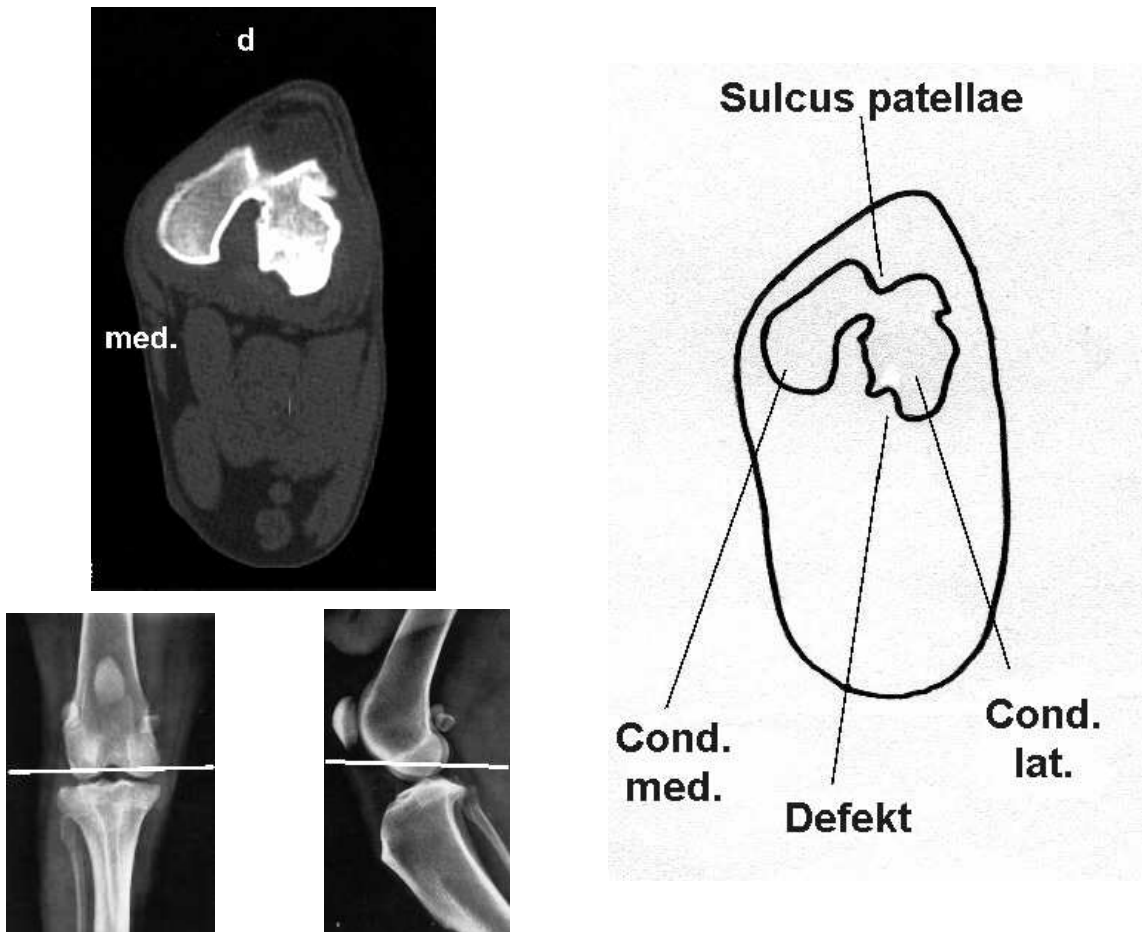
Dieser Patient wurde aufgrund eines - später arthroskopisch bestätigten - Verdachts auf OCD der Trochlea humeri tomographiert. Aus wissenschaftlichem Interesse wurde der schon röntgenologisch sicher diagnostizierte zusätzlich bestehende isolierte Processus anconaeus (IPA) dargestellt. Die deutlich sklerosierten Grenzbereiche der Zusammenhangstrennung und die arthrotisch veränderten Oberflächen unterstützten die präoperative Prognose, daß eine Verschraubung des Proc. anconaeus nicht mehr möglich sei.

9.1.6 Kniegelenke, OCD

FALL 1

Abb. 42: OCD Condylus lateralis ossis femoris

(Deutscher Schäferhund, weibl., 12 Monate, 27 kg KG)

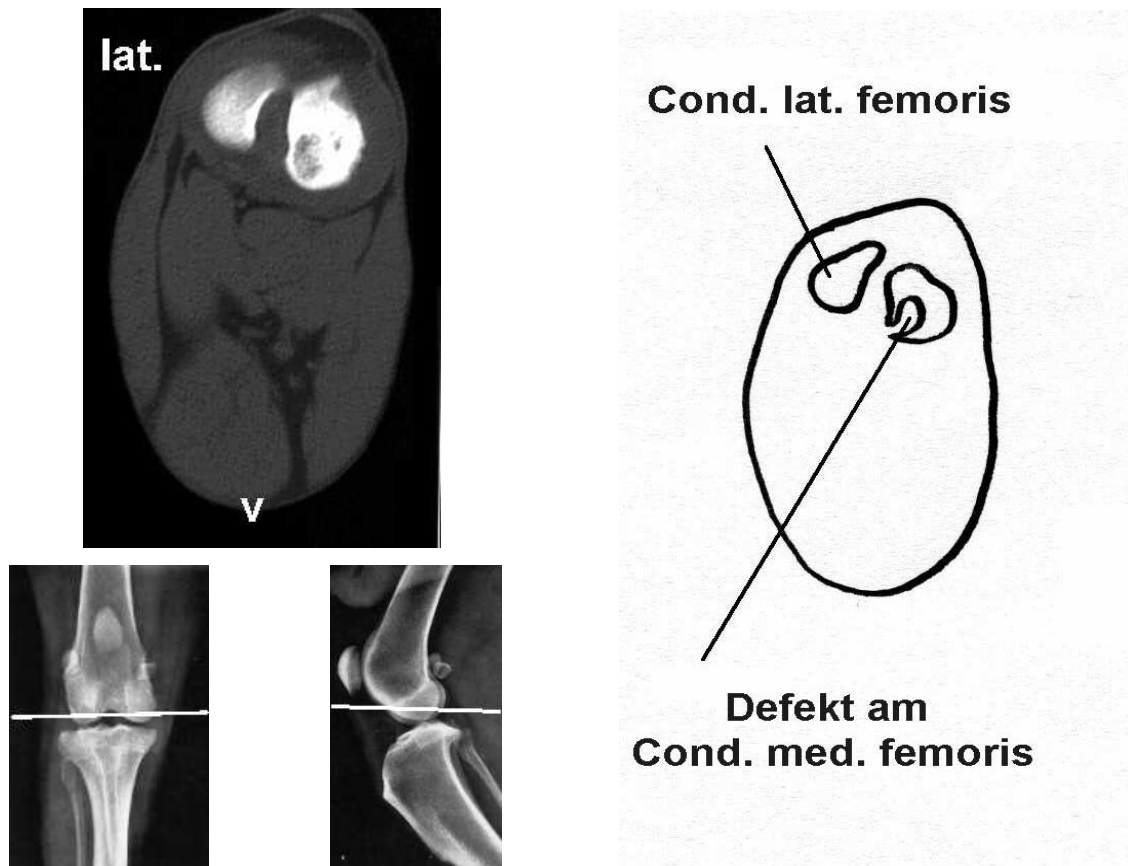


die Lamina corticalis des kaudomedialen Anteils des Condylus lateralis ossis femoris ist unterbrochen, die subchondrale Sklerosierung reicht bis weit nach dorsal, auf Höhe dieser Schnittebene erscheint fast die Hälfte des Condylus sklerosiert

FALL 2

Abb. 43: OCD Condylus medialis ossis femoris

(Rhodesian Ridgeback, männl., 11 Monate, 40 kg KG)



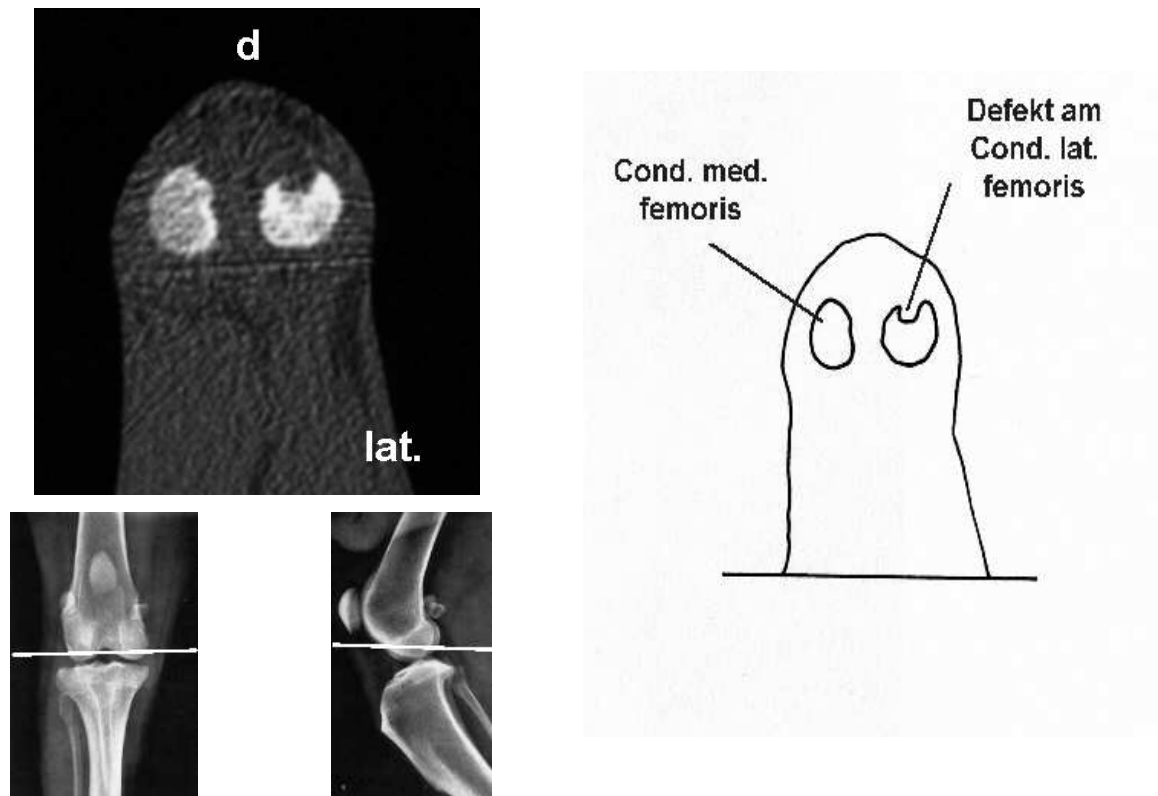
sehr großflächiger Defekt im kaudomedialen Bereich des medialen Femurkondylus mit ausgeprägter zentrifugaler Sklerosierung, zentraler Bereich des Defektbettes mit knochendichter Struktur

Arthroskopie-Bericht: bandhaft mit Defektbett verbundene Knorpelschuppe

FALL 3

Abb. 44: OCD Condylus lateralis ossis femoris

(Magyar Vizsla, männl., 12 Monate, 24,5 kg KG)



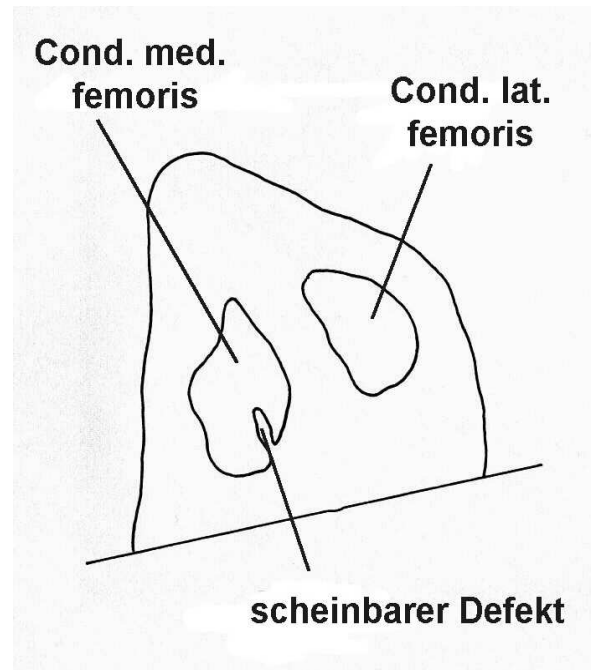
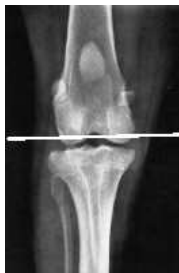
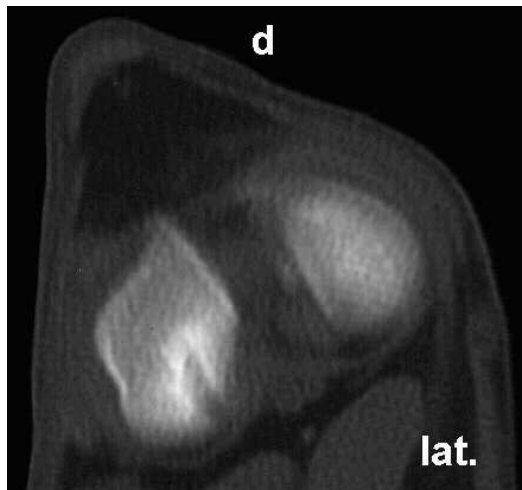
sehr tiefer Defekt am kranialen Aspekt des Cond. lat. ossis femoris mit mittelgradiger subchondraler Sklerosierung; der Gelenkknorpel scheint an dieser Stelle in Form einer feinen Schicht noch intakt zu sein

Arthroskopie-Bericht: tiefer Defekt, teilweise noch mit Knorpeloberfläche verbundener Flap

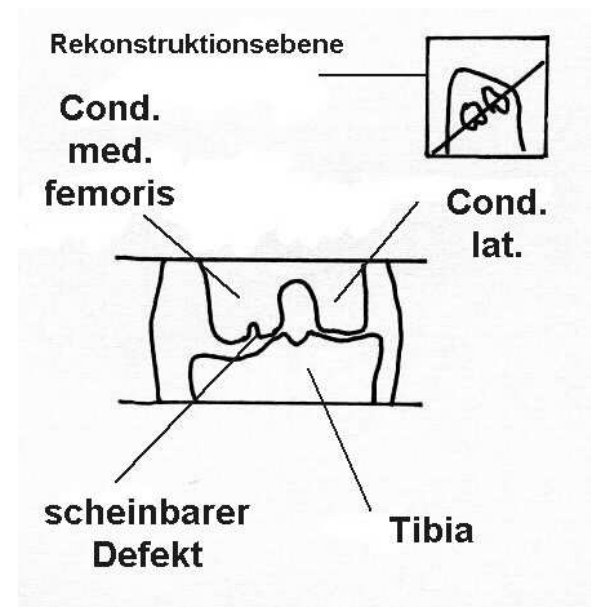
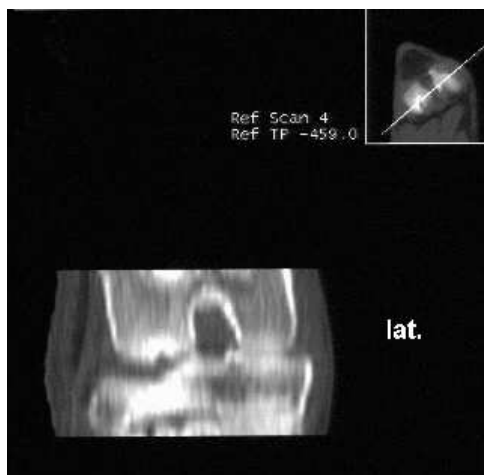
9.1.7 Kniegelenke, falsch positive Diagnose OCD

Abb. 45: Fehldiagnose OCD Condylus medialis ossis femoris

(Deutsche Dogge, weibl., 5 Monate, 34 kg KG)



MPR



Text s. folgende Seite

(zu Abb. 45)

arthroskopisch konnte bei diesem Patienten überraschenderweise keine Kontinuitätsunterbrechung des Gelenkknorpels festgestellt werden, nur eine auffällige bläuliche Verfärbung im Bereich des vermuteten Defektes - ein Beispiel für mögliche Fehlinterpretationen von Computertomographien, diese Bilder lassen sich nicht von solchen mit tatsächlichen Defekten unterscheiden, auch die MPR läßt eine scheinbare Unterbrechung der Oberfläche erkennen.

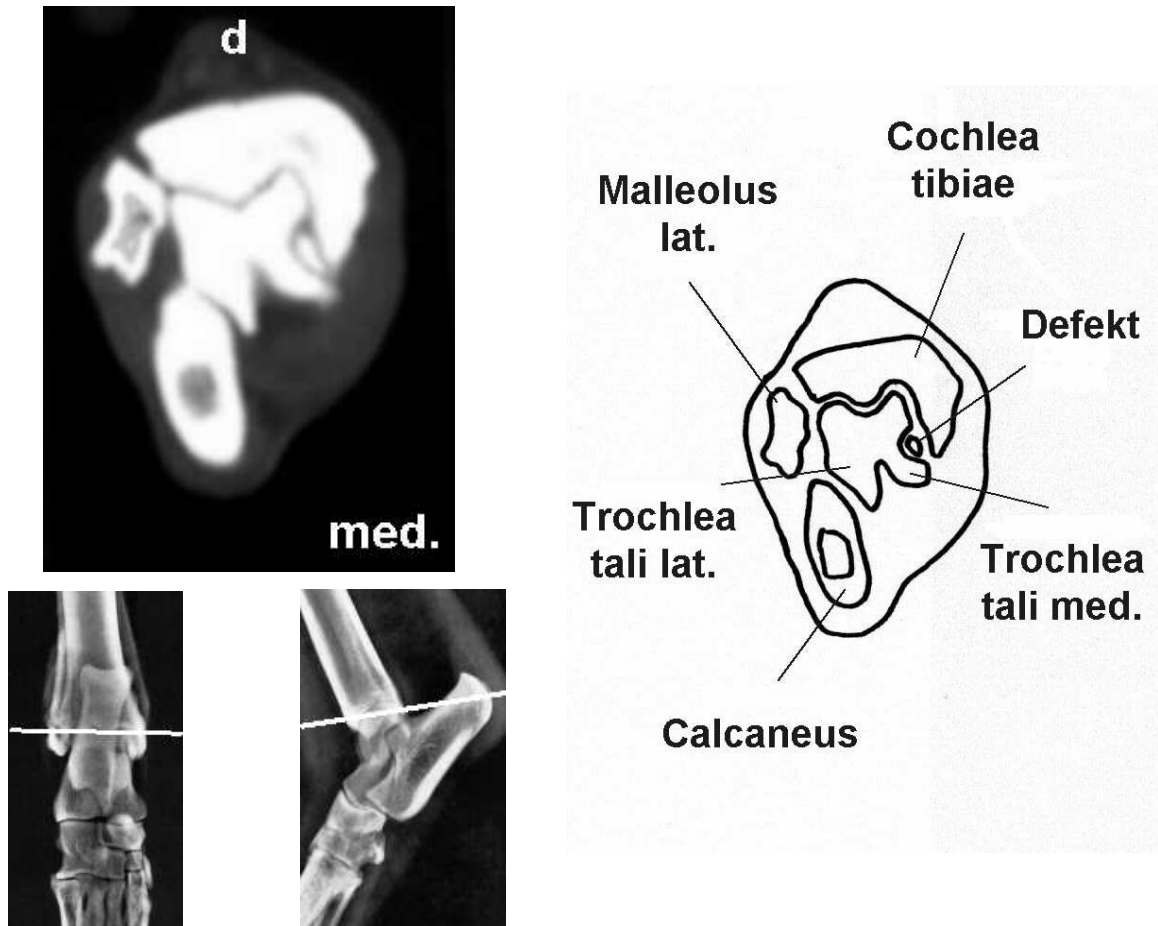
Bei diesem Patienten lagen sowohl röntgenologisch als auch laut CAT-Diagnose bilateral Läsionen vor, nach der einseitig vorgenommenen Arthroskopie wurde der Hund symptomatisch behandelt und ging nach einigen Monaten lahmheitsfrei. Es hat sich in diesem Fall offensichtlich um eine spontan abgeheilte Osteochondrose gehandelt.

9.1.8 Talokruralgelenke, OCD

FALL 1

Abb. 46: OCD Trochlea tali medialis

(Briard, weibl., 26 Monate, 36 kg KG)



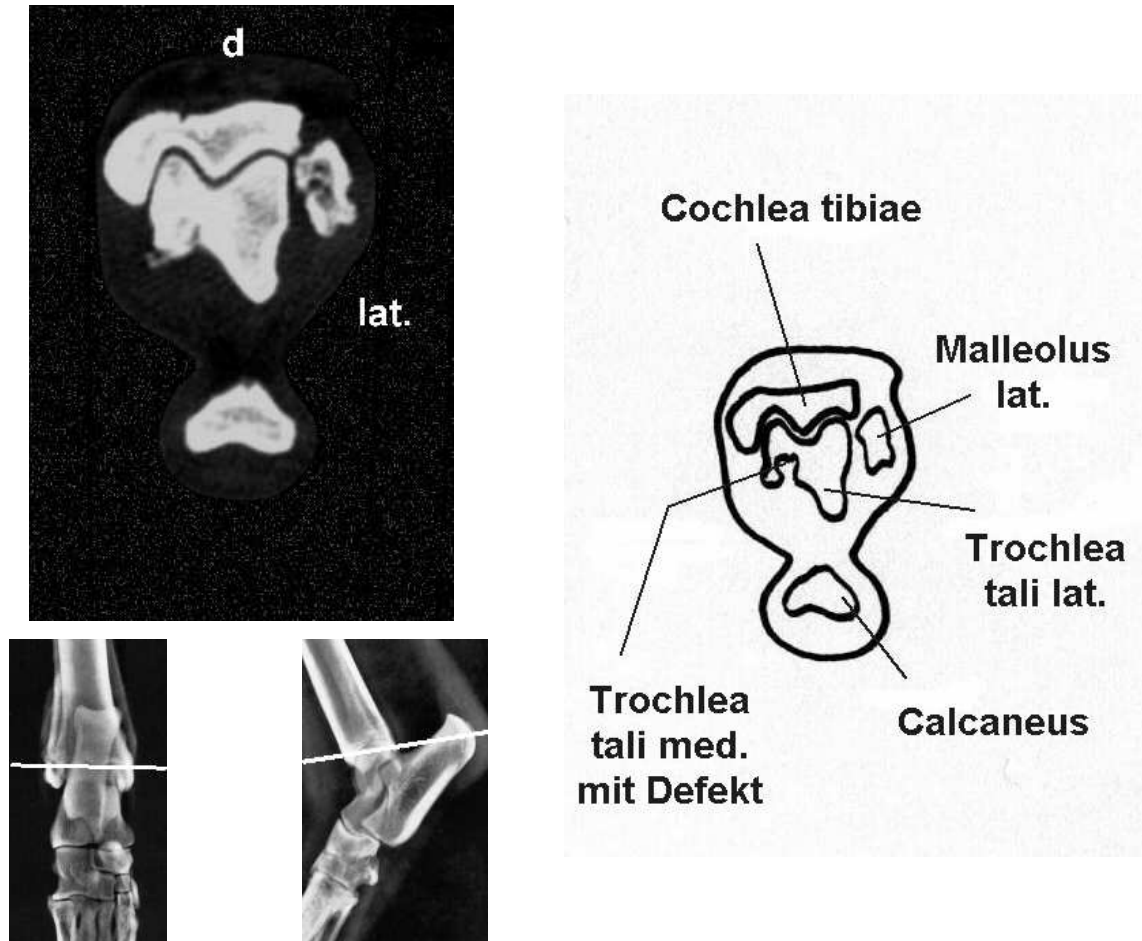
medial gelegener großer Defekt der Trochlea tali medialis mit in situ befindliche Dissekat

Arthroskopie-Bericht: 4 x 6 mm große OCD-Schuppe per Arthrotomie entfernt

FALL 2

Abb. 47: OCD Trochlea tali medialis

(Mischling, männl., 23 Monate, 35,5 kg KG)



kaudolateral gelegene Läsion der Trochlea tali medialis, medial ist eine feine knochendichte Linie oberhalb der Gelenkfläche zu erkennen, lateral (zentral) befindet sich ein Dissekat im Defektbett

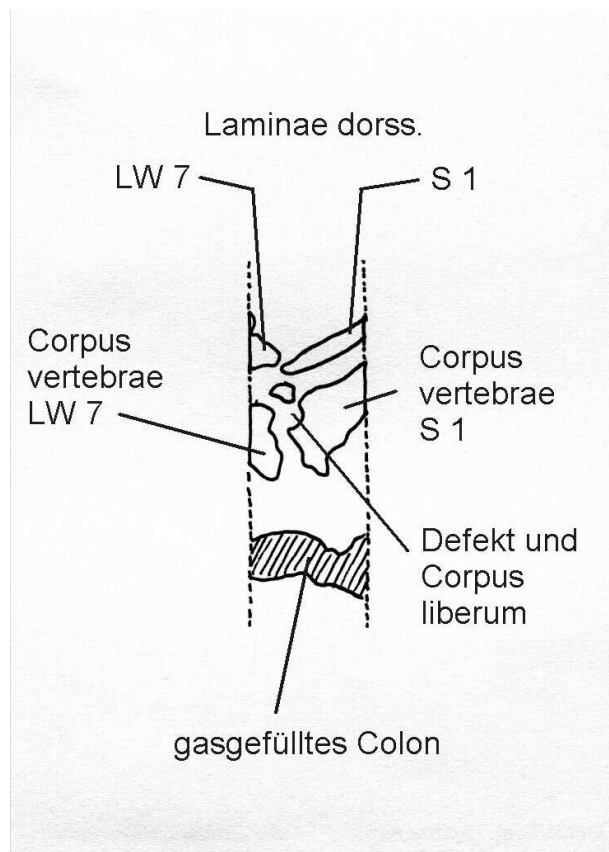
(bei diesem Patienten wurde auf Besitzerwunsch keine Arthroskopie durchgeführt, die CAT-Diagnose konnte so nicht verifiziert werden)

9.1.9 MPR der OCD des Kreuzbeins

(Tomogramm s. Abb. 28)

Abb. 48: OCD Extremitas cranialis ossis sacri

(Deutscher Schäferhund, männl., 11 Monate, 40 kg KG)



in dieser sagittalen multiplanaren Reformatierung (MPR) ist deutlich ein Corpus liberum zu erkennen, die Extremitas cranialis ossis sacri erscheint deutlich sklerosiert

9.2 Glossarium der verwendeten CT - Fachbegriffe und Abkürzungen

<i>Artefakt</i>	„Kunstprodukt“, im Tomogramm sichtbare Struktur, die kein morphologisches Korrelat hat
<i>CAT</i>	Computerarthrotomographie, aus dem englischen „computed arthrotomography“ übernommen
<i>Fenster</i>	Ausschnitt aus der Hounsfield-Skala, der mit Grauwerten dargestellt wird
<i>Fensterweite</i>	Breite des o.g. Ausschnitts
<i>Gantry</i>	engl. „Faßlager“, Bauteil eines Computertomographen: Stahlring, in dem Röntgenröhre und Detektoren montiert sind
<i>Hardcopy</i>	Ausdruck eines Computertomogramms auf Filmfolie zur Betrachtung am Röntgenbildbetrachter
<i>Hounsfield-Einheit</i>	Einheit der Hounsfield-Skala, die Dichtewerte von -1000 für Luft bis +2000 für kompakten Knochen beinhaltet
<i>MPR</i>	multiplanare Reformatierung, sekundäre Bearbeitung der CT-Rohdaten zur Erzeugung anderer Schnittebenen als der primären transversalen (z.B. sagittal, horizontal)
<i>Partialvolumeneffekt</i>	Artefakt, bei dem es durch rechnerische Mittelung von Dichtewerten zu Grauwerten im Tomogramm kommt, die kein morphologisches Korrelat haben
<i>Pitch</i>	engl. „Gewindeteilung“, Tischvorschub pro Einzeltomogramm in Millimeter
<i>Pixel</i>	Kunstwort aus „picture element“, einzelner Bildpunkt, der rechnerisch aus einem Voxel (s.u.) hervorgeht
<i>ROI</i>	„region of interest“, Bereich von Interesse, hier Scanbereich
<i>Scan</i>	engl. Verb „abtasten“, deutsch substantiviert: Einzeltomogramm
<i>Slice</i>	engl. „Scheibe“, Schichtdicke in Millimeter
<i>Topogramm</i>	Übersichtsröntgenaufnahme, die vor dem Scanvorgang zur Festlegung der ROI (s.o.) angefertigt wird
<i>Voxel</i>	Kunstwort aus „volume element“, Volumen, das durch Schichtdicke und Einzelprojektionen begrenzt wird und als Rechenvorlage für die späteren Bildpunkte dient

9.3 Tabellen mit den Daten der OCD-Patienten

Tab. 2: Schultergelenkspatienten

Rasse *	Geschl.	Alter	KG	Seite	DG li	DT li	Skl li	DG re	DT re	Skl re **
BernerSH	männl.	11	41	bilateral	5	3	6	4	2	4
BordDogg	männl.	7	42	rechts				3	3	4
Bulldog	weibl.	12	36	rechts				4	3	4
DtDrH	männl.	47	35	rechts				3	4	4
DtDrH	weibl.	8	27	bilateral	6	4	4	5	4	4
DtSchfhd	männl.	8	40	links	4	3	6			
GolRetr	weibl.	9	26	links	6	3	5			
GordSet	männl.	5	25	links	4	2	4			
GrSchwSHd	männl.	8	37	rechts				5	3	6
Hovawart	männl.	9	31	bilateral	5	5	6	4	4	6
Hovawart	männl.	9	35	bilateral	6	3	4	4	2	3
Mischl	männl.	15	34	links	5	4	4			
Mischl	männl.	7	32	rechts				4	3	4
Mischl	männl.	51	34	links	5	4	5			
Mischl	männl.	9	40	rechts				5	4	5
RhodRidg	weibl.	11	40	rechts				10	2	5

Tab. 3: Ellbogengelenkspatienten

Rasse *	Geschl.	Alter	KG	Seite	DG li	DT li	Skl li	DG re	DT re	Skl re **
BordDog	männl.	8	44	bilateral	6	3	5	5	4	3
BordDog	männl.	10	44	links	4	2	2			
GolRetr	männl.	9	30	bilateral	8	2	3	6	2	3
GolRetr	weibl.	20	34	links	5	2	2			
GolRetr	männl.	8	23	rechts				4	2	3
GolRetr	männl.	7	23	bilateral	5	3	3	4	2	2
GolRetr	männl.	5	21	bilateral	4	2	2	5	2	3
GolRetr	männl.	7	31	rechts				7	3	4
LabrRetr	männl.	6	25	links	5	2	4			
LabrRetr	männl.	11	35	links	4	3	3			
LabrRetr	männl.	6	25	bilateral	3	2	3	4	2	2
Neufdl	männl.	8	46	rechts				6	2	2
Rottw	weibl.	51	40	links	4	2	2			
KIMünst	männl.	11	19	links	6	3	2			

Tab. 4: Kniegelenkspatienten

Rasse *	Geschl.	Alter	KG	Seite	DG li	DT li	Skl li	DG re	DT re	Skl re **
DtSchfhd	weibl.	12	27	links	11	4	5			
Kuvasz	männl.	8	31	rechts				10	4	6
LabrRetr	männl.	6	25	bilateral	8	1	3	9	1	4
MagVisz	männl.	12	25	bilateral	11	4	3	12	3	4

Tab. 5: Talokruralgelenkspatienten

Rasse *	Geschl.	Alter	KG	Seite	DG li	DT li	Skl li	DG re	DT re	Skl re **
LabrRetr	männl.	7	30	bilateral	2	1	1	1	1	1
Rottw	männl.	7	52	rechts				2	2	1
Briar	weibl.	26	36	rechts				1	2	2
LabrRetr	männl.	6	25	links	1	1	1			
LabrRetr	weibl.	13	24	links	2	2	1			
Mischl	männl.	23	36	links	3	2	1			
Rottw	weibl.	7	33	bilateral	1	1	2	2	1	2

*

BernerSH: Berner Sennenhund
 BordDog: Bordeaux-Dogg
 DtDrH: Deutsch-Drahthaar
 DtSchfhd: Deutscher Schäferhund
 GolRetr: Golden Retriever
 GordSet: Gordon Setter
 GrSchwSHd: Großer Schweizer Sennenhund
 KIMünst: Kleiner Münsterländer
 LabrRetr: Labrador Retriever
 MagVisz: Magyar Vízsl
 Mischl: Mischling
 RhodRidge: Rhodesian Ridgeback
 Rottw: Rottweiler

**

Geschl. Geschlecht (männl.: männlich; weibl.: weiblich)
Alter in Monaten
KG Körpergewicht in kg
DG li / re Defektgröße an der Gelenkfläche
 links / rechts in mm
DT li / re Defekttiefe links / rechts in mm
Skl li / re subchondrale Sklerosierung links / rechts in mm

Anhang

Tab. 6: Rassenverteilung

Rasse	Anzahl der Patienten				
	S	E	K	T	ges.
Bordeaux-Dogg	1	2			3
Briar				1	1
Berner Sennenhund	1				1
Bulldogg	1				1
Deutscher Schäferhund	1		1		2 *
Deutsch-Drahthaar	2				2
Golden Retriever	1	6			7
Gordon Setter	1				1
Großer Schweizer Sennenhund	1				1
Hovawart	2				2
Kleiner Münsterländer		1			1
Kuvasz			1		1
Labrador Retriever		3	1	3	7
Magyar Vizsl			1		1
Mischling	4			1	5
Neufundländer		1			1
Rhodesian Ridgeback	1				1
Rottweiler		1		2	3
Summen	16	14	4	7	42

S: Schultergelenk; E: Ellbogengelenk; K: Kniegelenk; T: Talokruralgelenk

* zzgl. Kreuzbeinpatient = 3

Tab. 7: Alters- und Gewichtsverteilung

Gelenk	Alter $\bar{x}$ [Mon.]	Alter $\tilde{x}$ [Mon.]	KG $\bar{x}$ [kg]	KG $\tilde{x}$ [kg]
Schultergelenk	14,1	9,0	34,6	35,0
Ellbogengelenk	11,9	8,0	31,4	30,5
Kniegelenk	9,5	10,0	27,0	26,0
Talokruralgelenk	12,7	7,0	33,6	33,0
Gesamt	12,7	9,0	32,6	33,0

Tab. 8: mittlere ($\bar{x}$) und mediane ($\tilde{x}$) Defektmaße-, -tiefen und Sklerosierungen

Gelenk	Defekt- maße $\bar{x}$ [mm]	Defekt- maße $\tilde{x}$ [mm]	Defekt- tiefe $\bar{x}$ [mm]	Defekt- tiefe $\tilde{x}$ [mm]	Sklero- sierung $\bar{x}$ [mm]	Sklero- sierung $\tilde{x}$ [mm]
Schultergelenk	4,9	5,0	3,3	3,0	4,7	4,0
Ellbogengelenk	5,0	5,0	2,4	2,0	2,8	3,0
Kniegelenk	10,0	11,0	2,8	3,5	4,2	4,0
Talokruralgelenk	1,7	2,0	1,4	1,0	1,3	1,0

9.4 Tabellen zur Errechnung von Korrelationen der ermittelten Werte der Defektmaße sowie des Patientenalters

Tab. 9: Defektgrößen aller untersuchter Gelenke (n = 54) und jeweilige Defekttiefen

Defektgröße [mm]	Defekttiefe [mm]
1	1
1	1
1	1
1	2
2	1
2	2
2	1
2	2
3	2
3	2
3	3
3	4
4	2
4	2
4	3
4	2
4	3
4	2
4	2
4	4
4	2
4	2
4	3
4	2
4	3
5	2
5	3
5	5
5	3
5	4
5	2
5	4
5	2
5	4
5	4
5	3
5	4
6	4
6	3
6	3
6	3
6	3
6	2
6	2
7	3
8	1
8	2
9	1
10	4
10	2
11	4
11	4
12	3

Tab. 10: Defektgrößen aller untersuchter Gelenke (n = 54) und jeweilig subchondrale Sklerosierungen

Defektgröße [mm]	Sklerosierung [mm]
1	1
1	2
1	2
1	1
2	2
2	1
2	1
2	1
3	4
3	4
3	3
3	1
4	2
4	2
4	6
4	4
4	3
4	4
4	3
4	4
4	4
4	2
4	4
4	6
4	2
4	3
4	2
5	3
5	4
5	3
5	6
5	5
5	3
5	6
5	6
5	4
5	4
5	4
5	2
5	5
6	3
6	2
6	4
6	4
6	5
6	5
6	2
7	4
8	3
8	3
9	4
10	6
10	5
11	3
11	5
12	4

Anhang

Tab. 11: Defekttiefen aller untersuchter Gelenke (n = 54) und jeweilig subchondrale Sklerosierungen

Defekttiefe [mm]	Sklerosierung [mm]
1	2
1	1
1	1
1	3
1	2
1	1
1	4
2	1
2	3
2	1
2	2
2	4
2	2
2	2
2	4
2	2
2	3
2	2
2	3
2	3
2	2
2	4
2	3
2	2
2	1
2	3
2	2
2	5
3	6
3	3
3	3
3	6
3	4
3	5
3	5
3	2
3	4
3	4
3	4
3	6
3	4
4	4
4	5
4	4
4	3
4	5
4	3
4	4
4	6
4	4
4	5
4	6
5	6

Tab. 12: Patientenalter und Sklerosierungstiefen (n = 54)

Alter [Monate]	Sklerosierung [mm]
5	2
5	4
5	3
6	3
6	3
6	1
6	4
6	4
6	2
7	2
7	1
7	3
7	2
7	1
7	2
7	1
7	4
7	4
7	4
8	5
8	4
8	6
8	3
8	2
8	6
8	3
8	4
8	6
9	3
9	4
9	6
9	5
9	3
9	3
9	6
9	5
10	2
11	6
11	3
11	2
11	4
11	5
12	3
12	5
12	4
12	4
13	1
15	4
20	2
23	1
26	2
47	4
51	2
51	5

10 DANKSAGUNGEN

Folgenden Personen möchte ich für ihren Beitrag zum Gelingen meiner Arbeit danken:

Prof. Dr. Michael Fehr für die Überlassung des sehr interessanten Themas und die jederzeit gewährte fachliche und persönliche Unterstützung sowie seine Geduld während der „schriftlichen Phase“ der Arbeit,

Prof. Dr. Ingo Nolte für die Aufnahme in die Klinik für kleine Haustiere der Tierärztlichen Hochschule Hannover und die Bereitstellung des Arbeitsplatzes sowie der Gerätschaften,

Prof. Dr. Reinhard Mischke für die kurzfristig und unkompliziert gewährte Hilfe bei der Erstellung der statistischen Berechnungen,

allen Assistenten, Doktoranden und Angestellten der Klinik für kleine Haustiere, die mir bei der Ausführung des praktischen Teils dieser Arbeit geholfen haben.

Dr. Jens Freund danke ich für die gründliche Revision des Skripts

und ganz besonders

meiner Frau Annette, die immer für mich da war und sowieso die Beste ist