

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

**Assimilationsstörungen der Wirbelsäule im lumbosakralen  
Übergang bei Rhodesian Ridgeback, Basset Hound  
und Hovawart und die Prävalenz anderer  
Skelettentwicklungsstörungen (HD, ED, OCD)**

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

**vorgelegt von  
Svenja Kristiane Florczak, geb. Goebel  
Tierärztin aus Berlin**

**Berlin 2019  
Journal-Nr.: 4149**







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

**Assimilationsstörungen der Wirbelsäule im lumbosakralen Übergang  
bei Rhodesian Ridgeback, Basset Hound und Hovawart  
und die Prävalenz anderer Skelettentwicklungsstörungen (HD, ED, OCD)**

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

vorgelegt von  
Svenja Kristiane Florczak geb. Goebel  
Tierärztin aus Berlin

Berlin 2019  
Journal-Nr.:4149

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek  
Erster Gutachter: Prof. Dr. Leo Brunnberg  
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Karl Dietrich Weyrauch  
Dritter Gutachter: PD Dr. Kerstin Müller

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):  
Dogs, dog breeds, hip dysplasia, osteochondritis dissecans (MeSH), elbows,  
x radiation, incidence, frequency

Tag der Promotion: 03.07.2019

*Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek*

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

ISBN: 978-3-86387-999-0

**Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2019**

Dissertation, Freie Universität Berlin

**D188**

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

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

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

This document is protected by copyright law.

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

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2019 Choriner Str. 85 - 10119 Berlin  
verlag@menschundbuch.de – [www.menschundbuch.de](http://www.menschundbuch.de)

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Der lumbosakrale Übergangsbereich</b> .....	<b>11</b>
2.1	Anatomie.....	11
2.1.1	Allgemeines.....	11
2.1.2	Lendenwirbelsäule (LWS).....	11
2.1.3	Kreuzbein .....	12
2.1.4	Knöchernes Becken.....	12
2.2	Entwicklung .....	13
2.3	Biomechanik .....	16
2.4	Lumbosakralgelenk (LSG) .....	17
2.5	Ileosakralgelenk (ISG).....	21
2.6	Assimilationsstörungen der Wirbelsäule.....	25
2.7	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW).....	26
2.7.1	Definition .....	26
2.7.2	Prävalenz .....	28
2.7.3	Formen, Klassifikation, Typisierung, Charakterisierung.....	32
2.7.4	Heritabilität .....	33
2.7.5	Geschlechtsdisposition .....	34
2.8	Sakrokokzygeale Übergangswirbel (SÜW).....	34
2.9	Bildgebung im lumbosakralen Übergangsbereich .....	35
2.10	Klinische Relevanz .....	37
2.10.1	Achsenabweichungen der Wirbelsäule .....	37
2.10.2	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)....	37
2.10.3	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Cauda-equina-Syndrom (CES) .....	40
2.10.4	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und weitere zuchthygienisch relevante röntgenologisch nachweisbare Veränderungen des Bewegungsapparates wie die Ellbogengelenkdyplasie (ED) und Osteochondrosis dissecans (OCD).....	41
<b>3</b>	<b>Material</b> .....	<b>47</b>
<b>4</b>	<b>Methoden</b> .....	<b>50</b>
4.1	Beurteilbarkeit.....	50
4.2	Identität.....	50
4.3	Beurteilungskriterien.....	50
4.4	Statistik .....	51

4.5	Morphologie des letzten Lendenwirbels (Querfortsätze).....	52
4.5.1	Länge der Querfortsätze.....	52
4.5.2	Ausrichtung der Querfortsätze.....	53
4.5.3	Kontaktaufnahme der Querfortsätze zum Kreuzbein.....	54
4.6	Morphologie des Kreuzbeins.....	55
4.6.1	Spatium interspinosum des Kreuzbeins.....	55
4.6.2	Anzahl der Kreuzbeinwirbel.....	56
4.7	Morphologie des Spatium intervertebrale zwischen L7/S1.....	57
4.8	Morphologie des sakrokokzygealen Übergangs.....	59
4.9	Symmetrie des lumbosakralen Übergangs.....	60
4.9.1	Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW).....	62
4.9.2	Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW).....	65
4.10	HD-, ED-, OCD-Befundbögen.....	68
4.10.1	Befunde Hüftgelenkdysplasie (HD).....	68
4.10.2	Befunde röntgenologisch sichtbarer Pathologien der Vordergliedmaße (ED, OCD).....	71
<b>5</b>	<b>Ergebnisse.....</b>	<b>76</b>
5.1	Deskriptive Statistik.....	76
5.1.1	Anzahl Patienten und Röntgenaufnahmen.....	76
5.1.2	Alter und Geschlecht.....	77
5.1.3	Morphologie der Querfortsätze des letzten Lendenwirbels (L7).....	81
5.1.4	Morphologie des Kreuzbeins.....	84
5.1.5	Morphologie des Spatium intervertebrale zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (L7/S1).....	86
5.1.6	Morphologie des sakrokokzygealen Übergangs.....	87
5.1.7	Symmetrie des lumbosakralen Übergangsbereichs (LÜ).....	88
5.1.8	Befunde Hüftgelenkdysplasie (HD).....	94
5.1.9	Befunde Ellbogengelenkdysplasie-Komplex (ED) - Osteochondrosis dissecans Caput humeri (OCD) bei Rhodesian Ridgebacks.....	98
5.2	Analytik.....	101
5.2.1	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	101
5.2.2	Anzahl Kreuzbeinwirbel und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	110
5.2.3	Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (ZWS L7/S1) und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	112
5.2.4	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Ellbogengelenkdysplasie- Komplex(ED)- OCD-Schulter (OCD-S).....	114



5.2.5	Korrelationen zwischen den verschiedenen röntgenologisch sichtbaren Erkrankungen des Bewegungsapparates .....	117
<b>6</b>	<b>Diskussion</b> .....	<b>121</b>
6.1	Definition und Klassifikation lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) .....	121
6.2	Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) und deren Typen .....	123
6.2.1	Rhodesian Ridgeback .....	124
6.2.2	Basset Hound .....	127
6.2.3	Hovawart .....	128
6.3	Geschlechtsdisposition .....	128
6.4	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD) .....	129
6.5	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Cauda-equina-Syndrom (CES)....	132
6.6	Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW), Hüftgelenkdysplasie (HD), Ellbogengelenkdysplasie (ED), Osteochondrosis dissecans (OCD) capitis humeri .....	133
6.7	Erblichkeit der Fehlbildungen .....	134
6.8	Ausblick .....	135
<b>7</b>	<b>Zusammenfassung</b> .....	<b>136</b>
<b>8</b>	<b>Summary</b> .....	<b>138</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>140</b>
	<b>Tabellen- und Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>154</b>
	<b>Danksagung</b> .....	<b>159</b>
	<b>Selbstständigkeitserklärung</b> .....	<b>160</b>

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ANOVA	Analysis of variance
asymLÜW	Asymmetrischer Übergangswirbel
Basset, Basset H.	Basset Hound
CES	Cauda-equina-Syndrom
CT	Computertomographie
DLSS	Degenerative Lumbosakrale Stenose
DSH	Deutscher Schäferhund
ED	Ellbogengelenks Dysplasie
FCI	Federation Cynologique Internationale
For./ Forr.	Foramen/ Foramina
FPC	fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae
ggr.	Geringgradig
HD	Hüftgelenksdysplasie
hgr.	Hochgradig
IEWG	International Elbow Working Group
IPA	Isolierter Processus anconaeus ulnae
ISG	Ileosakralgelenk
Lig./ Ligg.	Ligamentum/ Ligamenta
LSG	Lumbosakralgelenk
LTV	Lumbosacral Transitional Vertebra(e)
LW	Lendenwirbel
LWS	Lendenwirbelsäule
LÜ	Lumbosakraler Übergang
LÜW	Lumbosakrale(r) Übergangswirbel
L7	Siebter Lendenwirbel
mgr.	Mittelgradig
MRI	Magnetic Resonance Imaging
MRT	Magnetresonanztomographie
OCD	Osteochondrosis dissecans
OCD-E	Osteochondrosis dissecans des Ellbogengelenkes
OCD-S	Osteochondrosis dissecans des Schultergelenkes
OFA	Orthopedic Foundation for Animals
Proc./ Procc.	Processus/ Processūs
Q	Querfortsatz

Q-L7	Querfortsatz des siebten Lendenwirbels
Rh./ Rhod.	Rhodesian
Ridg.	Ridgeback
Rö	Röntgen
S1	Erster Sakralwirbel
S2	Zweiter Sakralwirbel
SÜW	Sakrokokzygealer Übergangswirbel
symLÜW	Symmetrischer Übergangswirbel
Tab.	Tabelle
ÜW	Übergangswirbel
WS	Wirbelsäule
ZBB	Zuchtbuchbestimmungen
ZWS	Zwischenwirbelspalt



# 1 EINLEITUNG

An den Übergangsstellen von einem Hauptabschnitt der Wirbelsäule zum anderen kommt es sowohl bei den Haustieren als auch beim Menschen gelegentlich zu numerischen und/oder morphologischen Variationen der angrenzenden Wirbel (LESBRE 1927, WINCKLER 1949, BARONE 1976).

Diese Wirbel werden als Übergangswirbel bezeichnet (GEGENBAUER 1873). Übergangswirbel stellen eine Art Verbindungswirbel zwischen zwei Wirbelsäulenabschnitten dar und lassen sich morphologisch weder dem einen noch dem anderen Wirbelsäulensegment klar zuordnen (STIEVE 1921). Sie werden durch fehlende bzw. zusätzliche Ossifikationskerne verursacht (GEGENBAUER 1873, STIEVE 1921, BLUMENSAAT und CLASING 1932, WEGNER 1959). Es sind keine Missbildungen, sondern Varianten des Normalen (ROSENBERG 1907, STIEVE 1921).

Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) sind relativ häufige kongenitale Anomalien bei verschiedenen Hunderassen (MORGAN 1968, MORGAN et al. 1993, MORGAN 1999b, FLÜCKIGER et al. 2006). Sie befinden sich an der Segmentgrenze zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein und werden als Wirbel beschrieben, die sowohl Eigenschaften der Lenden- als auch der Sakralwirbel aufweisen. Zudem kann ein Zwischenwirbelraum zwischen dem ersten und zweiten Sakralwirbel bestehen (MORGAN 1999a, 1999b). LÜW können Asymmetrien der Wirbelfortsätze aufweisen (STIEVE 1921) oder die Morphologie der angrenzenden Wirbelsäulenabschnitte soweit annehmen, dass es zu einer Mehr- oder Minderzahl der Wirbel des Wirbelsäulenabschnittes im Sinne einer Lumbalisation oder Sakralisation kommt (BLUMENSAAT und CLASING 1932).

Eine Heritabilität lumbosakraler Übergangswirbel wird vermutet, eine Geschlechtsdisposition konnte bislang nicht nachgewiesen werden (LARSEN 1977, WINKLER 1985, MORGAN und STEPHENS 1985, ZIEGLER 1989).

LÜW stehen im Verdacht, prädisponierend für eine prämaturne Degeneration des lumbosakralen Übergangs zu sein und insbesondere bei asymmetrischen LÜW kann es zu Achsenabweichungen der Wirbelsäule kommen, die eine Rotation des Beckens und somit eine ungleichmäßige Belastung der Hüft- und Ileosakralgelenke sowie der Beckengliedmaßen verursachen (SCHAWALDER et al. 1996, DIETSCHI et al. 2000, FLÜCKIGER et al. 2017).

Ein Zusammenhang zwischen LÜW und HD ist nicht eindeutig belegt (LARSEN 1977, WINKLER 1985, ZIEGLER 1989, OWENS 1989, TELLHELM und BRASS 1994).

Des Weiteren stehen Assimilationsstörungen im lumbosakralen Übergangsbereich im Verdacht, beim Deutschen Schäferhund regelmäßig Ursache für ein Cauda-equina-Syndrom (CES) zu sein (MOORE et al. 2001, FLÜCKIGER et al. 2006).

Ziel der Arbeit ist es, die Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel bei drei Hunderassen (Rhodesian Ridgeback, Basset Hound und Hovawart) und eine etwaige Disposition der Tiere für eine Hüftgelenkdysplasie zu untersuchen.

Zusätzlich zum HD-Grad wurden die Tiere je nach Vorgaben des entsprechenden Zuchtverbandes auf röntgenologische Anzeichen einer Ellbogengelenkdysplasie (ED) und/oder Osteochondrosis dissecans des Caput humeri untersucht.

## **2 DER LUMBOSAKRALE ÜBERGANGSBEREICH**

### **2.1 Anatomie**

#### **2.1.1 Allgemeines**

Die Wirbelsäule besteht aus einer tierartlich unterschiedlichen Anzahl von Wirbeln, die durch die Zwischenwirbelscheiben beweglich miteinander verbunden sind. Die für die Statik und Dynamik des Tierkörpers erforderliche Festigkeit wird durch die einzelnen Wirbel gewährleistet, während die Zwischenwirbelscheiben und Wirbelgelenke Elastizität und Verformbarkeit ermöglichen (BUDRAS et al. 2012). Die Lendenwirbelsäule des Hundes besteht in aller Regel aus sieben, durch Zwischenwirbelscheiben voneinander getrennten, Wirbeln (Vertebrae lumbales). Auf sie folgen die drei, zum Kreuzbein (Os sacrum) verschmolzenen, Kreuzbeinwirbel. An das Kreuzbein anschließend findet sich je nach Rasse und Individuum eine sehr variable Anzahl von Schwanzwirbel (Vertebrae coccygeales) (NICKEL et al. 1992, EVANS und DE LAHUNTA 2012). Den Wirbeln sind in ihrem Grundbauplan der Wirbelkörper (Corpus vertebrae), der Wirbelbogen (Arcus vertebrae) sowie die Wirbelfortsätze (Processus vertebrae) gemein (NICKEL et al. 1992, KÖNIG und LIEBICH 1999). An den Wirbelfortsätzen heften Muskeln und Bänder sowie die gelenkigen Verbindungen der Wirbel untereinander an. Sie sind je nach Tierart und entsprechend der funktionellen Anforderungen im jeweiligen Wirbelsäulenabschnitt sehr unterschiedlich geformt (DYCE et al. 1991, NICKEL et al. 1992, KÖNIG und LIEBICH 1999).

#### **2.1.2 Lendenwirbelsäule (LWS)**

Die Lendenwirbel (LW) sind eher einheitlich gestaltet aus Wirbelkörpern, die verglichen zu den Brustwirbeln deutlich länger, deren Dornfortsätze niedriger und kraniodorsal geneigt sind (NICKEL et al. 1992). Markantestes Merkmal sind die weit ausladenden und abgeplatteten Querfortsätze mit einer beim Fleischfresser kranio-ventral gerichteten Neigung. Der erste Lendenwirbel hat die kürzesten Querfortsätze und die längsten finden sich beim Fleischfresser im Bereich des 5. oder 6. LW's (DYCE et al. 1991). Die Dorn- und Querfortsätze sowie die ausgeprägte Crista ventralis dienen als breite Ansatzflächen für die innere Lenden-, Bauch-, Stammes- und Beckenmuskulatur (NICKEL et al. 1992). Der Wirbelkanal ist in diesem Bereich für die Aufnahme der Lendenschwellung (Intumescencia lumbalis) deutlich erweitert.

Die Spatia interarcualia zwischen den einzelnen Lendenwirbeln sind sehr eng. Das weite Spatium interarcuale lumbosacrale zwischen dem letzten Lenden- und ersten Kreuzwirbel dagegen lässt sich gut z.B. zur Epiduralanästhesie sowie Lumbalpunktion nutzen (NICKEL et al 1992).

### **2.1.3 Kreuzbein**

Das Kreuzbein ist beim Fleischfresser in der Aufsicht vierseitig. Kranial mit der Basis ossis sacri, mit dem kranioventralen Rand des ersten Kreuzbeinwirbelkörpers dem Promontorium, das an der Bildung der Beckeneingangslinie beteiligt ist. Die beiden von den Kreuzbeinflügeln verbreiterten Seitenflächen bilden die Partes lateralia. Kaudal verjüngt sich das Kreuzbein zur Kreuzbeinspitze (Apex ossis sacri). An der Facies dorsalis heften die Hüft- und Kruppenmuskulatur sowie die Hinterbackenmuskulatur an (NICKEL et al. 1992, KÖNIG und LIEBICH 1999; BUDRAS et al. 2012). Im Bereich des Kreuzbeins verengt sich der Wirbelkanal (Canalis sacralis) bis zur Apex ossis sacri auf die Hälfte des ursprünglichen Durchmessers. Die Segmentalnerven des Plexus lumbosacralis verlassen den Wirbelkanal über die Foramina intervertebralia und teilen sich in Dorsal- und Ventraläste auf, die über die parallel angeordneten Foramina sacralia dorsalia und ventralia auf die Dorsal- bzw. Ventralseite des Kreuzbeins ausstrahlen (NICKEL et al. 1992, KÖNIG und LIEBICH 1999; BUDRAS et al. 2012). Die Verschmelzung der drei Sakralwirbel zum Kreuzbein ist in etwa mit Ende des Skelettwachstums abgeschlossen, beim Fleischfresser nach ca. 18 Monaten (DYCE et al. 1991, NICKEL et al. 1992). Bis zum sechsten Lebensmonat lassen sich beim Hund noch Zwischenwirbelscheiben zwischen den Sakralwirbeln feststellen (NICKEL et al. 1992, VOLLMERSHAUS et al. 1994).

### **2.1.4 Knöchernes Becken**

Das knöcherne Becken bilden die beiden Hüftbeine (Ossa coxae), die ventral in der Beckensymphyse (Symphysis pelvina) zunächst knorpelig und bindegewebig und mit zunehmendem Alter knöchern miteinander verschmelzen. Dorsal werden sie vom Kreuzbein voneinander getrennt. Mit dem Kreuzbein und den ersten beiden Schwanzwirbeln bilden sie den knöchernen Beckengürtel (Cingulum membri pelvini). Jedes Hüftbein entsteht durch Fusion vom Darmbein (Os ilium), Schambein (Os pubis), Sitzbein (Os ischii) sowie Os acetabulare. Das Os acetabulare ist bis zu einem Alter von ca. 10 Wochen röntgenologisch noch als winziger Knochen im Grund der Hüftgelenkspfanne (Fossa acetabuli) erkennbar (KÖPPEL 1991, NICKEL et al. 1992, WINKLER 2008, BUDRAS et al. 2012).



## 2.2 Entwicklung

Die verschiedenen kongenitalen Anomalien im Bereich der Wirbelsäule lassen sich durch die Art der Entstehung der Wirbel, ihre jeweilige Anzahl und die sich unabhängig entwickelnden sekundären Ossifikationszentren erklären (HARE 1961, MILLER et al. 1964, MORGAN 1968). Während der Embryonalperiode entwickeln sich aus den drei Keimblättern, dem Endoderm, dem Mesoderm und dem Ektoderm, die Primitivorgane des Embryos wie die Chorda dorsalis, das Neuralrohr und die Urwirbel, die aus dem Mesoderm entstehen. Die Chorda dorsalis stellt das primitive Stützskelett des Embryos der Chordatiere dar. Sie wird jedoch bei allen höheren Tieren wieder zurückgebildet (BAILEY 1975, STOFFT 2011). Die embryonale Chorda dorsalis besitzt induktive Funktionen für die Embryogenese und initiiert die Entstehung und Differenzierung anderer Gewebe in ihrer Umgebung. Sie gilt als wichtigster Induktor der anderen embryonalen Körperachsenorgane (STARCK 1979), wie den Urwirbeln, den Neuralleisten und dem Neuralrohr (MÜLLER und HASSEL 2012). Die Chorda dorsalis induziert, dass sich das Zentralnervensystem entwickelt. Durch Faltung der Neuralplatte, ektodermalen Ursprungs, entstehen wenig später Ausstülpungen am Rand, die Neuralwülste. Die Wülste richten sich auf und werden zu den Neuralfalten, die die Neuralrinne einschließen (SCHNORR und KRESSIN 2011). Nach Verschmelzung dieser beiden Wülste entsteht das Neuralrohr, das am Anfang oben und unten offen ist. Aus dem kaudalen Abschnitt des Neuralrohrs entsteht das Rückenmark (ERTL-WAGNER 2007). Seitlich der Neuralrinne befindet sich das paraxiale Mesoderm, das durch Segmentierung in Somiten, auch Urwirbel oder Ursegmente genannt, zerlegt wird. In kranio-kaudaler Richtung entstehen neue Somitenpaare. Durch sie wird die segmentale Gliederung des Körpers, die Metamerie, bedingt (ULFIG 2009). Die kranial gelegenen Somiten sind an der Bildung der Schädelbasis beteiligt, die kaudalen an der der Schwanzanlage. Aus den dazwischen liegenden Somiten entwickeln sich das Skelettsystem und die Muskulatur (STOFFT 2011). Sind der zentrale Hohlraum (Myocel) gebildet und die Urwirbelbläschen entstanden, entwickeln sich aus der ventralen der drei Lamellen der Somiten die primitiven Wirbel (Sklerotome), die sich weiter zu Wirbeln und Bandscheiben differenzieren. Die Mesenchymzellen der Sklerotome beider Somiten wandern dazu von beiden Seiten medial und umschließen das Neuralrohr sowie die Chorda dorsalis, aus der später die Disci intervertebrales entstehen (BAILEY 1975, MICHEL 1983, SCHNORR 1989, SINOWATZ 1991).

Bei der Wirbelsäule lässt sich eine mesenchymale, chondrale und ossäre Entwicklungsphase unterscheiden (TÖNDURY 1958).

In der mesenchymalen Phase gliedern sich bereits Wirbelkörper und Disci. Die Ursegmente werden durch die Intersegmentalspalten getrennt. In ihnen verlaufen Äste der primitiven Aorta (Intersegmentalgefäße). Sie begrenzen jeweils kranial und kaudal einen Urwirbel (BAILEY 1975, STOFFT 2011). In der Mitte der Ursegmente ist die Sklerotomfissur zu finden. Um sie verdichtet sich das Gewebe später zum Bandscheibenblastem. Sie gliedert die Sklerotome in einen kranialen und kaudalen Abschnitt unterschiedlicher Dichte (BAILEY 1975, WIRTH et al. 2014). Aus einem Urwirbel entstehen der kaudale Teil des später kranial davon liegenden Wirbels, die Zwischenwirbelscheibe sowie der kraniale Teil des später kaudal liegenden Wirbels. Entsprechend verschiebt sich die ursprüngliche Segmentierung um eine halbe Wirbellänge. Deshalb inseriert unter anderem auch ein Segmentalmuskel später an zwei Wirbelkörpern (STOFFT 2011).

In der chondralen Phase bilden sich Knorpelkerne, die im Wirbelkörper zentral und im Wirbelbogen exzentrisch gelegen sind. Unter dem Wachstumsdruck der Knorpelkerne werden Zellen aus der Chorda dorsalis in die Bandscheibenanlagen gepresst, wo sie als Nucleus pulposus verbleiben. Die Entwicklung der Sklerotome sowie auch die Chondrifikation verlaufen kraniokaudal. Die anderen Anteile der Chorda dorsalis werden rückstandslos zurückgebildet (BAILEY 1975).

Die Ossifikation der Wirbel beginnt beim Hund in der 6. Trächtigkeitswoche und geht bei den Lendenwirbeln primär von drei Ossifikationszentren aus, die sich zentral im Wirbelkörper sowie jeweils an der Basis der beiden Neuralbögen befinden. Sekundäre Ossifikationszentren sind im Verlauf der postnatalen Entwicklung an der Ossifikation der Wirbelfortsätze und Endplatten beteiligt. Die Ossifikation beginnt für die Wirbelkörper im Bereich der Thorakalwirbel und schreitet kranial und kaudal voran. Rippenrudimente verschmelzen mit den Wirbelbögen und Wirbelfortsätze beginnen sich auszurichten und auszuformen. Die Ossifikation der Wirbelbögen beginnt im Halsbereich und setzt sich von dort kaudal fort (BAILEY 1975, SCHNORR und KRESSIN 2001). In der enchondralen Ossifikationphase mineralisiert die extrazelluläre Knorpelmatrix. Blutgefäße sprossen aus dem Wirbelkanal und ventral in die Wirbelkörper ein. Der Wirbelkörper ist noch von Knorpelgewebe ummantelt. Chondroklasten lösen die mineralisierte Knorpelmatrix auf, einsprossende Gefäße bringen knochenbildende Zellen, die Osteoblasten, ins Zentrum des Wirbelkörpers. Knochenbälkchen und Markraum entstehen. Reste des hyalinen Knorpels verbleiben im Bereich der Deck- und Bodenplatte des Wirbels. Im Bereich der Wirbelbögen bildet sich eine Knochenspange, die den primitiven Wirbelbogen umklammert. Erst wenn sie ausreichend stabil ist, lösen sich die knorpelartigen Bogenanlagen auf und werden von Knochen ersetzt (BAILEY 1975, STOFFT 2011).

Die Fusion von Wirbelkörper und -bögen während der Ossifikation erfolgt beim Fleischfresser postnatal (BAILEY 1975, MICHEL 1983, SCHNORR 1989, SINOWATZ 1991, VOLLMERHAUS et al. 1994, STOFFT 2011). Die Sakralwirbel ossifizieren relativ spät während der Entwicklung. Die beiden vorderen Sakralwirbel haben zwei Ossifikationszentren im ventralen Teil des Wirbelkörpers. Sie bilden die Gelenkflächen zum Darmbein aus. Die Transversalfortsätze entwickeln sich aus Ossifikationszentren im Bereich der Neuralbögen (FRENKEL 1873, WINKLER 1985, SCHNORR und KRESSIN 2001). Bei Hunden großer-, und teilweise auch bei manchen mittelgroßer Rassen sind weitere Ossifikationszentren an der Bildung der ventralen Anteile der Transversalfortsätze des zweiten Sakralwirbels beteiligt (FRENKEL 1873, WINKLER 1985). Das wird als „Beckenringanomalie“ benannt (WINKLER 1985, HERLING 1996). Die drei Sakralwirbel liegen beim Fleischfresser bei der Geburt noch als einzelne Wirbel vor. Sie fusionieren erst im Alter zwischen 18 und 24 Monaten durch Verknöcherung der Intervertebralspalten zum späteren Kreuzbein. Durch Verschmelzung der Dornfortsätze der Kreuzbeinwirbel entsteht die Crista sacralis mediana (MICHEL 1983, SINOWATZ 1991, NICKEL et al. 1992, VOLLMERHAUS et al. 1994).

Kongenitale Wirbelmalformationen sind beim Hund relativ häufig (MORGAN 1968, MORGAN 1999a, LAPPALAINEN et al. 2012) und können in zwei Gruppen unterteilt werden: 1. Spinale Dysraphismen, wie Veränderungen im Sinne einer Spina bifida (mit und ohne Meningocele oder dermale Sinusoide), 2. Kongenitale Anomalien der Wirbelsäule, die je nach Zeitraum der Entstehung zwei weitere Untergruppen bilden, die der Embryonal- und die Fetalperiode zugeordnet werden (DE RYCKE und SAUNDERS 2017). Malformationen aus der Embryonalperiode werden durch Bildungsdefekte verursacht und können mit Neuralrohrdefekten assoziiert sein. Malformationen aus der Fetalperiode hängen mit Bildungs- und vor allem mit Segmentierungsdefekten zusammen. Sie sind meist gut differenziert und werden spät in den Stadien der Chondrifikation und Ossifikation auffällig. Sie sind selten mit anderen Defekten und/oder Rückenmarksanomalien assoziiert (TSOU et al. 1980). Meist sind sie radiologische Zufallsbefunde ohne klinische Relevanz (MORGAN 1968, DONE et al. 1975, WESTWORTH und STURGES 2010).

**Tab. 1: Klassifikation angeborener Wirbelsäulenanomalien bei Hund und Katze (nach TSOU et al. 1980)**

<b>Embryonalphase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diastematomyelie und Zentrum-Medianspalte</li> <li>• Zentrum-Medianspalte allein (Schmetterlingswirbel)</li> <li>• Echte Halbwirbel mit oder ohne Segmentationsfehlbildung</li> <li>• Keilwirbel (mediolaterale Keilwirbel) mit oder ohne Segmentationsfehlbildung</li> <li>• <b>Übergangswirbel</b> (Embryonal- oder Fetalphase abhängig von der Anomalie)</li> </ul>
<b>Fetalphase</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segmentationsstörung und/oder späte Ausbildung</li> <li>• Blockwirbel (partiell oder komplett)</li> <li>• Hypoplasie der Gelenkfortsätze</li> <li>• Rippen-Wirbel-Gelenk Segmentationsstörung</li> <li>• Zentrumhypoplasie oder Aplasie (dorsoventrale Keilwirbel)</li> </ul>
<p>Komplexe Anomalien sind solche, die nicht leicht klassifizierbar oder unklassifizierbar sind und können mehrere Defekte bei der Ausbildung oder Segmentation umfassen.</p>	

Übergangswirbel zählen zu den häufigsten kongenitalen Wirbelsäulenanomalien (MORGAN 1968, MORGAN 1999a, LAPPALAINEN et al. 2012). Je nach Literaturangabe und abhängig von der Art der Anomalie werden sie eher der Embryonal- oder der Fetalperiode zugeordnet. Ihre Entstehung ist noch ungeklärt. ROSENBERG (1907) und WINKLER (1985) vermuteten formative Stimuli benachbarter Wirbel als Ursache. Angenommen wird aber auch, dass sie Folge einer Grenzverschiebung von Somiten sind und es sich um einen Segmentierungsdefekt handelt (DE RYCKE und SAUNDERS 2017, WESTWORTH und STURGES 2010, TSOU et al. 1980). VAN DER AKKER et al. (2002) untersuchten eine Modulation in der Expression von Cdx und Hox-Genen und konnte einen Zusammenhang mit Übergangswirbeln zeigen.

### **2.3 Biomechanik**

Die Wirbelsäule ist das zentrale Achsenskelett des Körpers und allen Chordatieren gemein. Funktionen sind, Bewegungen des Körpers und seiner Gliedmaßen zu ermöglichen, die Körperlast zu tragen sowie Rückenmark und Nervenwurzeln zu schützen (PANJABI 1992).

In Bezug auf den lumbosakralen Übergangsbereich, wird dort besonders Kraft zwischen Rumpfskelett und Hintergliedmaßen übertragen, die durch das Ileosakral- sowie das Lumbosakralgelenk vermittelt wird (NICKEL et al. 1992).

## 2.4 Lumbosakralgelenk (LSG)

Im Lumbosakralgelenk (*Articulatio lumbosacralis*) artikuliert der letzten Lendenwirbel unter Einschluss der Zwischenwirbelscheibe mit dem Kreuzbein. Die gelenkige Verbindung wird durch die Zwischenwirbelfuge mit dem *Discus intervertebralis* zu einer Synarthrose, mit *Nucleus pulposus*, dem *Anulus fibrosus* und den *Ligamenta longitudinalia dorsalia et ventralia* sowie den Wirbelbogen- und den kleinen Wirbelgelenken gebildet. Es ist ein zusammengesetztes Gelenk (NICKEL et al. 1992, KÖNIG und LIEBICH 1999). LANG (1993) empfiehlt, es als lumbosakralen Verbindung zu benennen. Zudem sind die *Ligamenta flava*, die - *interspinalia* und - *intertransversalia* an der Gelenkbildung beteiligt (NICKEL et al. 1992). Die Ausrichtung der kleinen Wirbelgelenke wird entlang der Wirbelsäule kraniokaudal zunehmend steiler, sodass im Bereich der Halswirbelsäule eine hohe und im Lendenwirbelsäulenbereich eine niedrige Beweglichkeit besteht. Der LWS-Bereich kann gebeugt und gestreckt, jedoch kaum rotiert werden (BÜRGER und LANG 1992, GOFF et al. 2008). Im Bereich des letzten Lendenwirbels stehen die kaudalen Gelenkfortsätze so steil, dass kaum mehr Seitwärtsbewegungen möglich sind (GRUSSENDORF 1991, GOFF et al. 2008). Im Hinblick auf Bewegungsarten können Rotations-, Translationsbewegungen und Mischformen unterschieden werden. Rotationsbewegungen sind um ein gemeinsames Zentrum möglich, während bei der Translation eine Verschiebung parallel zu einem Zentrum erfolgt. Ein Bewegungsablauf kann aus Abschnitten verschiedener Bewegungsarten bestehen, wobei sich Rotationszentren verschieben, und die Bewegung sich um verschiedene Rotationszentren drehen kann. Die Rotationszentren lassen sich für die jeweiligen Teilbewegungen berechnen. Sie sammeln sich meist im Bereich der Zwischenwirbelscheibe. Eine degenerative Veränderung im Bereich der Zwischenwirbelscheibe beeinflusst die Rotationszentren (BÜRGER und LANG 1992).

Experimentell wurde der Beweglichkeit dieser Wirbelsäulenregion von BÜRGER und LANG (1993) nachgegangen. Sie nutzten Wirbelsäulenpräparate von Deutschen Schäferhunden, die in einer Spannkonstruktion schrittweise gebeugt und gestreckt wurden. Dabei maßen sie eine durchschnittliche Gesamtbeweglichkeit im Lumbosakralgelenk von 60°. Es wurden Rotations-, Translations- und deren Mischbewegungen unterschieden und die Drehzentren auf der Grundlage von Röntgenaufnahmen untersucht.

Bei Hündinnen war die Beweglichkeit signifikant größer als bei Rüden, weil Hündinnen leichter sind und im jungen Alter weniger belastet werden, wie die Autoren angeben.

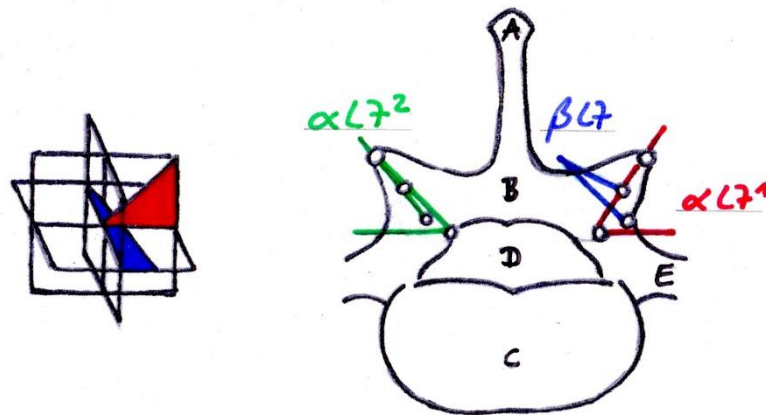
BÜRGER und LANG (1992) fanden außerdem an 9 von 12 Wirbelsäulen Rotationsbewegungen überwiegend im Bereich des Lumbosakralgelenkes. Die Rotationszentren der Bewegungen befanden sich bei 6 Tieren im kaudalen Bereich des letzten Lendenwirbels oder des Discus intervertebralis zwischen L7 und Os sacrum und bei 3 Hunden mittig im Wirbelkörper des letzten Lumbalwirbels. Zwei Wirbelsäulen wiesen in diesem Bereich vor allem Translationsbewegungen auf. Eine große Streuung der Drehzentren war erkennbar an einer Subluxation des letzten Lendenwirbels in Relation zum Os sacrum. In zwei Fällen bestanden Mischformen zwischen Rotations- und Translationsbewegungen. Die Wirbelsäule eines neurologisch auffälligen Schäferhundes war überwiegend von Rotationsbewegungen, die zweier weiterer Hunde mit Spondylosen in diesem Bereich vor allem von Translationsbewegungen bzw. von einer Mischform beider gekennzeichnet.

Nach GRUSSENDORF (1991) entsteht das Cauda-equina-Syndrom (CES) durch Malartikulation der kleinen Wirbelgelenke im Bereich des lumbosakralen Übergangs. Eine verminderte Steilstellung der Gelenkflächen am letzten Lendenwirbel im Vergleich zu den davorliegenden in Kombination mit dem Fehlen der Procc. accessorii am L7 kann eine Subluxation begünstigen und damit die Zwischenwirbelscheibe sowie die Wirbelbänder in diesem Bereich stressen.

HANNA (2001) untersuchte 34 Hunde mit CES, die gleichzeitig eine Osteochondrosis dissecans (OCD) im Bereich des lumbosakralen Übergangs aufwiesen. Er konnte bei 21 Tieren eine dynamische Instabilität feststellen. Sie war durch eine Überlagerung der Gelenkflächen der kleinen Wirbelgelenke im lumbosakralen Übergangsbereich zwischen L7 und S1 und einer Verengung des Zwischenwirbelspaltes bzw. einer Ventralverlagerung des Kreuzbeins in der Bildgebung gekennzeichnet.

BREIT und KÜNZEL (2001) fanden an mazerierten Wirbelsäulen von 120 Hunden, dass die Stellung und Ausdehnung der kleinen Wirbelgelenke in diesem Bereich eine zentrale Bedeutung für die Stabilität des lumbosakralen Übergangsbereichs haben. So wurde bei Hunden großer Rassen eine höhere Gewichtslast durch eine Vergrößerung der Endplatten und/oder eine größere Kontaktfläche der kleinen Wirbelgelenke kompensiert. Es konnte nachgewiesen werden, dass Größe und Ausdehnung der Facettengelenkflächen mit der Masse der Tiere zunahm, jedoch nicht proportional. So stieg mit zunehmender Körpermasse der Anteil der Gelenkfläche an der Gelenkausdehnung des Gelenkfortsatzes beim Yorkshire Terrier um 55%, beim Rottweiler aber durchschnittlich um 70%.

Bei 70% der großwüchsigen Hunde ragte zudem die Kontaktfläche über den Wirbelspalt hinaus. Beim DSH lagen bis zu 45% der Gelenkfläche über dem Wirbelkörper. Somit wurde ein weites Gleiten des kranialen Gelenkfortsatzes des ersten Sakralwirbels kranial möglich, daraus resultierte eine erhöhte Belastung der Bandscheibe. Neben Größe und Ausdehnung wurde auch die räumliche Ausrichtung der Gelenkflächen mit Hilfe der Inklinationwinkel gemessen (Abb. 1).



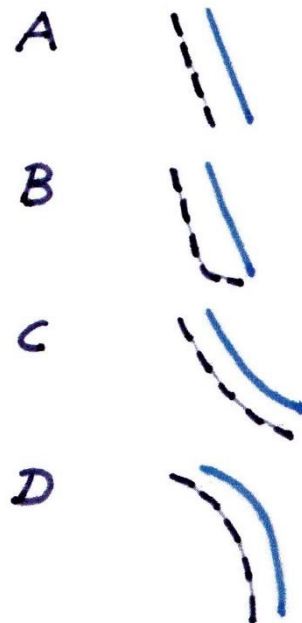
**Abb. 1: Geometrie der Facettengelenke des 7ten Lendenwirbels im Bereich des Lumbosakralen Übergangs in Anlehnung an BREIT und KÜNZEL (2001)**

Kaudalansicht 7ter Lendenwirbel (L7) eines Hundes, A = Proc. spinosus vertebrae, B = Arcus vertebrae, C = Corpus vertebrae, D = Canalis vertebrae, E = Basis des Proc. transversus vertebrae, Inklinationswinkel  $\alpha L71$  (rot) = Neigung der Facettengelenksfläche zur Horizontalen, Inklinationswinkel  $\alpha L72$  (grün) = Konvexität der Facettengelenksfläche, Inklinationswinkel  $\beta L7$  (blau) = Neigung der Facettengelenksfläche zur Medianen.

Der Inklinationswinkel  $\alpha L71$  gibt die Neigung der Gelenkfläche zur Horizontalen an,  $\beta L7$  die Neigung zur Medianen. Der Inklinationswinkel  $\alpha L72$  stellt die konvexe Form der Gelenkfläche dar. Ein kleinerer Inklinationswinkel  $\beta L72$  bedeutet, dass die Gelenkflächen parallel zur Wirbelsäulenlängsachse liegen, wie es beim Deutschen Schäferhund im Vergleich zu anderen Hunden großwüchsiger Rassen der Fall war. Ein großer Inklinationswinkel  $\beta L7$  hingegen verhindert ein kraniokaudales Gleiten. Der kraniale Gelenkfortsatz des ersten Sakralwirbels wird medial zum Wirbelbogen hin abgelenkt.

Eine kraniale Vergrößerung der Facettengelenksfläche und das Fehlen eines Hilfsfortsatzes, wie von GRUSSENDORF (2001) beschrieben, sowie ein kleiner Inklinationswinkel  $\beta L7$  ermöglichen somit das kraniokaudale Gleiten in Form einer Translationsbewegung und werden folglich als ein prädisponierender Faktor für die Entstehung einer degenerativen lumbosakralen Stenose (DLSS) angesehen.

Nach HENNINGER und WERNER (2002) beträgt an den kleinen Facettengelenken im lumbosakralen Übergangsbereich computertomographisch gemessen die mittlere Winkelung durchschnittlich  $45^\circ$ . Die Gelenkflächen zwischen dem Proc. articularis caudalis des letzten Lendenwirbels und dem Proc. articularis cranialis des Kreuzbeins können 4 verschiedene Formen aufweisen (Abb. 2):



**Abb. 2: Gelenkflächenformen der kleinen Facettengelenke in Anlehnung an HENNINGER und WERNER (2002)**

Schwarze gestrichelte Linie = Gelenkfläche des Proc. articularis cranialis des Kreuzbeins, Blaue Linie: Proc. articularis caudalis des 7ten Lendenwirbels, A = gerade-kongruent, B = ventral gekrümmt, C = bogenförmig konkav, D = dorsal geknickt.

Der von LANG (2003) untersuchte Gelenktropismus der Facettengelenke im lumbosakralen Übergangsbereich wird auch als eine Ursache für die Entstehung einer degenerativen Lumbosakralstenose (DLSS) diskutiert. Die im kranialen Bereich der Wirbelsäule fast sagittale Winkelung geht kaudal in eine Winkelung von etwa  $40^\circ$  über. LANG (2003) stellte fest, dass dieser Übergang, der sich normalerweise über mehrere Wirbel erstreckt, beim DSH abrupt ist. Er vermutete, dass diese plötzliche Änderung der Winkelstellung eine übermäßige Belastung der verschiedenen Anteile des Lumbosakralgelenkes verursacht. Die Form der Facettengelenke war der Studie nach mit entscheidend für die Stabilität im lumbosakralen Übergangsbereich. Einer computertomographischen Analyse nach konnte er gerade, gewinkelte und runde Formen unterscheiden und nahm an, dass eine leicht gewinkelte oder runde Form eine größere Stabilität gewährleistet.



Beim DSH fand er in 80% der Facettengelenke eine gerade Form vor und bei anderen Rassen nur in 26%.

Nach in-vitro Studien von BENNINGER et al. (2004, 2006) sind im lumbosakralen Übergangsbereich dreidimensionale Bewegungsmuster zwischen dem vierten Lenden- und dem ersten Sakralwirbel festzustellen. Die größte Flexion und Extension bestanden zwischen L7 und S1. Die laterale Biogsamkeit war zwischen L4 und L5 am größten. In allen Bereichen des Wirbelsäulenabschnittes war die axiale Angulation nur gering möglich. Beugung und Streckung sind jedoch zu einem gewissen Grad an eine geringgradige axiale Winkelung gekoppelt, die kaniokaudal zunimmt und im lumbosakralen Übergangsbereich am größten ist.

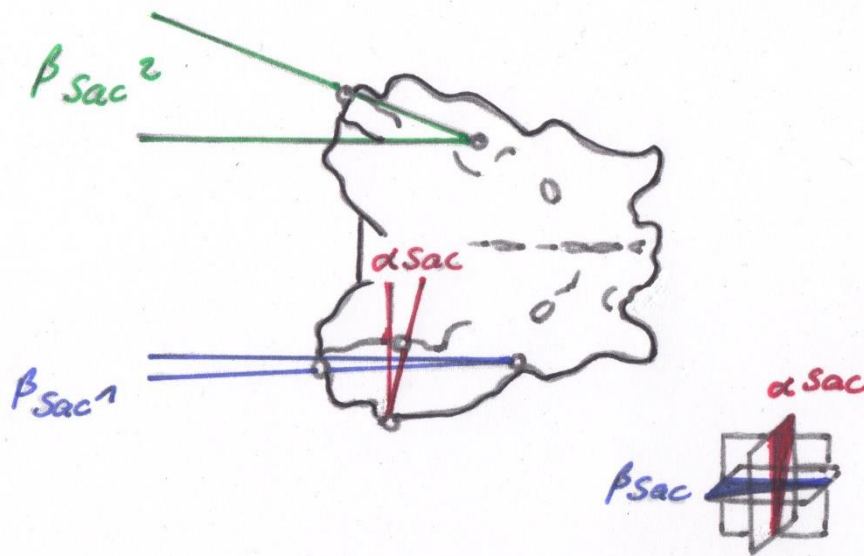
## 2.5 Ileosakralgelenk (ISG)

Im Beckengürtel wird die Kraft über das straffe Kreuzdarmbeingelenk (*Articulatio sacroiliaca*) auf das Kreuzbein übertragen. Es wird durch die Körpermasse des Tieres statisch belastet und seine faserigen Bestandteile wirken den beim Bewegungsablauf entstehenden Scherkräften entgegen (GEBHARDT 1974). Der erste Sakralwirbel ist durch die Ausbildung einer breiten Flügelfläche, der *Ala sacralis*, beteiligt, deren *Facies auricularis* mit der gleichnamigen und spiegelbildlich gleichgeformten Fläche des Darmbeines artikuliert. Die *Alae sacralis* und die *Tuberositates iliacae* sind durch lamellär geschichtete kollagene Faserbündel verbunden. Sie verlaufen vom dorsalen Bereich der Gelenkfläche des Darmbeins schräg ventral und im ventralen Bereich schräg dorsal, sodass ein ventrales Durchsacken des Kreuzbeins verhindert wird. Das *Ligamentum sacrotuberale* verbindet jeweils beidseits den Querfortsatz des letzten Kreuzwirbels mit dem Sitzbeinhöcker (NICKEL et al. 1992). Beim Hund ist das *Lig. sacrotuberale latum* zum *Lig. sacrotuberale* reduziert und wenig stabil. Zudem ist das Ileosakralgelenk steiler gerichtet (beim DSH steht es nahezu sagittal) als z.B. beim Pferd, mit einem fast horizontal gestellten ISG. Die Steilstellung erlaubt eine höhere Elastizität in dem Bereich, verringert jedoch gleichzeitig die Tragfähigkeit. Beim stehenden Hund ist davon auszugehen, dass die Gewichtslast auf der Hinterhand etwa 30-40% der Körpermasse beträgt, in Bewegung kann sie bis zu 300% der Körpermasse erreichen (PRIEUR 1980, ARNO CZKY und TORZILLI 1981, BUDSBERG et al. 1987, BREIT und KÜNZEL 2001). Wird dieses Gelenk überbelastet, lockern sich die kollagenen Faserbündel. Nach GEBHARDT (1974) sinkt das Kreuzbein dadurch ventral ab. Röntgenologisch kennzeichnend ist, dass der ventrale Gelenkrand der *Facies auricularis* des Sakrums den des Darmbeines überragt. GEBHARDTs (1974) Ergebnisse beruhen auf röntgenologischen und histologischen Studien an 84 großwüchsigen Hunden.

Die röntgenologisch festgestellte Inkongruenz verursacht histologisch nachgewiesene Drucknekrosen im Bereich des hyalinen Knorpels der Gelenkflächen. Histologisch belegt sind die Proliferation von Knorpelzellen im Bereich der Facies auricularis, insbesondere im Bereich der Ränder dorsomedial am Darmbein sowie ventrolateral am Kreuzbein. Nach enchondraler Ossifikation der Knorpelwülste waren die histologischen Veränderungen röntgenologisch sichtbar. Dieser Prozess endet in einer Ankylose des Iliosakralgelenkes. GEBHARDT (1974) differenziert eine innere Form der Ankylose und eine Ossifikation des Bandapparates. Bei der inneren Form füllt ossifiziertes Pannusgewebe die Nekroseareale der Gelenkflächen auf. Die Gelenkversteifung des Bandapparates klassifiziert er als Ankylosis capsularis ossea, die der Gelenkkapsel am lateralen Gelenkrand, und die desmale Ossifikation der Kollagenfaserbündel zwischen Kreuz- und Darmbein. Innere Ankylosierung und Versteifung des Bandapparates können parallel oder isoliert ablaufen und das Kreuzdarmbeingelenk ein- oder aber auch beidseitig betreffen. In der Studie wiesen alle DSH und Boxer, die älter als 3 Jahre waren, Veränderungen im Bereich des Iliosakralgelenkes auf.

Nach ZOHMANN und FUCHS (2000) kann die Diagnose eines blockierten ISG über eine gründliche Anamnese, klinische Untersuchung von Myotom (Kruppen- und Glutealmuskulatur), Viszerom (Beckenhöhlenorganen), Sklerotom (knöchernem Beckengürtel) und Dermatome (Hautsegmenten zwischen L6 und Kreuzbeinmitte) sowie einer Gelenkfunktionsprüfung mit dem „Feder-Test“ gestellt werden. Reagierten die Tiere schmerzhaft, befundeten ZOHMANN und FUCHS (2000) dies als reversible Blockierung, war kein Schmerz auslösbar, interpretierten sie dies als eine irreversible Ankylose. Bei einer reversiblen Blockierung wurden zur Therapie manuelle Deblockierung sowie lokale Infiltration bzw. Gelenkinjektionen und segmentale Akkupunktur empfohlen.

BREIT und KÜNZEL (2001) untersuchten die Biomechanik im Bereich des Iliosakralgelenkes bei reinrassigen Hunden, die sie nach Größe in zwei Gruppen ordneten. Bei den kleinen Hunderassen waren Yorkshire-Terrier und Dackel, bei den großwüchsigen Rassen DSH und Rottweiler am häufigsten involviert. An 145 mazerierten Wirbelsäulen bestimmten sie die Inklinationwinkel, die die Fläche der Kreuzbeinflügel und das Verhältnis der Facies auricularis zur mit kollagenen Fasern bedeckten Gelenkfläche angeben (Abb. 3).

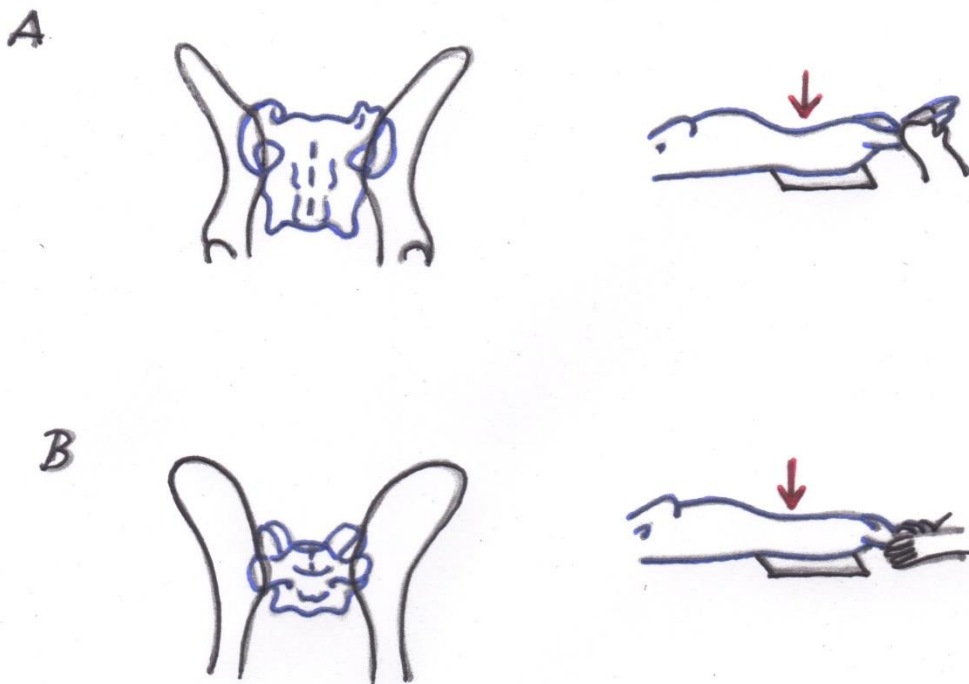


**Abb. 3: Inklinationwinkel der Sakralflügel im Bereich des Lumbosakralen Übergangs  
in Anlehnung an BREIT und KÜNZEL (2001)**

Inklinationswinkel  $\alpha_{Sac}$  (rot) = Neigung der Gelenkfläche zur Sagittalen, Inklinationswinkel  $\beta_{Sac1}$  (blau) = Neigung der Gelenkfläche zur Horizontalen, Inklinationswinkel  $\beta_{Sac2}$  (grün) = Tiefe der konkaven Wölbung der Kreuzbeinflügel

Mit dem Inklinationswinkel  $\alpha$  wird die Neigung zur Sagittalen, mit dem Inklinationswinkel  $\beta_1$  die Neigung zur Horizontalen und mit  $\beta_2$  die Tiefe der konkaven Wölbung der Kreuzbeinflügel beschrieben. Die Gewichtslast ist als Quotient aus Gewicht und Kreuzbeinflügelgröße angegeben. Die Werte wurden zu den Werten der kleinen Hunde korreliert. Dabei war der Inklinationswinkel  $\alpha$  bei großen Hunden, insbesondere beim DSH, signifikant kleiner als bei Hunden kleiner Rassen. Die Kreuzbeinflügel bei den großen Hunden wiesen eine deutliche Konkavität auf, bei den kleinen waren sie eher flach, wodurch ein steilerer Inklinationswinkel  $\alpha$  teilweise kompensiert werden konnte. Die Konkavität entsteht am Übergang der zusätzlichen ventralen Ossifikationszentren der ersten beiden Sakralwirbel, die an der Bildung der Kreuzbeinflügel beteiligt sind. Sie kommen bei großen Hunden nahezu immer, bei kleinen kaum vor. Sie fusionieren im Alter von etwa 12 Monaten. Angenommen wird, dass formative Reize wie steigende Körpermasse und Aktivität die Entwicklung der Knochenkerne und somit auch die Ausformung des ISG beeinflussen. Zudem sollen die Reize zur Ausbildung des zusätzlichen Ossifikationszentrums im Bereich des zweiten Sakralwirbels führen. Da dieser Reiz bei den kleinen Hunderassen wegen ihres geringen Körpergewichts fehlt, wird kein weiterer Knochenkern ausgebildet.

KNAUS et al. (2003) maßen den Winkel des ISG bei großrahmigen Hunden auf Röntgenaufnahmen im ventrodorsalen Strahlengang mit wenig- (Kreuzbein in zentraler Aufsicht) und vollständig gestreckten Hintergliedmaßen (Kreuzbein in gewinkelter Aufsicht) (Abb. 4). Sie nutzten zwei Hilfsgraden, die den dorsalen und ventralen Abstand der beiden Ileosakralgelenke bestimmten. Es ließen sich so gut wie keine Unterschiede zwischen zentraler und gewinkelter Aufsicht nachweisen. Die Gelenkflächen wurden mit zunehmendem Alter steiler. Die endgültige Ausformung des ISG war mit 12 Monaten abgeschlossen. Sie folgerten daraus, dass körperliche Belastung, hohes Körpergewicht und ungebremste Aktivität im Welpenalter eine Malformation im Bereich des ISG begünstigen können.



**Abb. 4: Projektion des Kreuzbeins in zentraler und gewinkelter Aufsicht in Abhängigkeit von der Lagerung beim Röntgen nach Knaus et al. (2003)**

Verschiedenen Projektionen des Kreuzbeins (links) je nach Lagerung des Hundes beim Röntgen (rechts). Der Zentralstrahl ist jeweils auf das ISG gerichtet. A = Kreuzbein in zentraler Aufsicht, die Hintergliedmaßen werden nur leicht gestreckt, B = Kreuzbein in gewinkelter Aufsicht, die Hintergliedmaßen werden stark gestreckt

BREIT et al. (2003) entdeckten röntgenologisch an 646 mazerierten Wirbelsäulen häufiger beidseits als unilateral und vermehrt bei Rüden großer Rassen Ankylosen.

## 2.6 Assimilationsstörungen der Wirbelsäule

An den Übergangsstellen von einem Hauptabschnitt der Wirbelsäule zum anderen kommt es sowohl bei den Haustieren als auch beim Menschen gelegentlich zu numerischen und/oder morphologischen Variationen der angrenzenden Wirbel (LESBRE 1927, WINCKLER 1949, BARONE 1976). Diese Wirbel werden als Übergangswirbel bezeichnet (GEGENBAUER 1873).

Übergangswirbel sind eine Art Verbindungswirbel zwischen zwei Wirbelsäulenabschnitten und lassen sich morphologisch weder dem einen noch dem anderen Wirbelsäulensegment klar zuordnen (STIEVE 1921). Je nach Lokalisation wurden okzipitoatlanto-axiale, zervikothorakale, thorako-lumbale, lumbo-sakrale und sakro-kokzygeale Übergangswirbel unterschieden. Ihre Häufigkeit nimmt nach BARONE (1976) kaudal zu. ZIEGLER (1989) dagegen fand mehr thorakolumbale als lumbosakrale Übergangswirbel.

Okzipitale Übergangswirbel sowie Übergangswirbel im Bereich des Atlas und des Axis sind von großer klinischer Bedeutung, da sie Instabilitäten verursachen, das Rückenmark komprimiert wird, sodass die Tiere neurologisch schwerst gestört sein können (MORGAN 1968).

Lumbosakrale Übergangswirbel können die Entstehung einer Hüftgelenkdysplasie (HD) oder eines Cauda-equina-Syndroms (CES) mit begünstigen (MORGAN 1999a, MORGAN 1999b). Übergangswirbel im zervikothorakalen, thorakolumbalen sowie sakrokokzygealen Übergangsbereich sind klinisch meist unbedeutend. Der Wirbelkörper selbst ist häufig unverändert, während Wirbelbogen und/oder die Wirbelfortsätze ein- oder beidseitig asymmetrisch ausgebildet sein können (JUNGHANS 1939, MORGAN 1968). Ihre Ähnlichkeit mit denen des kranial bzw. kaudal gelegenen Wirbelsäulenabschnittes wird als sog. Kraniokaudal-Gradient bezeichnet (SIMOENS et al. 1978). Übergangswirbel werden durch fehlende bzw. zusätzliche Ossifikationskerne verursacht (GEGENBAUER 1873, STIEVE 1921, BLUMENSAAT und CLASING 1932, WEGNER 1959). Sie sind keine Missbildungen, sondern Varianten des Normalen (ROSENBERG 1907, STIEVE 1921).

## 2.7 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW)

### 2.7.1 Definition

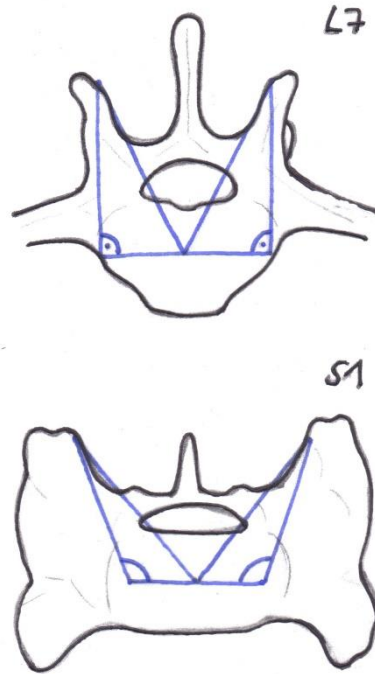
Lumbosakrale Übergangswirbel sind eine relativ häufige kongenitale Anomalie bei verschiedenen Hunderassen (MORGAN et al. 1993, MORGAN 1999a, MORGAN 1999b, DAMUR-DJURIC et al. 2006). Ihre exakte zeitliche Genese ist unbekannt (BARONE 1967). Angeborene Wirbelsäulenveränderungen lassen sich in zwei Gruppen differenzieren, sei es, dass sie ektodermalen oder mesodermalen Ursprungs sind. Ektodermale Veränderungen (ehemals Neuralrohr), betreffen den Wirbelbogen und das Rückenmark, während von mesodermalen Veränderungen (ehemals Chorda dorsalis) der Wirbelkörper und die Zwischenwirbelscheiben betroffen sind (BAILEY 1975). Da bei Übergangswirbeln sowohl Wirbelkörper, Wirbelfortsätze als auch Wirbelbögen verändert sein können, kann ihr Ursprung nicht klar zugeordnet werden. LÜW befinden sich an der Segmentgrenze zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein. In der Veterinärmedizinischen Literatur variiert die Definition für LÜW. Sie werden als Wirbel beschrieben, die sowohl Eigenschaften der Lenden- als auch der Sakralwirbel aufweisen. Zudem besteht häufig ein Zwischenwirbelraum zwischen dem ersten und zweiten Sakralwirbel (MORGAN 1999a, MORGAN 1999b). LÜW können Asymmetrien der Wirbelfortsätze (STIEVE 1921) aufweisen oder die Morphologie angrenzender Wirbelsäulenabschnitte soweit annehmen, dass es zu einer Mehr- oder Minderzahl der Wirbel dieser Wirbelsäulenabschnitte kommt (BLUMENSAAT und CLASING 1932).

Die Lumbalisation beschreibt eine Loslösung des ersten Kreuzbeinwirbels kranial bis hin zu dessen vollständiger Isolierung. Der Sakralwirbel erscheint morphologisch den Lumbalwirbeln angeglichen (WINKLER 1985, ZIEGLER 1989).

Bei der Sakralisation löst sich der letzte Lendenwirbel aus dem Lendenwirbelsäulenverband und erscheint den Sakralwirbeln angeglichen. Sind diese Veränderungen unilateral, wird das in der Humanmedizin als Hemilumbalisation bzw. Hemisakralisation (JUNGHANS und SCHMORRL 1957) benannt. In der Humanmedizin werden bis zu 12 Grade der Lumbalisation bzw. Sakralisation beschrieben (BLUMENSAAT und CLASING 1932).

Je nach Ansatz werden die Übergangswirbel anhand unterschiedlicher Kriterien einem Wirbelsäulensegment zugeordnet: MORGAN (1968) bezieht sich auf die Wirbelanzahl. Einen veränderten 27. Wirbel bezeichnet er als Sakralisation, ist der 28. betroffen als Lumbalisation.

WINKLER und LÖFFLER (1986) hingegen orientieren sich an der Stellung der Gelenkflächen der kleinen Wirbelgelenke und ob ventrale Seitenteile ausgebildet sind (Abb. 5).



**Abb. 5: Lage und Winkelung der kranialen Gelenkfortsätze des letzten Lenden- (L7) und ersten Sakralwirbels (S1) in Anlehnung an WINKLER und LÖFFLER (1986)**

Kranialansicht des 7ten Lenden- und 1ten Sakralwirbels. L7 = Die Gelenkfortsätze stehen eng beieinander und sind steil gerichtet, der Winkel zwischen kranialen Gelenkfortsatz und Wirbelkörpermittelpunkt ist ca.  $90^\circ$ , S1 = Die Gelenkfortsätze stehen weiter auseinander, sie sind flacher gewinkelt, der Winkel zwischen kranialen Gelenkfortsatz und Wirbelkörpermittelpunkt ist deutlich  $> 90^\circ$

Mit einer waagerechten Hilfslinie durch die Kranialansicht des Wirbelkörpers wird der Schnittwinkel mit einer Tangente zwischen kranialem Gelenkfortsatz und Wirbelkörper gebildet. Dieser Winkel macht beim letzten Lendenwirbel  $\sim 90^\circ$  und beim ersten Sakralwirbel  $> 90^\circ$  aus, die Gelenkfortsätze liegen weiter lateral. Eine Lumbalisation zeichnet sich zudem durch eine Steilstellung der Gelenkflächen, durch ventrale Seitenteile sowie einen isolierten Dornfortsatz des 1. Sakralwirbels und seine Distanz zum Dornfortsatz des 2. Sakralwirbels aus. Mit zunehmendem Grad der Lumbalisation wird die Distanz größer.

WINKLER (1985) charakterisierte bei der Lumbalisation drei Formen: Bei Form A ist der Dornfortsatz des 1. Sakralwirbels isoliert. An der kranialen Kreuzbeinkontur sind erste Anzeichen einer Aufteilung in Querfortsatz und kranialen Gelenkfortsatz sichtbar. Bei Form B sind die Querfortsätze deutlich erkennbar und ihre Größe entspricht der der Lendenwirbel.

Es sind auch Mischformen beschrieben, eine Kreuzbeinseite hat die Form A und die andere Form B. Bei Form C ähnelt die Veränderung der Form B, allerdings besteht ein Gelenkspalt zwischen den ersten beiden Sakralwirbeln. Eine Sakralisation ist durch die Kontaktaufnahme eines oder beider Lendenwirbelquerfortsätze mit der Darmbeinschaukel gekennzeichnet. Nach WINKLER (1985) sind die einzelnen Formen der Lumbalisation im Gegensatz zu denen der Sakralisation nie einseitig. Er folgert daraus, dass es sich bei der Lumbalisation nicht um eine Umkehr der Sakralisation handeln kann.

Beide Begriffe können allerdings nur dann sicher verwendet werden, wenn die Wirbelsäule röntgenologisch komplett abgebildet ist (MORGAN 1968, WINKLER 1985, ZIEGLER 1989).

BREIT und KÜNZEL (1998) sowie MORGAN (1968) ordnen die Wirbel einerseits numerisch zu, berücksichtigen jedoch auch wie WINKLER (1985) und WINKLER und LÖFFLER (1986) weitere Kriterien wie die Stellung der Gelenkflächen, ob ventrale Seitenteile ausgebildet sind und die Abstände zwischen den Dornfortsätzen des Kreuzbeins regelmäßig ausgebildet sind.

JULIER-FRANZ (2006) differenziert LÜW anhand der Morphologie der Querfortsätze des L7 und der Abständen zwischen den Dornfortsätzen der Sakralwirbel in symmetrische und asymmetrische Formen, wobei der isolierte Processus spinosus S1 zusammen mit dem markanten symmetrischen Übergangswirbel, die beiden Unterkategorien der symmetrischen LÜW bilden.

FLÜCKIGER et al. (2006) graduieren LÜW in 4 Typen: Typ 0 -normaler lumbosakraler Übergang, Typ 1 -isolierter Processus spinosus S1, Typ 2 -vollständige Separation des LÜW vom Sakrum, Querfortsätze symmetrisch, Typ 3 -Querfortsätze asymmetrisch.

## **2.7.2 Prävalenz**

Nach JUNGHANS (1939) beträgt die Prävalenz LÜW beim Menschen zwischen 0,6-25%. In verschiedenen Studien wurde der Prävalenz von LÜW bei verschiedenen Hunderassen nachgegangen (Tab. 2). Ganz allgemein wird von Inzidenzraten zwischen 2,25% (Larsen 1977) und 17,2% (Breit et al. 2003) in Hundepopulationen berichtet.

LARSEN (1997) analysierte 24463 HD-Begleitschreiben von Hunden. In 2,3% war ein LÜW befundet. Entscheidendes Beurteilungskriterium waren die Procc. spinosi des Kreuzbeins. Da nicht auf allen Aufnahmen der lumbosakrale Übergangsbereich komplett abgebildet war, ist die Prävalenz nach LARSEN (1977) vermutlich höher. Signifikant häufiger betroffen davon waren Rhodesian Ridgebacks (7,9%), vor Britisch Spaniels (5,9%), DSH (4,3%) sowie Dobermannpinschern (3,7%). Als Ursache vermutete er (In-)Zucht.



MORGAN (1968) konnte an 145 Wirbelsäulenpräparaten von adulten Hunden bei 68 (47%) kongenitale Veränderungen und viermal (2,8%) LÜW ausmachen.

WINKLER (1985) analysierte 14618 HD-Röntgenaufnahmen im Hinblick auf LÜW. Etwa die Hälfte der Aufnahmen stammten von DSH und ein Viertel von Boxern. 632 (11,1%) der DSH wiesen einen LÜW auf, 518 (81,96%) davon eine Lumbalisation und 114 (18%) eine Sakralisation. Bei 16,7% der Rhodesian Ridgebacks wurden LÜW gesehen. Die Häufigkeit von LÜW bei Boxer, Cocker Spaniel, Leonberger, Bobtail und Sibirian Husky war vergleichbar, während die Rassen DSH häufiger und Airedale Terrier seltener betroffen waren.

ZIEGLER (1989) wertete dahingehend 6227 Röntgenaufnahmen aus. 568 der Tiere (9%) wiesen eine Assimilationsstörung auf, davon 14% eine Sakralisation und 19% eine Lumbalisation. Bei 67% war eine klare Zuordnung anhand der Wirbelzahl nicht möglich. Unter den Rassen waren DSH mit 19% vor Dobermann mit 16% am häufigsten betroffen. DSH und Dackel wiesen wesentlich häufiger eine Lumbalisation auf, während Spaniel signifikant häufiger eine Sakralisation hatten.

KÖPPEL und REIN (1992) fanden bei 227 Hunden sieben (3,1%) mit einem LÜW. Sie wurden als unvollständige Sakralisation befundet.

BREIT und KÜNZEL (1998) untersuchten 228 Wirbelsäulen von Hunden 53 verschiedener Rassen: bei 116 (50,9%) fielen 182 Variationen auf. 37 (16,2%) der Tiere hatten eine veränderte Anzahl von Wirbeln in den Segmenten, bei 24 (10,5%) war die Anzahl höher bis auf eine Gesamtwirbelzahl von 31 und bei einem Tier niedriger mit 29. Die Häufigkeit der Übergangswirbelbildung nahm kaudal zu.

MORGAN (1999b) analysierte 5000 Röntgenbilder auf LÜW, 143 (2,5%) hatten einen positiven Befund. Unter 1018 Labrador-Retrievern fanden sich im Hinblick auf eine dysplastische Gelenkerkrankung 37 (3,6%) Tiere mit LÜW.

BREIT et al. (2003) werteten 145 Röntgenaufnahmen von Hunden aus, 25 (17,2%) hatten einen LÜW.

DAMUR-DJURIC et. al (2005) stellten in einer Studie an 4000 Hunden bei n=138 (3,5%) einen LÜW fest.

Nach LAPPALAINEN et al. (2012) beträgt die Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel beim Deutschen Schäferhund etwa 40%.

**Tab. 2: Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) bei verschiedenen Hunderassen nach Literaturangaben (Studien mit mind. 50 Tieren pro Rasse)**

Rasse	Fallzahl (n)	LÜW (n)	LÜW (%)	Autor
Airedale Terrier	448	7	1,6	Winkler 1985
	51	3	6	Ziegler 1989
	72	1	1,4	Damur-Djuric et al. 2005
	90	4	4,4	Winkler 1985
Appenzeller Sennenhund	50	0	0	Damur-Djuric et al. 2005
Bernhardiner	334	28	8,4	Herling 1996
	87	1	1,1	Damur-Djuric et al. 2005
Bernser Sennenhund	122	5	4	Ziegler 1989
	1588	182	11,5	Herling 1996
	214	3	1,4	Damur-Djuric et al. 2005
	72	2	4,3	Ledecky et al. 2007
Berger de Brie	57	2	3,5	Damur-Djuric et al. 2005
Bloodhound	78	0	0	Ledecky et al. 2007
Bobtail	624	44	7,1	Winkler 1985
Border Collie	64	2	3,1	Damur-Djuric et al. 2005
	50	6	12	Fialova et al. 2014
Britischer Spaniel	643	38	6	Larsen 1977
Chow-Chow	55	9	16	Ziegler 1989
Cocker Spaniel	1315	56	4,3	Winkler 1985
Collie	71	6	9	Ziegler 1989
Dackel	1034	113	11	Ziegler 1989
Deutscher Boxer	3300	167	5,1	Winkler 1985
	174	12	7	Ziegler 1989
	2444	184	7,5	Herling 1996
	76	2	2,6	Damur-Djuric et al. 2005
Deutsche Drahthaar	69	7	10	Ziegler 1989
Deutsche Dogge	52	5	10	Ziegler 1989
	60	3	5,0	Damur-Djuric et al. 2005
Deutscher Schäferhund	2596	111	4,3	Larsen 1977
	247	19	7,7	Morgan 1985
	5682	632	11,1	Winkler 1985

	974	152	16	Ziegler 1989
	161	33	20,5	Morgan 1987-90
	684	39	5,7	Damur-Djuric et al. 2005
	4386	1270	29	Julier-Franz 2006
	1967	78	4,4	Ledecky et al. 2007
	228	92	40,4	Lappalainen et al. 2012
	205	152	25,9	Fialova et al. 2014
Dobermann	62	12	19	Ziegler 1989
Dobermann Pinscher	487	18	3,7	Larsen 1977
	62	12	19	Ziegler 1989
Eurasier	55	2	3,6	Damur-Djuric et al. 2005
Flat Coated Retriever	107	1	0,9	Damur-Djuric et al. 2005
Golden Retriever	2613	20	0,8	Larsen 1977
	50	11	10,5	Breit et al. 2003
	244	1	0,4	Damur-Djuric et al. 2005
	133	5	3,8	Fialova et al. 2014
Großer Schweizer Sennenhund	64	6	9,4	Damur-Djuric et al. 2005
Hovawart	97	4	4,1	Damur-Djuric et al. 2005
	51	1	1,9	Fialova et al. 2014
Labrador Retriever	2735	49	1,8	Larsen 1977
	1018	37	3,6	Morgan 1999
	263	4	1,5	Damur-Djuric et al. 2005
Leonberger	479	32	6,7	Winkler 1989
	96	3	3,1	Damur-Djuric et al. 2005
Magyar Vizsla	51	4	7,8	Fialova et al. 2014
Malinois	78	1	1,3	Damur-Djuric et al. 2005
Miniatur Schnauzer	69	7	10	Ziegler 1989
Mittelschnauzer	60	1	2	Ziegler 1989
Neufundländer	87	2	2,3	Damur-Djuric et al. 2005
Pudel	350	29	8	Ziegler 1989
Pointer	69	7	10	Ziegler 1989
Rhodesian Ridgeback	191	15	7,9	Larsen 1977
	89	14	15,7	Fialova et al. 2014
Riesenschnauzer	50	2	4	Ziegler 1989
Rottweiler	69	0	0	Ziegler 1989

	50	2	4	Breit et al. 2003
	87	1	1,1	Damur-Djuric et al. 2005
	68	5	7,5	Fialova et al. 2014
Samojede	73	4	5,5	Winkler 1985
Setter	90	8	9	Ziegler 1989
Siberian Husky	1020	7	0,7	Larsen 1977
	486	19	3,9	Winkler 1985
	68	1	1,5	Damur-Djuric et al. 2005
Spaniel	299	14	5	Ziegler 1989
Tervueren	55	0	0	Damur-Djuric et al. 2005
Ungarischer Pointer	51	4	7,8	Fialova et al. 2014
Weißer Schweizer Schäferhund	54	3	5,6	Damur-Djuric et al. 2005
Yorkshire Terrier	230	15	7	Ziegler 1989
Zwergschnauzer	69	7	10	Ziegler 1989

### 2.7.3 Formen, Klassifikation, Typisierung, Charakterisierung

LÜW werden nach verschiedenen Charakteristika klassifiziert:

WINKLER (1985) legt dazu die Symmetrie (ein- bzw. beidseitige LÜW) und die Morphologie zugrunde.

ZIEGLERs (1989) Einteilung beruht ebenfalls auf morphologischen Kriterien wie Länge und Richtung der Procc. transversi, Form der ventralen Seitenteile sowie dem Zwischenwirbelkörperabstand. Je nach Ausprägung benennt sie einen Wirbel als Sakralisation, Lumbalisation oder nicht einzuordnenden LÜW.

MORGAN (1999a, 1999b) sieht die Symmetrie und den Kontakt zum Kreuzbein als Kriterien an. Sind LÜW bilateral symmetrisch, wird dadurch das Becken nicht verwinkelt und/oder rotiert. LÜW sind asymmetrisch, falls sie unilateral einen lendenwirbelähnlichen Querfortsatz haben und kontralateral der Kreuzbeinflügel das Darmbein kontaktiert. Bei Asymmetrien sind 4 Varianten möglich: mit Rotation des Beckens, mit Winkelung des Beckens, mit Rotation und Winkelung des Beckens oder ohne Rotation und Winkelung des Beckens. Eine weitere Gruppe bilden asymmetrische LÜW, die zwar kreuzbeinähnliche Fortsätze tragen, aber keine Kreuzdarmbeinverbindung bilden.

DAMUR-DJURIC et al. (2006) diagnostizieren einen LÜW, wenn mindestens eines der folgenden Kriterien erfüllt ist: (1) Isolation des Processus spinosus S1 von der Crista sakralis mediana, (2) Unvollständige Ausbildung der Zwischenwirbelscheibe kranial des

Sakrums, gekennzeichnet durch eine Verschmälerung des Zwischenwirbelspaltes, (3) offensichtliche morphologische Veränderung der Querfortsätze des letzten prä-sakralen Wirbels, (4) asymmetrische Ausformung der Querfortsätze des letzten prä-sakralen Wirbels, (5) Kontaktaufnahme zwischen dem Ilium und einem oder beiden Querfortsätzen des letzten prä-sakralen Wirbels, (6) Rotation des letzten prä-sakralen Wirbels um seine vertikale Achse, (7) Rotation des Sakrum um seine vertikale Achse, (8) Variationen in Länge oder Position der sakroiliakalen Verbindung.

JULIER-FRANZ (2006) charakterisiert LÜW in fünf Typen: Typ 1 das Sakrum ist normal, Typ 2 der Proc. spinosus des 1. Sakralwirbels ist von der Crista sacralis mediana separiert, bei den Typen 3-5 sind die Transversalfortsätze symmetrisch oder asymmetrisch verändert. Beim DSH fand JULIER-FRANZ (2006) bei einigen Tieren einen 8ten Lumbalwirbel, der nicht ins Typisierungsschema aufgenommen wurde. Es sollte möglich sein, auch diesen zum LÜW-Komplex zu zählen (BREIT et al. 2002).

WIGGER et al. (2009) sahen eine unvollständig ausgebildete Zwischenwirbelscheibe zwischen den ersten beiden Sakralwirbeln, neben einer asymmetrischen Ausbildung der Querfortsätze, einer Verkürzung eines oder beider Querfortsätze, einer Kontaktaufnahme des Querfortsatzes mit dem Kreuzbein und einem isolierten Processus spinosus S1, als Kriterium zur Diagnosestellung eines LÜW an.

#### **2.7.4 Heritabilität**

Im Hinblick auf das Vererbbarkeitsrisiko wurde die Heritabilitätsschätzung genutzt. Sie gibt Aufschluss darüber, zu welchem Grad die Veränderungen genetisch bedingt sind (GRØNDALEN und LINGAAS 1991, DISTL et al. 1991, SWENSON et al. 1997a, 1997b, MÄKI et al. 2000 und 2002, MALM et al. 2008, HOU et al. 2010, STOCK et al. 2011).

Nach JUNGHANS (1939) besteht beim Menschen eine Heritabilität für LÜW weniger für die Ausbildung des Übergangswirbels an sich, als für seine Variationsrichtung, d.h. kopf- oder steißwärtsgerichtet. Kopfwärts gerichtete Variationen werden häufiger als die steißwärts gerichteten vererbt (JUNGHANS 1939).

Für den DSH ist nach MORGAN (1999a) aufgrund der hohen Inzidenz von LÜW eine genetische Komponente anzunehmen. Das stimmt mit den Angaben von DAMUR-DJURIC et al. (2006) überein, dass die verschiedenen Prävalenzen innerhalb der Rassen auf eine erbliche Komponente hinweisen.

Nach JULIER-FRANZ (2006) und WIGGER et al. (2009) weist die Heritabilität lumbosakraler Übergangswirbel beim DSH einen genotypischen Anteil an der Variation LÜW von 20-30% auf. Das ist der der HD ähnlich. Deswegen empfehlen sie, betroffene Tiere nicht zur Zucht zuzulassen.

LAPPALAINEN (2012) empfiehlt HD-Röntgenaufnahmen auch dahingehend zu analysieren und zu begutachten, selbst wenn der Bereich nicht immer sicher beurteilt werden kann.

### **2.7.5 Geschlechtsdisposition**

Während LARSEN (1977) und WINKLER (1985) für LÜW keine Geschlechtsprädisposition ausmachen konnten, dies deckt sich mit den Ergebnissen von MORGAN (1999a), MORGAN (1999b), DAMUR-DJURIC et al. (2006), JULIER-FRANZ (2006), LEDECKY et al. (2007) und FIALOVA et al. (2014), wurden LÜW von ZIEGLER (1989) signifikant häufiger bei Rüden und von MORGAN (1985) unter 1018 Labrador-Retrievern mit 2,7% bei Rüden und zu 4,2% bei Hündinnen festgestellt.

## **2.8 Sakrokokzygeale Übergangswirbel (SÜW)**

SÜW beschrieben BREIT und KÜNZEL (1998) an 228 Wirbelsäulenpräparaten von Hunden unterschiedlicher Rassen. 19 Tiere hatten vier Kreuzbeinwirbel und eine erhöhte Gesamtwirbelzahl von 31, ohne jedoch einen LÜW zu haben, d.h. sie hatten einen SÜW. ZIEGLER (1989) vermutete ein „Bestreben“ des Kreuzbeins, sich dreiteilig darzustellen, deshalb verschmilzt bei einer Lumbalisation der erste Schwanzwirbel häufig mit dem letzten Sakralwirbel und bei einer Sakralisation löst sich der letzte Kreuzbeinwirbel aus dem Kreuzbeinverband. MORGAN (1999b) fand bei 60,8% der Hunde mit LÜW auch einen SÜW.

## 2.9 Bildgebung im lumbosakralen Übergangsbereich

Lumbosakrale Übergangswirbel werden herkömmlich röntgenologisch auf Aufnahmen im ventrodorsalen, aber auch im laterolateralen Strahlengang diagnostiziert. Eine detailgerechte Beurteilung kann durch Überlagerung mit dem Kreuzdarmbeingelenk und/oder den Darmbeinschaukeln erschwert sein (TARVIN und PRATA 1980, LANG und JAGGY 1989, RAMIEREZ und THRALL 1998).

Nach MORGAN und BAILEY (1990) reichen Röntgennativaufnahmen aus, die Wirbelmalformationen darzustellen. Entscheidend ist die korrekte Lagerung des Hundes, um dies zu erreichen, sollte das Tier sediert sein (TARVIN und PRATA 1980, LANG und JAGGY 1989, SCHMID und LANG 1993, TACKE et al. 1997, RAMIEREZ und THRALL 1998). Um beurteilbare Aufnahmen im latero-lateralen Strahlengang anzufertigen, sollte die Lendenwirbelsäule deswegen mit Schaumstoffkissen unterpolstert werden, sodass Brust und Lendenwirbelsäule in eine Ebene verbracht werden. Sind die Querfortsätze eines Wirbels und die Ossa ilii deckungsgleich abgebildet, ist die Lagerung unter dem Aspekt „Wirbelsäule“ wohl korrekt (rotationsfrei) positioniert. Es kann hilfreich sein, die oberliegende Gliedmaße etwas anzuheben (KEALY 1991). Nach KÖPPEL und REIN (1992) sollte der Zentralstrahl bei latero-lateralen Projektionen auf den Bereich zwischen dem letzten Lenden- und ersten Sakralwirbel treffen. Korrekt gelagert werden so Wirbelkörper und -bögen sowie die Foramina intervertebralia orthograd abgebildet. Liegt ein asymmetrischer LÜW vor, kann die orthograde Lagerung verfehlt werden (LARSEN 1977). Den asymmetrischen LÜW miteinplanend, kann eine Schräglagerung des Hundes zum Röntgen die Asymmetrie meist ausgleichen (TELLHEM und BRASS 1994). Je nach Projektion weisen spezifische röntgenologische Befunde auf einen LÜW hin (MORGAN 1999a). So ist auf Röntgenbildern bei latero-lateralem Strahlengang eine dorsale Winkelung des Beckenbodens in neutraler Position von etwa 20° Zeichen einer Sakralisation. Häufig sind auch eine Trennung des 1. und 2. Kreuzbeinsegments, eine Kontaktaufnahme der Procc. transversi des LÜW zum Os ilium oder ein atypischer Gelenkspalt zwischen LÜW und dem benachbarten Kreuzbeinsegment auszumachen (MORGAN 1999a).

Auf der Aufnahme im ventrodorsalen Strahlengang sind asymmetrischen Verbindung des LÜW zum Darmbein, das Ileosakralgelenk und die Crista iliaca meist gut sichtbar. Schwieriger ist es, einen isolierten Proc. spinosus des ersten Sakralwirbel zu erkennen, falls der Abstand zwischen den benachbarten Dornfortsätzen nur gering ist. LÜW werden durch zahlreiche Autoren auf Grundlage von Röntgenaufnahmen des Beckens im ventrodorsalen Strahlengang in HD-Position I (FCI) charakterisiert. Die Auswertung der Röntgenbilder kann durch Enddarminhalt erschwert sein (JULIER-FRANZ 2006).

Die Computertomographie (CT) zur Diagnostik lumbosakraler Veränderungen zu nutzen, ist wie in der Humanmedizin zweckmäßig (LANG und JAGGY 1989).

Mit der Magnetresonanztomographie (MRT) ist es zwar auch möglich, einen LÜW abzubilden, aber der Zeitaufwand und die Kosten rechtfertigen das nicht. Vorteil der MRT gegenüber CT und Röntgen ist, dass die Weichgewebe, insbesondere die Bandscheiben, besser dargestellt werden können (RAMIREZ und THRALL 1998).

Besonders vorteilhaft ist, dass in der CT der Interessenbereich überlagerungsfrei abgebildet und dreidimensional rekonstruiert werden kann. Nach RAMIREZ und THRALL (1998) ist die CT-Untersuchung auch in der Veterinärmedizin ein etabliertes diagnostisches Verfahren und geeignet, den lumbosakralen Übergangsbereich darzustellen. LÜW, Spondylosen, Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke, vermehrte Weichteilzeichnung in den Forr. intervertebralia sowie der Verlust von epiduralem Fett, Verformungen von Bandscheiben und eine Einengung des Wirbelkanals lassen sich im CT gut abbilden (LINZMANN 2008).

Dies belegen JONES und INZANA (2000) mit einer CT-Studie des lumbosakralen Übergangsbereichs an sechs großwüchsigen Hunden im Alter von 5-12 Jahren. Sie stellten fest: in der CT sichtbare Veränderungen im Lumbosakralbereich, wie idiopathische Stenosis sowie Verlust von Kanalfett können bei älteren Hunden klinische Bedeutung haben; Können klinische und computertomographische Befunde korreliert werden, sind diese Patienten für chirurgische Interventionen geeignet.

JONES et al. (2000) verglichen die Aussagekraft der CT mit der MRI bei Patienten mit degenerativen lumbosakralen Stenosen (DLSS). Beide Verfahren schnitten gleich gut ab im Hinblick auf Diagnose und prä-operative Planbarkeit des Eingriffs, Indikationsstellung für den chirurgischen Eingriff sowie den postoperativen Heilungsverlauf.

Nach HENNINGER und WERNER (2003), ist der lumbosakrale Übergangsbereich in der CT im Knochenfenster besser als röntgenologisch darzustellen. Insbesondere die kraniale Begrenzung des Wirbeldaches des ersten Kreuzbeinwirbels ließ sich gut von den kranialen Gelenkfortsätzen abgrenzen und überlagerungsfrei abbilden. Im Weichteilfenster konnten die Bandscheiben, der Verlauf der Cauda equina sowie der einzelnen Bänder gut abgebildet werden. Im Ergebnis ist die CT ein hilfreiches Diagnostikum bei Erkrankungen im lumbosakralen Übergangsbereich. Größter Vorteil der CT zum Röntgen ist, dass Strukturen isoliert abgebildet werden können und sich morphologische Veränderungen wie Übergangswirbel bestens nachweisen lassen.



## **2.10 Klinische Relevanz**

### **2.10.1 Achsenabweichungen der Wirbelsäule**

Asymmetrische LÜW können eine Achsenabweichung der Wirbelsäule verursachen, wie ZIEGLER (1989) bei 323 Hunden mit LÜW nachwies. Es waren bei 133 (80,6%) von 165 Hunden mit symmetrischen LÜW keine Achsenabweichungen nachweisbar, aber bei 167 (87,9%) von 190 Hunden mit asymmetrischen LÜW wich die Achse um 3° bis 5° ab; meist zur Seite mit dem weniger veränderten Wirbelfortsatz.

Dies deckt sich mit den Angaben von LANG und JAGGY (1989). Sie stellten zudem fest, dass einer Achsenabweichung der Wirbelsäule auch eine Rotation des Beckens folgt, sodass Hüftgelenke, Ileosakralgelenke sowie Beckengliedmaßen insgesamt ungleichmäßig belastet werden und eine muskuloskelettale, nicht neurogene, Lahmheit ausgelöst werden kann.

MORGAN (1999b) bestätigt dies. Bei 73% der Hundeklientel mit einem asymmetrischen LÜW war das Becken rotiert und/oder verwinkelt.

Dies beachtend wurde vielfach (LARSEN 1977, MORGAN und STEPHENS 1985, WINKLER 1985, ZIEGLER 1989, OWENS 1989, KELLER und CORLEY 1989, LANG 1989, MORGAN und BAILEY 1990, BARTHEZ et al. 1993, MATTOON und KOBLIK 1993, SCHALWALDER et al. 1996, MORGAN et al. 1999a, 1999b, DANIELSSON und SJÖSTRÖM 1999, MOORE et al. 2001, KRÜGER 2001, CITI et al. 2005, JULIER-FRANZ 2006, LEDECKY et al. 2007, KOMSTA et al. 2015, FLÜCKIGER et al. 2006 und 2017) bei Hunden mit einem LÜW nach weiteren, wohl auch zum Teil genetisch bedingten Erkrankungen des Bewegungsapparates wie der Hüftgelenkdysplasie (HD) und dem Cauda-equina-Syndrom (CES) gesucht. Dabei standen verschiedene Aspekte wie Prävalenz und klinische Relevanz (Arthrose, Lahmheit) im Focus der Studien.

### **2.10.2 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)**

Ein etwaiger Zusammenhang zwischen LÜW und HD wurde bereits in zahlreichen Studien untersucht: LARSEN (1977) fand in HD Begleitschreibern von 552 Hunden 57 verschiedener Rassen keine Korrelation zwischen HD und LÜW.

Auch WINKLER (1985) konnte bei Hunden 10 verschiedener Rassen statistisch keinen Zusammenhang zwischen LÜW und HD feststellen.

Lediglich beim Boxer waren wohl Tendenzen nicht sicher auszuschließen. Dies stimmt mit Daten von TELLHELM und BRASS (1994) überein.

MORGAN und STEPHENS (1985) dagegen fanden unter 644 Hunden 6 verschiedener Rassen bei 8% (DSH), 3% (DSH-Mischlinge), 3% (Labrador Retriever), 3% (Pyrenäenberghund) und zu je 0% (Bernhardiner, Golden Retriever) LÜW, die Hunde hatten zu 69% auch eine HD. Interessant ist, dass die HD signifikant mit einer asymmetrischen Beckenverbindung zum Os sacrum korrelierte, unabhängig davon, ob ein LÜW vorlag oder nicht.

WINCKLER und LÖFFLER (1986) fanden bei den Rassen Boxer, Cocker Spaniel, Bobtail, Sibirischer Husky, Leonberger, DSH, Airedale-Terrier bei insgesamt 5% LÜW. Ein Zusammenhang zur HD war nur beim Boxer vermutbar.

KELLER und CORLEY (1989) belegen einen derartigen Zusammenhang asymmetrischer LÜW und unilateraler HD. Unter 818 Hunden fanden sie 24 (2,9%) mit einer unilateralen HD (DSH, Rottweiler, Labrador Retriever). Der LÜW war abgesehen von einem Fall ipsilateral der HD asymmetrisch iliosakral verbunden. Aus dieser Korrelation leiten sie als ursächlich eine abnorme Verwinkelung und Verwindung (Torsion) des Beckens ab.

ZIEGLER (1989) untersuchte den Zusammenhang zwischen LÜW und etwaigen Coxarthrosen bei 323 Hunden, im Alter von <1 Jahr bis 1 Jahr und älter als 1 Jahr. Das Arthroseausmaß graduierte sie von 0 (arthrosefrei) bis 3 (hgr. Arthrose). 110 (27%) der 406 Röntgenaufnahmen in HD-Position I im ventrodorsalen Strahlengang waren coxarthrosefrei. 72,9% der Hunde waren < 1 Jahr. 32 davon hatten symmetrische und 38 asymmetrische Assimilationsstörungen. Von den 19 Hunden (27,1%) mit einer Coxarthrose, hatten 13 (68,4%) asymmetrische und 6 (31,6%) symmetrische LÜW. Bei den Tieren mit symmetrischen LÜW war das Arthroseausmaß beidseits identisch, wie auch bei acht (61,5%) der Hunde mit einem asymmetrischen LÜW. Bei 5 (38,5%) Hunden mit asymmetrischen LÜW war das Arthroseausmaß ipsilateral dem markanter ausgeprägten Proc. transversus massiver ausgebildet. Von den Hunden > 1 Jahr waren 17,4% arthrosefrei. 162 Hunde hatten einen symmetrischen LÜW, 174 einen asymmetrischen. Coxarthrosen fanden sich bei 143 (82%) der Hunde mit asymmetrischen und bei 134 (83%) bei Hunden mit symmetrischen Assimilationsstörungen. Die Arthrosen waren bei 71% der symmetrischen und 40% der asymmetrischen LÜW identisch ausgeprägt. In dieser Gruppe (>1 Jahr) wies die Mehrzahl der Hunde mit asymmetrischen LÜW unilateral einen höheren Coxarthrosegrad auf. Sein Ausmaß war ipsilateral des abweichenden Processus costarius massiver als kontralateral.

OWENS (1989) vermutet in einem asymmetrischen LÜW ebenfalls eine Ursache einer Hüftgelenksdysplasie. Allerdings fand er die Arthrosegefahr kontralateral der Kreuzbeinkontaktfläche höher.

SCHAWALDER et al. (1996) untermauern eine mögliche Verbindung zwischen LÜW und HD. Eine asymmetrische Sakralisation/ Lumbalisation verwindet das Becken kaudal „korkenzieherartig“, sodass auch bei anatomisch korrekt angelegten Acetabula eine unilaterale funktionell mangelhafte acetabuläre Überdachung, sekundär eine HD provoziert werden kann. Der dadurch verkleinerten belasteten Gelenkflächen folgt eine degenerative Coxarthrose (SCHAWALDER 1997), wie zumindest bei geringen HD-Graden beim Golden Retriever (n=82) KRÜGER (2001) aufführt. 4% der Hunde hatten einen LÜW, aber fast ein Drittel davon (29%) beim HD-Verdacht bzw bei geringgradiger (leichten) HD eine Coxarthrose. Bei den Airedale-Terriern der Studie wurden keine Wirbelanomalien festgestellt.

MORGAN et al. (1999) dagegen geben für 1018 Labrador Retriever an, dass dysplastische Hunde mit 23% seltener auch einen LÜW hatten als HD-freie mit 3,8%.

Nach CITI et al. (2005) beeinflussen LÜW eine etwaige HD-Genese nicht. Von 891 Hunden verschiedenster Rassen und Mischlingen hatten HD-freie Hunde zu 2,6% LÜW, bilateral dysplastische zu 3,4% sowie unilateral dysplastische zu 5,4% und die Hälfte davon hatte einen asymmetrischen LÜW.

JULIER-FRANZ (2006) konnte ebenfalls auf 4386 Beckenaufnahmen von DSH, auf denen die lumbosakrale Region befundet werden konnte, keine HD-Prädisposition feststellen. Zwar fand er in 29% (n=1964) der Fälle LÜW, eine Korrelation zu HD-Graden war jedoch nicht nachzuweisen.

In einer Population mit DSH, Berner Sennenhunden, Rhodesian Ridgebacks, Hannoverschen Schweißhunden und Bayrischen Schweißhunden konnten auch LEDECKY et al. (2007) bei keiner Rasse signifikante Korrelationen zwischen LÜW und HD aufspüren, auch wenn die Inzidenz der LÜW insgesamt 4,1% betrug. Insbesondere beim DSH war das Becken allerdings durch LÜW kaudal abnorm verwunden.

KOMSTA et al. (2015) stellten bei 205 deutschen Schäferhunden, bei 12% der Tiere im Polizeidienst und bei 33% der Begleithunde, LÜW fest. Die Prävalenz der HD war in beiden Gruppen vergleichbar. Eine statistisch signifikante Korrelation gab es nur zwischen asymmetrischen LÜW und schweren Formen der HD. Zudem hatten Tiere mit einem LÜW signifikant seltener radiologische Zeichen einer degenerativen Veränderung des Lumbosakralgelenkes.

FLÜCKIGER et al. (2017) werteten 4000 HD-Röntgenaufnahmen im Hinblick auf LÜW aus. Dabei erwies sich eine statistisch signifikante Korrelation zwischen LÜW und ipsilateraler HD. Dies untermauert die Hypothese: ein asymmetrischer LÜW provoziert eine Rotation des Beckens in der Längsachse. Dem folgen eine inadäquate Überdachung des Femurkopfes, Subluxationstendenz und Malformation des Hüftgelenkes, sodass eine Coxarthrose begünstigt wird. Nach FLÜCKIGER et al. (2017) ist denkbar, dass eine asymmetrische Form der Hüfte infolge eines LÜW, eine genetisch bedingte Hüftgelenkdsplasie maskieren oder verschlimmern kann.

### **2.10.3 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Cauda-equina-Syndrom (CES)**

Als Cauda-equina-Syndrom wird eine Einengung des Wirbelkanals auf Höhe des Zwischenwirbelspaltes des letzten Lenden- und ersten Sakralwirbels bezeichnet. Dadurch werden das Rückenmark bzw. die abgehenden Nerven komprimiert. Die der Cauda Equina zugeordneten Nerven kommen aus Lenden-, Kreuzbein und Schwanzsegmenten. Vor allem Läsionen der Nervi pudendi, - ischiadicus, - pelvini sowie der Nervi caudales können motorische, sensorische und/oder vegetative Ausfälle verursachen (BAILEY und MORGAN 1983, SLOCUM und DEVINE 1986, JAGGY et al. 1987, LANG und JAGGY 1989, MORGAN und BAILEY 1990, KÖPPEL und REIN 1992, MORGAN et al. 1993, TACKE et al 1997, LINZMANN 2008).

Vom CES sind meist Hunde mittleren Alters, insbesondere der DSH und Rüden häufiger als Hündinnen betroffen. Dies ist nach SLOCUM und DEVINE (1986), JAGGY et al. (1987), LANG und JAGGY (1989), BARTHEZ et al. (1993), MORGAN et al. (1993) und TACKE et al. (1997) damit zu begründen, dass Rüden wesentlich intensiver belastet werden als Hündinnen. Deswegen sind sie auch frühzeitiger symptomatisch, weil bei ihnen der Diskus intervertebralis vorzeitig degenerieren kann und den Wirbelkanal über eine Extrusion oder Protrusion mit Hypertrophie des Ligamentum longitudinale dorsale einengen kann. Dem CES ähnliche Symptome können aber auch von knöchernen Zubildungen, Frakturen oder Luxationen sowie primären Veränderungen am Lig. longitudinale dorsale, den kleinen Wirbelgelenken oder einem Tumor verursacht sein. Weitere Ursachen sind eine fibrocartilaginäre Embolie, Entzündungen und/oder Blutungen im Bereich des Rückenmarks, die dem Cauda-equina-Syndrom ähneln (LINZMANN 2008).

Nach FLÜCKIGER et al. (2006) und MOORE et al. (2001) können Assimilationsstörungen im lumbosakralen Übergangsbereich beim Deutschen Schäferhund ein Cauda-equina-Syndrom verursachen.

Das bestätigen auch MORGAN und BAILEY (1990): LÜW sind bei einigen Hunderassen häufiger und diese erleiden auch häufiger ein CES. Diese Auffälligkeiten verifizierte MORGAN (1990) beim DSH. Tiere mit einem CES hatten in 38% der Fälle einen LÜW, während bei CES-freien Hunden diese Rate nur 11% betrug. Statistisch belegt wurde, dass ein LÜW und/oder eine degenerative Diskopathie ein CES begünstigen.

Nach MATTOON und KOBLIK (1993) ist ein LÜW signifikant häufiger bei mit CES-Syndrom erkrankten Hunden, wie schon LANG (1989) angibt.

LANG (1989) stellt fest, dass zudem die kleinen Wirbelgelenke verändert sind und damit das Drehzentrum der Bandscheibe verlagert wird, sodass sie mechanisch vermehrt belastet ist und als prädisponierender Faktor eines CES und/oder einer Bandscheibenerkrankung anzusehen ist. BARTHEZ et al. (1993) untermauern diese Zusammenhänge mit 21 Hunden mit CES. DSH waren (n=11 Tiere, 52%) überproportional häufig involviert. Der Typ Hansen II war bei ihnen die häufigste Ursache eines CES. Prädisponierend waren zudem Spondylosen, Stufenbildung und LÜW.

DANIELSSON und SJÖSTRÖM (1999) fanden unter 131 Hunden mit degenerativer lumbaler Stenose 12 (9%) Hunde mit einem LÜW. Der DSH war überproportional häufig involviert.

Bei Katzen ist nach HARRIS et al. (2018) die Lumbosakralstenose signifikant häufiger mit einem LÜW vergesellschaftet.

#### **2.10.4 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und weitere zuchthygienisch relevante röntgenologisch nachweisbare Veränderungen des Bewegungsapparates wie die Ellbogengelenksdysplasie (ED) und Osteochondrosis dissecans (OCD)**

Bei der Hüftgelenkdysplasie (HD), wie auch bei der Ellbogengelenksdysplasie (ED) und der Osteochondrosis dissecans (OCD) handelt es sich um komplexe Krankheitsbilder. Sie entwickeln sich sowohl hereditär als auch unter Einfluss von Umweltfaktoren (DISTL et al. 1991; SWENSON et al. 1997a, 1997b, MÄKI et al. 2000, MORGAN et al. 2000, MALM et al. 2008, STOCK et al. 2011, LEWIS et al. 2011).

GRONDALEN und LINGAAS (1991), DISTL et al. (1991), SWENSON et al. (1997a, 1997b), MÄKI et al. (2000 und 2002), MALM et al. (2008), HOU et al. (2010), STOCK et al. (2011) und LAVRIJSEN et al. (2014) geben einen Heritabilitätsfaktor für ED-verbundene Merkmale bis 0,39 an.

Sieht man einmal von den Studien ab, die zwischen LÜW und HD einen etwaigen Zusammenhang aufzudecken versuchen, liegen bisher keine Daten zu anderen, wohl auch

genetisch bedingten Skelettentwicklungsstörungen des Bewegungsapparates, wie dem Ellbogengelenksdysplasie-Komplex oder der Osteochondrosis dissecans im Schultergelenk und LÜW vor (DAMUR-DJURIC 2006, JULIER-FRANZ 2006, WIGGER et al. 2009).

Zahlreiche Zuchtverbände fordern abgesehen vom „HD Röntgen Screening“ bei etwaigen Skelettentwicklungsstörungen wie dem Ellbogengelenksdysplasie-Komplex (IEWG 2015) und der Osteochondrosis dissecans von den Gelenken (Ellbogen bzw. Schulter) Röntgenaufnahmen zur Begutachtung. Die Prävalenz von ED bei Hunden rangiert laut Orthopedic Foundation for Animals (OFA) je nach Rasse und Studie zwischen 0 und 65%.

LAVRIJSEN et al. (2014) geben bei Hunden mehrerer Rassen (je mehr als 100 untersuchten Tiere) die Prävalenz für ED mit 8,9% an, für HD mit 15%. Sie geben beim Rhodesian Ridgeback eine HD-Prävalenz von 6,4% an, für die ED war sie beim Rhodesian Ridgeback mit 3,9% am niedrigsten von allen untersuchten Rassen. Sie wiesen eine hohe Koinzidenz von HD und ED bei holländischen Rassehunden nach: je höher der HD-Grad umso häufiger auch die ED mit Tendenz zu höheren ED-Graden. Beide Merkmale hatten eine niedrige bis mittlere Heritabilität. Während es phänotypisch eine geringe positive Korrelation gab, schienen die Merkmale genetisch nicht korreliert zu sein.

#### **2.10.4.1 Ellbogengelenksdysplasie (ED)-Komplex**

Im Hinblick auf ED sollte das Ellbogengelenk im Seitenvergleich im Grundbildpaar, d.h. bei mediolateralem und kranio-kaudalem Strahlengang abgelenkt werden. Für die Aufnahme im mediolateralem Strahlengang sollten die Gliedmaßen im Ellbogengelenk so gebeugt sein, dass insbesondere die dorsale Begrenzung des Processus anconaeus zweifelsfrei beurteilt werden kann. Gegebenenfalls sind weitere Röntgenaufnahmen erforderlich, um eine Diagnosefindung zu erleichtern HOCK (2015).

Unter dem Begriff ED-Dysplasie werden mehrere Einzelerkrankungen subsummiert:

- Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC);
- Isolierter Processus anconaeus (IPA);
- Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OCD).

Später wurden unter dem Begriff ED weitere radiologische Auffälligkeiten des Ellbogengelenkes eingeordnet, wie die:

- Inkongruenz;  
(WIND 1986, VIEHMANN 1998, BRUNNBERG, VIEHMANN und WAIBL 1999, SAMOY et al. 2006, WINHART 2007, STEIN 2007, GRONAU 2007)
- Intracondyläre OCD/ Unvollständige Ossifikation der Humeruskondyle (engl. Incomplete Ossification of the Humeral Condyle (IOHC));  
(BRUNNBERG et al. 2001, JOHNSTON und TOBIAS 2012)
- Enthesopathie der Flexoren (syn. Metaplasie der Ursprungssehne der Flexoren).  
(MEYER-LINDENBERG et al. 2004, JOHNSTON und TOBIAS 2012)

Klinisch ist jede dieser Erkrankungen in einem sehr hohen Prozentsatz auch schon im Wachstumsalter Lahmheitsursache (JOHNSTON und TOBIAS 2012, COOK 2001). Ebenso führt jede dieser Erkrankungen in einem sehr hohen Prozentsatz zu sekundären Arthrosen (KUNST et al. (2014), JOHNSTON und TOBIAS (2012)) meist auch schon frühzeitig.

Röntgenologisch ist es leicht, unter den Erkrankungen aus dem ED-Komplex die Diagnose

- eines isolierten Processus anconaeus (IPA) auf dem Bild bei mediolateralem Strahlengang, ggf. mit gebeugtem Ellbogengelenk (COOK und COOK 2009, HOCK 2015);
- eine Osteochondrosis dissecans (OCD) der Trochlea humeri auf der Aufnahme bei kranio-kaudalem Strahlengang (HORST 2000, COOK und COOK 2009, HOCK 2015);
- eine intracondyläre OCD der Condylus humeri auf der Aufnahme im kranio-kaudalen Strahlengang (HORST 2000, COOK und COOK 2009, HOCK 2015).

zu diagnostizieren.

- Eine Ellbogengelenks-Inkongruenz – Stufe, ellipsoide Verformung der Incisura trochlearis - (BLOND et al. 2005, COOK und COOK 2009, HOCK 2015).

zu erkennen, bedarf es des Röntgengrundbildpaares.

Es kann dagegen sehr schwierig sein, den Fragmentierten Processus coronoideus medialis ulnae (FPC) im Röntgengrundbildpaar zu erkennen. Ist das fragmentierte Coronoid nicht zweifelsfrei röntgenologisch auszumachen, sind sekundäre Veränderungen in Form einer Ausschlussdiagnostik wegweisend für einen FPC (VOORHOUT und HAZEWINKEL 1987, HOCK 2015, HORNOF et al. 2009, COOK und COOK 2009).

Nach LAVRIJSEN (2014) ist der FPC mit 94% vor der Inkongruenz des Ellbogengelenkes mit 18%, der OCD mit 10% und dem IPA mit 1,5% die häufigste ED-Primärläsion.

Das röntgenologische Screening der Ellbogengelenke wird im Rahmen der Zuchtzulassung bei Hunden mit einer Schulterhöhe ab 45 cm (Widerristhöhe der Rassebestimmung der FCI) verlangt (Zuchtbuchbestimmungen ZBB, IHV Internationaler Hunde Verband e.V.).

Der Bewertung der Röntgenaufnahmen liegt das Grading-System der IEWG (2015) zugrunde (Tab. 14, S. 70).

#### **2.10.4.2 Einzelerkrankungen des Ellbogengelenksdysplasie-Komplexes**

##### **Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC)**

Der Fragmentierte Processus coronoideus ist die in der Regel am schwierigsten röntgenologisch diagnostizierbare Primärläsion der ED. Ein unscharf begrenzter Processus coronoideus medialis mit verminderter Röntgendichte kann hinweisend sein. Schwerere Veränderungen wie Abplattung, Abrundung, Knochenproliferation und deutliche Fragmentierung können in der Regel auf verschiedenen Röntgenprojektionen erkannt werden. Aufgrund der geringen Sensitivität der Röntgenuntersuchung zur Diagnose der Primärläsion FPC, wird bei sekundärer Osteoarthrose ohne andere röntgenologisch erkennbare Primärläsionen wie IPA, OCD oder Ellbogengelechtsinkongruenz häufig von einem FPC ausgegangen (VOORHOUT und HAZEWINDEL 1987, BLOND et al. 2005, TROMBLEE et al. 2007, JOHNSTON und TOBIAS 2012, KUNST et al. 2014, HOCK 2015). Eine sichere Diagnosestellung ist im CT möglich, weil auch subtile und subchondrale Knochenveränderungen wie Sklerosierung(en), Fissur(en), Nekrose(n), Zyste(n) und Fragmentierungen erkannt werden können (TROMBLEE et al. 2007, KUNST et al. 2014, HOCK 2015), die röntgenologisch oft nicht entdeckt werden (AUMARAN 2007).

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

Der Processus anconaeus entsteht bei großwüchsigen Hunderassen aus einem separaten Ossifikationszentrum im proximalen Bereich der Ulna. Er fusioniert meist im Alter von ca. 4-5 Monaten. Ein isolierter, nicht fusionierter Processus anconaeus ulnae, ist in der mediolateralen gebeugten Projektion sicher zu erkennen (VOORHOUT und HAZEWINDEL 1987, BLOND et al. 2005, HOCK 2015).



### **Osteochondrosis dissecans des Ellbogengelenkes (OCD)**

Die Osteochondrosis dissecans im Bereich des Ellbogengelenkes entsteht meist auf der gewichttragenden Oberfläche des Condylus humeri medial an der Trochlea humeri und ist röntgenologisch als subchondrale Abplattung oder Defekt mit sklerotischen Rändern auszumachen. Sie kann, abhängig von Größe und Schweregrad, meist röntgenologisch auf der kranio-kaudalen Standardaufnahmen diagnostiziert werden (VOORHOUT und HAZEWINKEL 1987, BLOND et al. 2005, HOCK 2015)

### **Intracondyläre Osteochondrosis dissecans/ Incomplete Ossification of the Humeral Condyle (IOHC)**

Die genaue Prävalenz der intracondylären OCD des Humerus/IOHC (Incomplete Ossification of the Humeral Condyle) ist noch unklar (HATTERSLEY et al. 2011). Sie ist vor allem bei Spaniern, aber auch einigen anderen Hunderassen wie Labrador Retriever, Englischen Pointern, DSH, Rottweilern, Yorkshire Terriern, Deutschen Wachtelhunden und Tibetischen Mastiff beschrieben (ROVESTI et al. 1998, BUTTERWORTH et al. 2001, ROBIN et al. 2001, GNUDI et al. 2005, GABRIEL et al. 2009). Häufig ist sie bilateral ausgeprägt und in 23,5%-25% der Fälle mit anderen Läsionen am Ellbogengelenk, wie einem fragmentierten Proc. coronoideus medialis, vergesellschaftet (MARCELLIN-LITTLE 1994, MEYER-LINDENBERG et al. 2002). Aufgrund des gehäuften Auftretens innerhalb einiger Rassen geht man von einer erbliche Komponente aus (HATTERSLEY et al. 2011).

### **Inkongruenz innerhalb des Ellbogengelenks**

Eine Inkongruenz des Ellbogengelenks ist durch Stufenbildung zwischen Caput radii und dem Processus coronoideus laeralis ulnae, sowie einen erweiterten humero-ulnaren Gelenkspalt gekennzeichnet. Die Sensitivität der Röntgendiagnostik bezüglich Ellbogengelenksinkongruenz ist wesentlich vom Schweregrad der Ausprägung geprägt. Sie ist bei einer Inkongruenz von mehr als 2mm signifikant höher. Dies nachzuweisen, sollten die Gliedmaße im Ellbogengelenk gebeugt im mediolateralen Strahlengang abgebildet werden. Der Zentralstrahl sollte auf den Epicondylus medialis gerichtet sein (VOORHOUT und HAZEWINKEL 1987, BLOND et al. 2005, HOCK 2015).

Nach LAVRIJSEN et al. (2014) ist bei 4% der Hunde eine Cubarthrose ohne erkennbare Primärläsion feststellbar.

#### **2.10.4.3 Osteochondrosis dissecans (OCD)**

Sieht man einmal von der HD und der ED mit dem Krankheitsbild der Osteochondrosis dissecans (OCD) ab, wird bei einigen Rassen wie Golden Retriever, Labrador Retriever und Rottweiler aus zuchthygienischen Gründen auch an anderen Gelenken wie dem Schultergelenk oder den Sprunggelenken im Rahmen des Zuchtscreenings röntgenologisch nach der OCD gesucht (HORST 2000, LAFOND 2002). Die Osteochondrosis dissecans ist, wie HD und ED, eine häufige Entwicklungsstörung während des Wachstums, meist im Alter von ca. 5 Monaten. Am Schultergelenk betrifft sie hauptsächlich das kaudale Drittel des Humeruskopfes. Die röntgenologische Diagnose beruht auf der Aufnahme im mediolateralen Strahlengang (MORGAN et al. 2000). Bei etwa 3,7% aller Hunde mit einer Lahmheit der Vordergliedmaße konnten HUIBREGSTE et al. (1994) eine OCD diagnostizieren. Bei Hunden unter einem Jahr, die aufgrund von Lahmheit vorgestellt wurden, waren es 9% (BARDET 1997). Rüden waren häufiger betroffen als Hündinnen. Nach epidemiologischen und genetischen Studien gibt es ausgeprägte Rasseprädispositionen für die OCD, insbesondere für große- und riesenwüchsige Rassen, sodass eine genetisch Prädisposition anzunehmen ist (VAN BREE und VAN RYSSSEN 1998, HORST 2002, KRAMER et al. 2006, SCHAAF et al. 2009). Die Heritabilität rangiert laut Studien zwischen 10 und 45%, wobei es sich um einen polygenetischer Erbgang handelt (KRAMER 2006, BÖTTCHER 2009). Wie auch die HD und ED ist die OCD eine multifaktoriell bedingte Erkrankung, bei der verschiedene Risikofaktoren, unter anderem Heritabilität, schnelles Wachstum, diätetische Aspekte sowie Traumata diskutiert werden (DENNY 1987, SJOSTROM 1998, HOLSWORTH 2004).

Eine Korrelation zwischen OCD und lumbosakralem Übergangswirbel ist bisher nicht bekannt und in der mir zugänglichen Literatur auch nicht beschrieben.

### 3 MATERIAL

Für die vorliegende retrospektive Studie wurden 13385 analoge Röntgenaufnahmen aus dem Zeitraum von 18.12.1987 bis 17.07.2015 ausgewertet, die in der Kleintierklinik der Freien Universität Berlin oder andernorts angefertigt wurden und zur Auswertung zur Klinik gesandt wurden.

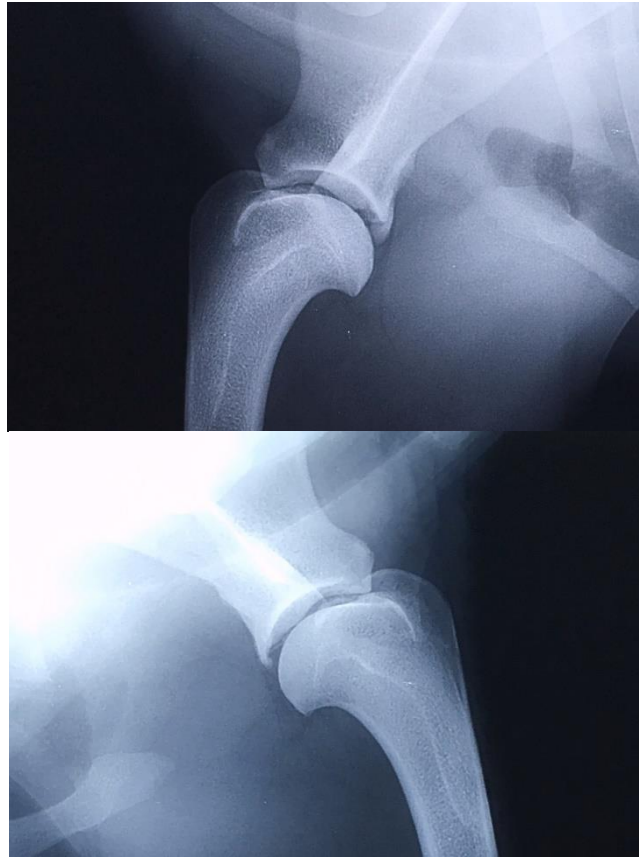
Insgesamt lagen Aufnahmen von 116 Hovawarts, 249 Basset Hounds und 2037 Rhodesian Ridgebacks vor.

Die Aufnahmen des Beckens waren in Rückenlage des Hundes im ventrodorsalen Strahlengang mit gestreckten Hintergliedmaßen entsprechend den Anforderungen für die HD-Diagnostik (FCI-Position 1) angefertigt (Tab. 11, S. 68). Der für die jeweiligen Rassen zuständige HD-Gutachter hat die HD-Grade befundet.



**Abb. 6: HD-Röntgenaufnahme eines Rhodesian Ridgebacks (FCI-Position I)**

Zusätzlich zur HD wurden Rhodesian Ridgebacks im Hinblick auf eine Osteochondrosis dissecans (OCD) im Schultergelenk und/oder Ellbogengelenk befundet.



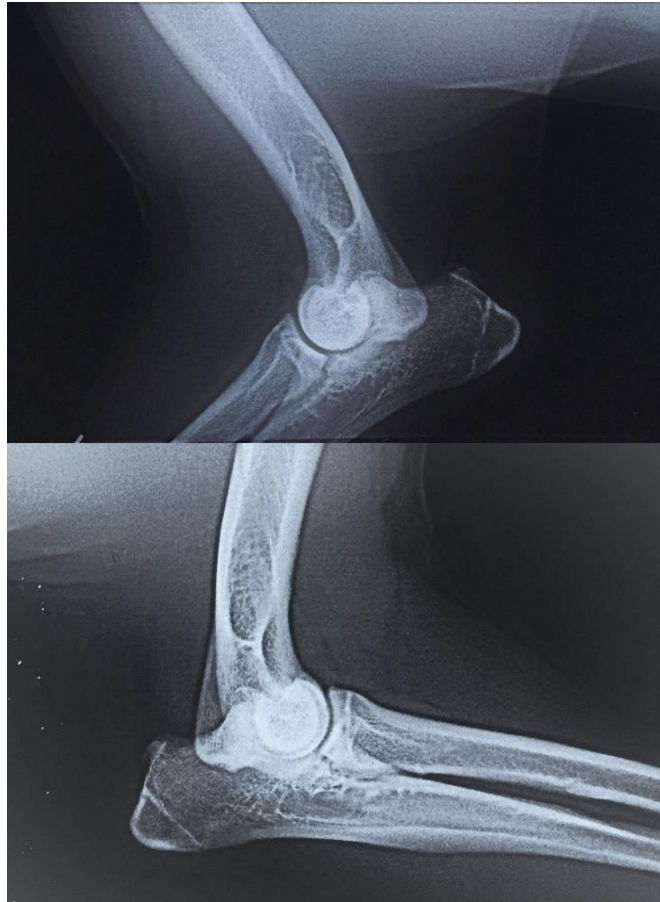
**Abb. 7: Röntgenaufnahmen der Schultergelenke eines Rhodesian Ridgebacks  
(mediolateral)**

Für die Ellbogengelenke beim Rhodesian Ridgeback galt es zudem, die Erkrankungen, die unter dem Begriff der Ellbogengelenksdysplasie (ED) subsummiert werden, röntgenologisch zu belegen oder aber die Gelenke als ED frei zu befunden.

Erkrankungen des Ellbogengelenksdysplasie-Komplexes:

- Processus anconaeus isolatus;
- Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae;
- Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri;
- Intracondyläre OCD/ IOHC;
- Ellbogengelenks-Inkongruenz:
  - Distractio cubiti;
  - Short Radius Syndrom;
  - Elipsoide Verformung der Incisura trochlearis, Metaplasie der Ursprungssehnen der Flexoren von Karpus und Zehen.

Deswegen lagen Röntgenaufnahmen der Ellbogengelenke jeweils im kraniokaudalen und mediolateralen Strahlengang vor.



**Abb. 8: Röntgenaufnahmen der Ellbogengelenke eines Rhodesian Ridgebacks  
(mediolateral leicht gebeugt)**



**Abb. 9: Röntgenaufnahmen beider Ellbogengelenke eines Rhodesian Ridgebacks  
(kraniokaudal)**

## **4 METHODEN**

### **4.1 Beurteilbarkeit**

Entsprechend dem Studienanliegen wurden nur Röntgenaufnahmen vom Becken in HD-Position I ausgewertet, auf denen der lumbosakrale Übergangsbereich vollständig abgebildet und das Tier korrekt gelagert war. Insgesamt 154 Bilder wurden im Zusammenhang dieser Schrift nicht berücksichtigt, da die Aufnahmen lagerungs- und/oder röntgentechnisch von minderer Qualität oder aber nicht gekennzeichnet waren. 427 Bilder fehlten, weil sie dem Obergutachter zugesandt werden mussten, aber nicht zurückgegeben wurden.

### **4.2 Identität**

Die Identität der Tiere wurde der Inscrition (Scribor) der Rö-Aufnahmen und dem HD-Befundbogen sowie für die RR dem ED/OCD-Befundbogen entnommen (Zuchtverband, Tiername, Geschlecht, Zuchtbuchnummer, Wurftag, Chip-Nummer und/oder Tattoo-Nummer, Name und Anschrift des Tierhalters, Datum der Röntgenuntersuchung) und das Alter bei Erstellung der Aufnahmen aus Geburtsdatum und Röntgendatum errechnet.

Zur Beurteilung der Röntgenbilder wurde ein Röntgenbildbetrachter der Firma Siebert Modell 30573 mit variabler Lichtstärke genutzt.

### **4.3 Beurteilungskriterien**

Die Röntgenaufnahmen des Beckens wurden auf Veränderungen im lumbosakralen Übergangsbereich im Sinne von Übergangswirbeln abgesucht. War der Bereich morphologisch verändert, wurde dies registriert und in Anlehnung an JULIER-FRANZ (2006) klassifiziert.

Die Ergebnisse wurden statistisch ausgewertet und auf eine etwaige Korrelation zur Hüftgelenks- oder Ellbogengelenksdysplasie und/oder OCD im Schultergelenk analysiert.

Bei den Abbildungen und Röntgenaufnahmen in dieser Arbeit entspricht die Lagerung der bei der Röntgenuntersuchung üblichen Positionierung. Die linke Seite der Abbildung bzw. des Röntgenbildes entspricht demnach der rechten Seite des Hundes und vice versa.

## 4.4 Statistik

Es wurden sowohl deskriptive als auch stratifizierte statistische Untersuchungen durchgeführt.

Qualitative Variablen wurden mittels Chi-Quadrat-Test mit anderen qualitativen Variablen verglichen. War die Verwendung des Chi-Quadrat-Tests aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht angezeigt, wurde der Fisher's Test angewendet.

Der Vergleich des durchschnittlichen Alters zum Zeitpunkt der Röntgenuntersuchung nach Rassen erfolgte durch Varianzanalyse (ANOVA). Die Homogenität der Varianz innerhalb jeder Rasse wurde zunächst mit dem Barlett's Test untersucht.

Prozentangaben wurden auf eine Nachkommastelle gerundet.

## 4.5 Morphologie des letzten Lendenwirbels (Querfortsätze)

Am letzten Lendenwirbel wurde die Morphologie der Querfortsätze im Hinblick auf Veränderungen in Länge, Ausrichtung und Kontaktaufnahme zum Kreuzbein abgesehen und klassifiziert.

### 4.5.1 Länge der Querfortsätze

Bei Grad 0 entspricht die Länge der Querfortsätze denen eines Lendenwirbels. Bei Grad 1 ist der Transversalfortsatz deutlich verkürzt, bei Grad 2 nur noch rudimentär ausgebildet und bei Grad 3 mit der Pars lateralis des Kreuzbeins verschmolzen oder fehlt ganz.

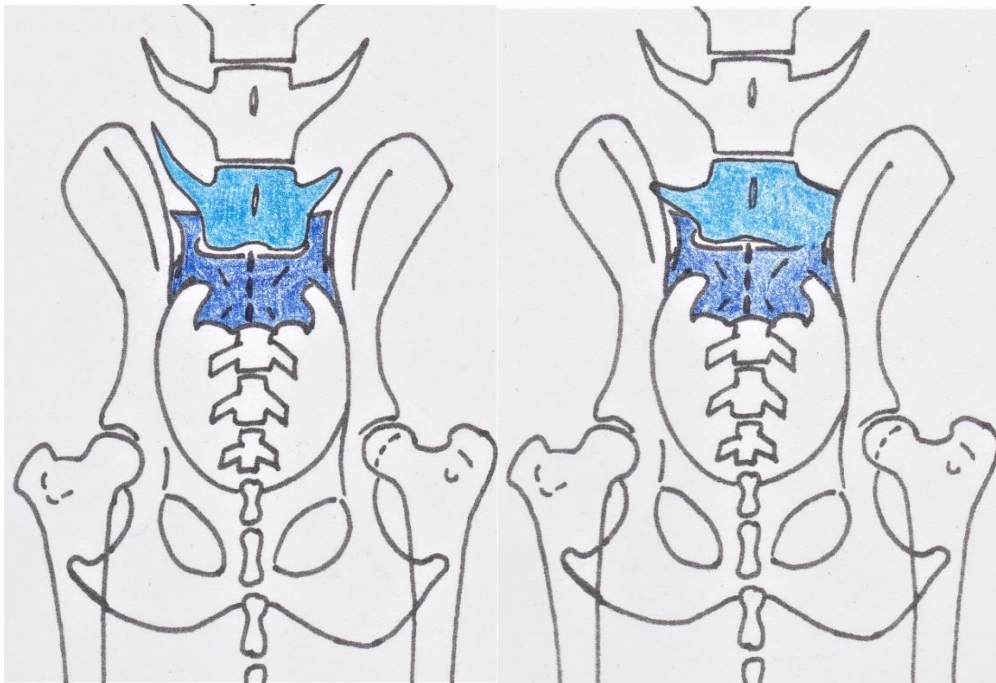


Abb. 10: Rechts Grad 0 – Links Grad 1    Abb. 11: Rechts Grad 2 – Links Grad 3

Tab. 3: Länge der Querfortsätze

0	normal
1	Verkürzter Q.
2	Rudimentärer Q.
3	Q. vollständig fusioniert/nicht ausgebildet



#### 4.5.2 Ausrichtung der Querfortsätze

Ist der Querfortsatz kraniolateral gerichtet, wird das mit Grad 0, lateral mit Grad 1 und nicht erkennbar gerichtet mit Grad 2 definiert.

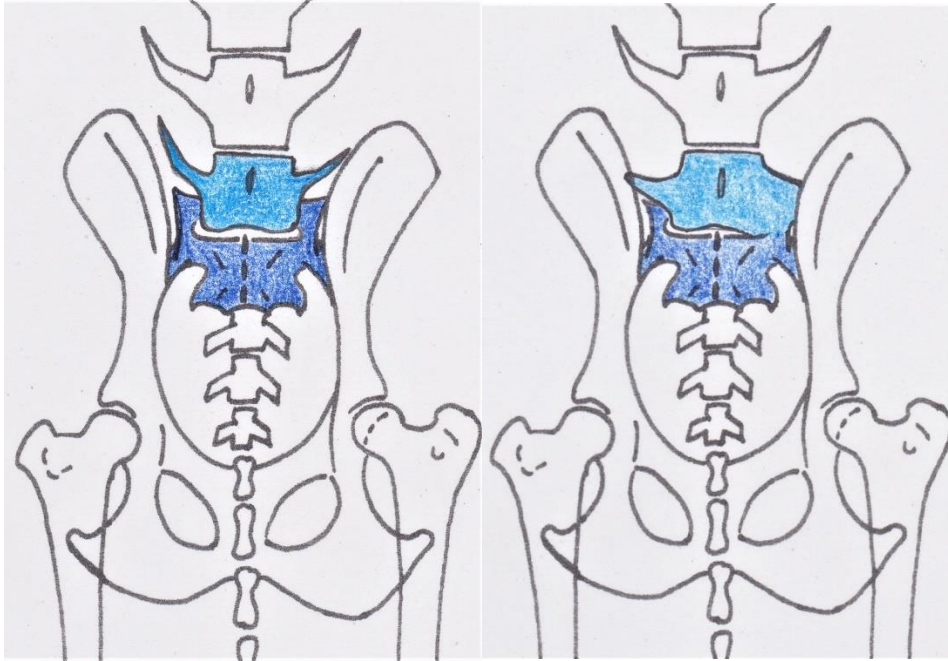


Abb. 12: Rechts Grad 0 – Links Grad 1    Abb. 13: Rechts Grad 1 – Links Grad 2

Tab. 4: Ausrichtung der Querfortsätze

0	Kraniolateral
1	Lateral
3	Ausrichtung nicht erkennbar

### 4.5.3 Kontaktaufnahme der Querfortsätze zum Kreuzbein

Je nach Ausmaß des Kontaktes des Processus transversus des letzten Lendenwirbels und der Pars lateralis des Kreuzbeins bedeutet Grad 0 kein Kontakt, Grad 1 kaudal ist der Querfortsatz dezent ausgezogen, bei Grad 2 kontaktiert der Querfortsatz das Kreuzbein, ist aber noch als solcher zu erkennen und abgrenzbar, während sich bei Grad 3 der Querfortsatz nicht mehr als solcher erkennen oder abgrenzen lässt.

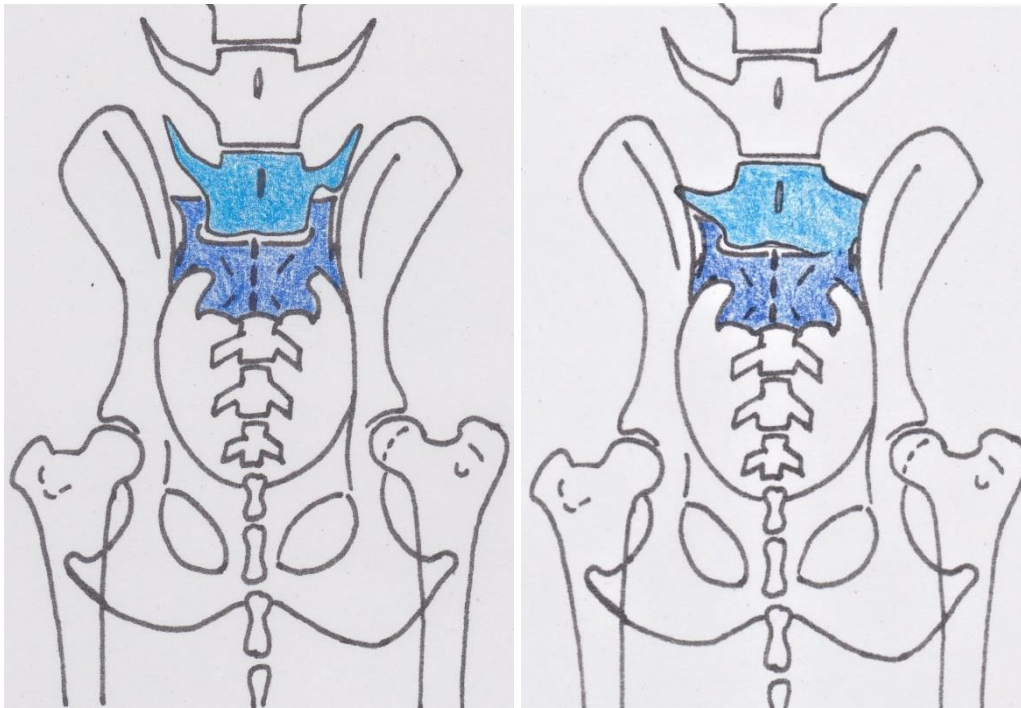


Abb. 14: Rechts Grad 0 – Links Grad 1    Abb. 15: Rechts Grad 2 – Links Grad 3

Tab. 5: Kontaktaufnahme der Querfortsätze zum Kreuzbein

0	Keine Kontaktaufnahme
1	Ausziehung nach kaudal, keine Kontaktaufnahme
2	Kontaktaufnahme, Q. abgrenzbar
3	Kontaktaufnahme, Q. nicht abgrenzbar

## 4.6 Morphologie des Kreuzbeins

Um einen lumbosakralen Übergangswirbel exakt zu erkennen, wurden die Abstände zwischen den Dornfortsätzen des Kreuzbeins und die Anzahl der Kreuzbeinwirbel gemessen/gezählt.

### 4.6.1 Spatium interspinosum des Kreuzbeins

Bei Grad 0 entspricht der Abstand zwischen dem 1. und 2. Proc. spinosus des jeweiligen Sakralwirbels dem zwischen dem 2. und 3. Bei Grad 1 ist der Abstand zwischen dem 1. und 2. Proc. spinosus deutlich weiter als zwischen dem 2. und 3., der erste Dornfortsatz ist isoliert.

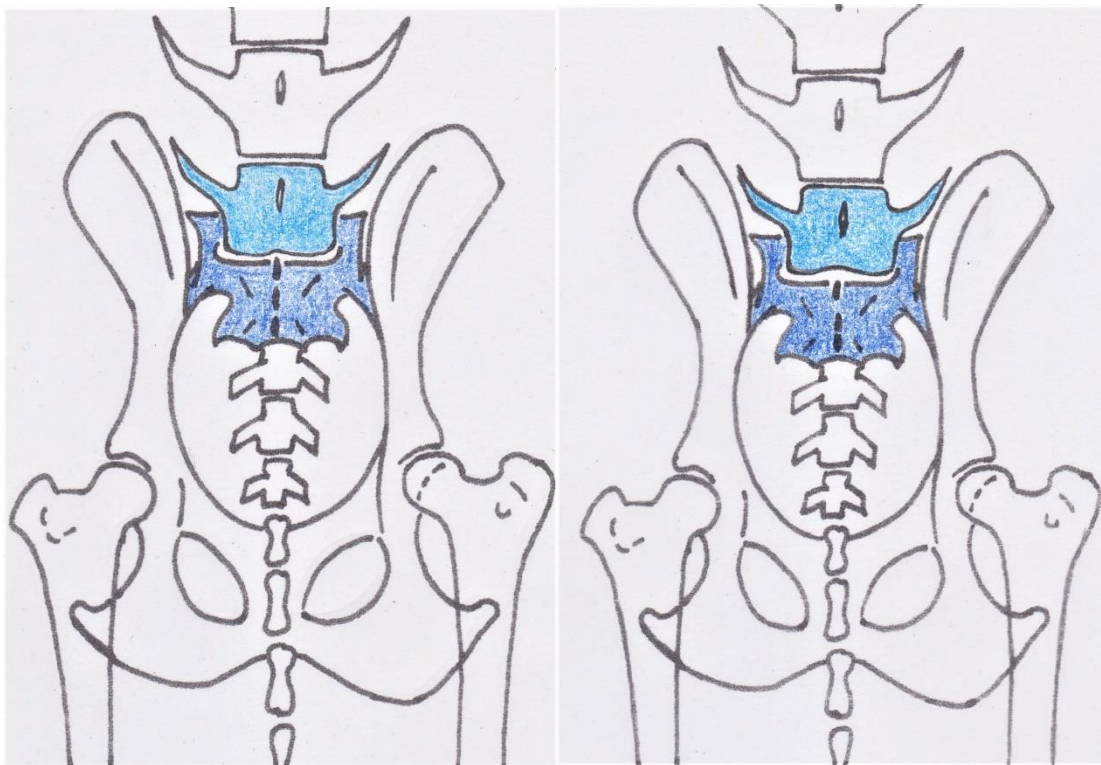


Abb. 16: Grad 0

Abb. 17: Grad 1

Tab. 6: Abstände zwischen den Dornfortsätzen des Kreuzbeins

0	regelmäßig
1	Abstand S1 und S2 > S2 und S3, Proc. spinosus S1 isoliert

#### 4.6.2 Anzahl der Kreuzbeinwirbel

Mit Grad 0 werden drei zum Os sacrum verschmolzene Sakralwirbel benannt, während das bei Grad 1 nur für zwei zutrifft und bei Grad 2 vier Sakralwirbel vollständig fusioniert sind.

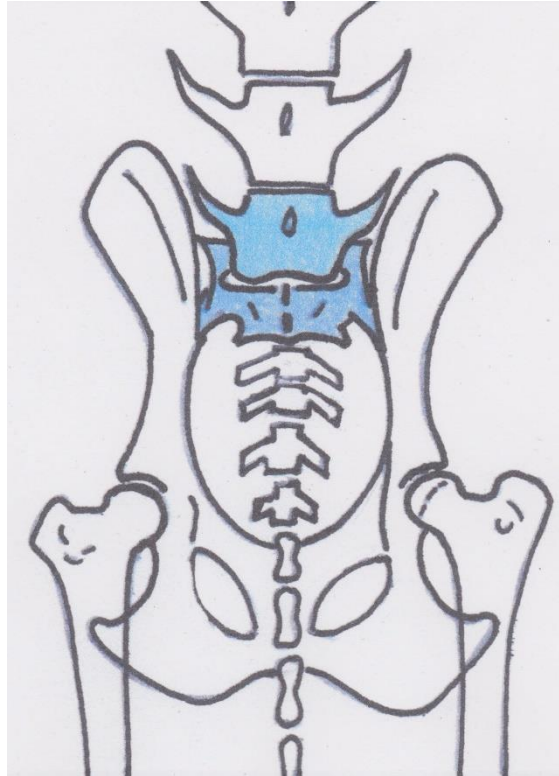


Abb. 18: Grad 1

Tab. 7: Anzahl Kreuzbeinwirbel

0	3 Kreuzbeinwirbel
1	2 Kreuzbeinwirbel
2	4 Kreuzbeinwirbel

## 4.7 Morphologie des Spatium intervertebrale zwischen L7/S1

Mit diesem Kriterium wird das Spatium intervertebrale zwischen dem letzten Lendenwirbel (L7) und dem ersten Sakralwirbel (S1) charakterisiert. Dabei bedeutet Grad 0 normal weit, bei Grad 1 kontaktieren L7 und S1 lateral, während mittig der Zwischenwirbelspalt noch offen ist. Ist das Spatium intervertebrale nur noch als radioopake Linie zu erkennen, entspricht dies dem Grad 2 während bei Grad 3 L7 und Os sacrum fusioniert sind.

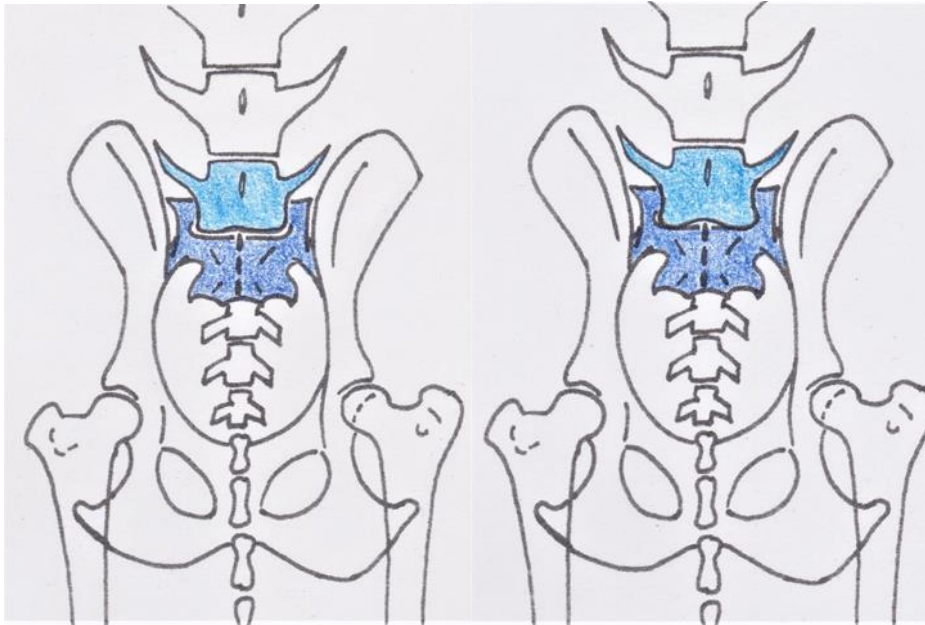


Abb. 19: Grad 0

Abb. 20: Grad 1

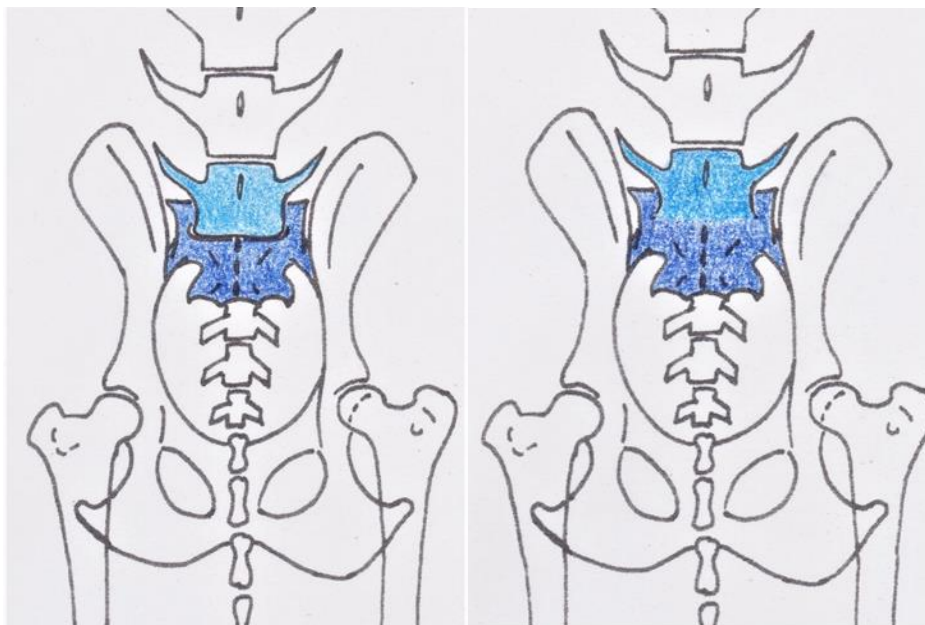


Abb. 21: Grad 2

Abb. 22: Grad 3

**Tab. 8: Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (L7/S1)**

0	Normal
1	Wirbelkörperkontakt lateral, Zwischenwirbelspalt mittig deutlich
2	Wirbelkörperkontakt vollständig aber nicht fusioniert, Zwischenwirbelspalt als radioopaken Linie erkennbar
3	Wirbelkörper fusioniert

## 4.8 Morphologie des sakrokokzygealen Übergangs

Sind erster Schwanzwirbel und letzter Sakralwirbel isoliert und hat der Schwanzwirbel kurze, kräftige Querfortsätze, die kaudal gerichtet sind, ist das als Grad 0 (normal), während Abweichungen davon einen sakrokokzygealen Übergangswirbel Grad 1 klassifizieren.

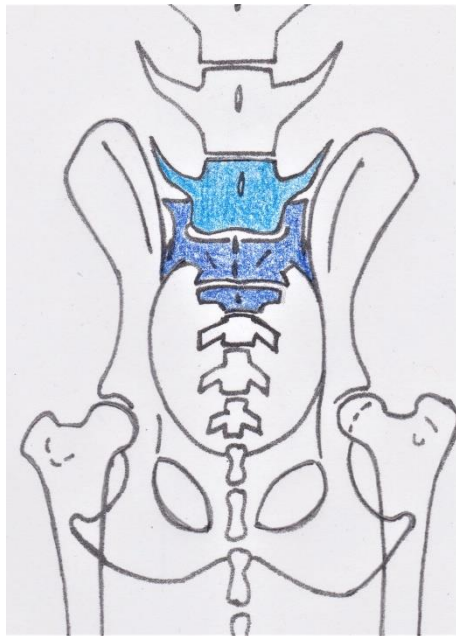


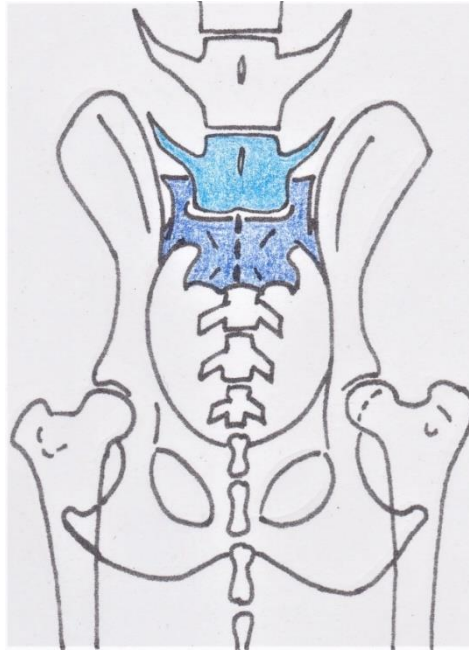
Abb. 23: Grad 1

Tab. 9: Sakrokokzygealer Übergangsbereich

0	normal
1	Übergangswirbel

## 4.9 Symmetrie des lumbosakralen Übergangs

Anatomisch ist der L7 durch den Zwischenwirbelspalt vom Os sacrum getrennt. Die Länge der Querfortsätze ist der anatomischen Lokalisation entsprechend, sie sind kranio-lateral gerichtet, ohne das Kreuzbein zu tangieren. Die Querfortsätze der drei Kreuzwirbel sind zur Pars lateralis ossis sacri verschmolzen. Die Abstände zwischen den Dornfortsätzen der Sakralwirbel sind regelmäßig.



**Abb. 24: Unveränderter lumbosakraler Übergangsbereich (Typ 0)**

Vertebrae mit bilateral symmetrischen Querfortsätzen wurden von denen mit asymmetrisch geformten Querfortsätzen unterschieden. Bilateral symmetrische Querfortsätze können normal geformt sein oder die Form eines symmetrischen Übergangswirbels (symLÜW) aufweisen. Bei einer Asymmetrie (asymLÜW) wurde die Seite des Wirbels mit der ausgeprägteren Veränderung notiert und detailliert beschrieben, außerdem wurde vermerkt, ob der veränderte Querfortsatz Kontakt zum Darmbein hatte.



**Tab. 10: Symmetrie des lumbosakralen Übergangsbereiches**

0	Physiologisch bilateral symmetrisch
1	Symmetrischer LÜW (symLÜW)
1a	Isolierter Proc. spinosus S1 (symLÜW Typ 1)
1b	Markanter symmetrischer LÜW (symLÜW Typ 2)
2	Asymmetrischer LÜW (asymLÜW)
2a	Rechts stärker verändert ohne Kontakt (asymLÜW-r-frei)
2b	Rechts stärker verändert mit Kontakt (asymLÜW-r-Kontakt)
2c	Links stärker verändert ohne Kontakt (asymLÜW-l-frei)
2d	Links stärker verändert mit Kontakt (asymLÜW-l-Kontakt)

#### 4.9.1 Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW)

Ein isolierter Dornfortsatz des ersten Sakralwirbels ist bereits Kennzeichen eines Übergangswirbels. Die Veränderung ist bilateral symmetrisch und wird als Grad 1a charakterisiert (Tab. 10).

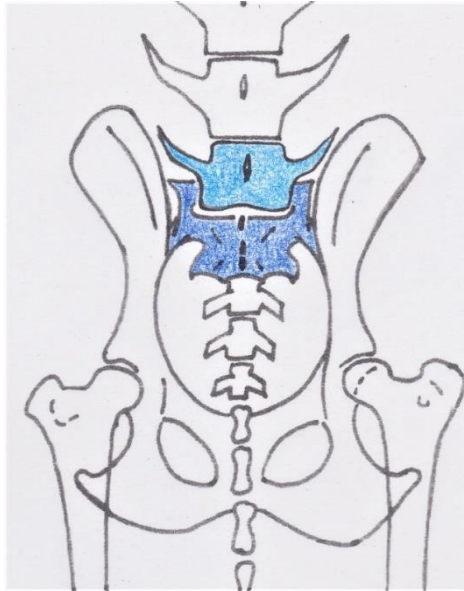
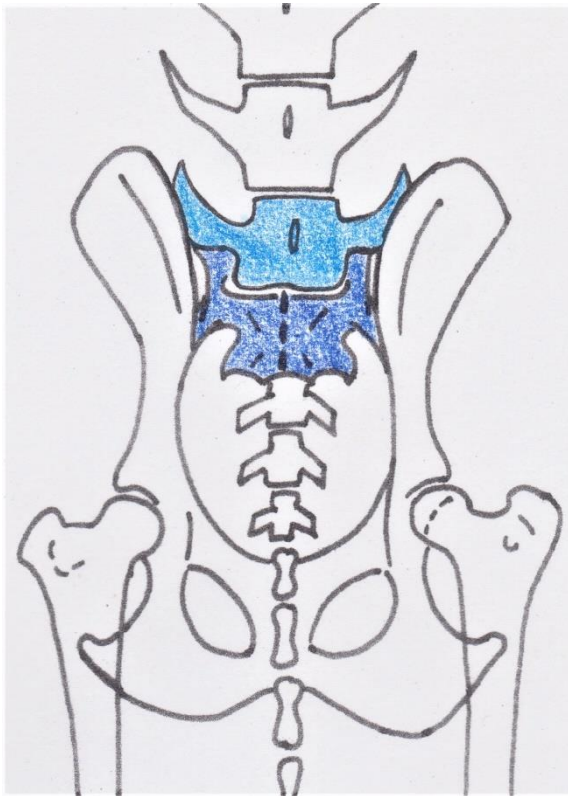


Abb. 25: symLÜW Typ 1a

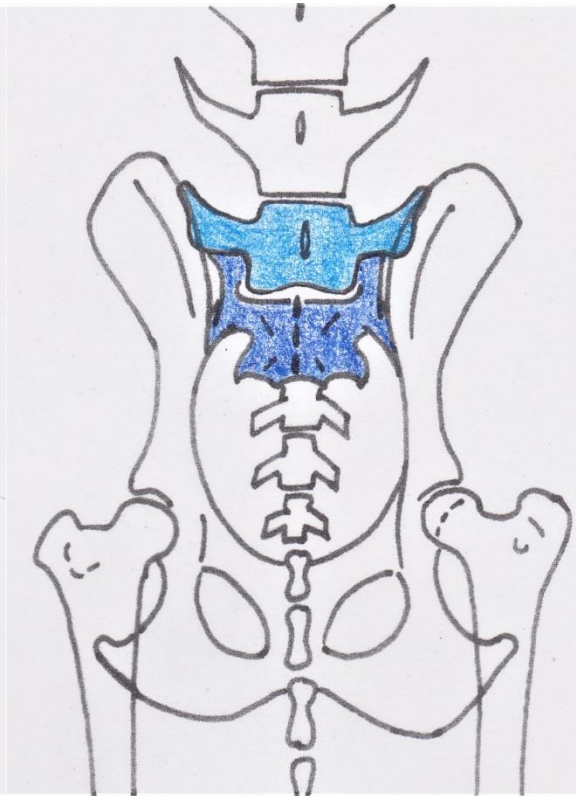


Abb. 26: symLÜW Typ 1a

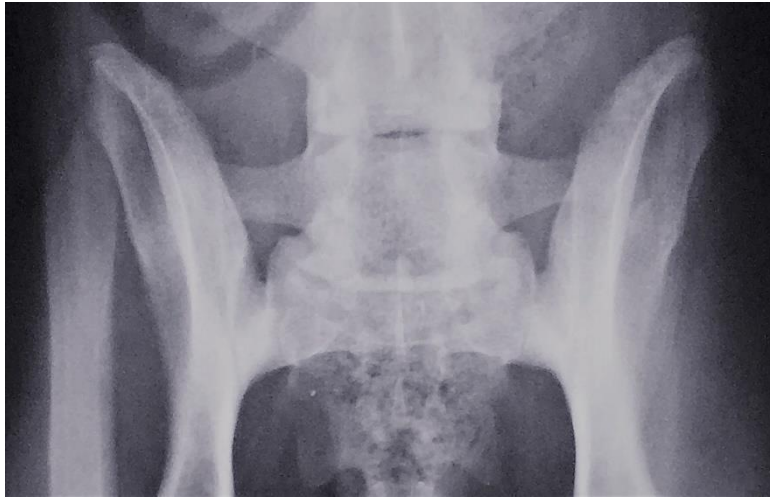
Unabhängig von den Dornfortsätzen kann die Morphologie des letzten Lenden- oder ersten Sakralwirbels symmetrisch ausgeprägt verändert sein. Dies ist als Grad 1b klassifiziert (Tab. 10). Die Querfortsätze des letzten Lendenwirbels können bilateral symmetrisch in Länge, Ausrichtung und im Kontakt zum Kreuzbein vom Normalen abweichen. Das Ausmaß der verschiedenen Morphologie-Abweichungen kann geringgradig, deutlich bis zur vollständigen Fusion reichen. Der erste Sakralwirbel kann ebenfalls bilateral symmetrisch abweichen. Auch kann der erste Sakralwirbel isoliert sein und morphologisch einem Lendenwirbel ähneln.



**Abb. 27: symLÜW Typ 1b**



**Abb. 28: symLÜW Typ 1b**



**Abb. 29: symLÜW 1b: die Querfortsätze des letzten Lendenwirbels sind bilateral lateral ausgerichtet, der Zwischenwirbelspalt ist als opake Linie zu erkennen**



**Abb. 30: symLÜW 1b: die Querfortsätze des letzten Lendenwirbels sind zum Teil noch abgrenzbar, sie nehmen großflächig Kontakt zum Darmbein auf, der Zwischenwirbelspalt ist als opake Linie zu erkennen**

#### 4.9.2 Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW)

Der asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel ist unilateral oder unilateral markanter verändert. So können die Querfortsätze einseitig wie die eines Lendenwirbels gestaltet sein, aber kontralateral denen eines Sakralwirbels ähneln, oder aber sie unterscheiden sich im Seitenvergleich nur in der Größe. Registriert wird, ob der Querfortsatz das Darmbein kontaktiert (Tab. 10, S. 60, Typ 2c und d) und welche Seite deutlicher verändert ist (Tab. 10, S. 60, Typ 2a und b). Ein linksseitig etwas verkürzter und rechts rudimentär ausgebildeter Querfortsatz wird als ein asymmetrischer LÜW rechtsseitig eingestuft.

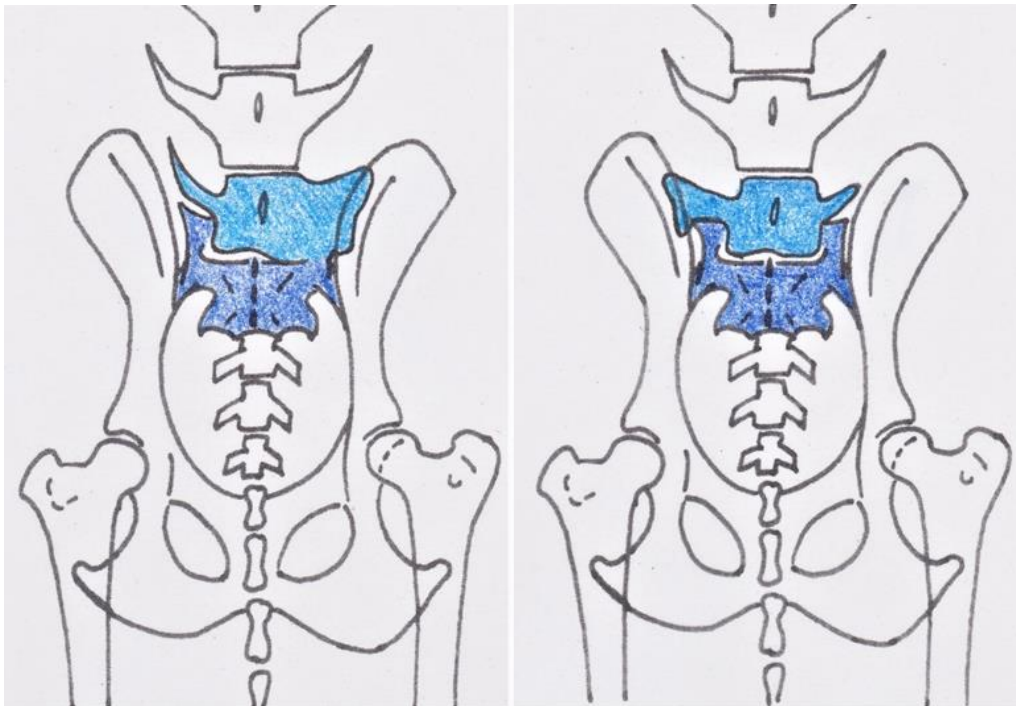


Abb. 31: asymLÜW-l-Kontakt (Typ 2d)

Abb. 32: asymLÜW-r-Kontakt (Typ 2b)



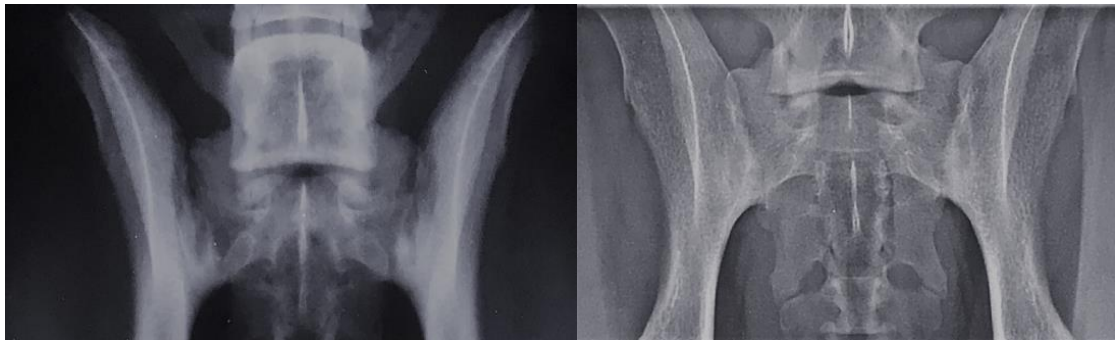
**Abb. 33: asymLÜW-r-Kontakt (Typ 2b):** der linke Querfortsatz ist unverändert, der rechte Querfortsatz hat eine deutlich verbreiterte Basis, eine Ausrichtung ist nicht mehr erkennbar, er nimmt großflächig Kontakt zum Darmbein auf, der Zwischenwirbelspalt ist links noch erkennbar, auf der rechten Seite sind Querfortsatz des letzten Lendenwirbels und Sakrum knöchern verbunden



**Abb. 34: asymLÜW-r-Lontakt (Typ 2b):** der linke Querfortsatz ist verbreitert und besitzt eine kaudale Ausziehung, der rechte Querfortsatz hat eine deutlich verbreiterte Basis, eine Ausrichtung ist nicht mehr erkennbar, er nimmt großflächig Kontakt zum Darmbein auf, der Zwischenwirbelspalt ist links noch erkennbar, auf der rechten Seite sind Querfortsatz des letzten Lendenwirbels und Sakrum knöchern verbunden

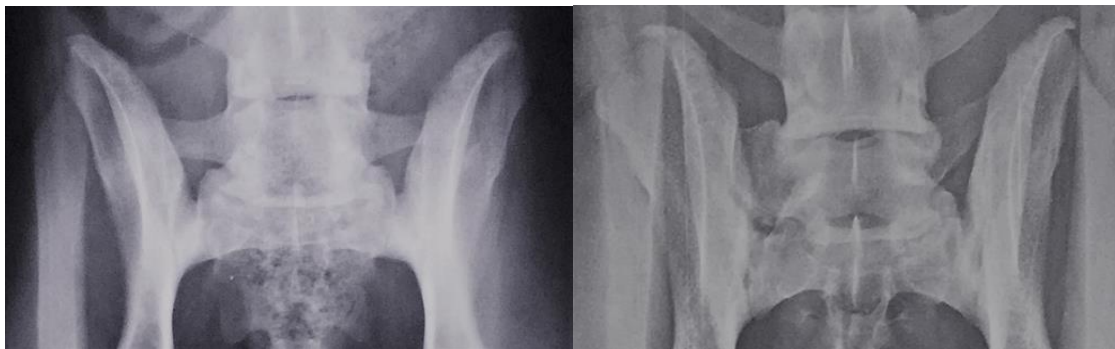
Entsprechend dieser Kriterien lassen sich drei verschiedenen Formen des lumbosakralen Übergangsbereiches benennen:

- 1) Anatomisch „korrekter“ Lumbosakraler Übergang;
- 2) Symmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel;
  - a) Isolierter Proc. spinosus S1;
  - b) markanter symLÜW;
- 3) Asymmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel;
  - c) Links oder rechts;
  - d) Mit oder ohne Kontaktaufnahme zum Darmbein.



**Abb. 35: unverändert**

**Abb. 36: symLÜW Typ1**



**Abb. 37: symLÜW Typ2**

**Abb. 38: asymLÜW Typ 2b**

## 4.10 HD-, ED-, OCD-Befundbögen

Während für die Hovawarts und Basset Hounds nur der Hüftgelenkdysplasie aus zuchthygienischen Erwägungen nachgegangen werden musste, waren beim Rhodesian Ridgeback auch die ED- und OCD im Schultergelenk mit zu beurteilen. Diese jeweiligen Befunde wurden den Befundbögen entnommen und anhand der Röntgenbilder überprüft.

### 4.10.1 Befunde Hüftgelenkdysplasie (HD)



Abb. 39: FCI-Position I HD (Grad A)



**Tab. 11: Beurteilung der Hüftgelenke nach Kriterien der FCI (Federation Cynologique Internationale) nach Flückiger (1993) modifiziert von Brunnberg (2014)**

<b>Grad A</b>	<b>HD-frei</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Femurkopf (FK) und Azetabulum sind kongruent</li> <li>• Enger symmetrischer Gelenkspalt</li> <li>• Kranialer Azetabulumrand scharf und kontinuierlich auslaufend</li> <li>• Zentrum des Femurkopfes liegt medial des dorsalen Azetabulumrandes (DAR)</li> <li>• Norbergwinkel liegt um 105°</li> <li>• Keine Anzeichen von Osteoarthritis</li> </ul>
<b>Grad B</b>	<b>Übergangsform</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Femurkopf und Azetabulum ggr. inkongruent und der Norbergwinkel ist bei 105° oder größer</li> </ul> <p><u>oder</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Femurkopf und Azetabulum sind kongruent und der Norbergwinkel ist kleiner als 105° (um 100°)</li> <li>• Kranialer Azetabulumrand scharf und kontinuierlich auslaufend</li> <li>• Zentrum des FK liegt medial des dorsalen Azetabulumrandes</li> <li>• Keine Anzeichen von Osteoarthritis (erhöhte subchondrale Sklerose als einziges Anzeichen wird toleriert)</li> </ul>
<b>Grad C</b>	<b>ggr. HD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Femurkopf und Azetabulum ggr. inkongruent</li> <li>• Kranialer Azetabulumrand ggr. Abflachung</li> <li>• Der Norbergwinkel liegt bei ca. 100°</li> <li>• ggr. Anzeichen von Osteoarthritis (kleine Osteophyten an Femurkopf und -hals)</li> </ul>
<b>Grad D</b>	<b>mgr. HD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offensichtliche Inkongruenz zwischen Femurkopf und Azetabulum inkl. Subluxation</li> <li>• Abflachung des kranialen Azetabulumrandes</li> <li>• Norbergwinkel mehr als 90°</li> <li>• Anzeichen von Osteoarthritis</li> </ul>
<b>Grad E</b>	<b>hgr. HD</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subluxation oder Luxation des Femurkopfes</li> <li>• Deutliche Abflachung des kranialen Azetabulumrandes</li> <li>• hgr. Anzeichen von Osteoarthritis mit pilzförmiger Deformation des Femurkopfes und des Azetabulums (Abflachung)</li> <li>• Norbergwinkel weniger als 90°</li> </ul>

**Tab. 12: Hüftgelenksdysplasie (HD)-Befunde**

<b>0</b>	HD-frei
<b>1</b>	Übergangsform
<b>2</b>	Leichte HD
<b>3</b>	Mittlere HD
<b>4</b>	Schwere HD



**Abb. 40: symLÜW1b, HD Grad A**



**Abb. 41: symLÜW1b HD Grad B**



**Abb. 42: asymLÜW 2b, HD-Grad C**



**Abb. 43: symLÜW1b, HD-Grad D**

#### 4.10.2 Befunde röntgenologisch sichtbarer Pathologien der Vordergliedmaße (ED, OCD)

Je nach Anforderungen des jeweiligen Zuchtverbandes wurden für den Rhodesian Ridgeback abgesehen von der HD auch die ED/OCD-Befundung den Zuchtdokumenten entnommen und anhand der Röntgenbilder nochmals analysiert.

**Tab. 13: Ellbogengelenksdysplasie (ED)-Befunde**

<b>0</b>	ED-frei
<b>1</b>	Leichte ED
<b>2</b>	Mittlere ED
<b>3</b>	Schwere ED

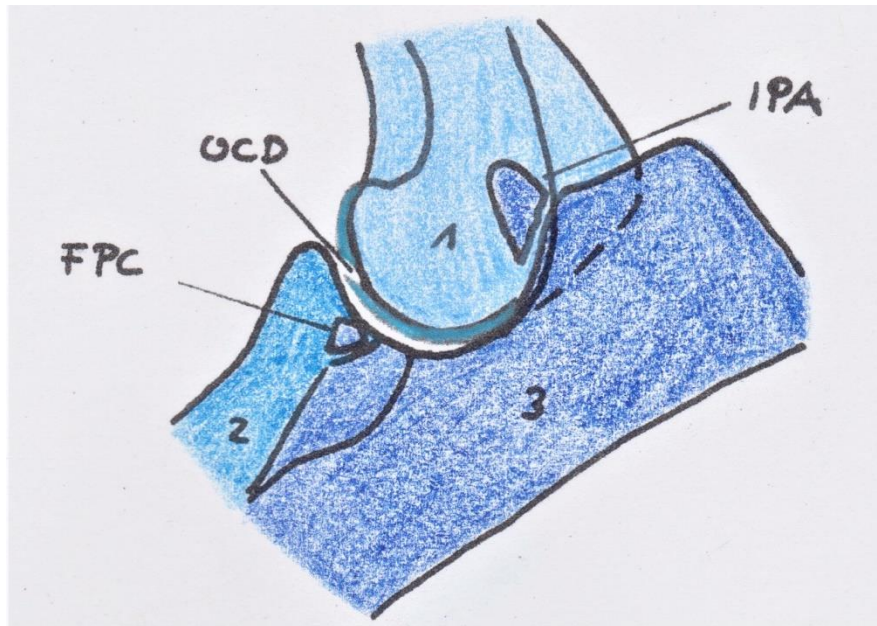
#### 4.10.2.1 Befundung Ellbogengelenk nach IEWG

**Tab. 14: PROCEEDINGS 29th annual meeting of the International Elbow Working Group (IEWG) May 17th 2015**

<b>0 Normal below joint</b>	Normal elbow joint, i.e. no evidence of INC, sclerosis or OA or any primary cause
<b>1 Mild OA</b>	osteophytes are present of < 2 mm, or presence of minor osteosclerosis
<b>2 Moderate OA or suspect for primary lesion</b>	osteophytes are present of 2-5 mm. or presence of obvious osteosclerosis Step of 3-5 mm between radius and ulna (suspect INC) or Indirect signs of UAP, FCP and/or OCD
<b>3 Severe OA or evident primary lesion</b>	osteophytes are present of $\geq 5$ mm or step of >5 mm between radius and ulna (obvious INC) or obvious presence of UAP, FCP and/or OCD

#### 4.10.2.2 Befunde bezüglich Primärläsionen des Ellbogendysplasie (ED)-Komplexes

Eine Osteochondrosis dissecans des Ellbogengelenks (OCD-E), ein fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC), ein isolierter Processus anconaeus (IPA) oder eine Inkongruenz im Ellbogengelenk von mehr als 5mm ist den IEWG-Regeln folgend eine ED-Grad 3. Besteht nur ein Verdacht auf eine Erkrankung des ED-Komplexes, wird dies mit ED-Grad 2 klassifiziert.



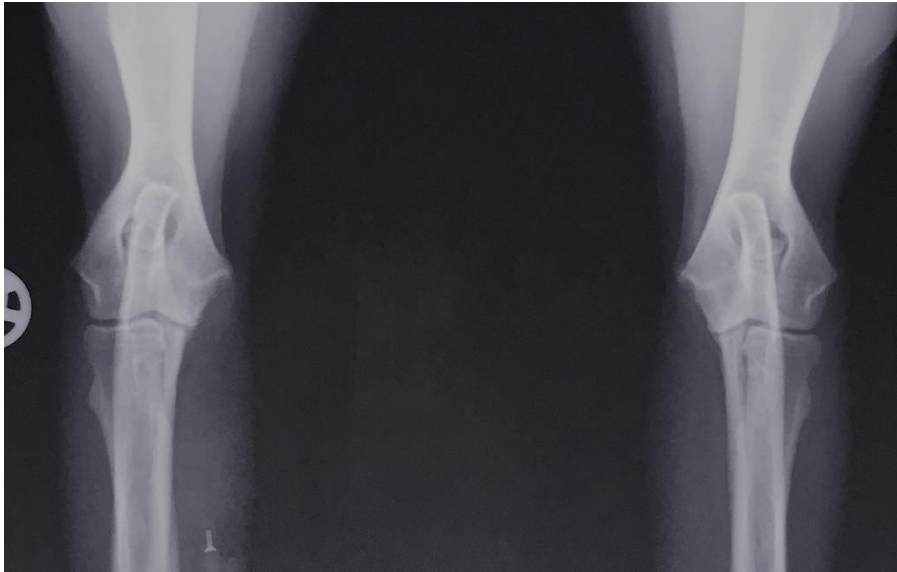
**Abb. 44: Primärläsionen des ED-Komplexes**

1 = Humeruskondylen, 2 = Radiuskopf, 3 = Ulna

OCD = Osteochondrosis dissecans trochlea humeri

FPC = Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae

IPA = Processus anconaeus isolatus ulnae



**Abb. 45: Ellbogengelenke im kraniokaudalen Strahlengang. Im rechten Ellbogengelenk ist eine deutliche Stufenbildung zu erkennen, das mediale Coronoid ist fragmentiert.**

**ED-Grad 3**



**Abb. 46: Rechtes Ellbogengelenk im mediolateralen Strahlengang. Es ist eine Stufenbildung zu erkennen, das mediale Coronoid ist fragmentiert.**

**ED-Grad 3**

**Tab. 15: Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OCD-Elbogen)-Befunde**

0	OCD-frei
1	Verdacht
2	OCD

**Tab. 16: Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC)-Befunde**

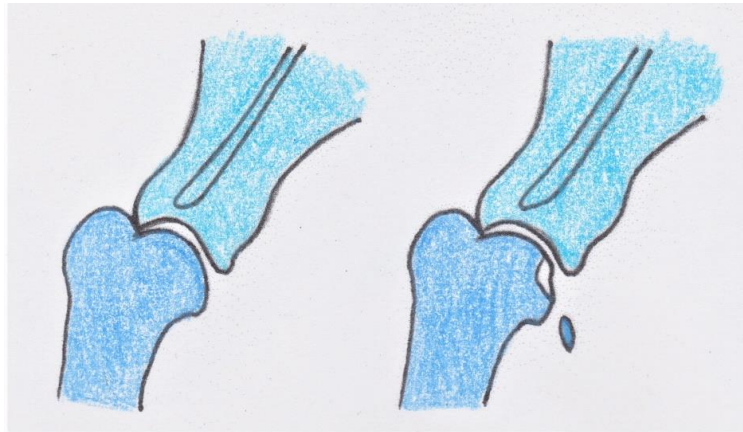
0	FPC-frei
1	Verdacht
2	FPC

**Tab. 17: Isolierter Processus anconaeus ulnae (IPA)-Befunde**

0	IPA-frei
1	IPA

#### 4.10.2.3 Befunde bezüglich Osteochondrosis dissecans (OCD) des Caput humeri

Sieht man von der HD, ED ab, lagen von den Rhodesian Ridgebacks zusätzlich die Befunde und Röntgenaufnahmen zur OCD des Caput humeri vor. Sie wurden in dieser Studie mitbedacht und ausgewertet.



**Abb. 47: Schultergelenk mediolateral, rechts OCD-frei, links OCD des Caput humeri**



**Abb. 48: Schultergelenk im mediolateralen Strahlengang,  
OCD des rechten Caput humeri**

**Tab. 18: Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-Schulter)-Befunde**

<b>0</b>	OCD-frei
<b>1</b>	Verdacht
<b>2</b>	OCD

## 5 ERGEBNISSE

### 5.1 Deskriptive Statistik

#### 5.1.1 Anzahl Patienten und Röntgenaufnahmen

Für die vorliegende Studie lagen 13385 analoge Röntgenaufnahmen von 2037 (84.8%) **Rhodesian Ridgebacks**, 249 (10,4%) **Basset Hounds** und 116 (4,8%) **Hovawarts** (N= 2402 Hunden) vor.

Von jedem Tier konnte mindestens ein Röntgenbild des Beckens in HD-Position I (FCI-Regel) ausgewertet werden.

Von den **Rhodesian Ridgebacks** lagen bis zu 7 Bilder pro Hund (HD FCI-Position 1 + Ellbogengelenke bds im kraniokaudalen und mediolateralen Strahlengang sowie Schulter bds im mediolateralen Strahlengang) vor.

**Tab. 19: Anzahl Patienten**

Rasse	n (Patienten)	%
Rhodesian Ridgeback	2037	84,8
Basset Hound	249	10,4
Hovawart	116	4,8
Gesamt	2402	100



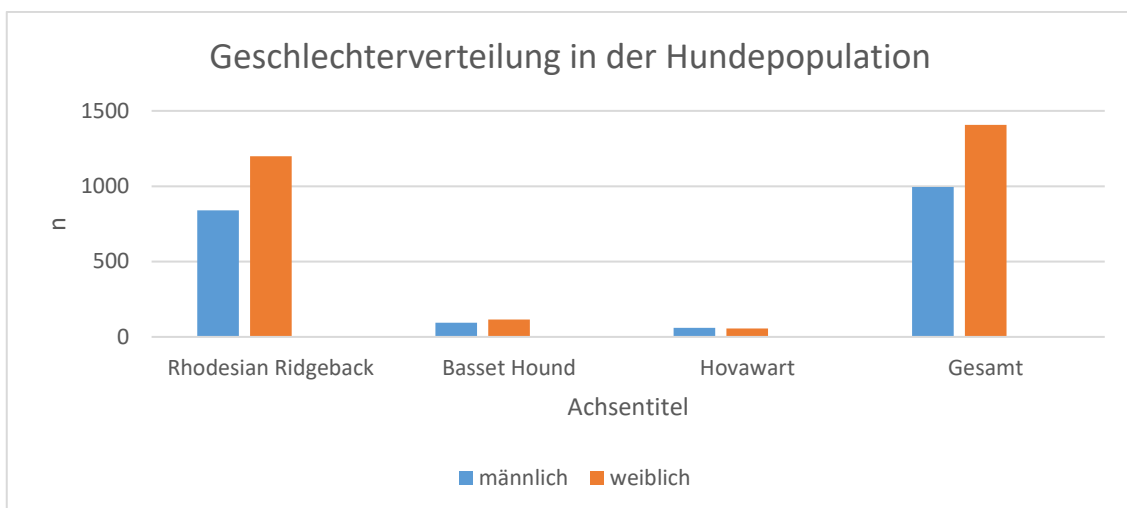
## 5.1.2 Alter und Geschlecht

### 5.1.2.1 Geschlechtsverteilung

In Tabelle 20 und Grafik 49 ist die Geschlechtsverteilung der Hunde der drei Rassen dargestellt.

**Tab. 20: Geschlechtsverteilung in den drei Hunderassen der Studie**

Rasse	männlich		weiblich		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
Rhodesian Ridgeback	839	41,2	1198	58,8	2037	84,8	0.65
Basset Hound	94	37,8	115	62,3	249	10,4	0.22
Hovawart	61	52,6	55	47,4	116	4,8	0.01
Gesamt	994	41,4	1408	58,6	2402	100	0.02



**Abb. 49: Geschlechterverteilung bei den drei Hunderassen der Studie sowie der Population insgesamt (n= 2402).**

Wie der Tabelle 20 und der Abbildung 49 zu entnehmen ist, waren Hündinnen insgesamt häufiger vertreten als Rüden. Die Geschlechtsdifferenz war zwischen den Rassen mit  $p < 0,05$  statistisch signifikant. Bei den Hovawarts waren im Vergleich zu den beiden anderen Rassen signifikant mehr Rüden vertreten ( $p < 0,05$ ).

### 5.1.2.2 Wurftag

Tab. 21: Wurftag Hunde (je Rasse)

Hunderasse	Wurftag von - bis	
Rhodesian Ridgeback	17.04.1988	13.10.2013
Basset Hound	02.07.1986	17.05.2013
Hovawart	07.12.2001	03.04.2013
Gesamt	02.07.1986	13.10.2013

Die Hunde der Studie wurden im Zeitraum von 02.07.1986 bis 13.10.2013 geboren. Die **Rhodesian Ridgebacks** wurden im Zeitraum vom 17.04.1988 bis 13.10.2013 geboren, die **Basset Hounds** vom 02.07.1986 bis 17.05.2013 und die **Hovawarts** vom 07.12.2001 bis 03.04.2013

### 5.1.2.3 Zeitraum der Röntgenuntersuchung

Tab. 22: Röntgendatum Hunde (je Rasse)

Hunderasse	Röntgendatum von - bis	
Rhodesian Ridgeback	14.12.1994	16.12.2014
Basset Hound	18.12.1987	08.07.2014
Hovawart	15.06.2010	17.07.2015
Gesamt	18.12.1987	17.07.2015

Die Röntgenbilder wurden im Zeitraum von 18.12.1987 bis 17.07.2015 angefertigt. Die Rhodesian Ridgebacks wurden im Zeitraum vom 14.12.1994 bis 16.12.2014 geröntgt, die Basset Hounds vom 18.02.1987 bis 08.07.2014 und die Hovawarts vom 15.06.2010 bis 08.07.2014.

#### 5.1.2.4 Berechnetes Alter bei der Röntgenuntersuchung

Aus Wurftag und Röntgendatum wurde das Alter der Hunde beim Röntgen berechnet.

**Tab. 23: Alter in Monaten beim Röntgen**

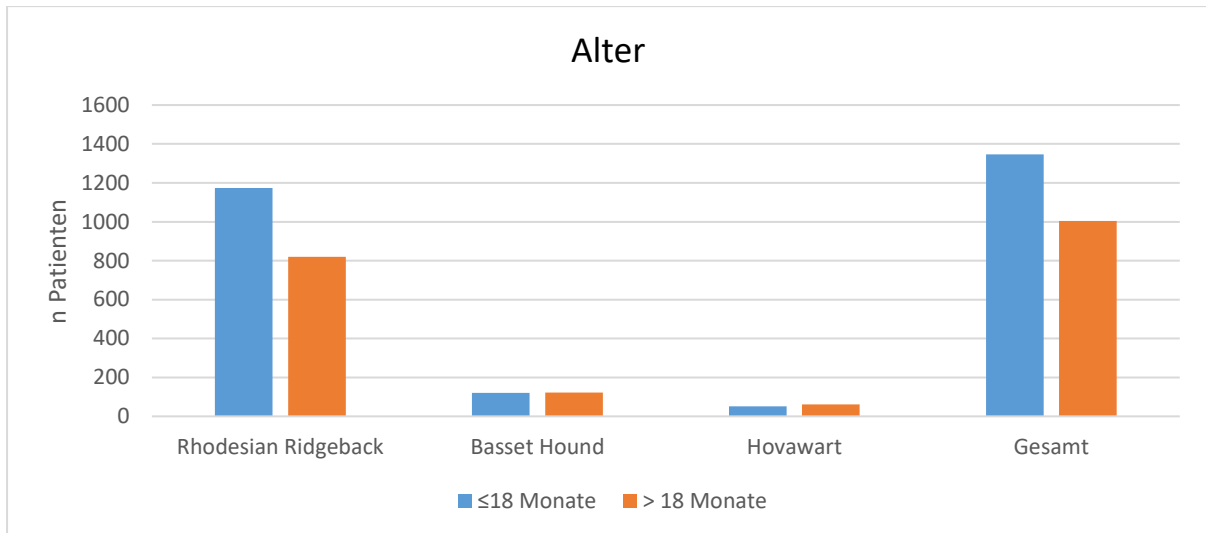
Hunderasse	Mean	Minimum	Median	Maximum
Rhodesian Ridgeback	20.0	12	17	136
Basset Hound	22.2	12	19	90
Hovawart	21.2	12	19	138
Gesamt	20.3	12	18	138

Wie der Tabelle 23 zu entnehmen ist, unterschied sich das Alter beim Röntgen zwischen den Hunderassen. Der Unterschied zwischen den Rassen war mit **p<0,05** statistisch signifikant. Die **Rhodesian Ridgebacks** waren beim Röntgentermin signifikant jünger als die Hunde der beiden anderen Rassen (**Difference Between Means 2,2669 Monate**).

#### 5.1.2.5 Alter (Gruppe 1: ≤ 18 Monate, Gruppe 2: >18 Monate) der Hunde

**Tab. 24: Alter der Hunde beim Röntgen (2 Alterskategorien)**

Hunderasse	≤18 Monate		> 18 Monate		Gesamt		p-value
	n	%	n	%	n	%	
RhodesianRidgeback	1173	58,9	820	41,1	1193	84,8	0,0002
Basset Hound	121	49,6	123	50,4	244	10,4	0,01
Hovawart	52	45,6	62	54,4	114	4,8	0,01
Gesamt	1346	57,3	1105	42,8	2351	100	0,0008



**Abb. 50: Alter der Hunde der 3 Rassen (Gruppe 1: ≤18 Monate; Gruppe 2: > 18 Monate) beim Röntgen**

Wie der Abbildung 50 zu entnehmen ist, waren Hunde im Alter von ≤18 Monate insgesamt häufiger vertreten als ältere. Es waren signifikant mehr Rhodesian Ridgebacks in der Gruppe ≤18 Monate als Hunde der beiden anderen Rassen (**p<0,001**).

Insgesamt unterschied sich die Altersverteilung innerhalb der beiden Gruppen zwischen den Hunderassen ebenfalls signifikant (**p<0,001**). Auch für die Rassen Hovawart und Basset unterschied sich die Altersverteilung zu den jeweils beiden anderen Rassen signifikant (**je p<0,05**).

### 5.1.3 Morphologie der Querfortsätze des letzten Lendenwirbels (L7)

#### 5.1.3.1 Länge

Tab. 25: Länge der Querfortsätze L7

Rasse	Querfortsatz	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhodesian Ridgeback	normal	546	39	855	61	1401	90,7
	abnormal	61	42,7	82	57,3	143	9,3
	verkürzt	27	43,6	35	56,5	62	4
	rudimentär	31	40,3	46	59,7	77	5
	fusioniert	3	75	1	25	4	0,3
	gesamt	607	39,3	937	60,7	1544	100
Basset Hound	normal	71	35,5	129	64,5	200	97,1
	abnormal	4	66,7	2	33,3	6	2,9
	verkürzt	2	66,7	1	33,3	3	1,5
	rudimentär	2	66,7	1	33,3	3	1,5
	fusioniert	0	0	0	0	0	0
	gesamt	75	36,4	131	63,6	206	100
Hovawart	normal	38	45,8	45	54,2	83	96,5
	abnormal	1	33,3	2	66,7	3	3,5
	verkürzt	0	0	0	0	0	0
	rudimentär	0	0	2	100	2	2,4
	fusioniert	1	100	0	0	1	1,2
	gesamt	39	45,4	47	54,6	86	100
Alle Rassen	normal	655	38,9	1029	61,1	1684	91,7
	abnormal	66	43,4	86	56,6	152	8,3
	verkürzt	29	44,6	36	55,4	65	3,5
	rudimentär	33	40,2	49	59,8	82	4,5
	fusioniert	4	80	1	20	5	0,3
	gesamt	721	39,3	1115	60,7	1836	100

Wie der Tabelle 25 zu entnehmen ist, konnte eine abnormale Länge des L7-Querfortsatzes bei 9,3% der **Rhodesian Ridgebacks**, 2,9% der **Basset Hounds** und 3,5% der **Hovawarts** festgestellt werden.

### 5.1.3.2 Ausrichtung

Tab. 26: Ausrichtung der Querfortsätze L7

Rasse	Querfortsatz	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	normal	531	39,5	813	60,5	1344	87
	abnormal	76	8	124	62	200	13
	lateral	48	36,6	83	63,4	131	8,5
	ohne Ausrichtung	28	40,6	41	59,4	69	4,5
	gesamt	607	39,3	937	60,7	1544	100
Basset Hound	normal	61	35,1	133	64,9	174	84,5
	abnormal	14	43,8	18	56,2	32	15,5
	lateral	14	45,2	17	54,8	31	15,1
	ohne Ausrichtung	0	0	1	100	1	0,4
	gesamt	75	36,4	131	63,6	206	100
Hovawart	normal	37	45,7	44	54,3	81	94,2
	abnormal	2	40	3	60	5	5,8
	lateral	1	50	1	50	2	2,3
	ohne Ausrichtung	1	33,3	2	66,7	3	3,5
	gesamt	39	45,4	47	54,6	86	100,
Alle Rassen	normal	629	39,3	970	60,6	1599	87,1
	abnormal	92	38,8	145	61,2	237	12,9
	lateral	63	38,4	101	61,6	164	8,9
	ohne Ausrichtung	29	39,7	44	60,3	73	4
	gesamt	721	39,3	1115	60,7	1836	100

Wie der Tabelle 26 zu entnehmen ist, konnte eine abnormale Ausrichtung des L7-Querfortsatzes bei 13% der **Rhodesian Ridgebacks**, 15,5% der **Basset Hounds** und 5,8% der **Hovawarts** festgestellt werden.

### 5.1.3.3 Kontaktaufnahme Querfortsatz-L7 und Kreuzbein

Tab. 27: Kontakt Querfortsätze L7 Kreuzbein

Rasse	Querfortsatz	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	normal	533	39,7	809	60,3	1342	86,9
	abnormal	74	36,6	128	63,4	202	13,1
	Ausziehung kaudal	28	30,8	63	69,2	91	5,9
	Kontakt, abgrenzbar	37	38,1	60	61,9	97	6,3
	Nicht abgrenzbar	9	64,29	5	35,71	14	0,91
	gesamt	607	39,3	937	6,7	1544	100
Basset Hound	normal	65	35,7	117	64,3	182	88,4
	abnormal	10	41,6	14	58,4	24	11,7
	Ausziehung kaudal	8	40	12	60	20	9,7
	Kontakt, abgrenzbar	2	50	2	50	4	1,9
	Nicht abgrenzbar	0	0	0	0	0	0
	gesamt	75	36,4	131	63,6	206	100
Hovawart	normal	37	46,3	43	53,7	80	93
	abnormal	2	33,3	4	66,7	6	7
	Ausziehung kaudal	1	33,3	2	66,7	3	3,5
	Kontakt, abgrenzbar	0	0	1	100	1	1,2
	Nicht abgrenzbar	1	50	1	50	2	2,3
	gesamt	39	45,4	47	54,6	86	100
Alle Rassen	normal	635	39,6	969	60,4	1604	87,4
	abnormal	86	37,1	146	62,9	232	12,6
	Ausziehung kaudal	37	32,5	77	67,5	114	6,2
	Kontakt, abgrenzbar	39	38,2	63	61,8	102	5,6
	Nicht abgrenzbar	10	62,5	6	37,5	16	0,9
	gesamt	721	39,3	1115	60,7	1836	100

Wie der Tabelle 27 zu entnehmen ist, konnte eine abnormale Kontaktaufnahme des L7-Querfortsatzes bei 13,1% der **Rhodesian Ridgebacks**, 11,7% der **Basset Hounds** und 7% der **Hovawarts** festgestellt werden.

## 5.1.4 Morphologie des Kreuzbeins

### 5.1.4.1 Abstände zwischen den Dornfortsätzen der Kreuzbeinwirbel

Tab. 28: Abstände zwischen den Dornfortsätzen der Kreuzbeinwirbel

Rasse	Dornfortsätze	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	normal	590	39,3	911	60,7	1501	97,2
	S1-S2>S2-S3	17	39,5	26	60,5	43	2,8
	gesamt	607	39,3	937	60,7	1544	100
Basset Hound	normal	74	36,3	130	63,73	204	99
	S1-S2>S2-S3	1	50	1	50	2	1
	gesamt	75	36,4	131	63,6	206	100
Hovawart	normal	39	45,9	46	54,1	85	98,8
	S1-S2>S2-S3	0	0	1	100	1	1,2
	gesamt	39	45,4	47	54,6	86	100
Alle Rassen	normal	703	39,3	1087	60,7	1790	97,5
	S1-S2>S2-S3	18	39,1	28	60,9	46	2,5
	gesamt	721	39,3	1115	60,7	1836	100

Wie der Tabelle 28 zu entnehmen ist, konnte ein vergrößerter Abstand zwischen den Dornfortsätzen des 1. und 2. Sakralwirbels bei 2,8% der **Rhodesian Ridgebacks**, 1% der **Basset Hounds** und 1,2% der **Hovawarts** festgestellt werden.



#### 5.1.4.2 Anzahl der Sakralwirbel

Tab. 29: Anzahl Sakralwirbel

Rasse	Sakralwirbel	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	normal	600	39,5	920	60,5	1520	98,5
	abnormal	7	30,4	16	69,6	23	1,5
	2	3	23,1	10	76,9	13	0,8
	4	4	40	6	60	10	0,7
	gesamt	607	39,3	936	60,7	1543	100
Basset Hound	normal	74	36,6	128	63,4	202	98,1
	abnormal	1	25	3	75	4	1,9
	2	1	25	3	75	4	1,9
	4	0	0	0	0	0	0
	gesamt	75	36,4	131	63,6	206	100
Hovawart	normal	39	45,9	46	54,1	85	98,8
	abnormal	0	0	1	100	1	1,2
	2	0	0	1	100	1	1,2
	4	0	0	0	0	0	0
	gesamt	39	45,4	47	54,6	86	100
Alle Rassen	normal	713	39,5	1094	60,5	1807	98,5
	abnormal	8	28,6	20	71,4	28	1,5
	2	4	22,2	14	77,8	18	1
	4	4	40	6	60	10	0,5
	gesamt	721	39,3	1114	60,7	1835	100

Wie der Tabelle 29 zu entnehmen ist, konnte eine abnormale Anzahl von Sakralwirbeln bei 1,5% der **Rhodesian Ridgebacks**, 1,9% der **Basset Hounds** und 1,2% der **Hovawarts** festgestellt werden.

### 5.1.5 Morphologie des Spatium intervertebrale zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (L7/S1)

Tab. 30: Morphologie Zwischenwirbelspalt L7/S1

Rasse	Zwischenwirbelspalt	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	normal	555	39,2	862	60,8	1417	92
	abnormal	52	41,9	72	58,1	124	8
	lateral Kontakt	11	35,5	20	64,5	31	2
	opake Linie	27	42,2	37	57,8	64	4,2
	Fusion	14	48,3	15	51,7	29	1,9
	gesamt	607	39,4	934	60,6	1541	100
Basset Hound	normal	68	36,6	118	63,4	186	93
	abnormal	5	35,7	9	64,3	14	7
	lateral Kontakt	3	25	9	75	12	6
	opake Linie	1	100	0	0	1	0,5
	Fusion	1	100	0	0	1	0,5
	gesamt	73	36,5	127	63,5	200	100
Hovawart	normal	38	45,8	45	54,2	83	96,5
	abnormal	1	33,3	2	66,7	3	3,5
	lateral Kontakt	0	0	0	0	0	0
	opake Linie	1	33,3	2	66,7	3	3,5
	Fusion	0	0	0	0	0	0
	gesamt	39	45,4	47	54,6	86	100
Alle Rassen	normal	661	39,2	1025	60,8	1686	92,3
	abnormal	58	41,1	83	58,9	141	7,7
	lateral Kontakt	14	32,6	29	67,4	43	2,4
	opake Linie	29	42,7	39	57,3	68	3,7
	Fusion	15	50	15	50	30	1,6
	gesamt	719	39,4	1108	60,6	1827	100

Wie der Tabelle 30 zu entnehmen ist, konnte eine abweichende Morphologie des Zwischenwirbelspalts L7-S1 bei 8% der **Rhodesian Ridgebacks**, 7% der **Basset Hounds** und 3,5% der **Hovawarts** festgestellt werden.

### 5.1.6 Morphologie des sakrokokzygealen Übergangs

Tab. 31: Sakrokokzygeale Übergangswirbel (SÜW)

Rasse	Sakralwirbel	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhodesian Ridgeback	normal	603	39,2	935	60,8	1538	99,8
	SÜW	2	66,7	1	33,3	3	0,2
	gesamt	605	39,3	936	60,7	1541	100
Basset Hound	normal	74	36,5	129	63,5	203	99,5
	SÜW	0	0	1	100	1	0,5
	gesamt	74	36,3	130	63,7	204	100
Hovawart	normal	39	45,8	46	54,2	85	100
	SÜW	0	0	0	0	0	0
	gesamt	39	45,8	46	54,2	85	100
Alle Rassen	normal	716	39,2	1110	60,8	1829	99,8
	SÜW	2	20	2	20	4	0,2
	gesamt	718	39,3	1112	60,7	1830	100

Wie der Tabelle 31 zu entnehmen ist, konnte ein Sakrokokzygealer Übergangswirbel bei 0,2% der **Rhodesian Ridgebacks**, 0,5% der **Basset Hounds** und keinem der **Hovawarts** festgestellt werden.

## 5.1.7 Symmetrie des lumbosakralen Übergangsbereichs (LÜ)

### 5.1.7.1 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW)

Tab. 32: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW)

Rasse	lumbo-sakraler	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	normal	767	41,2	1096	58,8	1863	92,6
	LÜW	59	39,6	90	60,4	149	7,4
	gesamt	826	41,1	1183	58,9	2012	100
Basset Hound	normal	90	37,2	152	62,8	242	97,2
	LÜW	4	57,1	3	42,9	7	2,8
	gesamt	94	37,7	155	62,3	249	100
Hovawart	normal	60	53,1	53	46,9	113	97,4
	LÜW	1	33,3	2	66,67	3	2,6
	gesamt	61	52,6	55	47,4	116	100
Alle Rassen	normal	917	41,4	1301	58,6	2218	93,3
	LÜW	64	40,3	95	59,7	159	6,7
	gesamt	981	41,3	1396	58,7	2377	100

Wie der Tabelle 32 zu entnehmen ist, konnte ein LÜW bei 7,4% der **Rhodesian Ridgebacks**, 2,8% der **Basset Hounds** und 2,6% der **Hovawarts** festgestellt werden. Der Unterschied zwischen den Rassen war mit **p=0,005** signifikant.

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Geschlecht und LÜW, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback p=0,7073, Basset Hound p=0,2830, Hovawart p=0,4986) noch innerhalb aller Hunde (p=0,7870).

### 5.1.7.2 Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW)

Tab. 33: Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW)

Rasse	symLÜW	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	kein symLÜW	785	41,1	1126	58,9	1911	95
	symLÜW	41	40,6	60	59,4	101	5
	Isol. Proc. spinosus S1	17	39,5	26	60,5	43	2,1
	markanter symLÜW	24	41,4	34	58,6	58	2,9
	gesamt	826	41,1	1186	58,9	2012	100
Basset H.	kein symLÜW	91	37,3	153	62,7	244	98
	symLÜW	3	60	2	40	5	2
	Isol. Proc. spinosus S1	1	50	1	50	2	0,8
	markanter symLÜW	2	66,7	1	33,3	3	1,2
	gesamt	94	37,7	155	62,3	249	100
Hovawart	kein symLÜW	60	53,1	53	46,9	113	97,4
	symLÜW	1	33,3	2	66,7	3	2,6
	Isol. Proc. spinosus S1	0	0	1	100	1	0,9
	markanter symLÜW	1	50	1	50	2	1,7
	gesamt	61	52,6	55	47,4	116	100
Alle Rassen	kein symLÜW	936	41,3	1332	58,7	2268	95,4
	symLÜW	45	41,3	64	58,7	109	4,6
	Isol. Proc. spinosus S1	18	39,1	28	60,9	46	1,9
	markanter symLÜW	27	42,9	36	57,1	63	2,7
	gesamt	981	41,3	1396	58,7	2377	100

Wie der Tabelle 33 zu entnehmen ist, konnte ein symLÜW bei 5% der **Rhodesian Ridgebacks**, 2% der **Basset Hounds** und 2,6% der **Hovawarts** festgestellt werden.

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Geschlecht und einem symmetrischen lumbosakralen Übergangswirbel, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,9232$ , Basset Hound  $p=0,2999$ , Hovawart  $p=0,4986$ ) noch innerhalb aller Hunde ( $p=0,9976$ ).

### 5.1.7.3 Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel

Tab. 34: Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW)

Rasse	asymLÜW	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	kein asymLÜW	808	41,1	1156	58,9	1964	97,6
	asymLÜW	18	37,5	30	62,5	48	2,4
Seite	Links	10	43,5	13	56,5	23	1,1
	Rechts	8	32	17	68	25	1,3
Kontakt	Kein Kontakt	4	50	4	50	8	0,4
	Kontakt	14	35	26	65	40	2
	gesamt	826	41,1	1186	58,9	2012	100
Basset H.	kein asymLÜW	93	37,7	154	62,3	247	99,2
	asymLÜW	1	50	1	50	2	0,8
Seite	Links	0	0	0	0	0	0
	Rechts	1	50	1	50	2	0,8
Kontakt	Kein Kontakt	1	50	1	50	2	0,8
	Kontakt	0	0	0	0	0	0
	gesamt	94	7,7	115	62,3	249	100
Hovawart	kein asymLÜW	61	52,6	55	47,4	116	100
	asymLÜW	0	0	0	0	0	0
Seite	Links	0	0	0	0	0	0
	Rechts	0	0	0	0	0	0
Kontakt	Kein Kontakt	0	0	0	0	0	0
	Kontakt	0	0	0	0	0	0
	gesamt	61	52,6	55	47,4	116	100
Alle Rassen	kein asymLÜW	962	41,4	1365	58,6	2327	97,9
	asymLÜW	19	38	31	62	50	2,1
Seite	Links	10	43,5	13	56,5	23	1
	Rechts	9	33,3	18	66,7	27	1,1
Kontakt	Kein Kontakt	5	50	5	50	10	0,4
	Kontakt	14	35	26	65	40	1,7
	gesamt	981	41,3	1396	58,7	2377	100

Wie der Tabelle 34 zu entnehmen ist, konnte ein asymLÜW bei 2,4% der **Rhodesian Ridgebacks**, 0,8% der **Basset Hounds** und keinem der **Hovawarts** festgestellt werden.

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen dem Geschlecht und einem asymmetrischen lumbosakralen Übergangswirbel, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,6126$ , Basset Hound  $p=0,7198$ , Hovawart  $p$ =nicht auswertbar) noch innerhalb aller Hunde ( $p=0,6350$ ).

#### 5.1.7.4 Zusammenfassung Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW)

**Tab. 35: Übersicht LÜW alle Rassen**

	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
kein LÜW	917	41,4	1301	58,6	2218	93,3
symLÜW	45	41,3	64	58,7	109	4,6
isolierter Proc. spinosus S1	18	39,1	28	60,9	46	1,4
ausgeprägter symLÜW	27	42,9	36	57,1	63	2,7
asymLÜW	19	38	31	62	50	2,1
links	10	43,5	13	56,5	23	1
rechts	9	33,3	18	66,7	27	1,1
kein Kontakt	5	50	5	50	10	0,4
Kontakt	14	35	26	65	40	1,7
n (gesamt)	981	41,3	1396	58,7	2377	100

**Tab. 36: Übersicht LÜW Rhodesian Ridgeback**

	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
kein LÜW	767	41,2	1096	58,9	1863	92,6
symLÜW	41	40,6	60	59,4	101	5
isolierter Proc. spinosus S1	17	39,5	26	60,5	43	2,1
ausgeprägter symLÜW	24	41,4	34	58,6	58	2,9
asymLÜW	18	37,5	30	62,5	48	2,4
links	10	43,5	13	56,5	23	1,1
rechts	8	32	17	68	25	1,2
kein Kontakt	4	50	4	50	8	0,4
Kontakt	14	35	26	65	40	2
n (gesamt)	826	41,1	1183	58,9	2012	100

**Tab. 37: Übersicht LÜW Basset Hound**

	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
kein LÜW	90	37,2	152	62,8	242	97,2
symLÜW	3	60	2	40	5	2
isolierter Proc. spinosus S1	1	50	1	50	2	0,8
ausgeprägter symLÜW	2	66,7	1	33,3	3	1,2
asymLÜW	1	50	1	50	2	0,8
links	0	0	0	0	0	0
rechts	1	50	1	50	2	0,5
kein Kontakt	1	50	1	50	2	0,8
Kontakt	0	0	0	0	0	0
n (gesamt)	94	37,7	115	62,3	249	100



**Tab. 38: Übersicht LÜW Hovawart**

	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
kein LÜW	60	53,1	53	46,9	113	97,4
symLÜW	1	33,3	2	66,7	3	2,6
isolierter Proc. spinosus S1	0	0	1	100	1	0,9
ausgeprägter symLÜW	1	50	1	50	2	1,7
asymLÜW	0	0	0	0	0	0
links	0	0	0	0	0	0
rechts	0	0	0	0	0	0
kein Kontakt	0	0	0	0	0	0
Kontakt	0	0	0	0	0	0
n (gesamt)	61	52,6	55	47,4	116	100

## 5.1.8 Befunde Hüftgelenkdysplasie (HD)

### 5.1.8.1 HD-Befunde

Tab. 39: HD-Befunde

Rasse	Hüftstatus	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	HD-frei	683	40,5	1005	59,5	1688	83,9
	HD	143	44	182	56	325	16,2
	gesamt	826	41	1187	59	2013	100
Basset Hound	HD-frei	46	36,2	81	63,8	127	51
	HD	48	39,4	74	60,6	122	49
	gesamt	94	37,7	155	62,3	249	100
Hovawart	HD-frei	51	54,6	43	45,4	94	81
	HD	10	45,5	12	54,5	22	19
	gesamt	61	52,6	55	47,4	116	100
Alle Rassen	HD-frei	780	40,9	1129	59,1	1909	80,3
	HD	201	42,9	268	57,1	469	19,7
	gesamt	981	41,3	1397	58,7	2378	100

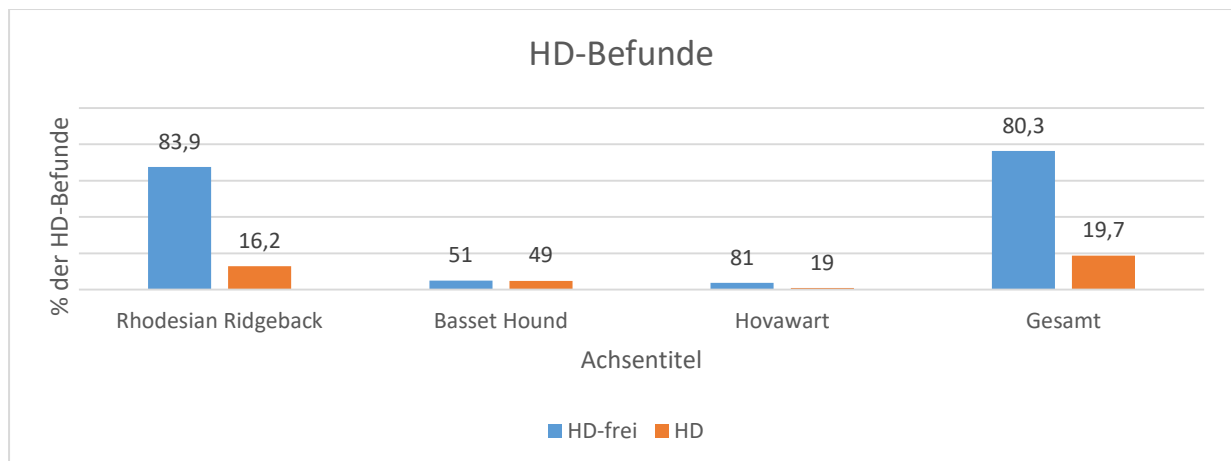


Abb. 51: HD-Befunde rassevergleichend

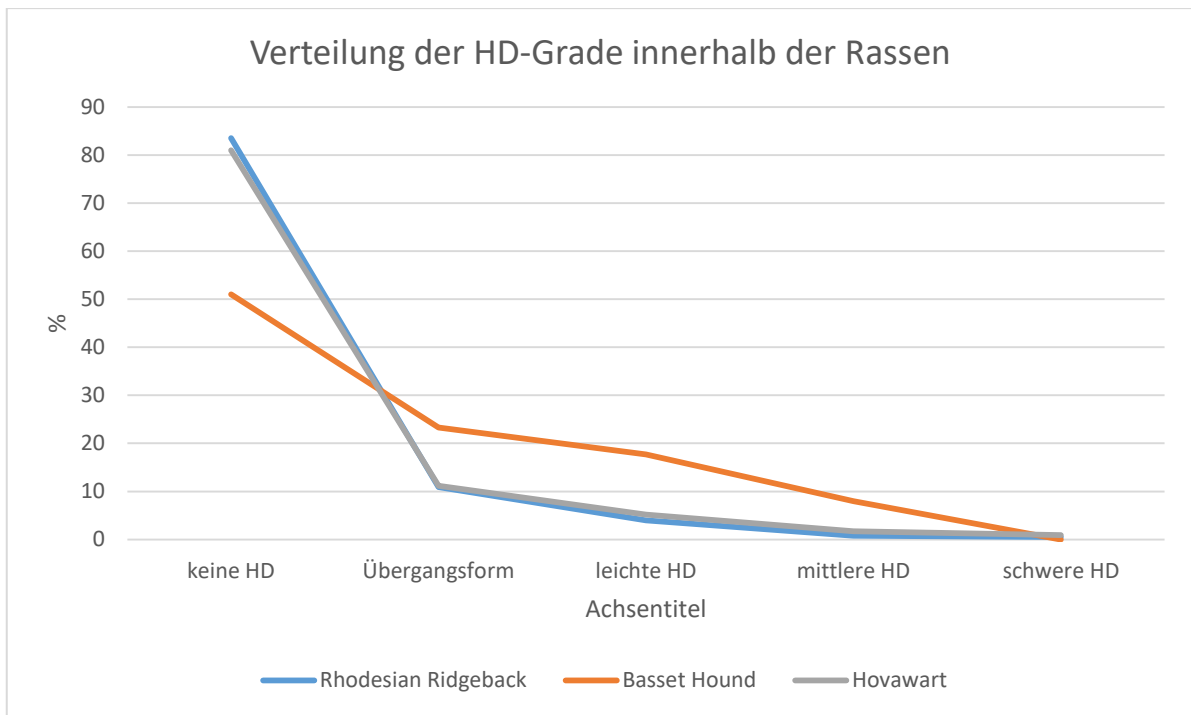
Wie der Tabelle 39 und der Abbildung 51 zu entnehmen ist, konnte eine HD bei 16,2% der **Rhodesian Ridgebacks**, 49% der **Basset Hounds** und 19% der **Hovawarts** festgestellt werden. Der Basset Hound war wesentlich häufiger von HD betroffen als die Rhodesian Ridgebacks oder Hovawarts.

### 5.1.8.2 Verteilung der HD-Grade innerhalb der Rassen

**Tab. 40: Verteilung der HD-Grade innerhalb der Rassen**

Rasse	HD-Status	männlich		weiblich		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	HD-frei	683	40,5	1005	59,5	1688	83,9
	Übergangsform	95	43,4	124	56,6	219	10,9
	Leichte HD	35	43,7	45	56,3	80	4
	Mittelschwere HD	8	50	8	50	16	0,8
	Schwere HD	5	50	5	50	10	0,5
	gesamt		826	41	1187	59	2013
Basset H.	HD-frei	46	36,2	81	63,8	127	51
	Übergangsform	20	34,5	38	65,5	58	23,3
	Leichte HD	20	45,5	24	54,5	44	17,7
	Mittelschwere HD	8	40	12	60	20	8
	Schwere HD	0	0	0	0	0	0
	gesamt		94	37,8	155	62,2	249
Hovawart	HD-frei	51	54,3	43	45,7	94	81
	Übergangsform	5	38,5	8	61,5	13	11,2
	Leichte HD	3	50	3	50	6	5,2
	Mittelschwere HD	1	50	1	50	2	1,7
	Schwere HD	1	100	0	0	1	0,9
	gesamt		61	52,6	55	47,4	116
Alle Rassen	HD-frei	780	40,9	1129	59,1	1909	80,3
	Übergangsform	120	41,4	170	58,6	290	12,2
	Leichte HD	58	44,6	72	55,4	130	5,5
	Mittelschwere HD	17	44,7	21	55,3	38	1,6
	Schwere HD	6	54,5	5	45,5	11	0,4
	gesamt		981	41,3	1397	58,7	2378

Wie der Tabelle 40 zu entnehmen ist, unterschied sich die Verteilung der HD-Grade zwischen den 3 Hunderassen deutlich.



**Abb. 52: Verteilung der HD-Grade innerhalb der Rassen**

Aus der Abbildung 52 ist zu ersehen, dass sich die Verteilung der HD-Grade insbesondere bei den Basset Hounds von den beiden anderen Rassen unterscheidet, zwischen denen die Unterschiede nur gering waren.

### 5.1.8.3 HD-Befunde und Alter beim Röntgen

**Tab. 41: HD über 2 Altersgruppen**

Rasse	HD	≤18 Monate		>18 Monate		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rh. Ridgeback	HD-frei	985	59,5	671	40,5	1656	84,1
	HD	182	58	132	42	314	15,9
	gesamt	1167	59,2	803	40,8	1970	100
Basset Hound	HD-frei	61	49,2	63	50,8	124	50,8
	HD	60	50	60	50	120	49,2
	gesamt	121	49,6	123	50,4	244	100
Hovawart	HD-frei	41	44,6	51	55,3	92	80,7
	HD	11	50	11	50	22	19,3
	gesamt	52	45,6	62	54,4	114	100
Alle Rassen	HD-frei	1087	58,1	785	41,9	1872	80,4
	HD	253	55,5	203	44,5	456	19,6
	gesamt	1340	57,6	988	42,4	2328	100

Wie der Tabelle 41 zu entnehmen ist, konnte bei den Hunden ≤18 Monate bei 55,5% eine HD festgestellt werden, bei den Hunden >18 Monate waren es 44,5%.

Es bestand kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen den Altersgruppen und einem positiven HD-Befund (Rhodesian Ridgeback  $p=0,6155$ , Basset Hound  $p=0,8982$ , Hovawart  $p=0,6457$ , Gesamt  $p=0,3168$ ).

## 5.1.9 Befunde Ellbogengelenksdysplasie-Komplex (ED) - Osteochondrosis dissecans Caput humeri (OCD) bei Rhodesian Ridgebacks

### 5.1.9.1 Ellbogengelenksdysplasie (ED)

Tab. 42: ED-Befunde Rhodesian Ridgebacks

ED-Befund	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
ED-frei	721	40	1082	60	1803	98,5
ED	11	39,3	17	60,7	28	1,5
Leichte ED	1	100	0	0	1	0,1
Mittelschwere ED	9	42,9	12	57,1	21	1,2
Schwere ED	1	16,7	5	83,3	6	0,3
Gesamt	732	40	1099	60	1831	100

Wie der Tabelle 42 zu entnehmen ist, hatten 1,5% der untersuchten Rhodesian Ridgebacks eine ED, davon 0,1% eine leichte-, 1,2% eine mittelschwere und 0,3% eine schwere ED.

### 5.1.9.2 Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OCD-E)

Tab. 43: OCD-E-Befunde Rhodesian Ridgebacks

OCD-E--Befund	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
OCD-frei	735	40	1101	60	1836	99,7
NICHT OCD-frei	1	20	4	80	5	0,3
Verdacht	0	0	3	100	3	0,2
OCD	1	50	1	50	2	0,1
Gesamt	736	40	1105	60	1841	100

Wie der Tabelle 43 zu entnehmen ist, waren 0,3% der untersuchten Rhodesian Ridgebacks nicht OCD-E frei, davon hatten 0,2% einen OCD-E Verdacht, 0,1% hatten OCD.

### 5.1.9.3 Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC)

**Tab. 44: FPC-Befunde Rhodesian Ridgebacks**

FPC	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
FPC-frei	729	40,1	1091	59,9	1802	98,8
NICHT FPC-frei	10	43,5	13	56,5	23	1,2
Verdacht	9	47,4	10	52,6	19	1
FPC	1	25	3	75	4	0,2
Gesamt	739	40,1	1104	59,9	1843	100

Wie der Tabelle 44 zu entnehmen ist, waren 1,2% der untersuchten Rhodesian Ridgebacks nicht FPC frei, davon hatten 1% einen FPC Verdacht, 0,2% hatten einen FPC.

### 5.1.9.4 Processus anconaeus isolatus (IPA)

**Tab. 45: IPA-Befunde Rhodesian Ridgebacks**

IPA-Befund	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
IPA-frei	721	40	1082	60	1803	99,8
IPA	0	0	3	100	3	0,2
Gesamt	721	39,9	1085	60,1	1806	100

Wie der Tabelle 45 zu entnehmen ist, hatten 0,2% der untersuchten Rhodesian Ridgebacks einen IPA.

### 5.1.9.5 Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-S)

**Tab. 46 OCD-S-Befunde Rhodesian Ridgeback)**

OCD-S-Befund	männlich		weiblich		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%
OCD-frei	698	39,6	1066	60,4	1764	97,4
NICHT OCD-frei	24	51,1	23	48,9	47	2,6
Verdacht	11	45,8	13	54,2	24	1,3
OCD	13	56,5	10	43,5	23	1,3
Gesamt	722	39,9	1089	60,1	1811	100

Wie der Tabelle 46 zu entnehmen ist, waren 2,6% der untersuchten Rhodesian Ridgebacks nicht OCD-S frei, davon hatten 1,3% einen OCD-S Verdacht, 1,3% hatten OCD.



## 5.2 Analytik

### 5.2.1 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)

#### 5.2.1.1 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)

Tab. 47: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)

Rasse		HD-frei		HD		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhodesian Ridgeback	Kein LÜW	1568	84,2	295	15,8	1863	92,6
	LÜW	119	79,9	30	20,1	149	7,4
Basset Hound	Kein LÜW	123	50,8	119	49,2	242	97,2
	LÜW	4	57,1	3	42,9	7	2,8
Hovawart	Kein LÜW	92	81,4	21	18,6	113	97,4
	LÜW	2	66,7	1	33,3	3	2,6
Gesamt	Kein LÜW	1783	80,4	435	19,6	2218	93,3
	LÜW	125	78,6	34	21,4	159	6,7

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen einem LÜW und HD, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,1700$ , Basset Hound  $p=0,9999$ , Hovawart  $p=0,4711$ ) noch innerhalb der gesamten Hundepopulation ( $p=0,5877$ ).

### 5.2.1.2 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Zuchtzulassung

**Tab. 48: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Zuchtzulassung**

Rasse	LÜW	Zuchtzulassung (HD-frei + Übergangsform)		Keine Zuchtzulassung (ggr., mgr., hgr. HD)		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	Kein LÜW	1770	95	93	5	1863	92,6
	LÜW	136	91,3	13	8,7	149	7,4
Basset	Kein LÜW	181	74,8	61	25,2	242	97,2
	LÜW	4	57,1	3	42,9	7	2,8
Hovawart	Kein LÜW	105	92,9	8	7,1	113	97,4
	LÜW	2	66,7	1	33,3	3	2,6
Gesamt	Kein LÜW	2056	92,7	162	7,3	2218	93,3
	LÜW	142	89,3	17	10,7	159	6,7

Für die Rassen der Studie insgesamt konnte kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von LÜW und einem zuchtzulassungsfähigen HD-Befund ( $p=0,1179$ ) festgestellt werden.

Bei der Rasse Rhodesian Ridgeback war der Zusammenhang mit  $p<0,05$  signifikant, während 8,7% der Rhodesian Ridgebacks mit LÜW keine Zuchtzulassung bekamen, waren es bei den Rhodesian Ridgebacks ohne LÜW nur 5%. Innerhalb der Rassen Basset Hound ( $p=0,2921$ ) und Hovawart ( $p=0,0934$ ) ergab sich kein signifikanter Zusammenhang.

### 5.2.1.3 Symmetrische Lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW) und Hüftgelenkdysplaie (HD)

**Tab. 49: Symmetrische Lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW) und Hüftgelenkdysplaie (HD)**

Rasse		HD-frei		HD		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridgeback	Kein symLÜW	1607	84,1	304	15,9	1911	95
	symLÜW	80	79,2	21	20,8	101	5
Basset Hound	Kein symLÜW	124	50,8	120	49,2	224	98
	symLÜW	3	60	2	40	5	2
Hovawart	Kein symLÜW	92	81,4	21	18,6	113	97,4
	symLÜW	2	66,7	1	33,3	3	2,6
Gesamt	Kein symLÜW	1823	80,4	445	19,6	2268	95,4
	symLÜW	85	77,9	24	22,1	109	4,6

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen einem symLÜW und HD, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,11936$ , Basset Hound  $p=0,6844$ , Hovawart  $p=0,5201$ ) noch innerhalb der Hundepopulation ( $p=0,5390$ ) insgesamt.

### 5.2.1.4 Formen symmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel (symLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)

**Tab. 50: Formen symmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel (symLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)**

Rasse	Sym LÜW	HD-frei		HD		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	Kein symLÜW	1607	84,1	304	15,9	1911	95
	Proc. spin. S1 isoliert	31	72,1	12	27,9	43	2,1
	markanter symLÜW	49	84,5	9	15,5	58	2,9
	Gesamt	1687	83,9	325	16,1	2012	100
Basset	Kein symLÜW	124	50,8	120	49,2	244	98
	Proc. spin. S1 isoliert	2	100	0	0	2	0,8
	markanter symLÜW	1	33,3	2	66,7	3	1,2
	Gesamt	127	51	122	49	249	100
Hovawart	Kein symLÜW	92	81,4	21	18,6	113	97,4
	Proc. spin. S1 isoliert	1	100	0	0	1	0,9
	markanter symLÜW	1	50	1	50	2	1,7
	Gesamt	94	81	22	1	116	100
Gesamt	Kein symLÜW	1823	80,4	445	19,6	2268	95,4
	Proc. spin. S1 isoliert	34	73,9	12	26,1	46	1,9
	markanter symLÜW	51	81	12	19	63	2,7
	Gesamt	1908	80,3	469	19,7	2377	100

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Formen eines symLÜW und HD festgestellt werden, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,1060$ , Basset Hound  $p=0,3167$ , Hovawart  $p=0,4728$ ) noch innerhalb der Patientenpopulation ( $p= 0,5463$ ) insgesamt.

### 5.2.1.5 Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW) und Zuchtzulassung

**Tab. 51: Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW) und Zuchtzulassung**

Rasse	LÜW	Zuchtzulassung (HD-frei + Übergangsform)		Keine Zuchtzulassung (ggr., mgr., hgr. HD)		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	Kein symLÜW	1812	94,8	99	5,2	1911	95
	symLÜW	94	93,1	7	6,9	101	5
Basset	Kein symLÜW	182	74,6	62	25,4	244	98
	symLÜW	3	60	2	40	5	2
Hovawart	Kein symLÜW	105	92,9	8	7,1	113	97,4
	symLÜW	2	66,7	1	33,3	3	2,6
Gesamt	Kein symLÜW	2099	92,5	169	7,4	2268	95,4
	symLÜW	99	90,8	10	9,2	109	4,6

Für die 3 Rassen der Studie bestand kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von symLÜW und einem zuchtzulassungsfähigen HD-Befund ( $p=0,5055$ ).

Auch innerhalb der Rassen Rhodesian Ridgeback ( $p=0,4429$ ), Basset Hound ( $p=0,4599$ ) und Hovawart ( $p=0,0934$ ) ergab sich kein signifikanter Zusammenhang.

### 5.2.1.6 Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)

**Tab. 52: Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)**

Rasse	asymLÜW	HD-frei		HD		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridgeback	Kein asymLÜW	1648	83,9	316	16,1	1964	97,6
	asym LÜW	39	81,3	9	18,7	48	2,4
Basset Hound	Kein asymLÜW	126	51	121	49	247	99,2
	asym LÜW	1	50	1	50	2	0,8
Hovawart	Kein asymLÜW	94	81	22	19	116	100
	asym LÜW	0	0	0	0	0	0
Gesamt	Kein asymLÜW	1868	80,3	459	19,7	2327	97,9
	asym LÜW	40	80	10	20	50	2,1

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen einem asymLÜW und HD, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,6207$ , Basset Hound  $p=0,9772$ , Hovawart  $p$ =nicht auswertbar) noch innerhalb der Hundepopulation ( $p=0,9614$ ) insgesamt.

### 5.2.1.7 Formen asymmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel (asymLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)

**Tab. 53: Formen asymmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel (asymLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD)**

Rasse	asym LÜW	HD-frei		HD		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	Kein asymLÜW	1648	83,9	316	16,1	1964	97,6
Seite	links	20	87	3	13	23	1,1
	rechts	19	76	6	24	25	1,2
Kontakt	Kein Kontakt	8	100	0	0	8	0,4
	Kontakt	31	77,5	9	22,5	40	2
	Gesamt	1687	83,9	325	16,1	2012	100
Basset Hou.	Kein symLÜW	126	51	121	49	247	99,2
Seite	links	0	0	0	0	0	0
	rechts	1	50	1	50	2	0,8
Kontakt	Kein Kontakt	1	50	1	50	2	0,8
	Kontakt	0	0	0	0	0	0
	Gesamt	127	51	122	49	249	100
Hovawart	Kein asymLÜW	94	81	22	19	116	100
Seite	links	0	0	0	0	0	0
	rechts	0	0	0	0	0	0
Kontakt	Kein Kontakt	0	0	0	0	0	0
	Kontakt	0	0	0	0	0	0
	Gesamt	94	81	22	19	116	100
Gesamt	Kein asymLÜW	1868	80,3	459	19,7	2327	97,9
Seite	links	20	87	3	13	23	1
	rechts	20	74,1	7	25,9	27	1,1
Kontakt	Kein Kontakt	9	90	1	10	10	0,4
	Kontakt	31	77,5	9	22,5	40	1,7
	Gesamt	1908	80,3	469	19,7	2377	100

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen der **Seite**, auf der der asymLÜW vorlag und HD festgestellt werden, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,5203$ , Basset Hound  $p=$  nicht auswertbar, Hovawart  $p=$ nicht auswertbar) noch innerhalb der Hundepopulation ( $p= 0,5211$ ) insgesamt.

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen **Kontaktaufnahme** des asymLÜW mit dem Darmbein und HD festgestellt werden, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,2545$ , Basset Hound  $p=$  nicht auswertbar, Hovawart  $p=$ nicht auswertbar) noch innerhalb der Hundepopulation ( $p=0,6731$ ) insgesamt.



### 5.2.1.8 Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW) und Zuchtzulassung

**Tab. 54: Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW) und Zuchtzulassung**

Rasse	asymLÜW	Zuchtzulassung (HD-frei + Übergangsform)		Keine Zuchtzulassung (ggr., mgr., hgr. HD)		Gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridg.	Kein asymLÜW	1864	94,9	100	5,1	1964	97,6
	asymLÜW	42	87,5	6	12,5	48	2,4
Basset	Kein asymLÜW	184	74,5	63	25,5	247	99,2
	asymLÜW	1	50	1	50	2	0,8
Hovawart	Kein asymLÜW	107	92,2	9	7,8	116	100
	asymLÜW	0	0	0	0	0	0
Gesamt	Kein asymLÜW	2155	92,6	172	7,4	2327	97,9
	asymLÜW	43	86	7	14	50	2,1

Für alle Hunde der Studie bestand kein statistisch signifikanter Zusammenhang zwischen dem Auftreten eines asymLÜW und einem zuchtzulassungsfähigen HD-Befund ( $p=0,0798$ ).

Innerhalb der Rasse Rhodesian Ridgeback war der Zusammenhang mit  $p<0,05$  statistisch signifikant, während 12,5% der Hunde mit asymLÜW nicht zur Zucht zugelassen wurden, waren es bei den Hunden ohne asymLÜW nur 5,1%. Bei den Rassen Basset Hound  $p=0,4298$  und Hovawart  $p$ =nicht auswertbar ergab sich kein signifikanter Zusammenhang.

## 5.2.2 Anzahl Kreuzbeinwirbel und Hüftgelenksdysplasie (HD)

Tab. 55: Anzahl Kreuzbeinwirbel und Hüftgelenksdysplasie (HD)

Rasse	Wirbelzahl	HD-frei		HD		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridgeback	normal	1263	83,2	225	16,8	1518	98,5
	abnormal	19	82,6	4	17,4	23	1,5
	2	12	92,3	1	7,7	13	0,8
	4	7	70	3	30	10	0,7
	Gesamt	1282	83,2	259	16,8	1541	100
Basset Hound	normal	105	52	97	48	202	98,1
	abnormal	2	50	2	50	4	1,9
	2	2	50	2	50	4	1,9
	4	0	0	0	0	0	0
	Gesamt	107	51,9	99	48,1	206	100
Hovawart	normal	70	82,4	15	17,6	85	98,8
	abnormal	0	0	1	100	1	1,2
	2	0	0	1	100	1	1,2
	4	0	0	0	0	0	0
	Gesamt	70	81,4	16	18,6	86	100
Gesamt	normal	1438	79,7	367	20,3	1805	98,5
	abnormal	21	75	7	25	28	1,5
	2	14	77,8	4	22,2	18	1
	4	7	70	3	30	10	0,6
	Gesamt	1459	79,6	374	20,4	1833	100

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen einer abnormalen Anzahl von Kreuzbeinwirbeln und HD, weder innerhalb der Rassen Rhodesian Ridgeback ( $p=1,0000$ ) und Basset Hound ( $p=1,0000$ ), noch innerhalb der Hundepopulation ( $p=0,5431$ ) insgesamt. Für die Rasse Hovawart war der Zusammenhang mit  $p<0,05$  signifikant.

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen einer verminderten oder erhöhten Anzahl von Kreuzbeinwirbeln und HD festgestellt werden, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,3647$  und Basset Hound  $p$ =nicht auswertbar, Hovawart  $p$ =nicht auswertbar) noch innerhalb der Hundepopulation ( $p=0,7374$ ) insgesamt festgestellt werden.

### 5.2.3 Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (ZWS L7/S1) und Hüftgelenksdysplasie (HD)

**Tab. 56: Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lenden- und und erstem Sakralwirbel (ZWS L7/S1) und Hüftgelenksdysplasie (HD)**

Rasse	Zwischen- wirbelspalt	HD-frei		HD		gesamt	
		n	%	n	%	n	%
Rhod. Ridgeback	normal	1182	83,5	223	16,5	1415	91,9
	abnormal	99	79,8	25	20,2	124	8,1
	Lat. Kontakt	26	83,9	5	16,1	31	2
	Kontakt	51	79,7	13	20,3	64	4,2
	Fusion	22	75,9	7	24,1	29	1,9
	Gesamt	1281	83,3	258	16,7	1539	100
Basset Hound	normal	97	52,1	89	47,9	186	93
	abnormal	7	50	7	50	14	7
	Lat. Kontakt	6	50	6	50	12	6
	Kontakt	1	100	0	0	1	0,5
	Fusion	0	0	1	100	1	0,5
	Gesamt	104	52	96	48	200	100
Hovawart	normal	68	81,9	15	18,1	83	96,5
	abnormal	2	66,7	1	33,3	3	3,5
	Lat. Kontakt	0	0	0	0	0	0
	Kontakt	2	66,7	1	33,3	3	3,5
	Fusion	0	0	0	0	0	0
	Gesamt	70	81,4	16	18,6	86	100
Gesamt	normal	1347	80	337	20	1684	92,3
	abnormal	108	76,6	33	23,4	141	7,7
	Lat. Kontakt	32	74,4	11	25,6	43	2,4
	Kontakt	54	79,4	14	20,6	68	3,7
	Fusion	22	73,3	8	26,7	30	1,6
	Gesamt	1455	79,7	370	20,3	1825	100

Es bestand keine signifikante Korrelation zwischen einem **abnormalen Zwischenwirbelspalt von L7 zum Kreuzbein und HD**, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,2909$  und Basset Hound  $p=0,8766$ , Hovawart  $p=0,5046$ ), noch innerhalb der Hundepopulation insgesamt ( $p=0,3358$ ).

Es konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen den **Art der Kontaktaufnahme von L7 und Kreuzbein und HD** festgestellt werden, weder innerhalb der Rassen (Rhodesian Ridgeback  $p=0,6136$  und Basset Hound  $p=0,5668$ , Hovawart  $p$ =nicht auswertbar) noch innerhalb der gesamten Studienpopulation ( $p= 0,6631$ ).

## 5.2.4 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Ellbogengelenkdysplasie-Komplex(ED)- OCD-Schulter (OCD-S)

### 5.2.4.1 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Ellbogengelenkdysplasie (ED)

**Tab. 57: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Ellbogengelenkdysplasie (ED)**

ED	LÜW-frei		LÜW		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
ED-frei	1662	92,9	127	7,1	1789	98,6
ED	20	76,9	6	23,1	26	1,4
Gesamt	1682	92,7	133	7,3	1815	100
	n	%	n	%	n	%
ED-frei	1662	92,9	127	7,1	1789	98,6
Leichte ED	1	100	0	0	1	0,1
Mittelschwere ED	15	75	5	25	20	1,1
Schwere ED	4	80	1	20	5	0,3
Gesamt	1682	92,7	133	7,3	1815	100

Der Zusammenhang zwischen ED und LÜW war mit  $p < 0,01$  statistisch signifikant, das gilt auch für die verschiedenen Schweregrade der ED und LÜW ( $p < 0,05$ ).

### 5.2.4.2 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Osteochondrosis disscans der Trochlea humeri (OCD-E)

**Tab. 58: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Osteochondrosis disscans der Trochlea humeri (OCD-E)**

OCD-E	LÜW-frei		LÜW		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
OCD-frei	1688	92,8	131	7,2	1819	99,8
NICHT OCD-frei	3	75	1	25	4	0,2
Verdacht	1	50	1	50	2	0,1
OCD	2	100	0	0	2	0,1
Gesamt	1691	92,8	132	7,2	1823	100

Der Zusammenhang zwischen OCD-E und LÜW war statistisch nicht signifikant ( $p= 0,2599$ ), für die verschiedenen Schweregrade der OCD-E und LÜW ergab sich ebenso kein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p= 0,2599$ ).

#### 5.2.4.3 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und fragmentierter Processus coronoideus medialis (FPC)

**Tab. 59: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und fragmentierter Processus coronoideus medialis (FPC)**

FPC	LÜW-frei		LÜW		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
FPC-frei	1674	92,9	129	7,1	1803	98,7
NICHT FPC-frei	18	78,3	5	21,7	23	1,3
Verdacht	15	78,9	4	21,1	19	1
FPC	3	75	1	25	4	0,2
Gesamt	1692	92,7	134	7,3	1826	100

Der Zusammenhang zwischen FPC und LÜW war mit  $p<0,05$  statistisch signifikant, das gilt auch für die verschiedenen Schweregrade des FPC und LÜW ( $p<0,05$ ).

#### 5.2.4.4 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Processus anconaeus isolatus (IPA)

**Tab. 60: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Processus anconaeus isolatus (IPA)**

IPA	LÜW-frei		LÜW		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
Kein IPA	1662	92,9	127	7,1	1789	99,9
IPA	2	100	0	0	2	0,11
Gesamt	1664	92,9	127	7,1	1791	100

Der Zusammenhang zwischen IPA und LÜW war statistisch nicht signifikant ( $p= 1,0000$ ).

#### 5.2.4.5 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-S)

**Tab. 61: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-S)**

OCD-S	LÜW-frei		LÜW		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
OCD-frei	1611	92,5	130	7,5	1741	97,4
NICHT OCD-frei	45	95,7	2	4,3	47	2,6
Verdacht	23	95,8	1	4,2	24	1,3
OCD	22	95,7	1	4,4	23	1,3
Gesamt	1656	92,6	132	7,4	1788	100

Der Zusammenhang zwischen OCD-S und LÜW war statistisch nicht signifikant ( $p = 0,5756$ ), das gilt auch für die verschiedenen Schweregrade der OCD-S und LÜW ( $p = 1,0000$ ).

#### 5.2.4.6 Übersicht Korrelationen lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) mit Ellbogengelenksdysplasie-Komplex-OCD-Schulter

**Tab. 62: Übersicht Korrelationen lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) mit Ellbogengelenksdysplasie-Komplex-OCD-Schulter**

	LÜW
<b>ED</b>	<b><math>p &lt; 0,001</math></b>
OCD-Ellbogen	$p = 0,2599$
<b>FPC</b>	<b><math>p &lt; 0,05</math></b>
IPA	$p = 1,0000$
OCD-Schulter	$p = 0,5756$



## 5.2.5 Korrelationen zwischen den verschiedenen röntgenologisch sichtbaren Erkrankungen des Bewegungsapparates

Befunde HD- Ellbogengelenkdysplasie-Komplex- OCD-Schulter:

Die HD-Befunde wurden mit den Befunden des Ellbogengelenkdysplasie-Komplexes (ED, OCD-Elbogen, FPC, IPA) sowie den OCD-Befunden am Schultergelenk korreliert.

### 5.2.5.1 Hüftgelenkdysplasie (HD) und Ellbogengelenkdysplasie (ED)

Tab. 63: Hüftgelenkdysplasie (HD) und Ellbogengelenkdysplasie (ED)

	HD-frei		HD		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
ED-frei	1541	86,1	249	13,9	1790	98,6
ED	13	50	13	50	26	1,4
Gesamt	1554	85,6	262	14,4	1816	100
	HD-frei		HD		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
ED-frei	1541	86,1	249	13,9	1790	98,6
Leichte ED	1	100	0	0	1	0,1
Mittelschwere ED	10	50	10	50	20	1,1
Schwere ED	2	40	3	60	5	0,3
Gesamt	1554	85,6	262	14,4	1816	100

Der Zusammenhang zwischen ED und HD war mit  $p < 0,001$  statistisch signifikant, das gilt auch für die verschiedenen Schweregrade der ED und HD ( $p < 0,001$ ).

### 5.2.5.2. Hüftgelenksdysplasie (HD) und Osteochondrosis disscans der Trochlea humeri (OCD-E)

**Tab. 64: Hüftgelenksdysplasie (HD) und Osteochondrosis disscans der Trochlea humeri (OCD-E)**

OCD-E	HD-frei		HD		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
OCD-frei	1557	85,6	263	14,4	1820	99,8
NICHT OCD-frei	2	50	2	50	4	0,2
Verdacht	1	50	1	50	2	0,1
OCD	1	50	1	50	2	0,1
Gesamt	1559	85,5	265	14,5	1824	100

Der Zusammenhang zwischen OCD-E und HD war mit  $p < 0,05$  statistisch signifikant, für die verschiedenen Schweregrade der OCD-E und HD ergab sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,1312$ ).

### 5.2.5.3. Hüftgelenksdysplasie (HD) und fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC)

**Tab. 65: Hüftgelenksdysplasie (HD) und fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC)**

	HD-frei		HD		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
FPC-frei	1552	86	252	14	1804	98,7
NICHT FPC-frei	10	43,5	13	56,5	23	1,3
Verdacht	10	52,6	9	47,4	19	1
FPC	0	0	4	100	4	0,2
Gesamt	1562	85,5	265	14,5	1827	100

Der Zusammenhang zwischen FPC und HD war mit  $p < 0,001$  statistisch signifikant, das gilt auch für die verschiedenen Schweregrade des FPC und HD ( $p < 0,001$ ).

#### 5.2.5.4. Hüftgelenkdysplasie (HD) und Processus anconaeus isolatus (IPA)

**Tab. 66: Hüftgelenkdysplasie (HD) und Processus anconaeus isolatus (IPA)**

	HD-frei		HD		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
Kein IPA	1541	86,1	249	13,9	1790	99,9
IPA	1	50	1	50	2	0,1
Gesamt	1542	86,1	250	13,9	1792	100

Der Zusammenhang zwischen IPA und HD war statistisch nicht signifikant ( $p=0,1410$ ).

#### 5.2.5.5. Hüftgelenkdysplasie (HD) und Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-S)

**Tab. 67: Hüftgelenkdysplasie (HD) und Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-S)**

OCD-S	HD-frei		HD		gesamt	
	n	%	n	%	n	%
OCD-frei	1500	86,1	242	13,9	1742	97,4
NICHT OCD-frei	36	76,6	11	23,4	47	2,6
Verdacht	19	79,2	5	20,83	24	1,3
OCD	17	73,9	6	26,1	23	1,3
Gesamt	1536	85,9	253	14,1	1789	100

Der Zusammenhang zwischen OCD-S und HD war statistisch nicht signifikant ( $p=0,0648$ ), das gilt auch für die verschiedenen Schweregrade der OCD-S und HD ( $p=0,1590$ ).

**5.2.5.6. Übersicht Korrelationen Hüftgelenkdysplasie (HD) und Erkrankungen des Ellbogengelenkdysplasie-Komplex sowie OCD-Schulter**

**Tab. 68: Korrelationen Hüftgelenkdysplasie (HD) und Erkrankungen des Ellbogengelenkdysplasie-Komplex sowie OCD-Schulter**

	HD
<b>ED</b>	<b>p&lt;0,001</b>
<b>OCD-Elbogen</b>	<b>p&lt;0,05</b>
<b>FPC</b>	<b>p&lt;0,001</b>
IPA	p=0,1410
OCD-Schulter	p=0,0648

## 6 DISKUSSION

### 6.1 Definition und Klassifikation lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW)

Übergangswirbel sind kongenitale Anomalien, die an der Segmentgrenze zwischen den verschiedenen Wirbelsäulenabschnitten vorkommen können. Wirbelkörper, Wirbelbogen und/oder Wirbelfortsätze sind so verändert, dass sie zum Teil morphologische Eigenschaften des davor- oder dahinterliegenden Wirbelsäulenabschnittes aufweisen, oder ihm derart morphologisch ähneln, dass es zu einer Mehr- oder Minderanzahl der Wirbel dieses Abschnittes gekommen zu sein scheint (STIEVE 1921, BLUMENSAAT und CLASING 1932, MORGAN et al. 1993, MORGAN 1999). Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) entstehen an der Segmentgrenze zwischen Lendenwirbelsäule und Kreuzbein.

Im vergangenen Jahrhundert wurden die LÜW je nach Veränderungen sowohl in der Humanmedizin (STIEVE 1921, JUNGHANS und SCHMORRL 1957) als auch der Veterinärmedizin (MORGAN 1968, LARSEN 1977, WINKLER 1985, WINKLER und LÖFFLER 1986, MORGAN et al. 1993) als Sakralisation oder Lumbalisation bezeichnet. Grundlage der verschiedenen Klassifikationen waren Kriterien wie die Wirbelanzahl (MORGAN 1968), ein isolierter Processus spinosus S1 und ein uni- oder bilateraler Kontakt der Querfortsätze des letzten Lendenwirbels zum Darmbein (WINKLER 1985), die Stellung der Gelenkflächen der kleinen Wirbelgelenke sowie ausgebildete ventrale Seitenteile (WINKLER und LÖFFLER 1986). Die Begriffe Lumbalisation und Sakralisation korrekt zu verwenden ist aber nur möglich, wenn die Wirbelsäule in ganzer Länge röntgenologisch abgebildet wurde (MORGAN 1968, WINKLER 1985, ZIEGLER 1989). Entsprechend darf diese Nomenklatur z.B. bei mazerierten Skelettsegmenten und/oder HD-Röntgenaufnahmen unter diesen Aspekten nicht angewandt werden (WINKLER 1985). Deswegen wurden in der vorliegenden retrospektiven Studie, der nur HD-Röntgenaufnahmen zugrunde lagen, die Termini Lumbalisation und Sakralisation zur Klassifikation vermieden. Abgesehen davon nimmt man an, dass LÜW nicht Folge einer Transformation eines Lumbal- vice versa Sakralwirbels sind, sondern vielmehr intermediäre Wirbeltypen, die durch formative Stimuli unter anderem benachbarter Wirbel entstehen, die die Morphologie der Procc. transversi prägen. Schon ein geringfügiger asymmetrischer Kontakt des Beckens mit der Wirbelsäule kann in verschiedenster Weise stimulierend sein (ROSENBERG 1907, WINKLER 1985). So ließen sich die vielfältigen Formvarianten der LÜW gut erklären (DAMUR-DJURIC et al. 2005).

Interessant ist die molekulargenetische Erklärung zur Genese LÜW von VAN DER AKKER et al. (2002). Sie stellten bei Fruchtfliegen und Mäusen fest, dass die anteriorposteriore Segmentierung des Embryos durch eine Modulation der Expression von Cdx und HOX-Genen beeinflusst wird.

Sieht man einmal von den Termini Lumbalisation/Sakralisation ab, deren Nutzungsoptionen hier nicht gegeben sind, wurden verschiedene andere Systeme genutzt, um LÜW zu typisieren und zu benennen. Nach DAMUR-DJURIC et al. (2005) sollte ein LÜW auf HD-Röntgenaufnahmen mit gestreckten und/oder gebeugten Hintergliedmaßen mindestens eines der folgenden Merkmale aufweisen: von der Crista sacralis mediana isolierter Processus spinosus S1, unvollständig ausgebildete Zwischenwirbelscheibe kranial des Os sacrum (markant verschmälerter Zwischenwirbelspalt), morphologisch offensichtlich modifizierte(r) Procc. transversi des letzten prä-sakralen Wirbels, asymmetrisch modulierte Procc. transversi des letzten prä-sakralen Wirbels, Kontaktieren der Procc. transversi des letzten prä-sakralen Wirbels ein- oder beidseitig mit dem Os ilium, Rotation des letzten prä-sakralen Wirbels um seine vertikale Achse, Rotation des Sakrums um seine vertikale Achse, variierende Länge oder Position der sakro-iliakalen Verbindung. Sie geben an, dass der Intervertebralspalt zwischen letztem Lendenwirbel und Kreuzbein auf Röntgenaufnahmen in HD-Position II, d.h. bei im Hüftgelenk gebeugten Gliedmaßen, besser zu beurteilen war, sodass auch ein LÜW aufgrund dieses Merkmals leichter gefunden werden konnte. Die Konfiguration der Querfortsätze lässt aufgrund ihres Kontaktes zum Os ilium 3 Typen von LÜW erkennen: lumbaler Typ – das Os ilium wird nicht kontaktiert; intermediärer Typ – der Proc. transversus hat eine kürzere und breitere Basis als Typ 1, er berührt teils das Os ilium und ist häufig mit dem Sakrum verbunden, die Spitzen der Querfortsätze sind frei; sakraler Typ – weist Merkmale der Sakralflügel auf, hat großflächigen Kontakt mit dem Os ilium, die Spitzen der Querfortsätze sind nicht frei. Diese Typisierung der Procc. transversi macht 9 Formen von LÜW möglich: symmetrische Formen mit bilateral gleichen Querfortsätzen (lumbaler (1), intermediärer (2) oder sakraler Typ (3)) und asymmetrische Formen mit bilateral verschiedenen Querfortsätzen: links Typ1/rechts Typ 2 (Typ 1/2) vice versa 2/1, 1/3 und 3/1 sowie 2/3 und 3/2. Ein verschmälerter lumbosakraler Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lendenwirbel und Kreuzbein kann besser auf Röntgenaufnahmen im laterolateralen Strahlengang erkannt werden (MORGAN 1968, ZIEGLER 1989, MORGAN et al. 1993, BREIT und KÜNZEL 1998, MORGAN et al. 2000). Wenn man einmal von der LÜW Problematik absieht, kann der verschmälerte Zwischenwirbelspalt auch Folge anderer Erkrankungen sein, wie z.B. eines Bandscheibenvorfalls Hansen Typ II (seltener Hansen Typ I), einer kongenitalen Stenose des Wirbelkanals, einer sakralen OCD oder einer Instabilität bzw. Subluxation im Bereich L7/S1 (JOHNSTON und TOBIAS 2012).

All dies bedenkend, und dass für die vorliegende Schrift nur Röntgenaufnahmen in HD-Position I vorlagen, gab Anlass sich der Typisierung von JULIER-FRANZ (2006) anzuschließen. Wie auch DAMUR-DJURIC et al. (2005) klassifiziert er LÜW in symmetrische und asymmetrische und nutzt als entscheidendes Kriterium die Symmetrie der Procc. transversi.

Nach JULIER-FRANZ (2006) weisen symmetrische LÜW bilateral symmetrische Procc. transversi auf, deren Länge, Ausrichtung und/oder Kontakt zur Pars lateralis des Os sacrum nicht der eines wohlgeformten Processus transversus des letzten Lendenwirbels entsprechen. Ein symmetrischer LÜW kann auch von einem isolierten Proc. spinosus S1 geprägt sein. Dieser kann verglichen mit einem anatomisch abweichenden Intervertebralspalt auf Röntgenaufnahmen im ventrodorsalen Strahlengang gut entdeckt werden. Wirbel mit nur sehr geringer Asymmetrie wurden ebenfalls als symmetrische LÜW klassifiziert. Sind Procc. transversi und/oder der Wirbelkörper asymmetrisch konfiguriert, liegt ein asymmetrischer LÜW vor. Bei asymmetrischen Procc. transversi erfolgt die Seitenbenennung – rechts, links - nach der Seite mit den ausgeprägteren Befunden. Beachtet wurde bei asymmetrischen LÜW zudem der Kontakt der (des) Procc. transversi mit dem Os ilium. War der lumbosakrale Zwischenwirbelspalt (L7/S1) morphologisch verändert, wurde dies registriert, aber nicht wie nach DAMUR-DJURIC et al. (2005) als alleiniges Kriterium eines LÜW angesehen.

## **6.2 Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) und deren Typen**

Je nach Rasse der Hunde (Tab.2), Typisierungs-Verfahren, fehlendem Consensus in der Nomenklatur und Autor(en) sind die Angaben zur Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel beim Hund breit gestreut (MORGAN 1968, LARSEN 1977, WINKLER 1985, WINKLER und LÖFFLER 1986, BREIT und KÜNZEL 1998, BREIT et al. 2003, DAMUR-DJURIC et al. 2005, FIALOVA et al. 2014). Dies gilt auch für die Rassen, die in dieser Schrift Studienanliegen waren. Die Typisierung war den Kriterien von JULIER-FRANZ (2006) in symmetrische und asymmetrische Formen angelehnt (s.o.). Der isolierte Processus spinosus S1 bildete mit den markanten symmetrischen Übergangswirbeln die beiden Unterkategorien symmetrischer Übergangswirbel.

### 6.2.1 Rhodesian Ridgeback

In der vorliegenden Arbeit wurden bei 7,4% (149/2012) der Rhodesian Ridgebacks LÜW gefunden. Bei 2,1% (43/2012) wurde ein isolierter Processus spinosus S1 festgestellt, bei 2,9% (58/2012) ein markanter symmetrischer Übergangswirbel. Insgesamt hatten also 5% (101/2012) einen symmetrischen LÜW. 2,4% (48/2012) der Hunde hatten einen asymmetrischen LÜW (Tab. 35).

Angaben zur Prävalenz LÜW beim Rhodesian Ridgeback liegen von LARSEN 1977, WINKLER 1985, LEDECKY et al. 2007 und FIALOVA et al. 2014 vor, die allerdings andere Klassifikations- und Typisierungs-Modelle verwendeten.

So fand LARSEN (1977) bei 7,9% (15/191) der Rhodesian Ridgebacks einen LÜW. Er gibt an, dass Rhodesian Ridgebacks, wie DSH, Bretonischem Spaniel und Dobermann Pinscher signifikant häufiger von LÜW betroffen sind als andere Hunderassen. LARSEN (1977) nennt keine Kriterien, nach denen er die LÜW in Lumbalisation und Sakralisation gliedert. Allerdings soll die Sakralisation des siebten Lendenwirbels der häufigste Typ sein, auch wenn die Anzahl prä-sakraler Wirbel insgesamt nicht bekannt war. Dies gilt auch für zahlreiche andere Rassen, die in der Tab. 2 zusammengestellt sind, bei denen auch nur HD-Aufnahmen in Position I und/oder II zur Wertung vorlagen. In diesem Zusammenhang die Termini zu verwenden, ist nicht korrekt. Da der lumbosakrale Übergangsbereich nicht immer unter dem Aspekt LÜW korrekt abgebildet war, vermutet LARSEN 1977 eine noch höhere Prävalenz.

Diese Vermutung bestätigt WINKLER (1985). Er wertete ebenfalls HD-Aufnahmen aus und fand bei 16,7% (4/24) der Rhodesian Ridgebacks einen LÜW. Wie LARSEN (1977) benutzte er die Begriffe der Lumbalisation und Sakralisation, wobei er die Sakralisation weiter in ein- und beidseitige Formen unterschied.

LEDECKY et al. (2007) fanden unter 47 untersuchten Rhodesian Ridgebacks einen Hund mit einem LÜW. In der Studie wurden die LÜW in symmetrisch und asymmetrisch gruppiert. Nicht angegeben ist für die einzelnen Rassen, um welche Typen es sich handelte. Ob ein isolierter Proc. spinosus S1 beachtet wurde bleibt offen.

FIALOVA et al. (2014) analysierten Beckenaufnahmen im ventrodorsalen und laterolateralen Strahlengang. Sie stellten bei 15,7% (14/89) Rhodesian Ridgeback einen LÜW fest. Wie auch DAMUR-DJURIC et al. (2005) beurteilten sie den Intervertebralspalt zwischen den ersten beiden Sakralwirbeln und nutzten dazu die Typisierung, die FLÜCKIGER et al. (2006) mit Typ 0 – normaler lumbosakraler Übergang, Typ 1 – isolierter Proc. spinosus S1, Typ 2-



LÜW vollständig vom Sakrum separiert, Querfortsätze symmetrisch und Typ 3- Querfortsätze asymmetrisch beschrieb.

Die verschiedenen Klassifikationen, Typisierungen und Denominationen auf der Basis von Röntgenaufnahmen des Beckens in HD-Position I und/oder II sowie des Beckens im laterolateralen Strahlengang, der Wirbelsäule insgesamt oder von mazerierten Segmenten, macht einen Vergleich der eigenen Ergebnisse mit denen der Literatur kaum möglich. Deswegen erscheint es zweckmäßig, die verschiedenen Raster, die genutzt wurden, LÜW zu charakterisieren, tabellarisch gegenüber zu stellen (Tab. 69).

**Tab. 69: Typisierungskriterien lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) beim Rhodesian Ridgeback nach Anzahl und prozentuellem Anteil an der Studienpopulation**

Eigene Studie (N=2012)		LARSEN 1977 (N=191)		WINKLER 1985 (N=24)		LEDECKY et al. 2007 (N=47)		FIALOVA et al. 2014 (N=89)	
Isolierter Proc. spinosus S1 (Typ 1a)	2,1% (n=43)	Lumbalisation?	k.A.	Lumbalisation	12,5% (n=3)			Isolierter Proc. spinosus S1 (Typ 1)	1,1% (n=1)
mark. symmetrischer LÜW (Typ 1b)	2,9% (n=58)	Sakralisation?	k.A.	Beidseitige Sakralisation	4,2% (n=1)	Symmetrische LÜW	k.A.	Querfortsätze symmetrisch (Typ 2) + Separation des LÜW vom Sakrum	10,1% (n=9)
Asymmetrischer LÜW (Typ 2)	2,4% (n=48)			Einseitige Sakralisation		Asymmetrische LÜW			
Gesamt	7,4% (n=149)		7,9% (n=15)		16,7% (n=4)		2,1% (n=1)		15,7% (n=14)

Die eigenen Ergebnisse mit denen von LARSEN (1997) oder LEDECKY et al. (2007) zu vergleichen, ist nur für die Prävalenz von LÜW beim Rhodesian Ridgeback möglich, da LARSEN (1977) und LEDECKY et al. (2007) keine weiteren Kriterien ihrer Beurteilung nennen. Unter diesem Aspekt stimmen die Daten zur Prävalenz mit 7,4% (149/2012) mit denen von LARSEN (1997) 7,9% (15/191) so gut wie überein, während LEDECKY et al. (2007) nur bei 2,1% (1/49) einen LÜW fanden.

WINKLER (1985) fand bei 12,5% (3/24) der Rhodesian Ridgebacks eine Lumbalisation, gleichbedeutend mit einem Isolierten Processus spinosus S1 in dieser Studie 2,1% (43/2012). Nur bei einem Rhodesian Rigeback bestand eine Sakralisation (1/24). Er gab nicht an, ob es sich dabei um die ein- oder beidseitige Form der Sakralisation handelte. Eine einseitige Sakralisation bei WINKLER (1985) entspräche einem asymmetrischen LÜW in dieser Arbeit, eine beidseitige einem markanten symmetrischen LÜW (Tab. 69). Diese zusammengerechnet (markante symmetrische LÜW (58/2012) und asymmetrische LÜW (48/2012)), entspräche dies einer Prävalenz von „Sakralisation“ im Sinne WINKLERs (1985) von 5,3% (106/2012), und wäre in dieser Arbeit damit etwa doppelt so hoch. Zu beachten ist, dass die Fallzahlen in dieser Arbeit etwa 10mal größer waren als WINKLER (1985).

Von FIALOVA et al. (2014) ist mit 15,7% (n=89) LÜW beim Rhodesian Ridgeback ein mehr als doppelt so hoher Prozentsatz angegeben, dies betrifft sowohl die LÜW mit symmetrischen Querfortsätzen (4/89) als auch die asymmetrischen LÜW (4/89). Nur ein Hund hatte in ihrer Studie einen isolierten Processus spinosus S1. Ihnen standen zum Teil zusätzliche Röntgenprojektionen des lumbosakralen Übergangs zur Verfügung, die die Detektierbarkeit von LÜW im Vergleich zu dieser Studie erhöhten. Auch kann ein rudimentärer Intervertebralspalt zwischen dem ersten Sakralwirbel und dem Rest des Sakrums in der laterolateralen Projektion besser beurteilt werden und wird in der ventrodorsalen leicht übersehen (MORGAN 1968, MORGAN 1999, DAMUR-DJURIC et al. 2006, FIALOVA et al. 2014). Dagegen war die Studienpopulation in der vorliegenden Arbeit mit N=2012 versus N=89 bei FIALOVA et al. (2014) wesentlich größer, was wiederum die statistische Aussagekraft dieser Arbeit erhöht.

### **6.2.2 Basset Hound**

Beim Basset (N=249) hatten in den eigenen Untersuchungen nur 7 Tiere (2,8%) einen LÜW, je 2 in Form eines isolierten Processus spinosus S1 bzw. asymmetrischen LÜW, 3 in Form eines markanten symmetrischen LÜW (Tab. 37). Keinen LÜW fand dagegen ZIEGLER (1989) bei dieser Rasse. Allerdings lagen ihr nur Röntgenaufnahmen von 20 Hunden vor.

### **6.2.3 Hovawart**

In der eigenen Studie wurden unter N=116 Hovawarts nur 3 (2,6%) mit einem LÜW gefunden, der zweimal symmetrisch, und einmal in Form eines isolierten Processus spinosus S1 geformt waren (Tab. 38). Beim ersten Hinsehen, deckt sich dies mit den Angaben von DAMUR-DJURIC et al. (2005) und FIALOVA et al. (2014). Sie diagnostizierten bei 4/97 (4%) Hovawarts (DAMUR-DJURIC et al. (2005)) bzw. bei 1/51 (1,9%) (FIALOVA et al. (2014)) einen LÜW. Der Vergleich ist aber nur unter Vorbehalt möglich, da in den eigenen Untersuchungen der Charakterisierung/Typisierung eines LÜW das Vorgehen von JULIER-FRANZ (2006) zugrunde lag und ausschließlich Röntgenaufnahmen im ventrodorsalen Strahlengang zur Verfügung standen. Entsprechend konnte bei den eigenen Fällen der (ggf. markant verschmälerte) Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lendenwirbel und Os sacrum und/oder eine etwaige Rotation des letzten Lumbalwirbels und /oder des Os sacrum um die vertikale Achse nicht befundet werden. Abgesehen davon haben DAMUR-DJURIC et al. (2005) Hovawarts befundet, die unter anderem wegen eines Cauda-equina-Syndroms (CES) als Patienten vorgestellt wurden. Bekannt ist, dass bei Hunden mit CES der Zwischenwirbelraum im Caudabereich markant verschmälert sein kann. Auch ist die Prävalenz LÜW bei Hunden mit CES höher (MORGAN 1990, MATTOON und KOLBIK 1993, BARTHEZ et al. 1993, MOORE et al. 2001, FLÜCKIGER et al. 2006).

## **6.3 Geschlechtsdisposition**

In der vorliegenden Studie ließ sich weder für Rhodesian Ridgebacks (N= 2012, p=0,7073) noch für Bassets (N=249, p=0,2830) oder Hovawarts (N=116, p=0,4986) eine Geschlechtsdisposition für LÜW ausmachen. Dies deckt sich mit den Literaturangaben für Rhodesian Ridgebacks (LARSEN 1977 N=191, WINKLER 1985 N=24, LEDECKY et al. 2007 N=47, FIALOVA et al. 2014 N=89) und Hovawarts (DAMUR-DJURIC et al. 2005 N=97, FIALOVA et al. 2014 N=51). Beim Basset war ein dahigehender Vergleich mit der Literatur nicht möglich, da in der einzigen gefundenen Quelle (ZIEGLER 1989) keines der Tiere (N=20) einen LÜW hatte.

## **6.4 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenksdysplasie (HD)**

Lumbosakrale Übergangswirbel sind ein häufiger Nebenbefund beim HD-Screening, das in Deutschland für zahlreiche Hunderassen vorgeschrieben ist, um die Zuchtzulassung zu erhalten. Dazu wird ein Röntgenbild in HD-Position I, d.h. mit in Hüft- und Kniegelenken gestreckten Gliedmaßen gefordert. Abbildungstechnisch muss auf der Aufnahme das Becken mit Hüft- und Kniegelenken vollständig abgebildet sein. Lagerungstechnisch müssen das Becken symmetrisch plan, die Oberschenkel im Knie- im Hüftgelenk so eingedreht sein, dass die Patella jeweils im Zentrum der Trochlea ossis femoris zu liegen kommt. Die Röntgenaufnahmen müssen mit den Stammdaten des Hundes, Name, Wurfstag, Chip-Nr., dem Namen des Hundehalters und Tag der Röntgenuntersuchung inscribiert sein. Diese Aufnahmen werden zur Befundung dem jeweils für dem Zuchtverband zuständigen Gutachter zugestellt. Das Urteil erstellt er auf der Grundlage der FCI-Regeln (Federation Cynologique International). Auf diesen Aufnahmen wurden bei zahlreichen Rassen (Tab. 2) Wirbelauffälligkeiten im lumbosakralen Übergang, sog. LÜW, beobachtet und als Zufallsbefund z.T. auch benannt. Ihre Bedeutung bleibt ungeklärt.

Auch das für diese Studie zur Verfügung stehende Bildmaterial wurde im Rahmen von HD-Röntgenuntersuchungen nach den Kriterien der FCI angefertigt und beurteilt. Das heißt: A= HD-frei, B= Übergangsform, C= geringgradig HD, D= mittelgradige HD, E= hochgradige HD.

Beim Rhodesian Ridgeback waren 16,2% (325/2013), beim Basset 49,0% (122/249) und beim Hovawart 18,8% (2/116) der Hunde nicht HD-frei (HD-Grad >A). Die Befunde zur HD im Detail sind den Tabellen 39-41 zu entnehmen. Statistisch war zwischen LÜW und HD, weder für die gesamte Studienpopulation, noch für die einzelnen Rassen, ein signifikanter Zusammenhang aufzudecken. Das gilt ebenso für symmetrische LÜW und HD, für deren Subtypen mit isoliertem Proc. spinosus S1 bzw. markantem symmetrischen LÜW und auch asymmetrische Übergangswirbel und deren Subtypen mit Kontakt zum Os ilium (Tab. 47, 49, 50, 52, 53).

**Tab. 70: Korrelationen lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) mit Hüftgelenksdysplasie (HD) bei Rhodesian Ridgebacks**

	HD
LÜW	p=0,1700
symLÜW	p=0,1936
Subtypen: Isolierter Proc. spinosus S1, markanter symLÜW	p=0,1060
asymLÜW	p=0,6207
Subtypen: mit und ohne Kontakt zum Os sacrum	p=0,2545

HD = Hüftgelenksdysplasie, LÜW = Lumbosakraler Übergangswirbel, symLÜW = symmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel, Isolierter Proc. spinosus S1 = Isolierter Processus spinosus des ersten Sakralwirbels, asymLÜW = asymmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel

Dies deckt sich mit den Ergebnissen von LARSEN (1977), WINKLER (1985), WINKLER und LÖFFLER (1986), TELLHEM und BRASS (1994), MORGAN et al. (1999), CITI et al. (2005), JULIER-FRANZ (2006), LEDECKY et al. (2007) und WIGGER et al. (2014), die auch keinen Zusammenhang zwischen LÜW und HD bei Hunden 57 verschiedener Rassen feststellten. Im Gegensatz dazu wiesen MORGAN und STEPHENS (1985), KELLER und CORLEY (1989), ZIEGLER (1989), OWENS (1989), SCHAWALDER et al. (1996), DIETSCHI et al. (2000), KOMSTA et al. (2015) und FLÜCKIGER et al. (2017) an Hunden 85 verschiedener Rassen signifikante Korrelationen zur HD nach.

Dies erwägend, wurden in den eigenen Untersuchungen die HD-Befunde von Rhodesian Ridgebacks, Bassets und Hovawarts in eine Gruppe „Zuchtzulassung“ und eine „Zuchtausschluss“ aufgeschlüsselt und in den Gruppen nochmals nach etwaigen Zusammenhängen LÜW-HD gefahndet. Die Zuchtzulassung wird in Deutschland bei den HD-Graden A (HD-frei) und B (Übergangsform) gewährt und der Zuchtausschluss ist bei C (geringgradige HD), D (mittelgradige HD) und E (hochgradige HD) gegeben. Die Fahndung ergab für Rhodesian Ridgebacks (N=2012) eine signifikante Korrelation zwischen LÜW und nicht-zuchtzulassungsfähigem HD-Befund ( $p < 0,05$ ) (Tab. 48), sowie zwischen asymmetrischen LÜW und nicht-zuchtzulassungsfähigem HD-Befund ( $p < 0,05$ ) (Tab. 54). Für symmetrische LÜW und HD war dagegen keine signifikante Korrelation auszumachen (Tab. 51).

Auch für die beiden anderen Hunderassen, bei denen die Fallzahlen wesentlich kleiner waren (Bassets N=249, Hovawarts N=116), ergaben sich keine signifikanten Korrelationen. Dies ist mit den Ergebnissen von KOMSTA et al. (2015) vereinbar, die auch bei schwerer HD und asymmetrischen LÜW einen Zusammenhang nachwiesen.

**Tab. 71: Korrelationen lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) mit Zuchtausschluss aufgrund Hüftgelenksdysplasie (HD) bei Rhodesian Ridgebacks**

	Zuchtausschluss (HD-Grade C-E)
LÜW	<b>p&lt;0,05</b>
symLÜW	p=0,4429
asymLÜW	<b>p&lt;0,05</b>

LÜW = Lumbosakraler Übergangswirbel, HD = Hüftgelenksdysplasie, symLÜW = symmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel, asymLÜW = asymmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel, fett = signifikant

Die eigenen Studienergebnisse zum Rhodesian Ridgeback bestätigen in gewisser Weise die Angaben von MORGAN und STEPHENS (1985), KELLER und CORLEY (1989), ZIEGLER (1989), OWENS (1989), SCHAWALDER et al. (1996), DIETSCHI et al. (2000), KOMSTA et al. (2015) und FLÜCKIGER et al. (2017), obwohl sich in diesen Arbeiten je nach Autor sich auf ein oder mehrere Merkmale eines LÜW und HD fokussiert wurde. So korreliert: eine asymmetrische Beckenverbindung zum Os sacrum signifikant mit einer HD (MORGAN und STEPHENS (1985)), ein asymmetrischer LÜW mit einer ipsilateralen HD (KELLER und CORLEY 1989, SCHAWALDER et al. 1996, DIETSCHI et al. 2000), ein symmetrischer LÜW mit einer markanten bilateralen HD mit konsekutiver Coxarthrose und ein asymmetrischer ipsilateral mit einer höhergradigen Coxarthrose (ZIEGLER 1989), ein asymmetrischer LÜW mit einer HD und kontralateral mit einer Coxarthrose bei Kontakt mit dem Os sacrum (OWENS 1989), ein LÜW nur mit einer hochgradigen HD signifikant (KOMSTA et al. 2015), ein asymmetrischer LÜW des intermediären (Typ 2) oder sakralähnlichen (Typ 3) Typs signifikant mit einer HD in Form einer Subluxatio ossis femoris ( FLÜCKIGER et al. 2017).

Nach LANG und JAGGY (1986), ZIEGLER (1989) und FLÜCKIGER et al. (2017) korrelieren LÜW nicht selten mit einer Achsenabweichung der Wirbelsäule und/oder Rotation des Beckens. Hebt die Rotation das Becken an, oder ein asymmetrischer LÜW ist Ursache der Rotation, ist dies HD-prädisponierend. Kontaktieren die Procc. transversi das Os ilium nicht,

sind die Hüftgelenke dagegen korrekt geformt. WIGGER et al. (2009) fanden derartige Zusammenhänge nicht, wohl auch deswegen, weil sie Wirbel mit isoliertem Proc. spinosus S1, aber korrekt fusioniertem Os sacrum, zu LÜW deklarierten. Das ist auch ein Stolperstein der eigenen Studien, weil auch sie nur auf Grundlage von HD-Aufnahmen in Position I durchzuführen waren und entsprechend WIGGER et al. (2009) ein Wirbel mit isoliertem Processus spinosus S1 als LÜW charakterisiert wurde. Ein rudimentärer Intervertebralspalt war auf diesen Aufnahmen nicht zu diagnostizieren. In den eigenen Studien wurden Auffälligkeiten des Spaltes zwischen erstem prä-sakralem Wirbel und Os sacrum registriert, aber nicht wie von DAMUR-DJURIC et al. (2005) als einziges Kriterium zur Benennung LÜW angewandt. Die Zwischenwirbelspalt-Auffälligkeiten wurden trotzdem zur HD korreliert, ohne das für eine der 3 Rassen oder die Gesamtpopulation Tendenzen oder gar Signifikanzen festgestellt werden konnten. Sollten asymmetrische LÜW und koinzidente Achsenabweichungen insbesondere mit hochgradiger HD korreliert sein, müssten sowohl die HD-Raten als auch die LÜW-Inzidenz infolge Zuchtausschluss langsam reduziert werden.

## **6.5 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Cauda-equina-Syndrom (CES)**

Sieht man einmal von der HD ab, werden LÜW verdächtigt, auch das Cauda-equina-Syndrom (CES) zu begünstigen, wie MORGAN (1990), MATTOON und KOLBIK (1993) sowie BARTHEZ et al. (1993) an Patienten mit einem CES feststellten. Nach BARTHEZ et al. (1993) ist ein Bandscheibenvorfall Hansen Typ II häufigste Ursache eines CES, aber auch ein LÜW, eine Spondylose oder Stufenbildung sind prädisponierende Faktoren. Beim DSH (MOORE et al. (2001), FLÜCKIGER et al. (2006), wie auch bei Katzen (HARRIS et al. (2019), können Assimilationsstörungen im lumbosakralen Übergangsbereich ein CES verursachen. In der vorliegenden Schrift konnte diesem Aspekt – LÜW und CES - nicht nachgegangen werden, da die dazu zwingend erforderlichen Röntgenaufnahmen im laterolateralen Strahlengang nicht angefertigt worden waren. Grundlagen der eigenen Untersuchungen waren Röntgenaufnahmen in HD-Position I.



## **6.6 Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW), Hüftgelenkdsdysplasie (HD), Ellbogengelenkdsdysplasie (ED), Osteochondrosis dissecans (OCD) capitis humeri**

Sieht man einmal von der HD beim Rhodesian Ridgeback und der signifikant erhöhten Koinzidenz in der vorliegenden Studienklientel für LÜW ( $p < 0,05$ ) und asymmetrische LÜW ( $p < 0,05$ ) und schwereren HD-Graden ab, war es bislang unklar, ob bei dieser Rasse ein LÜW auch ein erhöhtes Koinzidenzrisiko mit anderen Fehlbildungen des Skeletts bedeutet. Um dies zu analysieren, bot es sich an, die Röntgenaufnahmen der Schulter (mediolateral) und der Ellbogengelenke (Grundbildpaar) der Überschrift dieses Punktes entsprechend zu diskutieren. Das heißt, ist bei Rhodesian Ridgebacks mit einem LÜW auch eine erhöhte Koinzidenz einer OCD capitis humeri und/oder auch eine einer ED zu befürchten. Im Hinblick auf die ED wurde auch nach Korrelationen zu den Einzelerkrankungen gesucht, die im ED-Komplex subsummiert sind: OCD trochlea humeri, Fragmentierter Proc. coronoideus medialis ulnae (=FPC), Isolierter Proc. anconaeus ulnae (=IPA), OCD intracondylär (=IOHC, Incomplete Ossification of the Humeral Condyle).

Im Ergebnis war bei den Rhodesian Ridgebacks weder ein LÜW ( $p = 0,5756$ ) noch eine HD ( $p = 0,0648$ ) signifikant mit einer OCD capitis humeri korreliert. Dagegen korrelierten sowohl LÜW ( $p < 0,01$ ) als auch HD ( $p < 0,001$ ) signifikant mit ED. Auch mit dem FPC waren die Korrelationen (LÜW  $p < 0,05$ , HD  $p < 0,001$ ) signifikant. Die OCD der Trochlea humeri korrelierte signifikant mit HD ( $p < 0,05$ ), nicht aber mit einem LÜW ( $p = 0,2599$ ). In Bezug auf den IPA ergaben sich keine signifikant Korrelationen. Von den im ED-Komplex subsummierten Einzelerkrankungen hatte kein Hund eine IOHC. Die Befunde zu Ellbogen- und Schultergelenk der Rhodesian Ridgebacks im Detail sind den Tabellen 42-46 zu entnehmen.

**Tab. 72: Korrelationen lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) und/oder Hüftgelenksdysplasie (HD) zur Ellbogengelenksdysplasie (ED) (OCD, FPC, IPA) sowie OCD des Caput humeri**

	ED	OCD trochlea humeri	FPC	IPA	OCD caput humeri
LÜW	<b>p&lt;0,01</b>	p=0,2599	<b>p&lt;0,05</b>	p=1,0000	p=0,5756
HD	<b>p&lt;0,001</b>	<b>p&lt;0,05</b>	<b>p&lt;0,001</b>	p=0,1410	p=0,0648

LÜW = Lumbosakraler Übergangswirbel, HD = Hüftgelenksdysplasie, ED = Ellbogengelenksdysplasie, OCD = Osteochondrosis dissecans, FPC = Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae, IPA = Isolierter Processus anconaeus ulnae, fett = signifikant

## 6.7 Erbllichkeit der Fehlbildungen

Es ist heute unbestritten, dass die Fehlbildungen des Skeletts bei Hunden zum Teil genetisch bedingt sind und durch zahlreiche weitere Faktoren (Hormone, Körpergewicht, Ernährung, Umwelteinflüsse etc.) mit begünstigt werden. Entsprechend liegen zahlreiche Daten zur Heritabilität vor allem der HD, ED und OCD vor (DISTL et al. 1991, SWENSON et al. 1997 a, 1997b, MÄKI et al. 2000 u. 2002, MALM et al. 2008, STOCK et al. 2001, LEWIS et al. 2001, LAVRIJSEN et al. 2014).

Bei LÜW dagegen ist die Datenlage zur Erbllichkeit noch überschaubar (MORGAN 1999a, MORGAN 1999b, DAMUR-DJURIC et al. 2006, JULIER-FRANZ 2006, WIGGER et a. 2009). Zum DSH werden Heritabilitäten von 20-30% (JULIER-FRANZ 2006, WIGGER et al. 2009) angegeben. Mit der vorliegenden Schrift konnten erstmals an großen Hundecohorten der Rassen Rhodesian Ridgeback (N=2037), Basset Hound (N=249) und Hovawart (N=116) zur Prävalenz LÜW belastbare Daten vorgelegt werden. Es war für die drei Rassen möglich, LÜW und HD zu korrelieren. Für die Rasse Rhodesian waren die Korrelation LÜW und asymmetrische LÜW mit höhergradiger Hüftgelenksdysplasie (HD-Grade C-E) statistisch signifikant. Auch mit der Ellbogengelenksdysplasie und dem Fragmentierten Proc. coronoideus medialis ulnae waren die Korrelationen signifikant. Auf Grundlage dieser Ergebnisse sollten weiterführende Untersuchungen zur Heritabilität der genannten Skelettfehlbildungen beim Rhodesian Ridgeback angeschlossen werden.

## 6.8 Ausblick

Die Studienpopulation war in dieser Arbeit verglichen mit den Literaturangaben für alle drei Rassen die größte. Auch wenn beim Rhodesian Ridgeback teilweise signifikante Korrelationen aufgedeckt werden konnten, ist letztendlich die klinische und zuchthygienische Relevanz dieser Zusammenhänge nicht geklärt. Deswegen sollten weiteren Studien durchgeführt werden. Es sollten von Hunden, bei denen beim HD-Screening ein LÜW gefunden wurde, noch in der Narkose zumindest auch eine Röntgenaufnahme im laterolateralen Strahengang des Beckens angefertigt werden, um so weitere Auffälligkeiten zu belegen. Zusätzlich zu empfehlen wäre auch die Schrägaufnahme wie in der Humanmedizin (JEROSCH et al. 2002, KONIN und WALZ 2010), um den Zwischenwirbelspalt zwischen letztem prä-sakralen Wirbel und Os sacum beurteilen zu können. Noch besser wäre es, bei Hunden mit einem LÜW die Wirbelsäule insgesamt computertomographisch abzubilden. So ließen sich auch zahlreiche andere Veränderungen wie Torsion, Winkelung, Versatz von Wirbelkörpern, Stenose des Wirbelkanals aufdecken.

Aus diesen Daten ließe sich ein Konsens in der Typisierung erarbeiten und wohl auch eine Risikoanalyse für Hüftgelenkdysplasie, Coxarthrose und/oder Cauda-equina-Syndrom errechnen.

Auch für die Ellbogengelenkdysplasie ist, zumindest im Hinblick auf das fragmentierte Coronoid, die CT zu empfehlen, auch wenn die anderen Erkrankungen des ED-Komplexes röntgenologisch eindeutig geklärt werden können. Dies gilt ebenso für die OCD des Caput humeri. Dieser Ausblick gilt auch für die Basset Hounds, da sie wie bekannt ist nicht selten auch an Ellbogengelenkdysplasie in Form einer Distractio cubiti oder eines fragmentierten Proc. coronoideus medialis ulnae (19,5%) leiden (LAFOND et al. 2002).

## 7 ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit wurde die Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel bei drei Hunderassen (Rhodesian Ridgeback, Basset Hound und Hovawart) und eine etwaige Disposition der Tiere für eine Hüftgelenkdysplasie anhand von Röntgenaufnahmen im ventrodorsalen Strahlengang untersucht. Die Röntgenaufnahmen stammten aus HD (Hüftgelenkdysplasie) -Screeninguntersuchungen und wurden retrospektiv in Bezug auf LÜW ausgewertet und die HD-Befunde aus den Befundbögen erhoben. Die Befundung HD erfolgte nach Richtlinien der FCI (Federation Cynologique International). Für die Rasse Rhodesian Ridgeback wurden zusätzlich die ebenfalls von den Zuchtverbänden geforderten Ellbogengelenkdysplasie (ED)- und Osteochondrosis dissecans (OCD) des Caput humeri - Befunde entsprechend IEWG (International Elbow Working Group) - Richtlinien den Befundbögen entnommen und in dieser Arbeit erstmalig mit LÜW korreliert.

Insgesamt standen HD-Röntgenaufnahmen von N=2402 Rhodesian Ridgebacks, N=249 Basset Hounds und N=116 Hovawarts zur Verfügung. Zu N=1815 der Rhodesian Ridgebacks lagen Röntgenbilder der Ellbogengelenke im Grundbildpaar (jeweils kraniokaudal und mediolateral), sowie N=1788 der Schultergelenke im mediolateralen Strahlengang vor. Insgesamt 154 Bilder wurden im Zusammenhang dieser Schrift aufgrund mangelhafter Lagerungs- und/oder Röntgentechnik, Überlagerungen des Interessensbereiches mit Kot o.ä. an verschiedener Stelle nicht berücksichtigt. 427 Bilder fehlten, weil sie dem Obergutachter zugesandt werden mussten, aber nicht zurückgegeben wurden.

Bei 6,7% (159/2377) Hunden der Studienpopulation wurde ein LÜW festgestellt. Rhodesian Ridgebacks waren zu 7,4% (140/2012), Basset Hounds zu 2,8% (7/249) und Hovawarts zu 2,6% (3/116) betroffen. Symmetrische LÜW wurden bei 4,6% (n=109) Hunden festgestellt, davon 5% (101/2012) bei Rhodesian Ridgebacks, 2% (5/249) bei Basset Hounds und 2,6% (3/116) bei Hovawarts. Die Prävalenz der asymmetrischen LÜW lag in dieser Studie bei 2,1% (50/2012), davon 2,4% (48/2012) bei Rhodesian Ridgebacks, 0,8% (2/249) bei Basset Hounds und keiner bei Hovawarts. Eine Geschlechtsdisposition konnte für keine der Rassen nachgewiesen werden.

Die LÜW Befunde wurden mit denen der HD korreliert. Für LÜW und HD generell ergab sich keine signifikante Korrelation, weder für die gesamte Studienpopulation, noch für die einzelnen Rassen. Für die Rasse Rhodesian Ridgeback war der Zusammenhang zwischen LÜW (149/2012) und höheren Graden der HD (nicht zuchtzulassungsfähig = HD-Grad C, - D und -E) mit  $p < 0,05$  statistisch signifikant, ebenso für die asymmetrischen LÜW (48/2012) und die HD-Grade C, D und E ( $p < 0,05$ ).

Für andere morphologische Auffälligkeiten im lumbosakralen Übergangsbereich, wie eine abweichende Anzahl von Sakralwirbeln (28/1833) oder einen veränderten Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (141/1825), und HD ergaben sich keine signifikanten Korrelationen, weder für die gesamte Studienpopulation, noch für die einzelnen Rassen.

Die Korrelationen von LÜW mit Erkrankungen des Ellbogengelenkdysplasie-Komplexes und Osteochondrosis dissecans (OCD) des Caput humeri beim Rhodesian Ridgeback waren für LÜW und ED ( $p < 0,01$ ) sowie deren Schweregrade ( $p < 0,05$ ) und LÜW und FPC ( $p < 0,05$ ) sowie dessen Schweregrade ( $p < 0,05$ ) statistisch signifikant (ED 26/1815, FPC 23/1826). Für die OCD des Ellbogengelenkes, den isolierten Processus anconaeus ulnae (IPA) sowie die OCD des Schultergelenkes waren die Korrelationen nicht signifikant. Eine intracondyläre OCD/IOHC kam in der Studienpopulation nicht vor.

Die HD korrelierte ebenfalls signifikant mit ED ( $p < 0,001$ ) und deren Schweregraden ( $p < 0,001$ ) sowie dem FPC ( $p < 0,001$ ) und dessen Schweregraden ( $p < 0,001$ ). Außerdem war die Korrelation zwischen HD und der Osteochondrosis dissecans des Ellbogengelenkes mit  $p < 0,05$  signifikant. Für die anderen Erkrankungen waren die Korrelationen auch hier nicht statistisch signifikant.

Zusammenfassend unterstützen die Ergebnisse dieser Studie die Literaturangaben, die positive Korrelationen zwischen LÜW und HD aufzeigten. In dieser Studie waren die Zusammenhänge allerdings wie bei KOMSTA et al. (2015) nur für die schwereren HD-Formen signifikant. Auch die in bereits vorangegangenen Studien festgestellten signifikanten Korrelationen zwischen HD und ED konnten mit dieser Arbeit bestätigt werden. Die Korrelationen von LÜW und ED, OCD, die ebenfalls statistisch signifikant waren, wurden in dieser Arbeit erstmalig untersucht.

## 8 SUMMARY

Assimilation Disorders of the Vertebral Column at the Lumbosacral Transition in the Rhodesian Ridgeback, Basset Hound and Hovawart and the Prevalence of Other Skeletal Developmental Disorders (HD, ED, OCD)

In the present study, the prevalence of lumbosacral transitional vertebrae (LTV) in three dog breeds (Rhodesian Ridgeback, Basset Hound and Hovawart) and a possible disposition of these breeds for hip dysplasia were examined by means of radiography in ventrodorsal projection. The radiographs were obtained from HD (hip dysplasia) screening examinations and were retrospectively evaluated in relation to LTV. The HD findings were recorded from the case report forms. HD was diagnosed according to the guidelines of the FCI (Federation Cynologique Internationale). For the breed Rhodesian Ridgeback, additionally, the findings concerning elbow joint dysplasia (ED) and osteochondrosis dissecans (OCD) of the humeral head according to the IEWG (International Elbow Working Group) guidelines were taken from the finding sheets and correlated with LTV for the first time in this study.

In total, HD X-rays of N=2402 Rhodesian Ridgebacks, N=249 Basset Hounds and N=116 Hovawarts were available. For N=1815 of the Rhodesian Ridgebacks, radiographs of the elbow joints in the basic image pair (craniocaudal and mediolateral) and N=1788 of the shoulder joints in the medio-lateral projection were available. A total of 154 radiographs were not considered in the context of this evaluation, due to inadequate patient positioning and/or X-ray technique, overlays of the area of interest with faeces or similar disqualifiers in other locations. 427 radiographs went missing, because they had to be sent to the supervising reviewer, but were not returned.

LTV were detected in 6.7% (159/2377) of the dogs in the study population. Rhodesian Ridgebacks were affected in 7.4% (140/2012), Basset Hounds in 2.8% (7/249) and Hovawarts in 2.6% (3/116) of cases. Symmetric LTV were detected in 4.6% (n=109) of the dogs, of which 5.0% (101/2012) were Rhodesian Ridgebacks, 2.0% (5/249) Basset Hounds and 2.6 % (3/116) Hovawarts. The prevalence of asymmetric LTV in this study was 2.1% (50/2012), of which 2.4% (48/2012) were found in Rhodesian Ridgebacks, 0.8% (2/249) in Basset Hounds and none in Hovawarts. A sex disposition could not be proven for any of the breeds.

The LTV findings were correlated with those with HD. For LTV and HD, in general, there was no significant correlation, neither for the entire study population, nor for the individual breeds. For the Rhodesian Ridgeback, the correlation between LTV (149/2012) and higher HD-

grades (non-eligible for breeding = HD-grade C, D and E) was statistically significant ( $p < 0,05$ ), likewise for the asymmetric LTV (48/2012) and the HD-grades C, D and E ( $p < 0.05$ ). There were no significant correlations for other morphological abnormalities in the lumbosacral area, such as a differing number of sacral vertebrae (28/1833) or an altered intervertebral space L7/S1 (141/1825) in the entire study population or in the individual breeds.

The correlation of LTV with disorders from the elbow joint dysplasia complex (ED) and osteochondritis dissecans (OCD) of the humeral head in Rhodesian Ridgebacks were statistically significant (ED 26/1815, FPC 23/1826): for LTV and ED ( $p < 0.01$ ) and its degrees of severity ( $p < 0,05$ ) and LTV and fragmented processus coronoideus (FPC) ( $p < 0.05$ ) and its degrees of severity ( $p < 0.05$ ). The correlations were not significant for OCD of the elbow joint, the isolated processus anconaeus ulnae (IPA), likewise for OCD of the shoulder joint. An intracondylar OCD / incomplete ossification of the humeral condyle (IOHC) did not occur in the study population.

HD also correlated significantly with ED ( $p < 0.001$ ) and its degrees of severity ( $p < 0.001$ ), likewise with FPC ( $p < 0.001$ ) and its degrees of severity ( $p < 0.001$ ). In addition, the correlation between HD and osteochondritis dissecans (OCD) of the elbow joint was significant ( $p < 0.05$ ). The correlations were not statistically significant for the other diseases.

In summary, the results of this study support the literature references that demonstrated positive correlations between LTV and HD. In this study, however, the relationships were only significant for the severe HD forms, as KOMSTA et al. (2015) showed. The significant correlations between HD and ED observed in previous studies could also be confirmed with this work. The correlations of LTV and ED, and OCD, which were also statistically significant, were investigated for the first time in this study.

## LITERATURVERZEICHNIS

- ARNOCZKY, S. P.; TORZILLI, P. A. Biomechanical analysis of forces acting about the canine hip. *American journal of veterinary research*, 1981, 42. Jg., Nr. 9, S. 1581-1585.
- AUMARAN, W. 2007: *Vergleichende Diagnose der Ellbogengelenksdysplasie des Hundes zwischen der Röntgenografie, Computertomographie und Arthroskopie*, Dissertation, Berlin: Freie Universität
- BAILEY, C. S. An embryological approach to the clinical significance of congenital vertebral and spinal cord abnormalities [Dogs]. *Journal American Animal Hospital Association*, 1975, Nr. 11, S. 426-434.
- BAILEY, C.S., MORGAN. J.P. (1983): Diseases of the spinal cord, 2nd edition, *Textbook of veterinary internal medicine*, Ettinger W.B. Saunders Company, 532-607
- BARDET, J. F. Arthroscopy of the Elbow in Dogs. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology*, 1997, 10. Jg., Nr. 02, S. 60-66.
- BARONE, Robert, et al. *Anatomie comparée des mammifères domestiques*. Paris: Vigot, 1976.
- BARTHEZ, Paul Y.; MORGAN, Joe P.; LIPSITZ, David. Discography and epidurography for evaluation of the lumbosacral junction in dogs with cauda equina syndrome. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 1994, 35. Jg., Nr. 3, S. 152-157.
- BENNINGER, Monika I., et al. Three-dimensional motion pattern of the caudal lumbar and lumbosacral portions of the vertebral column of dogs. *American journal of veterinary research*, 2004, 65. Jg., Nr. 5, S. 544-551.
- BENNINGER, Monika I., et al. Effects of anatomic conformation on three-dimensional motion of the caudal lumbar and lumbosacral portions of the vertebral column of dogs. *American journal of veterinary research*, 2006, 67. Jg., Nr. 1, S. 43-50.
- BLOND, Laurent, et al. Sensitivity and specificity of radiographic detection of canine elbow incongruence in an in vitro model. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 2005, 46. Jg., Nr. 3, S. 210-216.
- BLUMENSAAT, Carl; CLASING, Carl. Anatomie und Klinik der lumbosacralen Übergangswirbel (Sakralisation und Lumbalisation). In: *Ergebnisse der Chirurgie und Orthopädie*. Springer, Berlin, Heidelberg, 1932. S. 1-59.



- BOETTCHER, Peter, et al. Visual estimation of radioulnar incongruence in dogs using three-dimensional image rendering: an in vitro study based on computed tomographic imaging. *Veterinary surgery*, 2009, 38. Jg., Nr. 2, S. 161-168.
- BRASS, W. Hip dysplasia in dogs. *Journal of small animal practice*, 1989, 30. Jg., Nr. 3, S. 166-170.
- BREIT, S.; KUNZEL, W. Osteologische Besonderheiten an Wirbelsäulen von Rassehunden: eine röntgenologische und morphologische Studie. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 1998, 85. Jg., Nr. 10, S. 340-350.
- BREIT, Sabine; KÜNZEL, Wolfgang. Breed specific osteological features of the canine lumbosacral junction. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 2001, 183. Jg., Nr. 2, S. 151-157.
- BREIT, Sabine M.; KNAUS, Iris M.; KÜNZEL, Wolfgang WF. Use of routine ventrodorsal radiographic views of the pelvis to assess inclination of the wings of the sacrum in dogs. *American journal of veterinary research*, 2002, 63. Jg., Nr. 9, S. 1220-1225.
- BREIT, S.; KNAUS, I.; KÜNZEL, W. The gross and radiographic appearance of sacroiliac ankylosis capsularis ossea in the dog. *Research in veterinary science*, 2003, 74. Jg., Nr. 1, S. 85-92.
- BRUNNBERG, L.; VIEHMANN, B.; WAIBL, H. Computergestützte Auswertung von Röntgenbildern zur Erfassung von Parametern der Ellbogengelenksdysplasie. *Kleintierpraxis*, 1999, 44. Jg., Nr. 9, S. 595-606 und 633-646.
- BRUNNBERG, Leo, et al. „Intercondyläre“ nicht dislozierte Humerusfraktur beim Hund. *Kleintierpraxis*, 2001, 46. Jg., S. 783-793
- BRUNNBERG, Leo; WAIBL, Helmut; LEHMANN, Julia. *Lahmheit beim Hund: Untersuchen/Erkennen/Behandeln*. Procane Claudio Brunnberg, 2014, S. 230-248, S. 270-273, S. 424-445.
- BUDRAS, Klaus-Dieter. *Atlas der Anatomie des Hundes: Lehrbuch für Tierärzte und Studierende*. Schlütersche, 2012, Kap. 3.1. Wirbelsäule, S. 34
- BUDSBERG, Steven C.; VERSTRAETE, Mary C.; SOUTAS-LITTLE, Robert W. Force plate analysis of the walking gait in healthy dogs. *American journal of veterinary research*, 1987, 48. Jg., Nr. 6, S. 915-918.

- BÜRGER, R.; LANG, J. Studie über die Lendenwirbelsäule und den lumbosakralen Übergang beim Deutschen Schäferhund, Teil 1: Funktionelle Anatomie und kinetische Grundlagen, Teil 2: eigene Untersuchungen. *Schweiz Arch Tierheilk*, 1992, 134. Jg., S. 411-416
- BÜRGER, R.; LANG, J. Kinetische Studie über die Lendenwirbelsäule und den lumbosakralen Übergang beim Deutschen Schäferhund. Teil 2: eigene Untersuchungen. *Schweiz Arch Tierheilk*, 1993, 135. Jg., S. 35-43.
- BUTTERWORTH, S. J.; INNES, J. F. Incomplete humeral condylar fractures in the dog. *Journal of Small Animal Practice*, 2001, 42. Jg., Nr. 8, S. 394-398.
- CITI, Simonetta, et al. A radiological study of the incidence of unilateral canine hip dysplasia. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 2005, 147. Jg., Nr. 4, S. 173-178.
- COOK, Cristi R.; COOK, James L. Diagnostic imaging of canine elbow dysplasia: a review. *Veterinary Surgery*, 2009, 38. Jg., Nr. 2, S. 144-153.
- COOK, James L. Forelimb lameness in the young patient. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 2001, 31. Jg., Nr. 1, S. 55-83.
- DAMUR-DJURIC, NATASCHA, et al. Lumbosacral transitional vertebrae in dogs: classification, prevalence, and association with sacroiliac morphology. *Veterinary radiology & ultrasound*, 2006, 47. Jg., Nr. 1, S. 32-38.
- DANIELSSON, Fredrik; SJÖSTRÖM, Lennart. Surgical treatment of degenerative lumbosacral stenosis in dogs. *Veterinary Surgery*, 1999, 28. Jg., Nr. 2, S. 91-98.
- DE RYCKE, Lieve; SAUNDERS, Jimmy. Congenital anomalies of the vertebrae in dogs. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 2017, 86. Jg., Nr. 2, S. 105-118.
- DENNY, H. R. The canine elbow. *British Veterinary Journal*, 1987, 143. Jg., Nr. 1, S. 1-20.
- DIETSCHI, E.; GAILLARD, C.; SCHAWALDER, P. Die HD-Diagnostik beim Hund mit speziellen Bemerkungen zum Schweizer HD-Beurteilungsschema im Hinblick auf die Zuchtwertschätzung. Teil 1: Entwicklung und Kriterien. *Kleintierpraxis*, 2000, 45. Jg., Nr. 2, S. 77-16.
- DISTL, O., et al. Analysis of environmentally-conditioned and genetic influences on the frequency of hip joint dysplasia in German Shepherd dogs. *Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe A*, 1991, 38. Jg., Nr. 6, S. 460-471.
- DOLF, G., et al. Genetic investigations for control of hereditary diseases in dogs. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 2000, 142. Jg., Nr. 5, S. 229.

- DONE, S. H., et al. Hemivertebra in the dog: clinical and pathological observations. *The Veterinary Record*, 1975, 96. Jg., Nr. 14, S. 313-317.
- DYCE, K.M., W.O. SACK, C.J.G. WENSING (1991): *Anatomie der Haustiere*, Kap. 12: Hals, Rücken und Wirbelsäule der Fleischfresser, S. 434-440, Stuttgart: Enke Verlag, ISBN 3432986319
- ERTL-WAGNER, Birgit. Embryologische Entwicklung der Wirbelsäule. In: *Pädiatrische Neuroradiologie*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2007, Kap. 1: Embryologische Entwicklung des Gehirns, 3.
- EVANS, Howard E.; DE LAHUNTA, Alexander. *Miller's anatomy of the dog-E-Book*. Elsevier Health Sciences, Oxford, 2013, S. 113-127.
- INTERNATIONALE, Federation Cynologique. Standards and nomenclature. 2010, available at <http://www.fci.be/nomenclature.aspx>
- FIALOVÁ, Iva, et al. Prevalence of lumbosacral transitional vertebrae in dogs in the Czech Republic. *Acta Veterinaria Brno*, 2014, 83. Jg., Nr. 4, S. 399-403.
- FLÜCKIGER, M. Radiologische Kriterien zur HD-Klassifizierung beim Hund, leicht modifiziert, Stand 12/03. *Kleintierprax*, 1993, S. 693-702.
- FLÜCKIGER, Mark A., et al. A lumbosacral transitional vertebra in the dog predisposes to cauda equina syndrome. *Veterinary radiology & ultrasound*, 2006, 47. Jg., Nr. 1, S. 39-44.
- FLÜCKIGER, Mark. Scoring radiographs for canine hip dysplasia-The big three organisations in the world. *European Journal of Companion Animal Practice*, 2007, 17. Jg., Nr. 2, S. 135-140.
- FLÜCKIGER, M.; GEISSBÜHLER, U.; LANG, J. Lumbosakrale Übergangswirbel: Welche Bedeutung haben sie für die Gesundheit von betroffenen Hunden?. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 2009, 151. Jg., Nr. 3, S. 133-135.
- FLÜCKIGER, Mark A., et al. Asymmetrical lumbosacral transitional vertebrae in dogs may promote asymmetrical hip joint development. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 2017, 30. Jg., Nr. 02, S. 137-142.
- FRENKEL, F. Beiträge zur anatomischen Kenntnis des Kreuzbeines der Säugetiere. *Jena Zschr Med Naturw*, 1873, 7. Jg., S. 391-437.
- GABRIEL, P., et al. Magnetic resonance imaging diagnosis: incomplete ossification of the humeral condyle in a German shepherd dog. *Journal of Small Animal Practice*, 2009, 50. Jg., Nr. 2, S. 92-94.

- GEBARDT, C. Spondylarthropathia deformans der Kreuzdarmbeingelenke und ihre Beziehung zur Spondylopathia deformans des Lumbosakralgelenkes. *Berl Münch Tierärztl Wochenschr*, 1974, 87. Jg., S. 432-437.
- GEGENBAUR, C. Zur Bildungsgeschichte lumbosacraler Übergangswirbel. *Jenaische Zeitschr. Bd*, 7. Jg., S. 438-440
- GNUDI, G., et al. Incomplete humeral condylar fracture in two English Pointer dogs. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 2005, 18. Jg., Nr. 04, S. 243-245.
- GOFF, L. M., et al. Structural and biomechanical aspects of equine sacroiliac joint function and their relationship to clinical disease. *The veterinary journal*, 2008, 176. Jg., Nr. 3, S. 281-293.
- GRANDALEN, J.; LINGAAS, F. Arthrosis in the elbow joint of young rapidly growing dogs: a genetic investigation. *Journal of Small Animal Practice*, 1991, 32. Jg., Nr. 9, S. 460-464.
- GRONAU, F. *Elbow dysplasia in Golden Retriever*, Berlin: Freie Universität, 2007, Doktorarbeit.
- GRUSSENDORF, H. *Therapie der lumbosakralen Malartikulation durch Arthrodesse der kleinen Wirbelgelenke*, 1991, Kleintierpraxis Nr. 36, S. 501-504
- GUTHRIE, S.; PIDDUCK, H. G. Heritability of elbow osteochondrosis within a closed population of dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 1990, 31. Jg., Nr. 2, S. 93-96.
- HANNA, F. Y. Lumbosacral osteochondrosis: radiological features and surgical management in 34 dogs. *Journal of Small Animal Practice*, 2001, 42. Jg., Nr. 6, S. 272-278.
- HARE, W. C. D. Zur Ossifikation und Vereinigung der Wirbelepiphyphen beim Hund. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 1961, 48. Jg., S. 210-215.
- HARRIS, Georgina; BALL, Jessica; DE DECKER, Steven. Lumbosacral transitional vertebrae in cats and its relationship to lumbosacral vertebral canal stenosis. *Journal of feline medicine and surgery*, 2018, S. 1-7.
- HARTMANN, Peter; STOCK, Kathrin Friederike; DISTL, Ottmar. Multivariate genetic analysis of canine hip and elbow dysplasia as well as humeral osteochondrosis in the Bernese mountain dog. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 2010, 123. Jg., Nr. 11-12, S. 488-495.
- HATTERSLEY, Rachel, et al. Postoperative complications after surgical management of incomplete ossification of the humeral condyle in dogs. *Veterinary Surgery*, 2011, 40. Jg., Nr. 6, S. 728-733.

- HEDHAMMAR, A., et al. Canine hip dysplasia: study of heritability in 401 litters of German Shepherd dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1979, 174. Jg., Nr. 9, S. 1012-1016.
- HENNINGER, W.; WERNER, G. CT-Untersuchung des lumbosakralen Überganges von Hunden in Extension und Flexion; Teil I: Knochenfenster. *Wiener tierärztliche Monatsschrift*, 2002, 89. Jg., Nr. 6, S. 142-151.
- HENNINGER, W.; WERNER, G. CT-Untersuchung des lumbosakralen Überganges von Hunden in Extension und Flexion; Teil II: Weichteilfenster. *Wiener tierärztliche Monatsschrift*, 2002, 89. Jg., Nr. 8, S. 220-226.
- HERLING, A. *Beckenring-Anomalie am kaudalen Ende des Kreuzdarmbeingelenkes bei den Rassen Boxer, Berner Sennenhund und Bernhardiner*, 1996, Thesis in Veterinary Medicine, Justus-Liebig Universität, Giessen.
- HOCK, G.H. Radiography for FPC, OCD, UAP and Ellbow Incongruity, Additional Value of Extra Views or Other Imaging Modalities, *World Small Animal Veterinary Association World Congress Proceedings*, 2015
- HOLSWORTH, I.G. How I manage elbow incongruity. *Proceedings 12th European Society of Veterinary Orthopaedics and Traumatology Congress*, September 10–12, 2004, Munich, Germany.
- HORST, Corinna. *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, Dissertation, 2000.
- HOU, Yali, et al. Retrospective analysis for genetic improvement of hip joints of cohort labrador retrievers in the United States: 1970–2007. *PloS one*, 2010, 5. Jg., Nr. 2, S. e9410.
- HUIBREGTSE, B. A., et al. The effect of treatment of fragmented coronoid process on the development of osteoarthritis of the elbow. *Journal (USA)*, 1994.
- INTERNATIONAL ELBOW WORKING GROUP (IEWG) <http://www.vet-iewg.org/>, accessed 2019
- INTERNATIONALER HUNDE VERBAND e.V (IHV) *Zuchtbuchbestimmungen (ZBB)* <https://www.hundeverband.info/index.php/zucht/zuchtbuchbestimmungen>, accessed 2019
- JAGGY, A.; LANG, J.; SCHAWALDER, P. Cauda equina syndrome in the dog. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 1987, 129. Jg., Nr. 4, S. 171-192.

- JEROSCH, J., CASTRO, W.H.M. (2002): *Orthopädisch-traumatologische Gelenk- und Wirbeldiagnostik*, Stuttgart: Thieme Verlag; 2., neubearb. Aufl.
- JOHNSTON, S.A., K.M. TOBIAS, 2012. *Veterinary Surgery: Small Animal*, Volume One, Elsevier Saunders, Kap. 52, S. 724-751, Kap. 59, S. 824-848.
- JONES, Jeryl C.; INZANA, Karen D. Subclinical CT abnormalities in the lumbosacral spine of older large-breed dogs. *Veterinary radiology & ultrasound*, 2000, 41. Jg., Nr. 1, S. 19-26.
- JONES, Jeryl C.; BANFIELD, Catherine M.; WARD, Daniel L. Association between postoperative outcome and results of magnetic resonance imaging and computed tomography in working dogs with degenerative lumbosacral stenosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2000, 216. Jg., Nr. 11, S. 1769-1774.
- JULIER-FRANZ, Christian. *Der lumbosakrale Übergangswirbel beim Deutschen Schäferhund: Formen, Häufigkeit und Genetik*. Giessen, Justus-Liebig-Universität, Dissertation, 2006.
- JUNGANS, Herbert in LUMBARSCHE, O. und HENKE, F.: *Handbuch der speziellen pathologischen Anatomie und Histologie*, Die Pathologie der Wirbelsäule, Berlin, Heidelberg, New York: Springer Verlag, 1939, S. 270-279
- KEALY, J.K. *Röntgendiagnostik bei Hund und Katze*, 2. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, 1991, S. 435-473
- KELLER, G. G.; CORLEY, E. A. CANINE HIP-DYSPLASIA-INVESTIGATING THE SEX PREDILECTION AND THE FREQUENCY OF UNILATERAL CHD. *Veterinary Medicine*, 1989, 84. Jg., Nr. 12, S. 1162-1166.
- KNAUS, Iris, et al. Appearance and incidence of sacroiliac joint disease in ventrodorsal radiographs of the canine pelvis. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 2004, 45. Jg., Nr. 1, S. 1-9.
- KOMSTA, Renata; ŁOJSZCZYK-SZCZEPANIAK, Anna; DEBIAK, Piotr. Lumbosacral transitional vertebrae, canine hip dysplasia, and sacroiliac joint degenerative changes on ventrodorsal radiographs of the pelvis in police working German Shepherd dogs. *Topics in companion animal medicine*, 2015, 30. Jg., Nr. 1, S. 10-15.
- KÖNIG, Horst Erich; LIEBICH, Hans-Georg; MAIERL, J. (Hg.). *Anatomie der Haussäugetiere: Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis*. Schattauer, 1999, S.29-98.
- KÖPPEL, Ewald. *Zur Entwicklung der Articulatio coxae und radiologischen Frühdiagnostik der Hüftgelenkdysplasie des Hundes*. E. Enke, 1991.

- KÖPPEL, Ewald, D. REIN, D. *Die lumbosakrale Instabilität: Ein Beitrag zum Cauda equina-Kompressionssyndrom des Hundes*, Tierärztliche Praxis 1992, Nr.20, S.637-645
- KRAMER, Alon, et al. Computed tomographic evaluation of canine radioulnar incongruence in vivo. *Veterinary Surgery*, 2006, 35. Jg., Nr. 1, S. 24-29.
- KRÜGER, Sabine. *Bedeutung und Entwicklung reaktiver knöcherner Strukturen am kaninen Hüftgelenk bei leichten Dysplasiegraden:(am Beispiel zur Bewertung der Rassen Airedale Terrier und Golden Retriever); ein Beitrag zur Bewertung sekundärer Dysplasiehinweise im Rahmen der HD-Diagnostik*. Berlin: Freie Universität, Dissertation, 2001.
- KUNST, Chelsea M., et al. Computed tomographic identification of dysplasia and progression of osteoarthritis in dog elbows previously assigned OFA grades 0 and 1. *Veterinary radiology & ultrasound*, 2014, 55. Jg., Nr. 5, S. 511-520.
- LAFOND, Elizabeth; BREUR, Gert J.; AUSTIN, Connie C. Breed susceptibility for developmental orthopedic diseases in dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 2002, 38. Jg., Nr. 5, S. 467-477.
- LANG, Johann. Flexion-extension myelography of the canine cauda equina. *Veterinary Radiology*, 1988, 29. Jg., Nr. 6, S. 242-257.
- LANG, Johann. *Die Kauda equina Kompression des Hundes. Ein Beitrag zur Röntgenuntersuchung und Pathogenese*, Bern, 1993, Habilitationsschrift
- LANG, Johann. *Tropismus der kleinen Wirbelgelenke bei Deutschen Schäferhund*, Vortrag Röntgenfachtagung, 2003, Freudenstadt
- LANG, Johann, A. JAGGY Die Röntgenuntersuchung der Cauda equina des Hundes *Schweizer Archiv für Tierheilkunde*, 1989, Nr.131, S.299-309.
- LAPPALAINEN, Anu K., et al. Alternative classification and screening protocol for transitional lumbosacral vertebra in German shepherd dogs. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2012, 54. Jg., Nr. 1, S. 27.
- LARSEN, J. S. Lumbosacral transitional vertebrae in the dog. *J Am Vet Radiol Soc*, 1977, 18. Jg., S. 76-79.
- LAVRIJSEN, I. C. M., et al. Prevalence and co-occurrence of hip dysplasia and elbow dysplasia in Dutch pure-bred dogs. *Preventive veterinary medicine*, 2014, 114. Jg., Nr. 2, S. 114-122.
- LEDECKÝ, V., et al. Lumbosacral transitional vertebra in some dog breeds. *Folia Vet*, 2007, 51. Jg., S. 146-150.

- LESBRE, François-Xavier. *Traité de tératologie de l'homme et des animaux domestiques*, par F.-X. Lesbre, Paris, 1927, Vigot frères
- LEWIS, T. W., et al. Genetic evaluation of elbow scores and the relationship with hip scores in UK Labrador retrievers. *The veterinary journal*, 2011, 189. Jg., Nr. 2, S. 227-233.
- LINZMANN, Helge. *Cauda equina Kompressionssyndrom: Klinik, Röntgen, Myelographie und Magnetresonanztomographie*. Berlin: Freie Universität, 2008, Dissertation.
- MÄKI, K.; LIINAMO, A. E.; OJALA, M. Estimates of genetic parameters for hip and elbow dysplasia in Finnish Rottweilers. *Journal of animal science*, 2000, 78. Jg., Nr. 5, S. 1141-1148.
- MÄKI, K., et al. Genetic variances, trends and mode of inheritance for hip and elbow dysplasia in Finnish dog populations. *Animal Science*, 2002, 75. Jg., Nr. 2, S. 197-207.
- MALM, S., et al. Genetic variation and genetic trends in hip and elbow dysplasia in Swedish Rottweiler and Bernese Mountain Dog. *Journal of animal breeding and genetics*, 2008, 125. Jg., Nr. 6, S. 403-412.
- MARCELLIN-LITTLE, DENIS J., et al. Incomplete ossification of the humeral condyle in spaniels. *Veterinary Surgery*, 1994, 23. Jg., Nr. 6, S. 475-487.
- MATTOON, John S.; KOBLIK, Philip D. Quantitative survey radiographic evaluation of the lumbosacral spine of normal dogs and dogs with degenerative lumbosacral stenosis. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 1993, 34. Jg., Nr. 3, S. 194-206.
- MEYER-LINDENBERG, Andrea, et al. Vorkommen und Behandlung von knöchernen Metaplasien in den am medialen Epikondylus des Humerus entspringenden Beugesehnen beim Hund. *Tierärztliche Praxis Ausgabe K: Kleintiere/Heimtiere*, 2004, 32. Jg., Nr. 05, S. 276-285.
- MICHEL, Günther. *Kompendium der Embryologie der Haustiere*. Fischer, 1983, S. 274-281.
- MILLER, M. E.; CHRISTENSEN, G. C.; HE, Evans HE. Anatomy of the dog—WB Saunders Company—West Washington Square. *Philadelphia, Pa*, 1964, S. 49-61
- MOORE, George E., et al. Causes of death or reasons for euthanasia in military working dogs: 927 cases (1993–1996). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2001, 219. Jg., Nr. 2, S. 209-214.
- MORGAN, Joe P. Congenital anomalies of the vertebral column of the dog: a study of the incidence and significance based on a radiographic and morphologic Study 1. *Veterinary Radiology*, 1968, 9. Jg., Nr. 1, S. 21-29.



- MORGAN, Joe P. *Radiology of veterinary orthopedics: features of diagnosis*. Chapter IV: Radiographic diagnosis of the disease in the spine, second edition, 1999 (a), Venture Press, Napa, California, USA, S. 237-270.
- MORGAN, J. P. Transitional lumbosacral vertebral anomaly in the dog: a radiographic study. *Journal of small animal practice*, 1999(b), 40. Jg., Nr. 4, S. 167-172.
- MORGAN, J. P.; BAILEY, C. S. Cauda equina syndrome in the dog: radiographic evaluation. *Journal of Small Animal Practice*, 1990, 31. Jg., Nr. 2, S. 69-77.
- MORGAN, Joe P., et al. *Radiographic diagnosis and control of canine hip dysplasia*. Iowa State University Press, 1985, S. 145
- MORGAN, J. P., et al. Lumbosacral transitional vertebrae as a predisposing cause of cauda equina syndrome in German Shepherd dogs: 161 cases (1987-1990). *Journal of the American veterinary medical association*, 1993, 202. Jg., Nr. 11, S. 1877-1882.
- MORGAN, Joe P., et al. *Hereditary bone and joint diseases in the dog: osteochondroses, hip dysplasia, elbow dysplasia*. Schlütersche, 2000, Kap. 2: S. 21-39, Kap. 6: S. 209-229.
- MÜLLER, W. A.; HASSEL, M. *Entwicklungsbiologie und Reproduktionsbiologie des Menschen und bedeutender Modellorganismen*, 5. Aufl., 2012, S.120-123
- NICKEL, Richard; SCHUMMER, AUGUST; SEIFERLE, EUGEN. *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere Band V. Auflage, Berlin/Hamburg*, 1992, S. 28-53 und 221-228, 257-260, 555-585.
- NOYES, Frank R.; MANGINE, Robert E.; BARBER, Sue. Early knee motion after open and arthroscopic anterior cruciate ligament reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 1987, 15. Jg., Nr. 2, S. 149-160.
- ORTHOPEDIC FOUNDATION FOR ANIMALS (OFA), OFA records, [www.ofa.org](http://www.ofa.org), accessed 2019
- OWENS, Jerry M. *Röntgenbildinterpretation für den Kleintierpraktiker*. Enke, 1989, S. 67-84
- PANJABI, Manohar M. The stabilizing system of the spine. Part I. Function, dysfunction, adaptation, and enhancement. *Journal of spinal disorders*, 1992, 5. Jg., S. 383-383.
- PRIEUR, W. D. Coxarthrosis in the dog part I: Normal and abnormal biomechanics of the hip joint. *Veterinary Surgery*, 1980, 9. Jg., Nr. 4, S. 145-149.
- RAMIREZ III, Oscar; THRALL, Donald E. A review of imaging techniques for canine cauda equina syndrome. *Veterinary radiology & ultrasound*, 1998, 39. Jg., Nr. 4, S. 283-296.

- ROBIN, D.; MARCELLIN-LITTLE, Denis J. Incomplete ossification of the humeral condyle in two Labrador retrievers. *Journal of Small Animal Practice*, 2001, 42. Jg., Nr. 5, S. 231-234.
- ROSENBERG, Emil Waldemar. *Bemerkungen über den Modus des Zustandekommens der Regionen an der Wirbelsäule des Menschen*. Engelmann, 1907, S. 609-659
- ROVESTI, Gian Luca, et al. Fragmented coronoid process and incomplete ossification of the humeral condyle in a Rottweiler. *Veterinary surgery*, 1998, 27. Jg., Nr. 4, S. 354-357.
- SAMOY, Y., et al. Elbow incongruity in the dog. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology*, 2006, 19. Jg., S. 1-8.
- SCHAAF, Olaf R.; EATON-WELLS, RICHARD; MITCHELL, Richard AS. Biceps brachii and brachialis tendon of insertion injuries in eleven racing greyhounds. *Veterinary surgery*, 2009, 38. Jg., Nr. 7, S. 825-833.
- SCHAWALDER, P., et al. Beitrag zur Biomechanik des Hüftgelenks mit neuen diagnostischen Aspekten im Umfeld der Hüftgelenkdysplasie. Teil I. *Schweiz Arch Tierheilk*, 1996, 138. Jg., Nr. 11, S. 511-522.
- SCHAWALDER, P., et al. Beitrag zur Biomechanik des Hüftgelenks mit neuen diagnostischen Aspekten im Umfeld der Hüftgelenkdysplasie. Teil II. *Schweiz Arch Tierheilk*, 1996, 139. Jg., Nr. 6, S. 265-270.
- SCHMID, V.; LANG, J. Measurements on the lumbosacral junction in normal dogs and those with cauda equine compression. *Journal of Small Animal Practice*, 1993, 34. Jg., Nr. 9, S. 437-442.
- SCHMORL, Georg; JUNGHANNS, Herbert. *Die gesunde und die kranke Wirbelsäule in Röntgenbild und Klinik: pathologisch-anatomische Untersuchungen. Für Röntgenkunde und Klinik*. Thieme, 1957.
- SCHNORR, Bertram. *Embryologie der Haustiere*, 1989, 2. Auflage, Ferdinand Enke Verlag, S. 202-210
- SCHNORR, Bertram; KRESSIN, Monika. *Embryologie der Haustiere: Ein Kurzlehrbuch*. Georg Thieme Verlag, 2011, Kap. 11.2
- SIMOENS, P.; VOS, NR De; LAUWERS, H. Variations des vertèbres lombales et sacrales de la chèvre. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 1978, 7. Jg., Nr. 3, S. 214-225.
- SINOWATZ, F. in Rüsse, I. und Sinowatz, F.: *Lehrbuch der Embryologie der Haustiere*, Die Wirbeläule, 1991, Berlin und Hamburg: Paul Parey Verlag, S. 383-385.

- SJÖSTRÖM, Lennart. Ununited anconeal process in the dog. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 1998, 28. Jg., Nr. 1, S. 75-86.
- SLOCUM, BARCLAY; DEVINE, Th. L7-S1 fixation-fusion for treatment of cauda equina compression in the dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1986, 188. Jg., Nr. 1, S. 31-35.
- STARCK, Dietrich. *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere* Band 2, I. Chorda dorsalis (Notochord), 1979, Springer Verlag, S. 35-42
- STEIN, Silke. *Die computergestützte Ausmessung von Röntgenbildern des Ellbogengelenkes mittels zweier Meßmethoden beim Berner Sennenhund*. Dissertation, Berlin: Freie Universität, 2007
- STIEVE, Hermann. Bilaterale Asymmetrien im Bau des menschlichen Rumpfskelettes. *Anatomy and Embryology*, 1921, 60. Jg., Nr. 1, S. 307-410.
- STOCK, Kathrin Friederike, et al. Genetic analyses of elbow and hip dysplasia in the German shepherd dog. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2011, 128. Jg., Nr. 3, S. 219-229.
- STOCK, Kathrin Friederike, et al. Genetic analyses of elbow and hip dysplasia in the German shepherd dog. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, 2011, 128. Jg., Nr. 3, S. 219-229.
- STOFFT, Eckart. Funktionelle Anatomie und Physiologie der Lendenwirbelsäule und physiologische Alterungsprozesse. In: *Praxis LWS-Erkrankungen*. Springer, Berlin, Heidelberg, 2011, S. 12-14 und 15-21
- SWENSON, L.; AUDELL, L.; HEDHAMMAR, A. Prevalence and inheritance of and selection for hip dysplasia in seven breeds of dogs in Sweden and benefit: cost analysis of a screening and control program. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1997, 210. Jg., Nr. 2, S. 207-214.
- TACKE, S., et al. Klinische, röntgenologische, operative und postoperative Befunde beim Cauda-equina-Kompressionssyndrom des Hundes. *Kleintierpraxis*, 1997, 42. Jg., S. 357-405.
- TARVIN, G.; PRATA, R. G. Lumbosacral stenosis in dogs. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 1980, 177. Jg., Nr. 2, S. 154-159.
- TELLHELM, B.; BRASS, W. Fallbeispiel zur HD-Beurteilung-Sakralisation. *Kleintierprax*, 1994, 39. Jg., S. 281-282.

- TÖNDURY, Gian Robert. *Entwicklungsgeschichte und Fehlbildungen der Wirbelsäule*. Hippokrates-Verlag, 1958.
- TROMBLEE, Tonya C., et al. Effect of computed tomography display window and image plane on diagnostic certainty for characteristics of dysplastic elbow joints in dogs. *American journal of veterinary research*, 2007, 68. Jg., Nr. 8, S. 858-871.
- TSOU, PAUL M.; YAU, A. C. M. C.; HODGSON, A. R. Embryogenesis and prenatal development of congenital vertebral anomalies and their classification. *Clinical orthopaedics and related research*, 1980, Nr. 152, S. 211-231.
- ULFIG, Norbert. *Kurzlehrbuch Embryologie*. Das Skelettsystem, Kap. 3: Bewegungsapparat Georg Thieme Verlag, 2009, S. 58-59
- VAN BREE, Henri JJ; VAN RYSSEN, Bernadette. Diagnostic and surgical arthroscopy in osteochondrosis lesions. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 1998, 28. Jg., Nr. 1, S. 161-189.
- VAN DEN AKKER, Eric, et al. Cdx1 and Cdx2 have overlapping functions in anteroposterior patterning and posterior axis elongation. *Development*, 2002, 129. Jg., Nr. 9, S. 2181-2193.
- VAN RYSSEN, B. Role of arthroscopy in elbow diseases in the dog. In: *Proceeding of the 12th International Small Animal Arthroscopy Workshop, refresher course*. University of Ghent, Belgium. 2001.
- VERHOEVEN, Geert, et al. Worldwide screening for canine hip dysplasia: Where are we now?. *Veterinary surgery*, 2012, 41. Jg., Nr. 1, S. 10-19.
- VIEHMANN, Birgit. *Zur Diagnostik der Ellbogengelenksdysplasie beim Hund: Standardröntgen, Feinfokusröntgen und computergestützte Auswertung*. Berlin: Freie Universität, 1998, Doktorarbeit
- VOLLMERHAUS, B., et al. Skelett. *Anatomie von Hund und Katze*. Blackwell-Wiss.-Verl., Berlin, 1994, S. 4-52.
- VOORHOUT, GEORGE; HAZEWINKEL, HERMAN AW. Radiographic evaluation of the canine elbow joint with special reference to the medial humeral condyle and the medial coronoid process. *Veterinary Radiology*, 1987, 28. Jg., Nr. 5, S. 158-165.
- WEGNER, R. N. Lumbosacrale Übergangswirbel bei einer Gabelantilope. *Anatomischer Anzeiger*, 1959, 107. Jg., S. 279-290.
- WESTWORTH, Diccon R.; STURGES, Beverly K. Congenital spinal malformations in small animals. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 2010, 40. Jg., Nr. 5, S. 951-981.

- WIGGER, A., et al. Lumbosakraler Übergangswirbel beim Deutschen Schäferhund: Häufigkeit, Formen, Genetik und Korrelation zur Hüftgelenkdsdysplasie. *Tierärztl Prax*, 2009, 200. Jg., Nr. 29, S. 7-13.
- WILLIAM, J. Hornof, et al. Canine elbow dysplasia: the early radiographic detection of fragmentation of the coronoid process. *Veterinary Clinics: Small Animal Practice*, 2000, 30. Jg., Nr. 2, S. 257-266.
- WINCKLER, G. Contribution à l'étude du sacrum irregulier et asymétrique chez certains mammifères et chez l'homme. *Archives d'Anatomie, d'Histologie et d'Embryologie Strasbourg*, 1949, 32. Jg., S. 182-200.
- WIND, A. P. ELBOW INCONGRUITY AND DEVELOPMENTAL ELBOW DISEASES IN THE DOG. 1. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 1986, 22. Jg., Nr. 6, S. 711-724.
- WINHARD, Friederike. *Anatomische und computertomographische Untersuchungen am gesunden und degenerativ veränderten Schulter-und Ellbogengelenk des Hundes (Canis familiaris)*. Ludwig-Maximilian-Universität München, 2007, Doktorarbeit.
- WINKLER, Claudia. *Vergleichende Untersuchungen von röntgenologischen sowie arthroskopischen Befunden am Hüftgelenk des Hundes*. Dissertaton, Hannover, 2008
- WINKLER, W. Lumbosakrale Übergangswirbel beim Hund. Berlin: Freie Universität, 1985, Dissertation
- WINKLER, W. und LÖFFLER, K. *Lumbosakrale Übergangswirbel beim Hund*, Berliner Münchner Tierärztliche Wochenschrift, 1986, Nr. 99, S. 343-346
- WIRTH, C.J. et al. *Praxis der Orthopädie und Unfallchirurgie*, 3. Auflage, 38.1 Entwicklung der Wirbelsäule, Thieme Verlag, 2014, Kap. 38.1
- WOOD, J. L. N.; LAKHANI, K. H. Hip dysplasia in Labrador retrievers: the effects of age at scoring. *Veterinary record*, 2003, 152. Jg., Nr. 2, S. 37-40.
- WOOLLIAMS, J. A.; LEWIS, T. W.; BLOTT, S. C. Canine hip and elbow dysplasia in UK Labrador retrievers. *The Veterinary Journal*, 2011, 189. Jg., Nr. 2, S. 169-176.
- ZIEGLER, Gabriele. *Assimilationsstörungen im lumbosakralen Übergangsbereich der Wirbelsäule bei Hund und Katze*. München, Ludwig-Maximilian-Universität, 1989, Doktorarbeit.
- ZOHMANN, A. und FUCHS, S. *Blockierung des Ileosakralgelenk; Ursachen, Klinik, Diagnose, Therapie*, Kleintier Konkret, 2000, Nr. 6, S. 11-5

# TABELLEN- UND ABBILDUNGSVERZEICHNIS

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Klassifikation angeborener Wirbelsäulenanomalien bei Hund und Katze (nach TSOU et al. 1980).....	16
Tab. 2: Prävalenz lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) bei verschiedenen Hunderassen nach Literaturangaben (Studien mit mind. 50 Tieren pro Rasse) .....	30
Tab. 3: Länge der Querfortsätze.....	52
Tab. 4: Ausrichtung der Querfortsätze.....	53
Tab. 5: Kontaktaufnahme der Querfortsätze zum Kreuzbein.....	54
Tab. 6: Abstände zwischen den Dornfortsätzen des Kreuzbeins .....	55
Tab. 7: Anzahl Kreuzbeinwirbel .....	56
Tab. 8: Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (L7/S1)....	58
Tab. 9: Sakrokokzygealer Übergangsbereich .....	59
Tab. 10: Symmetrie des lumbosakralen Übergangsbereiches .....	61
Tab. 11: Beurteilung der Hüftgelenke nach Kriterien der FCI (Federation Cynologique Internationale) nach Flückiger (1993) modifiziert von Brunberg (2014).....	69
Tab. 12: Hüftgelenksdysplasie (HD)-Befunde .....	69
Tab. 13: Ellbogengelenksdysplasie (ED)-Befunde.....	71
Tab. 14: PROCEEDINGS 29th annual meeting of the International Elbow Working Group (IEWG) May 17th 2015.....	71
Tab. 15: Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OCD-Ellbogen) Befunde.....	74
Tab. 16: Fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC) -Befunde .....	74
Tab. 17: Isolierter Processus anconaeus ulnae (IPA)-Befunde .....	74
Tab. 18: Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-Schulter)-Befunde .....	75
Tab. 19: Anzahl Patienten.....	76
Tab. 20: Geschlechtsverteilung in den drei Hunderassen der Studie.....	77
Tab. 21: Wurfstag Hunde (je Rasse) .....	78
Tab. 22: Röntgendatum Hunde (je Rasse).....	78
Tab. 23: Alter in Monaten beim Röntgen .....	79
Tab. 24: Alter der Hunde beim Röntgen (2 Alterskategorien).....	79
Tab. 25: Länge der Querfortsätze L7.....	81
Tab. 26: Ausrichtung der Querfortsätze L7 .....	82
Tab. 27: Kontakt Querfortsätze L7 mit dem Kreuzbein .....	83
Tab. 28: Abstände zwischen den Dornfortsätzen der Kreuzbeinwirbel .....	84
Tab. 29: Anzahl Sakralwirbel .....	85

Tab. 30: Morphologie Zwischenwirbelspalt L7/S1 .....	86
Tab. 31: Sakrokokzygeale Übergangswirbel (SÜW).....	87
Tab. 32: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) .....	88
Tab. 33: Symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW) .....	89
Tab. 34: Asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW).....	90
Tab. 35: Übersicht LÜW alle Rassen.....	91
Tab. 36: Übersicht LÜW Rhodesian Ridgeback .....	92
Tab. 37: Übersicht LÜW Basset Hound.....	92
Tab. 38: Übersicht LÜW Hovawart .....	93
Tab. 39: HD-Befunde .....	94
Tab. 40: Verteilung der HD-Grade innerhalb der Rassen.....	95
Tab. 41: HD über 2 Altersgruppen .....	97
Tab. 42: ED-Befunde Rhodesian Ridgebacks .....	98
Tab. 43: OCD-E-Befunde Rhodesian Ridgebacks .....	98
Tab. 44: FPC-Befunde Rhodesian Ridgebacks .....	99
Tab. 45: IPA-Befunde Rhodesian Ridgebacks .....	99
Tab. 46: OCD-S-Befunde Rhodesian Ridgeback.....	100
Tab. 47: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	101
Tab. 48: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Zuchtzulassung .....	102
Tab. 49: symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD) .....	103
Tab. 50: Formen symmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel (symLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	104
Tab. 51: symmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (symLÜW) und Zuchtzulassung ...	105
Tab. 52: asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW) und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	106
Tab. 53: Formen asymmetrischer lumbosakraler Übergangswirbel (asymLÜW) und Hüftgelenkdysplasie Hüftgelenkdysplasie (HD) .....	107
Tab. 54: asymmetrische lumbosakrale Übergangswirbel (asymLÜW) und Zuchtzulassung	109
Tab. 55: Anzahl Kreuzbeinwirbel und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	110
Tab. 56: Zwischenwirbelspalt zwischen letztem Lenden- und erstem Sakralwirbel (ZWS L7/S1) und Hüftgelenkdysplasie (HD).....	112
Tab. 57: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Ellbogengelenkdysplasie (ED) .....	114
Tab. 58: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Osteochondrosis disscans der Trochlea humeri (OCD-E).....	114
Tab. 59: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und isolierter Processus anconaeus ulnae (FPC) .....	115

Tab. 60: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und isolierter Processus anconaeus ulnae (IPA).....	115
Tab. 61: Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) und Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCD-S).....	116
Tab. 62: Übersicht Korrelationen Lumbosakrale Übergangswirbel (LÜW) mit Ellbogengelenkdysplasie-Komplex-OCD-Schulter .....	116
Tab. 63: Hüftgelenkdysplasie (HD) und Ellbogengelenkdysplasie (ED).....	117
Tab. 64: Hüftgelenkdysplasie (HD) und Osteochondrosis dissecans der Trochlea humeri (OCD-E).....	118
Tab. 65: Hüftgelenkdysplasie (HD) und fragmentierter Processus coronoideus medialis ulnae (FPC) .....	118
Tab. 66: Hüftgelenkdysplasie (HD) und isolierter Processus anconaeus ulnae (IPA) .....	119
Tab. 67: Hüftgelenkdysplasie (HD) und Osteochondrosis dissecans des Caput humeri (OCS-S).....	119
Tab. 68: Korrelationen HD und Erkrankungen des Ellbogengelenkdysplasie-Komplex sowie OCD-Schulter .....	120
Tab. 69: Typisierungskriterien lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) beim Rhodesian Ridgeback nach Anzahl und prozentuaem Anteil an der Studienpopulation .....	126
Tab. 70: Korrelationen lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) mit Hüftgelenkdysplasie (HD) bei Rhodesian Ridgebacks.....	130
Tab. 71: Korrelationen lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) mit Zuchtausschluss aufgrund Hüftgelenkdysplasie (HD) bei Rhodesian Ridgebacks .....	131
Tab. 72: Korrelationen lumbosakraler Übergangswirbel (LÜW) und/oder Hüftgelenkdysplasie (HD) zur Ellbogengelenkdysplasie (ED) (OCD, FPC, IPA) sowie OCD capitis humeri .....	134

## **Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1: Geometrie der Facettengelenke des 7ten Lendenwirbels im Bereich des Lumbosakralen Übergangs in Anlehnung an BREIT und KÜNZEL (2001).....	19
Abb. 2: Gelenkflächenformen der kleinen Facettengelenke in Anlehnung an HENNINGER und WERNER (2002) .....	20
Abb. 3: Inklinationwinkel der Sakralflügel im Bereich des Lumbosakralen Übergangs in Anlehnung an BREIT und KÜNZEL (2001) .....	23
Abb. 4: Projektion des Kreuzbeins in zentraler und gewinkelter Aufsicht in Abhängigkeit von der Lagerung beim Röntgen nach Knaus et al. (2003).....	24





Abb. 49: Geschlechterverteilung bei den drei Hunderassen der Studie sowie der Population insgesamt (n= 2402).....	77
Abb. 50: Alter der Hunde der 3 Rassen (Gruppe 1: ≤18 Monate; Gruppe 2: > 18 Monate) beim Röntgen .....	80
Abb. 51: HD-Befunde rassevergleichen .....	94
Abb. 52: Verteilung der HD-Grade innerhalb der Rassen.....	96

## **DANKSAGUNG**

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die auf unterschiedlichsten Wegen zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

An erster Stelle gilt mein Dank meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr. Leo Brunnberg, der mir dieses Thema überließ und mir nicht nur wissenschaftlich und methodisch jederzeit zur Seite stand.

Ein ganz spezieller Dank gilt Emmanuel Fort für seine Unterstützung bei der statistischen Auswertung, die geduldige Beantwortung meiner Fragen diesbezüglich und nicht zuletzt auch für seine moralische Unterstützung. Freundschaft geht manchmal seltsame Wege.

Mein besonderer Dank gilt schließlich neben vielen Freunden meinen Eltern, die mich auf meinem Weg immer begleitet haben und Pavel Slunsky, für ein stets offenes Ohr, Ansporn, konstruktive Kritik und dafür, dass er immer an meiner Seite war.

## **SELBSTSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG**

Ich erkläre gegenüber der Freien Universität Berlin, dass ich die vorliegende Dissertation selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel angefertigt habe.

Die vorliegende Arbeit ist frei von Plagiaten. Alle Ausführungen, die wörtlich oder inhaltlich aus anderen Schriften entnommen sind, habe ich als solche kenntlich gemacht.

Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch bei keiner anderen Universität als Prüfungsleistung eingereicht.

Berlin, den 03.07.2019

Svenja Florczak









9 783863 879990

**mbv**berlin | mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-86387-999-0