

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde, Kleintierchirurgie
der Veterinärmedizinischen Universität Wien
(Leiterin: Univ.-Prof. Dr.med.vet. Eva Schnabl-Feichter, Dipl.ECVS)

Ambulanz für Physikalische Medizin und Rehabilitation
Priv.Doz. Dr.med.vet. Barbara Bockstahler, Dipl.ECVSMR, ACVSMR

Eine Literaturübersicht über die Effekte der Diensthundearbeit und des Obedience-Trainings auf den Bewegungsapparat von Hunden

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Maximiliane von und zur Mühlen

Wien, im November 2022

Betreuerin:

Priv.Doz. Dr.med.vet. Barbara Bockstahler, Dipl.ECVSMR, ACVSMR

Veterinärmedizinische Universität Wien

Department für Kleintiere und Pferde, Kleintierchirurgie,

Ambulanz für Physikalische Medizin und Rehabilitation

Gutachterin:

Ao.Univ.-Prof. Dr.med.vet. Miriam Kleiter, Dipl.ACVR-RO, Dipl.ECVIM-CA (Oncol)

Veterinärmedizinische Universität Wien

Department für Kleintiere und Pferde, Interne Medizin

Danksagung

Bei meiner Betreuerin Priv.-Doz. Dr.med.vet. Barbara Bockstahler möchte ich mich ganz herzlich bedanken, da sie mich die gesamte Zeit großartig unterstützt hat, konstruktive Kritik übte, in den vielen Gesprächen wertvolle Anregungen und Tipps gab und stets motivierende Worte fand. Diese fachliche Unterstützung und die ausführlichen Rückmeldungen wusste ich sehr zu schätzen.

Ebenso ein großes Dankeschön an meinen Bruder für die Unterstützung bei den Korrekturlesungen und an einen guten Freund, der mir bei der Einrichtung von Citavi enorm weitergeholfen hat.

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Diplomarbeit eigenständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet sowie die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Stellen/Gedanken als solche kenntlich gemacht habe. Diese Arbeit wurde noch keiner anderen Prüfungskommission in dieser oder einer ähnlichen Form vorgelegt. Sie wurde bisher auch nicht veröffentlicht.

Wien, 29.11.2022

Ort, Datum



M. v.u.z. Müller

Unterschrift

Abstract

Das Diensthundewesen hat einen hohen Stellenwert im Militär und bei der Polizei. Die Hunde sind eine wichtige Unterstützung im Dienst und leisten wertvolle Arbeit, wo der Mensch an die Grenzen seiner Fähigkeiten gerät. Dementsprechend steht die Gesundheit dieser Tiere, sei es in der Ausbildung, im Dienst oder im Training an erster Stelle.

Ziel dieser Arbeit war es mittels einer Literaturrecherche zu überprüfen, welche Verletzungen und Erkrankungen im Zuge der Diensthundearbeit vorkommen und, wie sich diese auf den Bewegungsapparat auswirken, wie dem entgegengewirkt wird und welche Maßnahmen zur Rehabilitation beschrieben werden. Zusätzlich wurde das Obedience-Training als wesentlicher Bestandteil des Diensthundewesens beleuchtet.

Als methodischer Leitfaden dienten die PRISMA-Richtlinien zur Erstellung von Literaturübersichten. Grundlage der vorliegenden Arbeit war eine systematische Darstellung von 34 Studien mit Schwerpunkt auf Bewegungsstudien, Beurteilung der Einsatzfähigkeit durch Hundeführer:innen, morphologische Veränderungen/Verletzungen und Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen.

Der Fokus der Studien lag auf den Erkrankungen der Wirbelsäule und der Hinterextremität, wobei die Lumbosakralstenose und die Hüftgelenksdysplasie häufig beschrieben worden sind. Rassebedingt stach der Deutsche Schäferhund im Vergleich zum Malinois mit einem erhöhten Risiko für Rückenmarkserkrankungen, morphologischen Anomalien und höheren Bodenreaktionskräften in den Vordergliedmaßen bei Hindernissprüngen heraus. Im Rahmen der Bewegungsstudien ist eine Abhängigkeit von zunehmenden Sprunghöhen und -weiten und den entstehenden steigenden Bodenreaktionskräften und Gelenkskompressionen herausgestellt worden, sowie ein verändertes Gangbild aufgrund subklinischer Veränderungen der Wirbelsäule und der Extremitäten. Im Allgemeinen bezogen sich die Bewegungsstudien schwerpunktmäßig auf die Kinetik und Kinematik der Vordergliedmaße. Zu den Themen der Rehabilitation und Prävention sowie zu den Auswirkungen des Obedience-Trainings auf den Bewegungsapparat, im Speziellen auf die Wirbelsäule, existieren nur wenige Studien.

Military and police working dogs are highly appreciated in the military and the police. The dogs support their handlers efficiently and highly motivated where humans reach the limits of their abilities. Therefore, it is relevant to ensure their health, fitness, and readiness.

The aim of this diploma thesis was to research what kind of injuries and illnesses concerning the musculoskeletal system arise in context with the duty of a working dog and how it affects the axial and appendicular system. Moreover, it should be pointed out what kind of tasks concerning prevention and rehabilitation got presented in the latest literature. In addition to that even the obedience training has been focussed because it has its origin in the working dog sector.

Within this thesis 34 studies got included and systematically categorized, to give an overview about the topic; regarding the method the PRISMA guidelines were followed. The studies were divided into some categories: Kinetic and kinematic studies, rating of the general fitness of the dogs by their handlers, morphological injuries/ illnesses, prevention, and rehabilitation tasks.

The studies focused on spinal and hindlimb disorders, in particular lumbosacral stenosis and hip dysplasia. Whereas the German Shepherd Dog in comparison to the Malinois showed an increased risk of spinal cord disorders, morphological abnormalities, and higher ground reaction forces in the forelimbs during obstacle jumps. Within the gait analysis studies, a dependence between increasing jump heights and distances and rising ground reaction forces and joint compressions has been highlighted, as well as an altered gait pattern due to subclinical changes in the spine and extremities. Only a few studies exist on the topics of rehabilitation and prevention, as well as the effects of obedience training on the musculoskeletal system, specifically concerning the spine.

Abkürzungsverzeichnis

3D	Dreidimensional
CT	Computertomographie
DSH	Deutscher Schäferhund
EMG	Elektromyographie
FCI	Fédération Cynologique Internationale
HD	Hüftgelenksdysplasie
HE	Hinterextremität
LWS	Lendenwirbelsäule
MR-Arthrografie	Magnetresonanz-Arthrografie
MRT	Magnetresonanztomographie
ROM	Range of Motion
VAS	Visual Assessment Score
VE	Vorderextremität

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Material und Methoden.....	3
2.1 Informationsquellen.....	3
2.2 Suchstrategie	3
2.3 Auswahlkriterien.....	4
2.4 Auswahl der Studien.....	4
3 Ergebnisse.....	6
3.1 Studienüberblick.....	6
3.2 Einsatzart und Rasse	15
3.3 Bewegungsstudien.....	15
3.3.1 Wirbelsäule.....	15
3.3.2 Vorderextremität.....	19
3.3.3 Hinterextremität.....	24
3.4 Beurteilung der Einsatzfähigkeit durch Hundeführer.....	25
3.5 Morphologische Veränderungen und Verletzungen.....	27
3.5.1 Allgemein.....	27
3.5.2 Wirbelsäule.....	29
3.5.3 Vorderextremität.....	36
3.5.4 Hinterextremität.....	37
3.6 Präventionsmaßnahmen	43
3.7 Rehabilitationsmaßnahmen.....	43
4 Diskussion	44
5 Zusammenfassung.....	50
6 Zusammenfassung in englischer Sprache.....	51
7 Literatur	52

Tabellenverzeichnis 57

Abbildungsverzeichnis..... 58

1 Einleitung

Das Diensthundewesen ist insbesondere in sicherheitsrelevanten Bereichen des Militärs und der Polizei ein elementarer Bestandteil. Ein konsequentes und intensives Training ist für die Gewährleistung von Ausdauer, Agilität, Stärke und Geruchssinn unabdingbar, um die vielfältigen Einsatzprofile abilden zu können. Eine herausragende Eignung hierzu haben Deutsche Schäferhunde und belgische Malinois. Diese Rassen dominieren am stärksten (1). Die Ausbildung, das intensive Training und der Einsatz im Dienst erfordern eine hohe physische sowie psychische Stabilität der Hunde, damit sie den körperlichen und konditionellen Belastungen standhalten können. Vor diesem Hintergrund ist die allgemeine Gesundheit und insbesondere die des muskuloskelettären Systems eine unabdingbare Voraussetzung für die Dienstausübung. Für die Gewährleistung der Fitness und der Einsatzfähigkeit durchlaufen Diensthunde eine intensive und kostenaufwändige Ausbildung und ein lebenslanges Training (2). Der finanzielle Aspekt ist kein unwesentlicher Punkt, da die Hunde von der Anschaffung, über die Ausbildung bis zur tierärztlichen Versorgung einen erheblichen Kostenfaktor darstellen. Somit ist eine lange Dienstzeit mit wenigen krankheitsbedingten Ausfällen erstrebenswert (3). Hauptgründe für vorzeitiges Ausscheiden aus dem Dienst waren den Erkrankungen des Bewegungsapparates zuzuordnen, so Moore et al. (4). Die Autor:innen konnten nachweisen, dass degenerative Erkrankungen der Gelenke in erster Linie, gefolgt von Neoplasien und Erkrankungen der Wirbelsäule Gründe für die Euthanasie von Militärhunden waren (4).

Einen grundlegenden Teil der Diensthundeausbildung stellen das Gehorsams- und Unterordnungstraining dar, in der Praxis sowie im weiteren Verlauf der Arbeit Obedience-Training genannt. Diese Trainingsmethoden erfahren zunehmendes Interesse im zivilen Hundesport. Verschiedene Disziplinen müssen dabei von dem Hund beherrscht werden, wie zum Beispiel die Fußarbeit, Apportieren, Sitz und Platz aus dem Gehen heraus und weitere. Das Training und die Prüfungen können sich allerdings negativ auf den Bewegungsapparat der Hunde auswirken. Bei der Fußarbeit soll das Tier stets zur linken des Trainers auf Kniehöhe mit dem Schulterblatt gehen und dabei konstant Blickkontakt mit dem/der Besitzer:in haben. Dadurch wird eine dauerhafte Kopfneigung impliziert, welche zu einer einseitigen Belastung der Halswirbelsäule führen kann (5, 6).

Ziel dieser Diplomarbeit war es, mittels einer systematischen Literaturrecherche zu überprüfen und darzustellen, welche Verletzungen und Erkrankungen im Zuge der Diensthundearbeit und des Obedience-Trainings vorkommen. Darüber hinaus sollen die

möglichen Ursachen beleuchtet werden, sowie die Maßnahmen, die zur Prävention und Rehabilitation eingeleitet werden. Der Fokus liegt dabei auf dem muskuloskelettären System. Als methodischer Leitfaden für die Literaturübersicht diente die PRISMA-Richtlinie nach Moher (7).

2 Material und Methoden

Es erfolgte eine Literatursuche nach den PRISMA-Richtlinien zur Erstellung einer systematischen Übersicht nach Moher et al. (7).

2.1 Informationsquellen

Die Literatursuche erfolgte über die Online-Datenbanken PubMed, Scopus, Google Scholar, sowie über den Bibliothekskatalog der Veterinärmedizinischen Universität Wien.

Der Zeitraum der Recherche erstreckte sich von Juni bis September 2022.

2.2 Suchstrategie

Für die Recherche verwendeten Suchbegriffe und die dazugehörigen erzielten Treffer sind in der nachfolgenden Tabelle (Tab.1) ersichtlich.

Anzahl Treffer in Datenbanken			
Suchbegriff	PubMed	Scopus	Google Scholar
Military dogs	3 034	849	555 000
Military working dogs + injury/training	254	130	50 700
Police dogs + training/injuries	18	79	47 300
Diensthunde + Ausbildung/Verletzungen	0	0	271
Preventive care + military/police/working dogs	108	26	129 700
Rehabilitation + military/police/working dogs	146	49	172 600
Obedience-training + dogs + injuries	8	10	29 200
	3 568	1 143	984 771
Gesamttrefferanzahl: 989 482			

Tabelle 1: Suchstrategie und Trefferanzahlen in den jeweiligen Datenbanken

Anhand der Titel wurde eine grobe Vorauswahl der Veröffentlichungen getroffen, um dann im nächsten Schritt eine erweiterte Suche in den Referenzen und in den angezeigten zugehörigen Artikeln vorzunehmen.

Die Vorauswahl setzte sich aus 32 Artikeln aus der primären Recherche zusammen und aus 27 Veröffentlichungen, die im Zuge der Durcharbeitung der Referenzen gefunden wurden (siehe Abb. 1). Die Vorauswahl fand auf Basis des Titels statt, in dem ein Zusammenhang mit der Diensthundearbeit bzw. dem Obedience-Training und dem Bewegungsapparat von Hunden zu sehen war.

2.3 Auswahlkriterien

Im nächsten Schritt wurden die Abstracts der ausgewählten Veröffentlichungen auf Relevanz beurteilt. Exkludiert wurden Studien, die weder in deutscher noch in englischer Sprache verfasst worden sind, die keinen Volltext veröffentlicht haben und die sich nicht auf den Bewegungsapparat von Diensthunden, also Hunden mit militärischer oder polizeilicher Nutzung, und von Hunden im Rahmen des Obedience-Trainings bezogen. Des Weiteren wurden Studien exkludiert, die sich auf die Humanmedizin berufen und von anderen Erkrankungen handelten.

Im weiteren Verlauf der Selektion wurden Hochschulschriften, Reviews und Übersichtsarbeiten ausgeschlossen, so dass ausschließlich veröffentlichte Studien in die Literaturübersicht inkludiert wurden.

2.4 Auswahl der Studien

Die letztendliche Auswahl der Studien erfolgte anhand der oben genannten Kriterien und diese wurden nochmals auf ihre Relevanz beim Durchleuchten des Volltextes beurteilt. Am Ende waren es 34 Veröffentlichungen, die in die systematische Übersicht mit aufgenommen wurden. Es handelt sich dabei um Studien, die sich auf Bewegungsabläufe von Dienst- und Obedience-Hunden bezogen, die Beurteilung durch Diensthundeführer:innen, Studien, die morphologische Veränderungen und Erkrankungen des Bewegungsapparates wissenschaftlich darstellten, Artikel, die sich mit Diagnostik von solchen Erkrankungen befassten, sowie welche, die sich mit der Thematik rund um Prävention und Rehabilitation beschäftigten.

In der folgenden Abbildung (Abb. 1) wird der Prozess im Sinne des PRISMA-Statements in einem Flussdiagramm übersichtlich dargestellt.

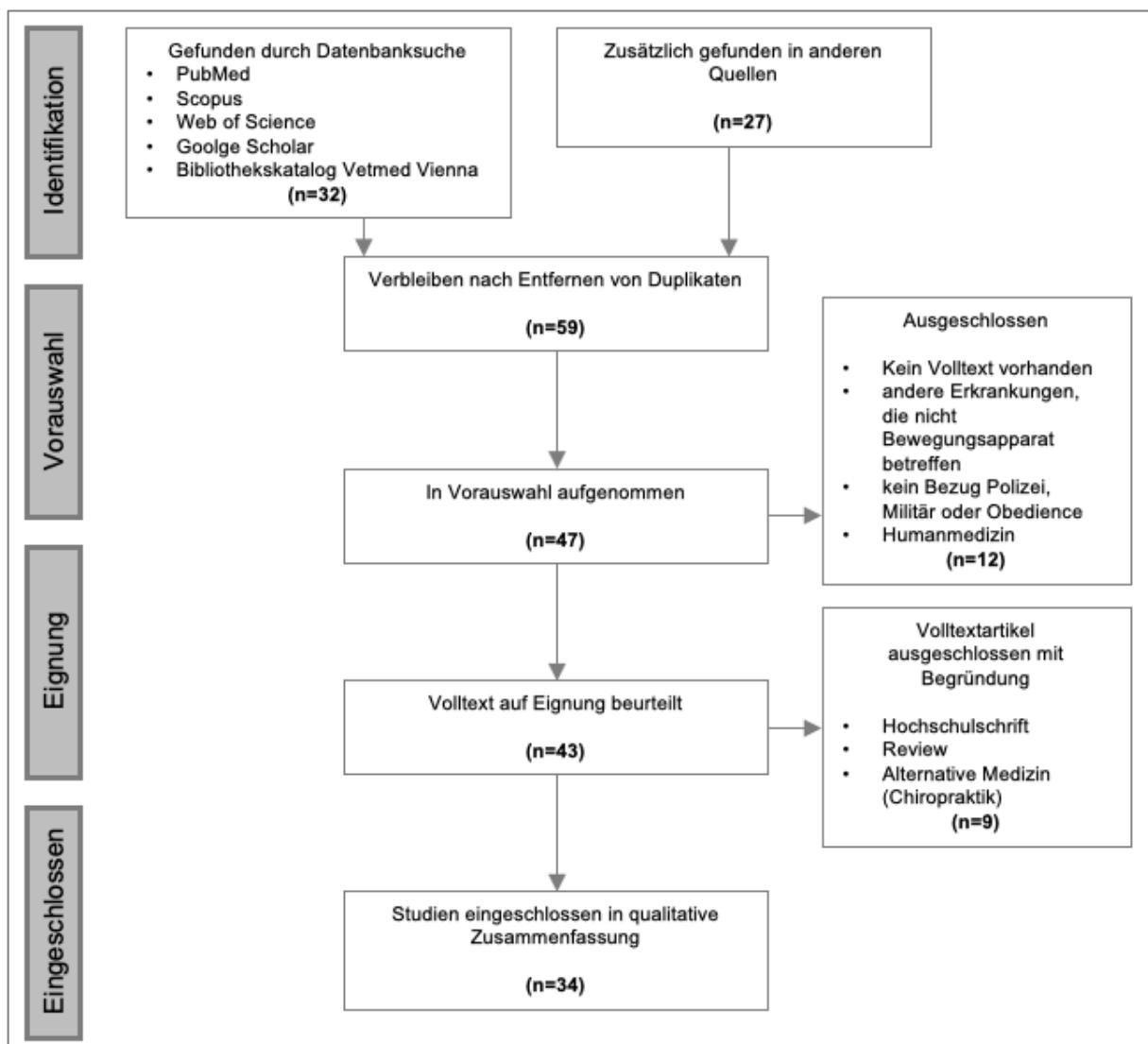


Abbildung 1: PRISMA-Flussdiagramm zur systematischen Übersicht der Literatur nach Moher et al. (7)

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden die Studien systematisch in Kategorien eingeteilt und die Ergebnisse übersichtlich dargestellt.

3.1 Studienüberblick

Im Zuge des Auswahlverfahrens wurden 34 Studien betrachtet und in folgende Gruppen eingeteilt, wobei Mehrfachzuordnungen möglich waren:

1. Bewegungsstudien
2. Beurteilung der Dienstfähigkeit durch Hundeführer:innen
3. Morphologische Veränderungen/Verletzungen
4. Präventionsmaßnahmen
5. Rehabilitationsmaßnahmen

Eine detaillierte Übersicht der Studien ist in Tab. 3 gegeben.

Darüber hinaus wurden die Studien anhand der betroffenen bzw. beschriebenen anatomischen Struktur des Bewegungsapparates klassifiziert (Allgemein, Wirbelsäule, Vorderextremität, Hinterextremität). Eine Übersicht bietet die nachfolgende Tabelle (Tab. 2).

Gruppeneinteilung	Anzahl gesamt	Allgemein	Wirbelsäule	Vorderextremität	Hinterextremität
Bewegungsstudien	10	-	3	6	2
Beurteilung der Dienstfähigkeit durch Hundeführer:innen	1	1	-	-	-
Morphologische Veränderungen/Verletzungen	24	4	11	2	9
Präventionsmaßnahmen	1	1	-	-	-
Rehabilitationsmaßnahmen	0	-	-	-	-

Tabelle 2: Einteilung der Studien in Gruppen

	AutorInnen	Titel	Gruppierung	Einsatzart, Rasse	Anzahl Hunde	Status der Gesundheit	Diagnostik	Betroffene Struktur
1.	Alves, Dos Santos et al. 2020	Thermographic imaging of police working dogs with bilateral naturally occurring hip osteoarthritis	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Polizei • DSH • Malinois • Labrador • Holländischer Schäferhund	50	Hüftgelenksarthrose	Digitale Thermo-grafie	HE
2.	Alves, Dos Santos et al. 2021	Comparison of clinical and radiographic signs of hip osteoarthritis in contralateral hip joints of fifty working dogs	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Polizei • DSH • Malinois • Labrador • Holländischer Schäferhund	50	Hüftgelenksarthrose	Röntgen	HE
3.	Baltzer, Owen et al. 2019	Survey of Handlers of 158 Police Dogs in New Zealand: Functional Assessment and Canine Orthopedic Index	Beurteilung der Einsatzfähigkeit durch Hundeführer:innen	Polizei • DSH • Labrador • Mischling	158	Gesund	Umfrage Hundeführer:innen	Allgemein
4.	Banfield, Bartels et al. 1996	A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part I: Angle measurements and orthopedic foundation for animals (OFA) grading	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Militär • DSH • Malinois	116	HD	Röntgen	HE

5.	Banfield, Bartels et al. 1996 (2)	A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part II: Clinical signs and performance data.	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • DSH • Malinois	116	HD Lahmheit HE	Röntgen	HE
6.	Banfield, Morrison, 2000	Magnetic resonance arthrography of the canine stifle joint: technique and applications in eleven military dogs	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Malinois • Labrador • DSH	11	Verdacht auf Kniegelenkerkrankung	• MRT • MR-Arthrografie	HE
7.	Blake, Godoy, 2021	Kinematics and kinetics of dogs completing jump and A-frame exercises	Bewegungsstudie	Polizei • DSH	14	Gesund	• Anatomische Marker • Kameras • Kraftmessplatte	VE HE
8.	Bockstahler, Henninger et al. 2007	Influence of borderline hip dysplasia on joint kinematics of clinically sound Belgian Shepherd dogs	Bewegungsstudie Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Malinois	20	Gesund	• Laufband • Kraftmessplatte • reflektierende Marker • Kameras	HE
9.	Bockstahler, Henninger et al. 2008	Kinematische Ganganalyse der Vorderextremitäten bei Militärhunden mit klinisch inapparenten Tendopathien des Schultergelenks	Bewegungsstudie Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Malinois	12	Gruppe 1: Gesund Gruppe 2: Inapparente Tendopathien des Schultergelenks	• Ganganalyse • Kraftmessplatten • Laufband • CT	VE

10.	Bockstahler, Müller et al. 2008	Kinetische und kinematische Analyse der Bewegung (Ganganalyse) der Vorderextremitäten bei gesunden Militärhunden- Erhebung von Basiswerten	Bewegungsstudie	Militär • Malinois	7	Gesund	• Ganganalyse • Kraftmessplatten • Laufband • CT	VE
11.	Carter, Boyd et al. 2021	Understanding the Impact of Scale Height on the Kinetics and Kinematics of Dogs in Working Trails	Bewegungsstudie	Militär Polizei Obedience • Working sheep dog • Labrador • Spaniel • Border Collie • DSH • Malinois • Golden Retriever	21	Gesund	• Kameras • Kraftmessplatten	VE
12.	Cain, Jones et al. 2016	Feasibility for Measuring Transverse Area Ratios and Asymmetry of Lumbosacral Region Paraspinal Muscles in Working Dogs Using Computed Tomography	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Malinois	16	Gesund und Lumbosakral- schmerzen	CT	Wirbelsäule

13.	Dragicevich, Jones et al. 2020	Computed Tomographic Measures of Funnel-Shaped Lumbar Vertebral Canal and Articular Process Dysplasia Malformations Differ Between German Shepherd and Belgian Malinois Military Working Dogs	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Militär • DSH • Malinois	59	<ul style="list-style-type: none"> • Schmerz Wirbelsäule • Lahmheit • Neurologische Defizite 	CT	Wirbelsäule
14.	Evans, Herbold et al. 2007	Causes for discharge of military working dogs from service: 268 cases (2000-2004)	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Militär • DSH • Malinois • Labrador • Weitere Rassen	268	Neurologische und orthopädische Erkrankungen	Keine Angabe	Allgemein
15.	Farr, Ramos et al. 2020	The Penn Vet Working Dog Center Fit to Work Program: A Formalized Method for Assessing and Developing Foundational Canine Physical Fitness	Präventionsmaßnahmen	Diensthunde • Labrador • DSH • Malinois • Holländischer Schäferhund • Kleiner Münsterländer • Dobermann	31	Gesund	Keine Angabe	Allgemein
16.	Gamble, Jones et al. 2020	Qualitative and quantitative computed tomographic characteristics of the lumbosacral spine in German Shepherd military working dogs with versus without lumbosacral pain	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Militär • DSH	Teil 1: 54 Teil 2: 45	Gesund und LWS-Schmerzen	CT	Wirbelsäule

17.	Gibson, Brown et al. 2017	Semitendinosus myopathy and treatment with adipose-derived stem cells in working German Shepherd police dogs	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Polizei • DSH	8	Semi-tendinosus Myopathie	• Ultraschall • Ganganalyse	HE
18.	Gradner, Bockstahler et al. 2007	Kinematic study of back movement in clinically sound Malinois dogs with consideration of the effect of radiographic changes in the lumbosacral junction	Bewegungsstudie	Militär • Malinois	22	• Gesund • LWS Defizite	• Röntgen • Laufband • Marker • Kameras	Wirbelsäule
19.	Harris, Birch et al. 2017	An examination of neck angle in obedience dogs whilst completing competition heelwork	Bewegungsstudie	Obedience • Border Collies	25	Gesund	• Ganganalyse • Kameras	Wirbelsäule
20.	Jones, Banfield et al. 2000	Association between postoperative outcome and results of magnetic resonance imaging and computed tomography in working dogs with degenerative lumbosacral stenosis	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Malinois • DSH • Labrador	12	Lumbosakral-stenose post OP	• CT • MRT	Wirbelsäule
21.	Jones, Kimmett et al. 2019	CT measures of lumbosacral paraspinal muscle size are not correlated with CT measures of lumbosacral stability in military working Labrador Retrievers	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Labrador	39	Gesund, Lumbosakral-stenose	CT	Wirbelsäule

22.	Jones, Tucker et al. 2013	Improving understanding of early behavioral indicators of lumbosacral disease in working dogs using 3D visualization of skeletal movements during working tasks: Feasibility study	Bewegungsstudie	Polizei • DSH • Labrador • Bloodhound	3	Lumbosakral- stenose	• 3D Visualisierung • Kameras • Marker • Bewegungs- analyse	Wirbelsäule
23.	Komsta, Lojszczyk- Szczepaniak et al. 2015	Lumbosacral transitional vertebrae, canine hip dysplasia, and sacroiliac joint degenerative changes on ventrodorsal radiographs of the pelvis in police working German shepherd dogs	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Polizei • DSH	205	• Lumbo- sakrale Über- gangs- wirbel • HD • Degen- eration Iliosakral- gelenk	Röntgen	Wirbelsäule HE
24.	Linn, Bartels et al. 2003	Lumbosacral stenosis in 29 military working dogs: epidemiologic findings and outcome after surgical intervention (1990- 1999)	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Malinois • DSH • Holländischer Schäferhund • Labrador	29	Lumbosakral- stenose	• CT • MRT • EMG	Wirbelsäule
25.	Moore, Burkmann et al. 2001	Causes of death or reasons for euthanasia in military working dogs: 927 cases (1993-1996)	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • DSH • Malinois	927	Verstorben	Post mortem	Allgemein
26.	Mukherjee, Jones et al. 2017	Phenotyping of lumbosacral stenosis in Labrador retrievers using computed tomography	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Militär • Labrador	25	• Gesund • Lumbo- sakral- stenose	CT	Wirbelsäule

27.	Parr, Otto 2013	Emergency visits and occupational hazards in German Shepherd police dogs (2008-2010)	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Polizei • DSH	203	• Krank • Notfall	Keine Angabe	Allgemein
28.	Pogorevc, Lukanc et al. 2016	Radiological comparison of lumbosacral anatomy between German and Belgian shepherd (Malinois) working dogs	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Polizei • DSH • Malinois	36	• Lahmheit • Schwäche in Hüfte	Röntgen	Wirbelsäule
29.	Scharf, Steffen et al. 2004	The Lumbosacral Junction in Working German Shepherd Dogs – Neurological and Radiological Evaluation	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Polizei • DSH	57	Röntgen	• Lumbosakral-stenose • Übergangswirbel • Spondylose • Bandscheibendegeneration • Lahmheit	Wirbelsäule
30.	Schuh-Renner, Rappole et al. 2021	Factors associated with medical problems among young non-deployed U.S. military working dogs	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Militär • DSH • Malinois • Labrador • Deutsch Kurzhaar • Weitere	774	Allgemein	Keine Angabe	Allgemein
31.	Steffen, Hunold et al. 2007	A follow-up study of neurologic and radiographic findings in working German Shepherd Dogs with and without degenerative lumbosacral stenosis	Morphologische Veränderungen/Verletzungen	Polizei • DSH	33	• Teilweise gesund • Lumbo-sakral-stenose	Röntgen	Wirbelsäule

32.	Williams, Carter et al. 2021	Kinetics and Kinematics of Working Trials Dogs: The Impact of Long Jump Length on Peak Vertical Landing Force and Joint Angulation	Bewegungsstudie	Militär Polizei Obedience • Border Collie • Working sheep dog • Labrador • DSH • Malinois • Labrador-Spaniel-Mix • Golden Retriever	21	Gesund	• Ganganalyse • Kamera • Kraftmessplatte	VE
33.	Yanoff, Hulse et al. 1992	Measurements of Vertical Ground Reaction Force in Jumping Dogs	Bewegungsstudie	Militär • DSH • Malinois	13	Gesund	• Ganganalyse • Kraftmessplatte	VE
34.	Zorko, Ivanusa et al. 2005	Progression of hip dysplasia in 40 police working dogs: a retrospective study	Morphologische Veränderungen/ Verletzungen	Polizei • DSH • Rottweiler	40	• HD • gesund	Röntgen	HE

Tabelle 3: Überblick der inkludierten Studien

3.2 Einsatzart und Rasse

Die Untersuchung der Auswahl von Hunderassen und der Einsatzart in der Literatur spiegelte klare Tendenzen wider.

Der militärischen Diensthundearbeit waren 21 Artikel (2, 4, 8–26) zuzuordnen. Eine bedeutende Rolle spielten dabei Schäferhunde. Der Belgische Schäferhund/Malinois, war 18-mal vertreten, der Deutsche Schäferhund 14-mal und der Labrador Retriever 10-mal vertreten.

Polizeihundestudien machten einen geringeren Anteil aus. Unter den 15 Studien (13, 24, 26–38) waren im Gegensatz zu den militärischen Studien der Deutsche Schäferhund am häufigsten im Fokus der Wissenschaft. Alle Studien umfassten diese Rasse, hingegen nur sechs den Malinois und sieben den Labrador.

Lediglich drei Studien beschäftigten sich mit dem Obedience-Training oder Wettbewerben, die aus dem Diensthundewesen hervorgetreten sind (6, 13, 24). Dort war die fokussierte Rasse der Border Collie mit zwei Studien, gefolgt von dem Deutschen Schäferhund und dem Malinois mit jeweils einer Berücksichtigung.

3.3 Bewegungsstudien

Zu der Kategorisierung der Bewegungsstudien konnten zehn Studien gefunden werden (2, 6, 11–13, 18, 24, 25, 30, 32). Eine weitere Unterteilung in Wirbelsäule, Vorderextremität und Hinterextremität hat stattgefunden.

3.3.1 Wirbelsäule

Mit Bezug auf die Wirbelsäule beschäftigten sich drei der inkludierten Studien (6, 18, 32), welche sich mit der Kinematik der Wirbelsäule auseinandersetzten (18), mit einer Technik zur dreidimensionales Visualisierung des Skelettes in Bewegung (32) und der Neigung des Kopfes und somit der Halswirbelsäule während des Obedience-Trainings (6).

Die Studie von Gradner et al. (18) beschäftigte sich im Rahmen einer kinematischen Studie mit dem Bewegungsablauf des thorakolumbalen Anteils der Wirbelsäule von 22 klinisch gesunden Malinois unter Berücksichtigung subklinischer röntgenologischer Veränderungen im Bereich der lumbosakralen Verbindung. Die kinematische Analyse fand mittels Marker an den Wirbelfortsätzen von C7, T6, T13, L3, L7 sowie S3 statt. Dabei liefen die militärisch genutzten Hunde auf einem Laufband mit integrierten Kraftmessplatten. Es wurde der

Bewegungsbereich, auch Range of Motion (ROM) genannt, in transversaler und vertikaler Richtung berechnet, sowie der Zeitpunkt des Auftretens der maximalen Position der Marker. Im weiteren Verlauf hat man die maximale Winkelung und das Auftreten im Bewegungsablauf bestimmt. Der erste Teil der Studie fand ohne Vorwissen über röntgenologische Veränderungen statt. Erst im Anschluss wurden die gewonnenen Daten erneut unter dem Aspekt betrachtet, ob Wirbelveränderungen Einfluss auf den Bewegungsablauf der Wirbelsäule haben. Anhand der Röntgenuntersuchungen erfolgte eine Einteilung der Hunde in drei Gruppen:

- Gruppe 1: ohne radiologische Veränderungen
- Gruppe 2: verkürzter L7-Wirbel
- Gruppe 3: vorhandene Übergangswirbel, Spondylose, Subluxationen und Spondylarthrose im Bereich der lumbosakralen Verbindung

Die Studie bewies, dass der größte Bewegungsbereich in der transversalen Richtung von den Markern an T6, T13 und L3 erreicht wurde und in vertikaler Richtung an S3.

Bezüglich der horizontalen Winkel gab es keine signifikanten Unterschiede. In der sagittalen Ebenen zeigte sich, dass im Gegensatz zu L3-L7-S3, dessen maximale Bewegung während der diagonalen Standbeinphase erreicht wurde, T13-L3-L7 eine geringere Winkelung aufwies und die maximalen Winkel fanden während der Belastung von den zwei Hintergliedmaßen und einer Vordergliedmaße statt.

Bezüglich der Einteilungen der Hunde ließ sich nachweisen, dass in der dritten Gruppe, sprich jener mit Übergangswirbeln, Spondylosen, Subluxationen und Spondylarthrosen, der transversale Bewegungsumfang für C7 höher war als jener der Gruppe mit den gesunden Tieren und der maximale horizontale Winkel von T13-L3-L7 deutlich früher erreicht wurde. Dementsprechend wurde anhand der Studie deutlich, dass sich röntgenologische Veränderungen an dem Lumbosakralgelenk auf das Bewegungsmuster der Wirbelsäule auswirkten und in einer Ganganalyse darstellbar waren. Als Vergleichsbasis dazu dienten die Ausgangsdaten der klinisch und röntgenologisch als gesund befundenen Hunden.

Einen alternativen Ansatz zur Darstellung der Auswirkungen von Wirbelsäulenproblematiken zeigt die Studie nach Jones et al. (32). Frühzeitige Verhaltensindikatoren einer lumbosakralen Erkrankung bei Diensthunden sollten hierbei anhand des Bewegungsmuster festgestellt werden, um Dienstausfälle durch frühen Therapiestart vorbeugen zu können.

Für die Studie wurden drei Polizeihunde herangezogen, die im Vorhinein Defizite bei der bei der Bewältigung des Trainings und der Ausführung des Dienstes aufwiesen und ein Verdacht

einer Erkrankung im lumbosakralen Übergang der Wirbelsäule bestand. Es handelte sich hierbei um einen Deutschen Schäferhund, einen Labrador Retriever und einen Bloodhound. Im Fokus der Studie stand dabei die Technik zur dreidimensionalen (3D) Visualisierung der Skelettbewegungen während des Dienstes auf ihre Funktionalität und Relevanz im klinischen Alltag zu prüfen. Die Technik umfasste Motion-Capture-Aufnahmen während Übungen aus dem Training und dem Dienst ausgeführt wurden, Computertomografie (CT) Aufnahmen des ganzen Körpers und das Zusammenführen dieser Daten zur Erstellung von 3D-Videoclips zur Darstellung der Skelettbewegungen mit mehreren Blickwinkeln, siehe Abb. 2.

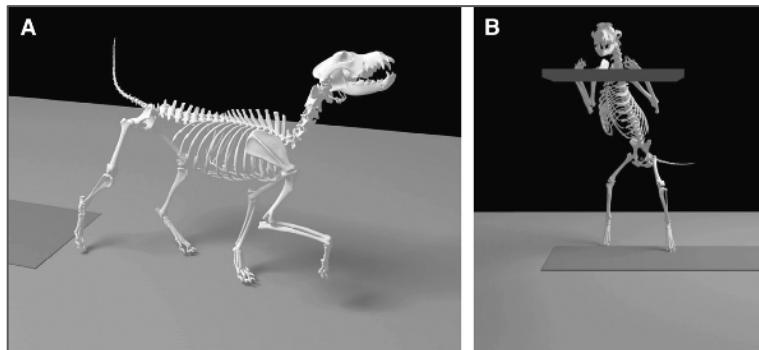


Abbildung 2: Dreidimensionale Animation von dem zweiten Hund; Jones et al. (32)

Für die Aufnahmen der Motion-Capture-Aufnahmen trug der erste Hund einen Hundekörperanzug, an welchem reflektierende Marker an tastbaren Knochenpunkten, mittig an jedem Gelenk sowie an Kopf, Rute und Wirbelsäule angebracht wurden, siehe Abb. 3. Bei den anderen beiden Hunden wurden jene Marker direkt an das Fell mittels doppelseitigen Klebebandes befestigt.



Abbildung 3: Hundekörperanzug und Positionierung der Marker bei dem ersten Hund; Jones et al. (32)

Die Beurteilung der Ergebnisse erfolgte durch Veterinär:innen und diese ergab, dass die Animationen hilfreiche Erkenntnisse zur Körperhaltung und zum Bewegungsablauf liefern. Konkrete klinische Auswertungen bezüglich der veränderten Bewegungsabläufe, wie Berechnungen von Gelenkwinkelungen etc., wurden innerhalb der Studie nicht veranlasst. Zunächst wurden die Ausführung und Funktionalität getestet und bewertet.

Die Ergebnisse dieser Studie sind laut der Autoren:innen (32) nur bedingt aussagekräftig, da eine größere Anzahl an Hunden erforderlich wäre, um die Genauigkeit der Darstellungsweise zu garantieren und auch die Ausführung wäre noch zu verbessern. Der erste Hund mit dem Hundekörperanzug hatte den Anzug zwar toleriert, jedoch überhitzte der Hund schnell und benötigte regelmäßig Pausen. Die anderen beiden Hunde hatten die Marker am Fell befestigt bekommen. Der eine Hund tolerierte diese nicht und versuchte diese zu entfernen, was eine aussagekräftige Aufnahme unmöglich machte und bei dem dritten Hund verursachten Marker mit faltiger Haut als Untergrund undeutliche Ergebnisse. Zusätzlich müssten nicht nur erkrankte Tiere herangezogen werden, sondern auch gesunde, um eine Vergleichsbasis zu erhalten und die Methodik der Befestigung der Marker müsste einheitlich erfolgen (32).

Eine Studie von Harris et al. (6) beschäftigte sich ebenfalls mit der Wirbelsäule von Hunden. Hierbei lag der Fokus auf der Position des Kopfes und des Nackens während der Fußarbeit im Rahmen einer Obedience-Prüfung. Dabei wurden 25 gesunde Hunde, vorwiegend Border Collies, bei der Ausführung der Aufgabe gefilmt, siehe Abb. 4. Es wurden keine Marker verwendet.

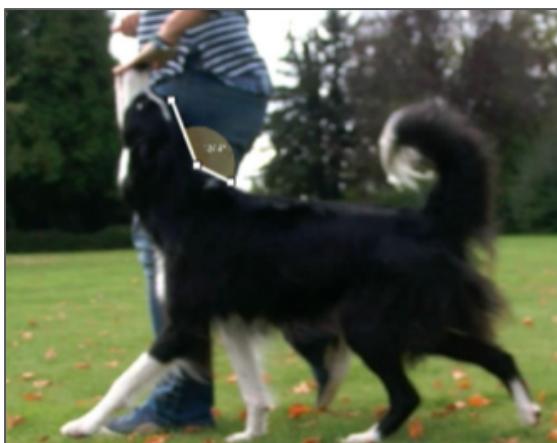


Abbildung 4: Erhebung der Werte; Harris et al. (6)

Auf Basis der Videos berechnete man die Nackenwinkel, während das dem Hundeführer:innen nicht zugewendete Vorderbein in voller Extension war. Drei Werte wurden genommen, um daraus den Mittelwert zu bestimmen. Der Winkel wurde zwischen dem Halsansatz, der Oberseite des Schädelns und dem Widerrist gemessen. Dabei kam heraus, dass die durchschnittliche Zeit dieser Haltung $3,48 \pm 0,06$ Minuten andauerte und es Unterschiede in den Winkeln der Kopf- und Nackenhaltung der Hunde gab. Diese lagen zwischen $97,2^\circ \pm 2,0$ und $169,7^\circ \pm 2,8$. Darüber hinaus stellte man fest, dass der Grad der Hyperextension des Kopfes nicht im Zusammenhang mit der Bewertung der Richter:innen stand und es auch keinen Vorteil im Sinne einer Zeitersparnis bei der Ausführung innerhalb der Prüfung gab. Am Ende der Studie bleibt offen, welchen Einfluss die Kopfhaltung auf das muskuloskelettale System hat und, ob die Haltung antrainiert oder von den Hunden selber ausgeht. Insofern besteht noch Forschungsbedarf.

3.3.2 Vorderextremität

Sechs der inkludierten Studien (2, 12, 13, 24, 25, 30) beschäftigen sich mit der Kinetik und Kinematik der Vordergliedmaße von Hunden.

Bockstahler et al. (2) lieferten mit ihrer Studie elementare Basiswerte für die Ganganalyse von sieben Militärhunden der Rasse Malinois, alle Probanden wiesen einen Lahmheitsfreien Gang auf, ferner im orthopädischen Untersuchungsgang zeigten sich keine Besonderheiten. Der Versuch erfolgte auf einem Laufband und es wurden die Bodenreaktionskräfte, die maximalen Gelenkswinkelungen, Geschwindigkeiten der Winkelungen und deren zeitlicher Verlauf erhoben. Hierbei brachte man reflektierende Marker an die Vordergliedmaßen an, das Laufband enthielt Kraftmessplatten und Videokameras filmten den Bewegungsablauf.

Das Experiment zeigte, dass es zwischen den beiden Vordergliedmaßen keinen signifikanten Unterschied bezüglich der erhobenen Messwerte gab. Links betrug die maximale Kraft $67,3 \pm 8,3\% \text{KM}$ und rechts $68,6 \pm 9,4\% \text{KM}$.

Es erwies sich, dass das Karpalgelenk jenes Gelenk mit dem größten und das Schultergelenk mit dem kleinsten Bewegungsbereich war. In der sagittalen Achse konnten darüber hinaus signifikante Korrelationen zwischen den Gelenkswinkelungen nachgewiesen werden. Die Winkelung im Ellbogengelenk zeigte im Bewegungszyklus eine negative Korrelation mit dem Schulter- und Karpalgelenk. Im Gegenzug konnte im Schulter- und Karpalgelenk eine positive Korrelation festgestellt werden.

Innerhalb des Bewegungszyklus fiel auf, dass die Gelenkwinkelungen von Ellbogen- und Schultergelenk in der Standbeinphase gegenläufig verliefen, in dem Übergang zur Hangbeinphase konnte in der Beugung eine positive Korrelation aller Gelenke festgestellt werden und in der Hangbeinphase selbst blieb die Bewegung gleichläufig.

Bezüglich der Winkelgeschwindigkeiten konnten nur wenige Zusammenhänge nachgewiesen werden. Das Ellenbogen- und Schultergelenk zeigten hierbei gleichläufige Beschleunigungen. Das Karpalgelenk hingegen wies eine negative Korrelation zu dem Schulter- und Ellbogengelenk zu Beginn und zum Ende der Standbeinphase in Bezug auf die Winkelgeschwindigkeiten auf.

Die zuvor beschriebene objektive Lahmheitsbeurteilung nach Bockstahler (2) diente als Grundlage für die Untersuchung für die Studie des Gangbildes von fünf Hunden mit subklinischen Tendopathien (12). Von der Methodik her lief das Experiment gleich ab, nur dass auch klinisch lahmheitsfreie Militärhunde mit subklinischen Tendopathien des Schultergelenks verwendet wurden.

Die Auswertung ergab, dass sich eine Änderung der Kinematik der Vorderextremitäten bei den erkrankten, aber lahmheitsfreien Hunden nachweisen lässt. Das Schultergelenk blieb von der Bewegung her gleich, jedoch traten messbare Veränderungen im Ellbogen- und Karpalgelenk auf. Bei dem Ellenbogengelenk kam es zu einer deutlichen zeitlichen Verzögerung der maximalen Flexion und einer Erhöhung der maximalen Geschwindigkeit des Gelenkwinkels. Das Karpalgelenk erreichte durch eine Tendopathie des Schultergelenks eine verzögerte und deutlichere maximale Flexion und einen größeren Bewegungsbereich. Der höchste Wert der Winkelgeschwindigkeit zeigte sich später als bei der gesunden Vergleichsgruppe und auch während der Standphase war die mittlere Geschwindigkeit jenes Winkels erhöht. Bockstahler et al. (12) zogen daraus die Erkenntnis, dass bereits subklinische Erkrankungen des Bewegungsapparates zu einem veränderten, kompensatorischen Bewegungsablauf führen.

Auch Blake und Ferro de Godoy (30) beschäftigten sich mit der Kinetik und Kinematik von Polizeihunden. Hierbei stand nicht nur das Gehen und Traben im Fokus der Untersuchung, sondern auch das Springen über eine 55 cm hohe Hürde und das Überwinden einer Standard-A-Wand. Neben der Vorderextremität war auch die Hintergliedmaße Teil der Untersuchung. Letztere wird unter dem Punkt der Bewegungsstudien der Hinterextremität näher beleuchtet.

Innerhalb dieser Studie absolvierte jeder Hund jedes Hindernis dreimal und es erfolgte zusätzlich eine Aufzeichnung im Schritt und Trab. Bodenreaktionskräfte ermittelte man mittels Kraftmessplatten und die Erfassung der Kinematik erfolgte über angebrachte reflektierende Marker an den Hunden. Die Messungen und der Vergleich der Werte des Sprunges über die Hürde und die Werte des Überwindens der A-Wand ergaben, dass die Beugung der Schulter und des Ellbogens am Scheitelpunkt der A-Wand am größten war ($104,34^\circ \pm 16,744$ und $75,72^\circ \pm 20.804$). Das Karpalgelenk erfuhr die maximale Streckung während der Landung nach dem Sprung über die Hürde ($125,77^\circ \pm 7,071$). Darüber hinaus erwies sich die vertikale Bodenreaktionskraft pro kg Körpergewicht bei der Landung nach einer A-Wand als deutlich höher (14,28 N/kg) als bei der Landung nach einem normalen Hindernis (12,055 N/kg).

Die Ergebnisse bewiesen, dass bei dem Überwinden von beiden Arten von Hindernissen im Gegensatz zum Gehen und Traben, ein signifikant größerer Bewegungsumfang benötigt wird und, dass bei der Landung von einem A-Rahmen mehr Kräfte auftraten als bei einem gewöhnlichen Hindernis. Die Autoren (30) vermuteten einen Zusammenhang zwischen den größeren Kräften, die auf den Bewegungsapparat einwirken und dem früheren Eintritt des Dienstausschlusses.

Das Messen der Bodenreaktionskräften bei Sprüngen beschäftigte auch Yanoff et al. (25) in ihrer Studie. Bei 13 militärisch genutzten Hunden, Deutsche Schäferhunde und Malinois, maßen die Forschenden jene Kräfte, die bei der Landung nach einem Hindernis erstanden sind und sich auf die Vordergliedmaße auswirkten. Für die Messung diente eine Kraftmessplatte. Jeder Hund musste drei verschiedene Höhen überwinden, wobei dieser jeweils dreimal pro Hindernishöhe gemessen wurde. Die Ergebnisse der mittleren vertikalen Bodenreaktionskräfte der verschiedenen Hindernishöhen wurden miteinander verglichen. Es stellte sich heraus, dass die gemessenen Kräfte mit der zunehmenden Höhe größer wurden, und weitere Auswirkungen gab es durch Faktoren wie Körpergewicht, Geschlecht und Rasse.

Die mittleren Kräfte bei einer Höhe von 63 cm betrugen $986,99 \text{ N} \pm 221,5$. Bei einer Erhöhung auf 79 cm stieg der Wert auf $1175,0 \text{ N} \pm 227,4$ und bei 94 cm auf $1366,1 \text{ N} \pm 268,5$. Diese Werte stellten die Mittelwerte aus den jeweils drei Messungen dar und aus der Gesamtheit der Hunde. Rassebedingt ergab sich, dass Malinois größere Bodenkräfte aufwiesen als die Deutschen Schäferhunde und, dass man bei den Rüden größere Werte

messen konnte als bei Hündinnen. Auch das Gewicht zeigte eine Auswirkung. Je schwerer der Hund, desto größer wurden auch die gemessenen Bodenreaktionskräfte.

Wie schon Yanoff et al. (25) beschäftigten sich auch Carter et al. (13) mit der Fragestellung inwiefern sich die Höhe der Hürden auf die Vorderextremitäten von Hunden auswirken. Ausgehend von der militärischen und polizeilichen Nutzung trainieren laut Carter et al. (13) auch Privatpersonen mit ihren Hunden zu sportlichen Zwecken. Vor diesem Hintergrund betrachtet diese Studie auch Hunde, die privat geführt an Working Trails teilnehmen. Die Studie untersuchte 21 Hunde der Rassen Border Collie, Golden Retriever, Deutscher Schäferhund, Malinois, Labrador Retriever und ein Mischling. Die Hunde nahmen regelmäßig an Working Trail Wettbewerben teil und waren dementsprechend trainiert und gesund. Innerhalb dieser Wettbewerbe mussten die Hunde eine 1,83 m hohe Holzwand bewältigen. Für die Beurteilbarkeit der Auswirkungen wurden in der Studie drei verschiedene Höhen eingesetzt, 1,52 m, 1,68 m und 1,83 m und die unterschiedlichen Bodenreaktionskräfte und Gelenkwinkelungen bei der Landung wurden dabei gemessen und berechnet, siehe Abb. 5. Für die Messung verwendete man Kraftmessplatten und Videokameras.

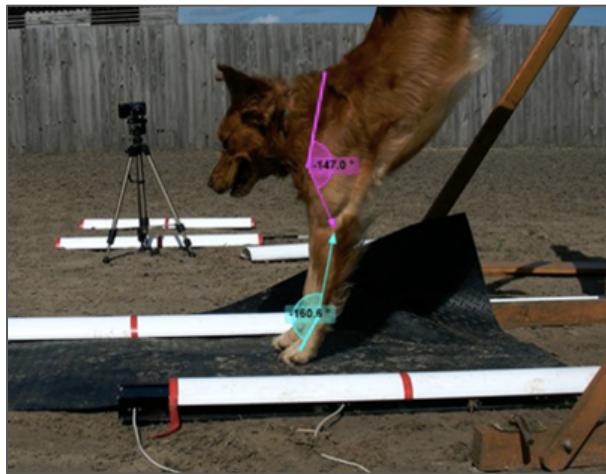


Abbildung 5: Erhebung der Gelenkwinkel und der Bodenreaktionskräfte; Carter et al. (13)

Die Ergebnisse der Studie (13) wiesen auf, dass es Unterschiede in den Gewichtsklassen gab. Bei Hunden mit einem Körpergewicht über 25 kg waren die vertikalen Bodenreaktionskräfte bei der höchsten Hürde (1,83 m) geringer als bei der mittleren (1,68 m). In der Klasse unter 25 kg gab es keinen Unterschied der Kräfte in Bezug auf die Höhe. Generell dauert die Landung nach der kleinsten Hürde länger als bei der mittleren und der höchsten Hürde. Der Zeitraum der Landung wurde hierbei mit Aufsetzen der ersten

Vorderpfote bis zum Aufsetzen der ersten Hinterpfote definiert. Bezuglich der Winkelungen bei der Landung der Hunde unter 25 kg fiel auf, dass der Winkel im Karpalgelenk bei der größten Hürde am geringsten war und, dass es bei den über 25 kg schweren Hunden keinen Unterschied in Bezug auf die Höhe gab. Auch der Winkel im Schultergelenk zeigte weder einen Unterschied zwischen der Höhe oder dem Gewicht. Generell gab es Unterschiede innerhalb der Messungen, aber es wird dennoch deutlich, dass eine niedrigere Hürdenhöhe zu geringeren vertikalen Bodenreaktionskräften führte und auch die Winkel in den Gelenken weniger komprimiert waren. Vor diesem Hintergrund wurde deutlich, dass sich bei Hunden über 25 kg mit steigender Höhe eine größere Kraft auf die Vordergliedmaßen auswirkte und bei Hunden unter 25 kg die Gelenkwinkelungen im Karpus mit zunehmender Höhe geringer (also komprimiert) wurden.

Williams et al. (24) ergänzten die Studie von Carter et al. (13) mit dem Fokus auf den Einfluss der Länge von Sprüngen auf die Vordergliedmaßen von Hunden. Wie auch schon zuvor geht es hier um Working Trail Wettbewerbe, welche ihren Ursprung in militärischen und polizeilicher Hundeausbildung finden. Bei solchen Wettkämpfen müssen Hunde einen Weitsprung mit einer von Länge von 2,74 m absolvieren. In der Studie (24) wurden die Auswirkungen der Sprunglänge auf die Bodenreaktionskräfte bei der Landung und auf die Gelenkwinkelungen der Vordergliedmaße bestimmt. Teil der Studie waren 21 Hunde der Rassen Border Collie, Golden Retriever, Deutscher Schäferhund, Malinois, Labrador Retriever und ein Mischling. Alle Hunde nahmen regelmäßig an Working Trail Wettkämpfen teil und waren dementsprechend trainiert und gesund. Die teilnehmenden Tiere mussten Sprünge in drei verschiedenen Längen überwinden (Abb. 6):

- 2,74 m, Standardlänge
- 2,44 m
- 2,13 m



Abbildung 6: Versuchsaufbau und Durchführung; Williams et al. (24)

Die Messungen der Bodenreaktionskräfte erfolgten durch Kraftmessplatten im Bereich der Landung und die Ermittlung der Gelenkwinkelungen wurde auf Grundlage der sichtbaren anatomischen Orientierungspunkte von Schulter und Karpus über Videomaterial durchgeführt, siehe Abb. 7.

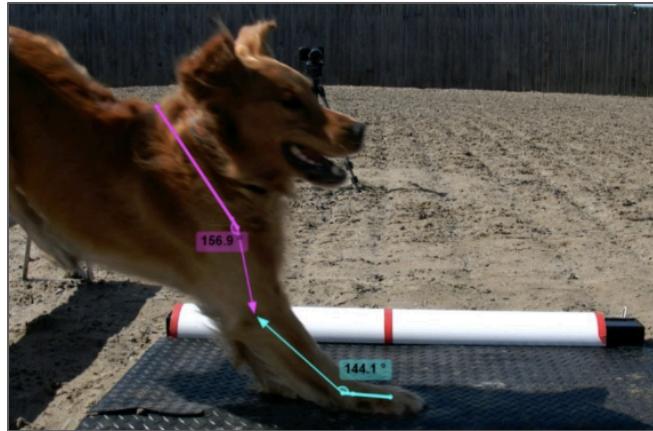


Abbildung 7: Erhebung der Gelenkwinkelungen und Bodenreaktionskräfte; Williams et al. (24)

Es stellte sich heraus, dass es keine Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Längen der Sprünge und den Bodenreaktionskräften gab. Man konnte nur nachweisen, dass die Gelenkskompression bei dem längsten Sprung von 2,74 m am größten war. Die Problematik der Aussagekräftigkeit der Studie liegt an der hohen Variabilität, die bei der Gelenkwinkelung und bei den bei der Landung entstehenden Kräften deutlich wurde.

3.3.3 Hinterextremität

Mit Bezug auf die Kinetik und Kinematik auf die Hintergliedmaße beschäftigen sich zwei der inkludierten Studien (11, 30).

Die Studie nach Blake und Godoy (30) wurde oben unter dem Punkt Bewegungsstudien mit Fokus auf der Vordergliedmaße beschrieben. Der Aufbau der Studie wird an dieser Stelle nicht noch einmal in Gänze beschrieben, sondern lediglich die Ergebnisse, welche die Hintergliedmaße betreffen.

Bezüglich der Hintergliedmaße ergaben die Messungen und Berechnungen, dass der Hüftwinkel im Stehen signifikant stark positiv mit der Hüftbeugung und -streckung im Gehen und Traben, in der Beugung in der Sprungphase und an der Spitze der A-Wand korreliert. Zudem war die Beugung des Knie- und Sprunggelenks während der Sprungphase am

größten. Eine mäßige Korrelation zeigte sich mit der Hüftgelenksstreckung während des Absprungs.

Bockstahler et al. haben bereits an der Vordergliedmaße bewiesen, dass sich subklinische Erkrankungen auf die Kinematik auswirken (12). In einer weiteren Studie stand die Hintergliedmaße im Fokus der Untersuchung, welche sich mit dem Einfluss einer noch nicht klinisch auffälligen Hüftgelenksdysplasie auf die Kinematik beschäftigte (11). Für die Studie standen 20 militärisch genutzte Malinois zur Verfügung, die als klinisch gesund galten. Auf Basis einer röntgenologischen Untersuchung teilte man die Tiere in zwei Gruppen. Acht der Hunde gehörten der ersten Gruppe an und waren als frei von Hüftgelenksdysplasie diagnostiziert. Die zweite Gruppe, bestehend aus zwölf Hunden, wies eine Hüftgelenksdysplasie FCI B (Klassifizierung entsprechend der Fédération Cynologique Internationale) auf. Um den Einfluss der Erkrankung auf die Kinematik festzustellen, wurde eine Ganganalyse durchgeführt. Hierfür befestigte man lichtreflektierende Marker an beide Hinterextremitäten und ließ die Tiere auf einem Laufband mit integrierter Kraftmessplatte laufen, welche zur Bestimmung der Bodenreaktionskräfte benötigt wurden. Mittels Videokameras und den Markern wurden die maximalen sagittalen Winkel innerhalb der Standbein- und Hangbeinphase festgestellt und anschließend erfolgte die Berechnung der Winkelgeschwindigkeiten sowie die Bestimmung der Zeitpunkte des Auftretens innerhalb des Bewegungszyklus.

Die Ergebnisse der Ganganalyse zeigten, dass es bezüglich der Bodenreaktionskräfte keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Gruppen von Hunden gab.

Jedoch zeigten sich Unterschiede bezüglich der Beugung im Hüft- und Kniegelenk. In der ersten, gesunden Gruppe fand die maximale Beugung des Hüftgelenks zu einem früheren Zeitpunkt statt und es zeigte sich eine geringere Beugung des Kniegelenks, sowie ein geringerer Bewegungsumfang in jenem Gelenk. Zusätzlich stellte sich heraus, dass die Hunde der ersten Gruppe während der Schwungphase eine signifikant geringere maximale Winkelgeschwindigkeit der Knie- und Sprunggelenke aufwiesen.

Dementsprechend konnten Bockstahler et al. (11) nachweisen, dass bereits eine subklinische FCI B Hüftgelenksdysplasie ein verändertes Gangbild hervorruft.

3.4 Beurteilung der Einsatzfähigkeit durch Hundeführer

In einer Studie von Baltzer et al. (29) nahmen die Halter:innen von 158 Polizeihunden an einer Umfrage teil, um eine Einstufung bzw. Beurteilung der Hunde anhand ihrer

Einsatzfähigkeit bzw. Fitness vorzunehmen. Neben dieser Tauglichkeitseinschätzung erfolgte die Vergabe eines orthopädischen Indexes.

Der orthopädische Index bezog sich auf die Parameter Gelenkigkeit, Funktionalität, Gang und Lebensqualität. Die Fitness wurde anhand der Ergebnisse aller Fragen bestimmt. Die Bewertung geht von null bis über acht, wobei null für keine Einschränkung der Fitness stand und alles über acht als funktionell beeinträchtigt galt.

Die bewerteten Hunde waren zu 96 % Deutsche Schäferhunde im Alter von $3,2 \pm 2,4$ Jahren (Mittelwert \pm Standardabweichung).

Die Studie ergab, siehe auch Tab. 3, dass die Dienstfunktionalität bei 20 % der Hunde signifikant eingeschränkt war und sie einige Aufgaben nicht ausführen konnten. Darunter fielen bspw. das Ausbalancieren des Gleichgewichts auf den Hinterbeinen oder das Springen in Fahrzeuge. Bei 15 % fiel eine eingeschränkte Funktionalität auf, bei 36 % eine möglicherweise reduzierte und eine normale Funktion wiesen 29 % der Hunde auf, die im Vergleich mit 2,8 Jahren deutlich jünger waren als die beeinträchtigen Tiere mit einem Durchschnittsalter von 6,6 Jahren.

Bewertung der Funktion im Gesamten			
Funktionalität	Anzahl Hunde	Angabe in Prozent %	Bewertung
Signifikant eingeschränkt	30	20	> 8
Eingeschränkt	23	15	5–7
Möglicherweise reduziert	54	36	1–4
Normale Funktion	44	29	0

Tabelle 4: Bewertung der Funktion im Gesamten; Baltzer et al. (29)

Der orthopädische Index zeigte, dass mit dem Alter die Ungelenkigkeit zunahm und auch der Gang vermehrt abnormal und steifer wurde. Jedoch gaben die Hundeführer:innen an, dass die Polizeihunde eine hohe Lebensqualität hatten. Diese war bei 69 % ausgezeichnet.

Anhand der Bewertung der Funktionalität und die Einordnung in einen orthopädischen Index zeigte sich, dass Polizeihunde in Neuseeland eine gute Lebensqualität hatten und, dass ein Zusammenhang zwischen dem zunehmenden Alter und einer Verschlechterung der Beweglichkeit und dem orthopädischen Index zu sehen ist.

3.5 Morphologische Veränderungen und Verletzungen

Vierundzwanzig der inkludierten Studien (4, 8–12, 14–17, 19–23, 27, 28, 31, 33–38) beschäftigten sich mit morphologischen Veränderungen, Verletzungen oder Erkrankungen des muskuloskelettalen Systems. Hierbei erfolgt eine Aufteilung in Allgemein, Wirbelsäule, Vorderextremität und Hinterextremität.

3.5.1 Allgemein

Vier Studien (4, 16, 23, 34) betrachteten im Allgemeinen, welche Verletzungen und Erkrankungen im Rahmen der Diensthundearbeit entstanden sind, in welcher Häufung diese auftraten, ob es Zusammenhänge mit Faktoren wie Rasse und Geschlecht gab und welche zum Dienstausschluss geführt haben. Im Folgenden werden die Ergebnisse der vier Veröffentlichungen in Bezug auf den Bewegungsapparat dargestellt.

In der retrospektiven Studie von Moore et al. (4) wurden die Todesursachen von 927 militärischen Diensthunden anhand von Obduktionsberichten und vergangenen Behandlungsprotokollen bestimmt. Die Daten stammten aus dem Zeitraum von 1993 bis 1996.

Die Ergebnisse zeigten, dass es Unterschiede bezüglich des Geschlechtes gab. Intakte Rüden waren am häufigsten vertreten, wobei die kastrierten Rüden eine längere Lebensdauer als die unkastrierten und auch als kastrierte Hündinnen aufwiesen. Darüber hinaus fielen unter die Haupttodesursachen das muskuloskelettale System betreffend degenerative Gelenkerkrankungen, Erkrankungen des Rückenmarks und die geriatrische Abnutzung von Gelenken. Degenerative Gelenkerkrankungen stellten die größte Ursache für den Tod oder die Euthanasie dar. Hierbei waren die Gliedmaßen am häufigsten betroffen. Das durchschnittliche Alter der verstorbenen Hunde betrug 10,37 Jahre (Standardabweichung 1,69; Spannweite 2,77–14,20 Jahre).

Rassebedingt konnte herausgestellt werden, dass Deutsche Schäferhunde ein fast doppelt so hohes Risiko für Rückenmarkserkrankungen hatten als die anderen Rassen plus ein vergleichbares Risiko daran zu versterben.

Auch Evans et al. (16) untersuchten im Rahmen ihrer Studie die Ursachen des Dienstausschlusses von 245 Militärhunden. Als Basis dienten die Entlassungen von

Diensthunden im Zeitraum von Dezember 2000 bis November 2004. Betrachtet wurden 120 Deutsche Schäferhunde, 100 Malinois und 25 andere Rassen.

Die Untersuchung ergab, dass knapp 35 % der entlassenen Tiere in einem Alter von einem bis fünf Jahren waren. Zusätzlich erkannte man rassebedingte Unterschiede. In der Gruppe der fünf Jahre und älter entlassenen Hunden, war das Alter der deutschen Schäferhunde deutlich niedriger, im Median 8,59 Jahre (Altersspanne 5,06–13,14 Jahre), im Vergleich zu den Malinois mit 10,61 Jahren im Median (Altersspanne 5,38–14,05). Allgemein waren in dieser Gruppe der älteren Tiere die Hauptentlassungsursachen Rückenmarkserkrankungen (60 %) und degenerative Gelenkerkrankungen (26,3 %).

Parr et al. (34) konzentrierten sich in ihrer retrospektiven Studie ebenfalls auf Erkrankungen von Diensthunden. Im Fokus standen dabei 74 Deutsche Schäferhunde, die im Polizeidienst eingesetzt wurden. Zum einen wurden die häufigsten Gründe für Notfalleinsätze dargestellt und zum anderen gab es eine Vergleichsgruppe von 129 Deutschen Schäferhunden, die als Haustiere gehalten wurden. Mit einbezogen wurden alle Aufzeichnungen, die im Zeitraum von 2008 bis 2010 gemacht wurden.

Die Ergebnisse zeigten, dass als Haustier gehaltene Schäferhunde signifikant öfter kastriert waren als Diensthunde, welche im Schnitt deutlich jünger waren als die Kontrollgruppe. Das muskuloskelettale System betreffend fiel auf, dass die Polizeihunde signifikant häufiger mit orthopädischen Erkrankungen in die Notaufnahmen gekommen sind. Dabei wurden Wunden und Traumata gesondert genannt und waren somit nicht mit in die Kategorie der orthopädischen Erkrankungen inbegriffen. Der Hauptteil der orthopädischen Probleme betraf die Vorder- und Hintergliedmaßen.

Bei Schuh-Renner et al. (23) standen insbesondere die jungen Militärhunde im Fokus, die noch nicht im Dienst waren. Die Untersuchungen von 774 Diensthunden im Zeitraum von 2014 bis 2017 wurden analysiert und nach Erkrankungen und Einflussfaktoren kategorisiert. Der Großteil der Gruppe waren Deutsche Schäferhunde (39 %) und Malinois (31 %); 74 % der untersuchten Hunde waren Rüden. Ein Anteil von 4 % der medizinischen Probleme betrafen das muskuloskelettale System. Der Großteil der Erkrankungen waren dermatologische Erkrankungen.

3.5.2 Wirbelsäule

Von oben aufgegriffen, waren Erkrankungen an der Wirbelsäule Ursachen für den Tod oder das Ausscheiden von Diensthunden (4, 16, 34). Elf weitere Studien beschäftigten sich näher mit Erkrankungen an der Wirbelsäule (14, 15, 17, 19–22, 33, 35–37).

Komsta et al. (33) verfolgten das Ziel in ihrer Studie, die Auswirkungen von Wirbelsäulenveränderungen auf die Hintergliedmaße darzustellen. Im Fokus standen dabei lumbosakrale Übergangswirbel, Hüftgelenksdysplasien und degenerativ veränderte Iliosakralgelenke und, ob diese sich gegenseitig bedingen und in welchem Ausmaß. Als Ausgangslage dienten zwei Gruppen von Hunden:

1. 99 Deutsche Schäferhunde; aktive Polizeihunde
2. 106 Deutsche Schäferhunde; private Haltung; Kontrollgruppe

Im Zuge der Studie wurden ventrodorsale Röntgenbilder angefertigt und ausgewertet. Die Auswertung ergab, dass bei 12 % der Polizeihunde und bei 33 % der privaten Haushunde lumbosakrale Übergangswirbel festgestellt werden konnten. Die Häufigkeit der Hüftgelenksdysplasie war ähnlich verteilt. Ebenfalls wurde deutlich, dass bei Vorhandensein von Übergangswirbeln vermehrt auch eine schwere Hüftgelenksdysplasie nachweisbar war. Bezuglich der Übergangswirbel stellte sich heraus, dass 68,1 % symmetrisch waren und die asymmetrischen Formen der Querfortsätze häufiger in der Gruppe der Arbeitshunde nachzuweisen waren. Demgegenüber wiesen die privat gehaltenen Hunde ein dreimal so großes Risiko für das Auftreten von Übergangswirbeln als die Diensthunde auf.

Im Gegenzug wurden bei 85,9 % der Polizeihunde degenerative Veränderungen an mindestens einem Iliosakralgelenk gefunden.

Auf die Ergebnisse mit Bezug auf die Hüftgelenksdysplasie wird unter dem Punkt Hinterextremität näher eingegangen.

Eine weitere Veränderung an der Wirbelsäule stellt die lumbosakrale Stenose dar. Linn et al. (21) führten eine Studie an Militärhunden mit Blick auf Einflussfaktoren, die die postoperative Prognosen von degenerativen Lumbosakralstenosen beeinflussten, durch. In dieser retrospektiven Studie wurden 29 Hunde betrachtet, die im Zeitraum von 1990 bis 1999 operiert wurden. Der Großteil dieser Tiere bestand aus 18 Malinois, gefolgt von neun Deutschen Schäferhunden, einem Holländischer Schäferhund und einem Labrador.

Die Ergebnisse basierten auf den Patientenakten, Röntgenaufnahmen und den chirurgischen Befunden. Bei den 29 Hunden zeigte sich das zunehmende Alter als negativer Einflussfaktor bezüglich des Operationsergebnis. Die Rasse und das Geschlecht zeigten hingegen keine Auswirkungen. Weniger als die Hälfte der Hunde (41 %) kehrten volleinsatzfähig in den Dienst zurück. Bei 38 % verbesserte sich der Zustand durch den Eingriff und 6 % wurden von dem aktiven Dienst ausgeschlossen. Das Durchschnittsalter jener Hunde, die wieder volleinsetzbar waren, betrug knapp 6 Jahre, die Hunde mit einer Verbesserung waren knapp 8 Jahre alt und die ihren Dienst nicht mehr ausüben konnten waren im Schnitt 9 Jahre alt. Zusätzlich zum Alter zeigte sich ein Zusammenhang zwischen deutlichen klinischen Befunden und einem zunehmenden neurologischen Schweregrad, sowie dem signifikanten Röntgenbefund einer foraminalen Verengung, der auf eine schlechte Prognose hindeutete. Chirurgische Befunde mit schlechter Prognose waren eine Hypertrophie des *Ligamentum interarcuale* und hypertrophe Gelenkfacetten. Postoperativ betrachtet lag die Rezidivrate bei 16,7 % bei den Hunden, die wieder volleinsatzfähig waren und bei 54,5 % bei den Hunden, die eine Verbesserung durch die operative Versorgung erfuhren. Demnach ist die Prognose mit chirurgischer Versorgung der Lumbosakralstenose für junge Polizeihunde mit leichten klinischen Symptomen deutlich besser als bei Hunden mit zunehmendem Alter und schwereren Symptomen. Die Prognose bezieht sich dabei auf die postoperative Besserung, so dass das Tier wieder einsatzfähig ist. Als schwere Symptome wurden progressive Paresen, Defizite in der Propriozeption, Atrophie der Muskulatur in der Hintergliedmaße und Inkontinenz aufgelistet.

Wie zuvor beschrieben verdeutlichten Linn et al. (21), dass es trotz einer chirurgischen Versorgung zu einem Dienstausschluss der Hunde kommen kann. Auch Mukherjee et al. (22) beschäftigten sich mit Lumbosakralstenosen. In dieser retrospektiven Studie standen die quantitativen und qualitativen Merkmale der lumbosakralen Stenose bei Labrador Retrievern im Fokus. Erhoben wurden die Daten von 25 Hunden mittels Computertomografie. Innerhalb der Stichprobe befanden sich sechs erkrankte und zwei gesunde Diensthunde. Die Daten stammten aus den Archiven von drei Kliniken und ein Radiologe teilte anhand von sechs Wirbelpositionen die Hunde entweder als positiv oder negativ ein. Ein weiterer Gutachter nahm die Maße der Wirbelkanalfläche, der Wirbelfettfläche und der Wirbelkörperfläche. Daraus berechnete man das Verhältnis von der Fläche des Kanals zu der Oberfläche des Wirbels und der Wirbelfettfläche zur Wirbelkörperfläche, oder auch Fettflächenverhältnis genannt. Die sechs Wirbel stellen

folgende dar: fünfter Lendenwirbel bis zum Sakrum, wobei jeweils ein kranialer und kaudaler Schnitt der Wirbel beim CT gemacht worden ist. Bis auf den fünften Lendenwirbel, dort nur ein kaudaler Schnitt und beim Sakrum (S1) nur ein kranialer. Die Begutachtung ergab elf negative und 14 positive Hunde. Bezuglich der Positionen war der kraniale Anteil des sechsten Lendenwirbels am stärksten von der Stenose betroffen (33 %) und bei 83 % der Hunde mit klinischen Symptomen, sprich mit lumbosakralen Schmerzen, konnte die Stenose an mehreren Stellen nachgewiesen werden.

Das Fettflächenverhältnis war ein bedeutender Prädiktor an allen sechs Schnittstellen, insbesondere an der kranialen Seite des sechsten Lendenwirbels, für den positiven Befund der lumbosakralen Stenose.

Mukherjee et al. (22) erkannten einen Zusammenhang zwischen der Schwere der klinischen Symptome und der Schwere der Stenose auf mehreren Ebenen. Gamble et al. (17) vertieften diese Ausgangsposition und bewerteten bewährte und neue Klassifizierungskriterien zur Beurteilung der Schmerzen durch lumbosakrale Stenosen. Die Veröffentlichung gliedert sich in zwei Studien:

Die erste Studie war eine retrospektive Beobachtungsstudie mit zwei Gruppen von militärisch genutzten Deutschen Schäferhunden. Diese 54 Hunde unterteilte man in zwei Gruppen. Eine Gruppe mit 29 Hunden, die schmerhaft im Bereich des lumbosakralen Übergangs waren und eine zweite Gruppe von 25 Hunden, die keine Schmerhaftigkeit aufwiesen. Man versuchte einen Unterschied zwischen der mehrstufigen Stenose, sprich drei oder mehr betroffenen Wirbeln, innerhalb beider Gruppen festzustellen. Als Grundlage dienten klinische und qualitative CT-Standardkriterien. Es stellte sich jedoch heraus, dass sowohl die schmerzhaften als auch die schmerzfreien Hunde von mehreren Stenosen betroffen waren. Eine mehrstufige Stenose wiesen 76 % der schmerzhaften Hunde auf und 72 % der schmerzlosen Hunde ebenfalls. Beide Schmerzgruppen hatten signifikant häufiger eine Stenose an mehreren Wirbeln auf als nur an einem.

Die zweite Studie war ebenfalls eine retrospektive Beobachtungsstudie mit einer Stichprobe von 45 ebenfalls militärisch genutzten Deutschen Schäferhunden. Es erfolgte auch hier eine Klassifizierung der Schmerhaftigkeit durch drei verschiedene Klassifizierungssystematiken. Das erste Beurteilungsschema entspricht dem Standard und das zweite und dritte enthielt neue Verhaltensanzeichen von lumbosakralen Schmerzen. Die Standardbeurteilung erfolgte über Symptome wie Schwierigkeiten beim Springen, beim Treppen gehen, beim Sitzen und zum Beispiel Inkontinenz und eine Schmerhaftigkeit im Zuge der Palpation. Die zweite

Klassifizierung erfolgte ähnlich, nur dass Hunde, die Symptome zeigten aber während der Palpation keine Schmerzen zeigten als möglicherweise schmerhaft eingeteilt wurden. Die dritte Systematik zur Schmerzbewertung enthielt folgende Untergruppierungen:

- kein Schmerz und keine Verhaltensanzeichen für Schmerzen
- kein Schmerz aber Verhaltensanzeichen für Schmerzen
- Schmerz und keine Verhaltensanzeichen für Schmerzen
- Schmerz und Verhaltensanzeichen für Schmerzen

Nach dieser Einteilung erfolgten die quantitativen CT-Messungen, jedoch ohne Kenntnis der Schmerzklassifikation.

Folgende Werte wurden berechnet und gemessen:

- Wirbelforamenfläche
- das zugehörige Volumen
- die Fettfläche
- das Verhältnis der Fläche des Foramens des Wirbels zu der Körperfläche jenes Wirbels
- die kraniale Fläche des Wirbelforamens im Verhältnis zu der kaudalen Fläche
- die Wirbelkörperfettfläche im Verhältnis zu der Wirbelkörperfläche

Die Ergebnisse zeigten, dass schmerzhafte Hunde häufiger eine Stenose mit mehreren betroffenen Wirbeln aufwiesen. Zusätzlich konnte man mit den quantitativen CT-Messungen und den verhaltensbezogenen Schmerzklassifizierungen Unterschiede feststellen, die mit den qualitativen CT-Begutachtungen nicht ersichtlich waren.

Wie in den vorherigen Studien beschäftigten sich Scharf et al. (36) auch mit lumbosakralen Erkrankungen bei Deutschen Schäferhunden, die im polizeilichen Dienst standen. Dabei wurde versucht ein Zusammenhang zwischen der klinischen Anamnese, dem neurologischen Untersuchungsgang und Röntgenaufnahmen herzustellen. Insgesamt umfasste die Stichprobe 57 Hunde, wovon 21 dieser Tiere bei der neurologischen Untersuchung eine Schmerhaftigkeit im unteren Rückenbereich und/oder neurologische Defizite zeigten. Von diesen 21 Hunden hatten bereits 14 eine ähnliche Symptomatik, wie Schmerzen oder verändertes Gangbild, in der Vergangenheit.

Eine Spondylose zwischen dem siebten Lendenwirbel und dem Sakrum (L7–S1), eine Degeneration der dazwischenliegenden Bandscheibe, eine Verschiebung der Lendenwirbelsäule, Übergangswirbel und/ oder spinale Stenosen konnten bei 15 Hunden mit neurologischen Auffälligkeiten oder Rückenschmerzen und bei 18 Hunden ohne klinische

Symptomatik nachgewiesen werden. Es konnte dementsprechend kein Zusammenhang zwischen einer Veränderung an dem lumbosakralen Übergang und den klinischen Symptomen festgestellt werden. Scharf et al. (36) bewerteten die röntgenologischen Aufnahmen als gering aussagekräftig und, dass CT- und MRT-Aufnahmen für eine quantitative Berechnung und Messung vom Vorteil wären.

Eine Folgestudie zu Scharf et al. (36) wurde von Steffen et al. (37) initiiert, um zu untersuchen, in wie fern man röntgenologische Aufnahmen nutzen kann, um das Fortschreiten oder generell das Auftreten einer lumbosakralen Stenose anhand von Anomalien voraussagen zu können. Im Zuge der Studie wurden allgemeine, neurologische und orthopädische Untersuchungen an 33 Deutschen Schäferhunden (Polizeihunde) durchgeführt und eine Übersichtsröntgenaufnahme des lumbosakralen Übergangs wurde veranlasst. Diese Aufnahmen wurden mit denen verglichen, die drei Jahre zuvor erstellt worden sind.

Bei 15 der 33 Hunde konnte eine degenerative Lumbosakralstenose diagnostiziert werden; bei 13 Hunden mit nachgewiesener Stenose, sowie bei 14 Hunden ohne Stenose konnte man zusätzlich Anomalien im Bereich der lumbosakralen Verbindung nachweisen. Die Mehrheit der Stichprobe (67 %) zeigte keine Defizite in der Erfüllung ihrer dienstlichen Aufgaben. Darunter befanden sich drei Hunde mit dem Verdacht auf eine lumbosakrale Stenose. Innerhalb des Zeitraums der Studie mussten sechs Hunde aufgrund von Stenosen aus dem Dienst entlassen werden.

Der Vergleich der aktuellen Röntgenbilder mit denen von vor drei Jahren ergab, dass eine signifikante Progression röntgenologisch erkennbar war, die Regressionsanalyse zeigte allerdings keine aussagekräftigen Anzeichen, somit ergab sich keine genaue Vorhersehbarkeit.

Mit der Thematik von lumbosakralen Stenosen und er Untersuchung mittels röntgenologischer Aufnahmen beschäftigten sich unter anderem auch Pogorevc et al. (35). Bei dieser Studie lag der Fokus jedoch vermehrt auf den Unterschied zwischen Deutschen Schäferhunden und Malinois. Insgesamt wurden 36 Polizeihunde untersucht, wovon 24 Deutsche Schäferhunde waren und 12 Malinois. Zur Bewertung wurden die Krankenakten begutachtet und es wurden allgemeine und neurologische Untersuchungen durchgeführt. Des Weiteren erstellte man Röntgenaufnahmen mit Kontrastmittel, eine Myelographie, der letzten Lendenwirbel und der Kreuzbeinwirbel.

Der Großteil der Hunde (92 %) konnten die Aufgaben im Dienst ohne Einschränkungen ausführen; drei Hunde hingegen mussten aufgrund von einer lumbosakralen Stenose oder einer Bandscheibenerkrankung aus dem Dienst ausgeschlossen werden. Bezogen auf die Rassen zeigten 16 Deutsche Schäferhunde klinische Symptome einer Lumbosakralstenose, welche sich am häufigsten durch Schmerzen im unteren Rückenbereich ausdrückten. Ein radiologisches Anzeichen konnte bei zehn dieser Hunde nachgewiesen werden. Neben dem Gewicht, der Deutsche Schäferhund war schwerer als der Malinois, war ebenfalls die anatomische Beschaffenheit im lumbosakralen Bereich ein wesentlicher Unterschied zwischen den Rassen. Anatomisch gesehen hatten die Deutschen Schäferhunde deutlich höhere Wirbelkörper von L7 und S1, eine höhere Stufe zwischen den beiden Wirbeln und einen kürzeren Abstand zwischen dem kranialen Teil von S1 und der sakralen Deckplatte im Gegensatz zu den Malinois. Veränderungen an der kranialen Endplatte von S1 wie Spondylose und Sklerose standen laut der Autoren im Zusammenhang mit der degenerativen lumbosakralen Stenose.

Bei den Malinois konnte bei keinem Hund eine Stenose radiologisch nachgewiesen werden und auch Anomalien an der Lendenwirbelsäule waren weniger vorzufinden. Kein Parameter konnte infolgedessen als prädisponierendes Zeichen bestätigt werden.

Auch Dragicevich et al. (15) untersuchten Veränderungen an der Lendenwirbelsäule mit Hinblick auf Unterschiede zwischen Deutschen Schäferhunden und Malinois. Mittels Methoden zur quantitativen CT-Phänotypisierung wurden die trichterförmigen Lendenwirbelforamina und Dysplasien der Gelenksfortsätze bei beiden Rassen untersucht. Im Rahmen der Studie wurden 59 Militärhunde betrachtet, darunter befanden sich 41 Deutsche Schäferhunde und 18 Malinois. Zur Begutachtung nutzte man CT-Scans des lumbosakralen Übergangs dieser Hunde von dem Zeitraum 2008 bis 2016.

Die Studie ergab, dass die Gelenkfortsatzdysplasie und das trichterförmige Wirbelloch bei beiden Rassen auftraten, jedoch die Häufigkeit und die Ausprägung bei den Deutschen Schäferhunden und generell schwereren Hunden größer war. Bei leichteren Hunden war dementsprechend das Ausmaß des trichterförmigen Foramens deutlich geringer. Die Wirbellöcher waren am siebten Lendenwirbel bei den Deutschen Schäferhunden größer als bei den Malinois. Ebenso waren auch die kranialen Gelenkfortsatzdysplasien bei den Deutschen Schäferhunden an den vierten und fünften Lendenwirbel größer als bei den Malinois. Die Studie wies nach, dass die Anomalien bei beiden Rassen auftraten aber es

eine signifikante Häufung bei den Deutschen Schäferhunden gab. Das Gewicht spielte zusätzlich eine Rolle, da schwerere Malinois ebenfalls Gelenkfortsatzdysplasien aufwiesen.

Die nachfolgenden Studien beschäftigen sich neben Erkrankungen und Veränderungen der Lendenwirbelsäule mit Techniken der bildgebenden Diagnostik und, inwiefern diese Einfluss auf die Diagnostik und Behandlung hatten.

Jones et al. (19) stellten in ihrer Studie einen Vergleich zwischen Magnetresonanztomografie (MRT) und Computertomografie (CT) bei Arbeitshunden mit chirurgisch versorgter Lumbosakralstenose her. In dieser prospektiven Kohortenstudie wurden zwölf bereits operierte Militärhunde untersucht. Vor dem dekompressiven Eingriff wurden MRT- und CT-Aufnahmen angefertigt und im Anschluss wurde ein zusätzliches CT angefertigt. Die Beurteilung fand ein halbes Jahr später bei der Leistungsbeurteilung von standardisierten Trainingsaufgaben statt. Ohne chirurgischen Eingriff war keiner der Hunde in der Lage die Aufgaben zu erfüllen. Sechs Monate später waren acht von zwölf wieder ohne Einschränkungen einsatzfähig. Die durch die Stenose verursachte Kompression des Nervengewebes konnte sowohl mit CT als auch mit MRT lokalisiert werden. Zwischen den beiden Methoden der Bildgebung und dem postoperativen Ergebnis konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. Daraus schlossen die Autor:innen, dass eine chirurgische Dekompression wirksam ist und zur vollen Einsatzfähigkeit führen kann. Die Methodik der Diagnostik ist dabei nicht entscheidend gewesen, da sowohl MRT als auch das CT genaue Lokalisationen aufzeigen konnten.

Bei Jones et al. (20) lag der Fokus ganz auf dem CT und der lumbosakralen Stenose. Es sollte untersucht werden, welchen Einfluss die paraspinale Muskulatur bei der Stabilität der Lendenwirbelsäule spielt und inwiefern das CT diese darstellen kann. In dieser retrospektiven Studie wurden CT-Scans der Lendenwirbelsäule und des Kreuzbeins von 39 Militärhunden (Labrador Retriever), beurteilt. Dabei wurden dreifache Messungen durchgeführt:

- die transversalen paraspinalen Muskelverhältnisse
- die parasagittalen Flächen der Wirbellöcher
- parasagittalschrägen Flächen der Wirbellöcher

Des Weiteren wurden dreifache Messungen der Lendenwirbelsäulenwinkel und des Bewegungsbereichs der Lendenwirbelsäule bei L7-S1 berechnet. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass es signifikante Unterschiede der transversalen paraspinalen

Muskelverhältnisse bei der Extension und Flexion der Hüfte gab. Signifikant auffällig ist, dass die Techniken zur Beugung und Streckung der Hüfte entscheidend waren und, dass sich der lumbosakrale Winkel und die Bewegungsfreiheit der Lendenwirbelsäule je nach Technik unterschiedlich ausfielen. Zusätzlich stellte man fest, dass die parasagittalen und parasagittalschrägen Flächen der Wirbellöcher, die Bewegungsfreiheit der Lendenwirbelsäule und die Ausprägung der paraspinalen Muskeln nicht korrelierten.

Die paraspinale Muskulatur wurde auch bei Cain et al. (14) fokussiert und mittels CT beschrieben. Dafür wurden 16 Malinois, die in den Diensten des Militärs standen, retrospektiv rekrutiert und in zwei Gruppen eingeteilt, die sich aus Schmerhaftigkeit in der Lendenwirbelsäule und keine Schmerhaftigkeit zusammensetzten. Ein Begutachter maß die transversalen Flächen der paraspinalen Muskeln und der jeweils angrenzenden Wirbelkörper. Im Anschluss wurde das Verhältnis der Muskelflächen und die Asymmetrie der Muskeln zu den Wirbelkörpern verglichen. Die Ergebnisse zeigten, dass die paraspinalen Muskeln im Bereich L5–S1 signifikant kleiner waren bei Hunden mit Schmerzen als bei schmerzlosen Probanden. Die Muskelasymmetrie war bei den schmerhaften Hunden im Vergleich zu den schmerzfreien Tieren nicht deutlich erhöht. Dementsprechend stand die Ausprägung der Muskelflächenverhältnisse im Zusammenhang mit Schmerzen in der Lendenwirbelsäule, die Asymmetrie war kein Indikator für eine Schmerhaftigkeit.

3.5.3 Vorderextremität

Es wurden zwei Studien (4, 12) über morphologische Veränderungen, Verletzungen und Erkrankungen der Vordergliedmaße inkludiert.

Die Studie von Moore et al. (4) wurde bereits unter dem Punkt Allgemein der morphologischen Veränderungen und Verletzungen erwähnt und beschrieben. Anhand der Untersuchungen verstorbener Hunde konnte festgestellt werden, dass die degenerativen Gelenkerkrankungen, insbesondere die Osteoarthritis, der Vorder- und Hintergliedmaßen die Hauptursache für das Versterben oder für die Euthanasie waren. Eine degenerative Erkrankung der Vorder- oder Hintergliedmaße zeigten 19,2 % der 927 untersuchten Fälle. Das mittlere Alter der verstorbenen Hunde lag bei 10,37 Jahren (1,69 Standardabweichung, Altersspanne 2,77–14,20 Jahre).

Auch Bockstahler et al (12) untersuchten im Rahmen einer Ganganalyse, siehe Unterpunkt Bewegungsstudien der Vorderextremität, inwiefern sich morphologische Veränderungen der Ansätze und Ursprünge von Sehnen des Schultergelenks auf die Kinematik der Vorderextremität auswirken. Im Fokus standen dabei folgende Muskeln: *Musculus supraspinatus*, *Musculus infraspinatus*, *Musculus biceps brachii*, *Musculus coracobrachialis*, *Musculus subscapularis*. Es wurde ein Vergleich zwischen gesunden Hunden und welchen mit subklinischen Tendopathien durchgeführt. Die Studie ergab, dass selbst klinisch unauffällige Tendopathien des Schultergelenks zu einem veränderten und kompensatorischen Gangbild führten. Jedoch fand der veränderte Bewegungsablauf nicht in dem betroffenen Schultergelenk selbst statt, sondern im Ellbogen- und Karpalgelenk. Es konnte nachgewiesen werden, dass die maximale Beugung des Ellbogens verzögert stattfand, die wiederum mit einer erhöhten Maximalgeschwindigkeit kompensiert wurde. Im Gegensatz dazu fand die Flexion des Karpalgelenks verspätet statt und das Gelenk wies einen höheren Bewegungsbereich auf. Zusätzlich wurde die maximale Geschwindigkeit des Gelenks in der frühen Hangbeinphase wesentlich später bei gesunden Hunden erreicht. Das Schultergelenk hingegen zeigte keinen Unterschied in der Bewegung zu denen gesunder Hunde.

3.5.4 Hinterextremität

Neun der inkludierten (8–11, 27, 28, 31, 33, 38) Studien behandelten die Thematiken rund um morphologische Veränderungen und Verletzungen der Hintergliedmaßen von Diensthunden.

In der Studie von Banfield et al. (8) wurden von 116 Militärhunden im Zeitraum von 1975 bis 1990 Röntgenbilder der Hüfte mit Bezug auf das Fortschreiten der Hüftgelenksdysplasie und degenerativen Gelenkerkrankungen beurteilt. Es wurden 92 Deutsche Schäferhunde und 24 Malinois und mindestens drei röntgenologische Aufnahmen von jedem Tier betrachtet. Die Bewertung des Grades der Dysplasie wurde anhand folgender Messungen durchgeführt:

- Norberg-Winkel
- Neigungswinkel
- Gelenkspaltbreiten

Die Ergebnisse zeigten, dass es einen signifikanten Zusammenhang zwischen den Grad der Dysplasie und dem Norberg-Winkel gab. Eine Korrelation der Messungen des Neigungswinkels und der Gelenksspalten in Bezug auf die Dysplasie konnte nicht

nachgewiesen werden. Darüber hinaus stellte sich bezüglich des Fortschreitens der Hüftgelenksdysplasie heraus, dass betroffene Hunde ein höheres Risiko hatten, eine mittelschwere bis schwere degenerative Erkrankung der Hüftgelenke zu entwickeln als gesunde Hunde. Das Risiko ist in etwa 70-mal so hoch. Die Messungen ergaben, dass der Norberg-Winkel mit zunehmenden Schweregrad der Dysplasie bei beiden Rassen sank und, dass der Neigungswinkel und die Breite des Gelenkspaltes nicht mit der Dysplasie korrelieren.

Im Gegensatz zu den erkrankten, entwickelten die gesunden Hunde mit einer normalen Hüftform ab einem Alter von 24 Monaten keine mittelschwere oder schwere Degeneration der Hüftgelenke. Selbst eine moderate und leichte Form, welche nur bei einem gesunden Hund nachgewiesen konnte, war von geringem Risiko.

In dem zweiten Part der Studie nach Banfield et al. (9) wurden die Ergebnisse der vorherigen Studie (8), sprich die Berechnungen diverser Winkel etc., mit den Patientenberichten verglichen und vor diesem Hintergrund auf vorangehende Diagnosen wie Lahmheit der Hintergliedmaße überprüft.

Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen mit Dysplasie erkrankten Hunden und nicht erkrankten Hunden in Bezug auf die Länge der Einsatzzeit festgestellt werden. Der Großteil, wurde wegen des hohen Alters oder der mangelnden Fähigkeit den Dienst auszuführen euthanasiert und die Hunde waren über neun Jahre alt. Eine Lahmheit der Hintergliedmaßen wiesen 22 von den 116 Hunden auf, wovon 15 aufgrund der schwerwiegenden Lahmheit euthanasiert worden sind. Der Großteil dieser 15 Hunde waren Deutsche Schäferhunde, nur zwei waren Malinois, welche im Vergleich jünger waren (4 und 4,3 Jahre). Die Lahmheit der 15 dysplastischen Hunde dauerte im Schnitt ca. 11,5 Monate (Spannweite 1–36 Monate) bis zu ihrem Versterben an, wobei fünf Hunde über einen Zeitraum von acht bis 36 Monaten lahmten.

Generell waren von den 116 Hunden 38 leicht dysplastisch und 17 entwickelten eine mittelschwere bis schwere Degeneration des Hüftgelenks. Weitere 19 waren mäßig dysplastisch und zwölf entwickelten eine mäßige bis schwere Gelenkdegeneration, wovon acht dieser Hunde aufgrund der Lahmheit erlöst wurden. Herausstellend war, dass die Hüftgelenksdysplasie nicht der Hauptgrund für die meisten Euthanasien war und viele der erkrankten Tiere noch bis zu einem Alter von über neun Jahren ihre Dienste ausführen konnten.

Inwiefern eine Hüftgelenksdysplasie von lumbosakralen Übergangswirbeln beeinflusst wird bzw. ob es einen Zusammenhang zwischen den beiden morphologischen Veränderungen gibt, untersuchten Komsta et al. (33) in einer Studie, die bereits im Vorhinein unter dem Punkt Veränderungen der Wirbelsäule beschrieben worden ist. Anhand von Röntgenbildern von Deutschen Schäferhunden erkannten die Autoren, dass 12 % der Diensthunde Übergangswirbel aufwiesen und in ähnlicher Häufigkeit auch eine Hüftgelenksdysplasie. Der statischen Analyse zu Folge zeigte sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden morphologischen Veränderungen. Ebenso gab es keine Korrelation zwischen dem Vorhandensein von symmetrischen und asymmetrischen Übergangswirbeln und dem erhöhten Risiko einer Hüftgelenksdysplasie, sowohl ein- als auch beidseitig.

Banfield et al. (9) berichteten 1996 bereits, dass Hunde mit einer degenerativen Hüftgelenksdysplasie nicht direkt vom Dienst auszuschließen sind und eine Einschränkung der Dienstfähigkeit nicht zwingend gegeben ist. Vor diesem Hintergrund beschäftigten sich Zorko et al. (38) mit der Frage, inwiefern das Fortschreiten der Hüftgelenksdysplasie und degenerativer Gelenkerkrankungen Einfluss auf die Diensttauglichkeit hatte. Als Stichprobe untersuchten die Autoren 40 Polizeihunde, darunter 35 Deutsche Schäferhunde und fünf Rottweiler. Die Untersuchung erfolgte initial durch das Beschaffen und Überprüfen aller Gesundheitsdokumente sowie von Röntgenaufnahmen der Hüftgelenke. Klinische Folgeuntersuchungen und röntgenologische Aufnahmen erfolgten nach 60 Monaten. Die Bilder wurden nach den Standardkriterien ausgewertet und insbesondere lag der Fokus dabei auf dem Fortschreiten der Dysplasien.

Die Studie zeigte vergleichbar zu Banfield (9), dass das Fortschreiten der Hüftgelenksdysplasie keine Auswirkungen auf die Diensttauglichkeit der Hunde hatte und, dass es auch nicht mit der Arbeitsdauer der Tiere korreliert, trotz des aktiven Einsatzes und der Ausbildung.

Der Norberg-Olsson-Winkel betrug zu Beginn der Untersuchungsreihe bei den 37 Hunden ohne das Vorhandensein einer Hüftgelenksdysplasie $105,54^\circ \pm 3,22$. Bei drei Hunden konnte eine leichte Dysplasie mit einem Winkel von $100,17^\circ \pm 2,99$ festgestellt werden. Nach 60 Monaten waren es 23 Hunde ohne Anzeichen einer Hüftdysplasie bei einer Winkelstellung von $105,60^\circ \pm 3,67$. In der Zwischenzeit stieg die Anzahl der Hunde mit einer Dysplasie auf 17 und der Winkel ergab $101,62^\circ \pm 4,49$. Der femorale Neigungswinkel nahm bei Vorhandensein einer Dysplasie über den Untersuchungsraum mit mehr als einem Grad zu. Für alle 40 Hunde belief sich dieser Winkel auf $132,50^\circ \pm 4,39$.

Wurde zu Beginn keine Dysplasie festgestellt, so konnte bei 57,7 % auch in der Folgeuntersuchung keine Veränderung festgestellt werden. Zudem waren alle betroffenen Hunde Deutsche Schäferhunde, nur einer dieser Hunde hatte klinische Symptome und kein Hund verstarb innerhalb der Studie vor dem Hintergrund der Diagnose.

Auch wenn Zorko et al. (38) und Banfield et al. (9) zeigten, dass die Progression einer Hüftgelenkdysplasie nicht zwingend Auswirkungen auf die Fähigkeit der Dienstausübung hatte. So konnten Bockstahler et al. (11) nachweisen, dass bereits eine subklinische, FCI B Hüftgelenkdysplasie ein verändertes Gangbild hervorrufen kann. Innerhalb der Studie, die bereits unter dem Punkt der Bewegungsstudien ausführlich beschrieben wurde, konnte man im Zuge einer Ganganalyse feststellen, dass bei einer leichten Dysplasie die maximale Flexion des Hüftgelenks später erfolgt als bei gesunden Hunden. Ferner beugten betroffene Hunde das Kniegelenk stärker bei einem höheren Bewegungsbereich in diesem Gelenk. In der Schwungphase zeigte sich ein Unterschied zwischen den gesunden und subklinisch erkrankten Hunden in Form von einer signifikant höheren maximalen Winkelgeschwindigkeit der Knie- und Tarsalgelenke im Vergleich zu gesunden Probanden.

Alves et al. (27) untersuchten ebenfalls inwiefern sich eine Veränderung des Hüftgelenks auf die Gewichtsverteilung von Hunden auswirkt, ob es einen Zusammenhang zwischen der Symmetrie der beiden Hintergliedmaßen gibt und inwiefern die klinischen und röntgenologischen Befunde zu den Ergebnissen passen. Dabei wurden jeweils die rechte und linke Beckengliedmaße von 50 Polizeihunden (Deutsche Schäferhunde, Malinois, Labrador, Holländische Schäferhunde) mit einer beidseitigen Hüftarthrose untersucht und verglichen. Die Patientendaten mit vorherigen Diagnosen und Untersuchungen dienten als Ausgangslage und wurden durch allgemeine, neurologische und orthopädische Untersuchungen sowie HD-Röntgenaufnahmen und die Messung der Gewichtsverteilung auf einer Druckmessplatte ergänzt. Dabei standen die Tiere mit jeweils einer Gliedmaße in einem der Quadranten der Plattform. Zusätzlich bestimmte man den Oberschenkelumfang mit einem speziellen Maßband und der Bewegungsbereich der Hüftgelenke in Flexion und Extension; parallel wurde mit einem Goniometer in Seitenlage und bei gebeugter Kniegelenkhaltung der Bewegungsbereich der Hüftgelenke gemessen.

Die Ergebnisse wurden mit besonderem Blick auf Zusammenhänge zwischen der kontralateralen Gliedmaße, der Rasse, dem Alter und dem Geschlecht beurteilt. Innerhalb der Stichprobe betrug das Durchschnittsalter $6,5 \pm 2,2$ Jahre, das Durchschnittsgewicht lag

bei $26,7 \pm 5,3$ kg. Die Untersuchungen ergaben, dass es keinen signifikanten Unterschied bezüglich Gewichtsverteilung, dem Bewegungsumfang und dem Oberschenkelumfang zwischen den beiden Hintergliedmaßen gab. Eine signifikante Korrelation bestand dagegen zwischen der Gewichtsverteilung, dem Alter und der Gelenkstreckung. Des Weiteren zeigte die röntgenologischen Auswertung, dass die rechten Gliedmaßen eine signifikant höhere Häufigkeit von umschließenden Femurkopfosteophyten aufwiesen und, dass kaudolateral gekrümmte Osteophyten zu einer auffällig größeren Gelenkwinkelung in der Beugung führten sowie zu einem entsprechend kleinerem Winkel in der Extension im Vergleich zu Hunden ohne Osteophyten. Ferner wurde deutlich, dass sowohl klinische als auch röntgenologische Anzeichen bei der Hüftosteoarthritis symmetrisch auftraten und Unterschiede zwischen den Rassen und dem Geschlecht festgestellt werden konnten. Rüden, insbesondere Deutsche Schäferhunde und Hunde mit höherem Gewicht waren deutlich mehr betroffen.

In einer weiteren Studie untersuchten Alves et al. (28) die digitale Thermografie als Diagnoseinstrument zur Beurteilung von Krankheiten, die den Bewegungsapparat betrafen. Es erfolgte eine Untersuchung von 50 aktiven Polizeihunden (Deutsche Schäferhunde, Malinois, Labrador, Holländische Schäferhunde) mit bilateraler Hüftarthrose und es wurden die dorsoventralen sowie die lateralen thermografischen Bilder ausgewertet und verglichen. Bei jedem Hund wurden eine dorsoventrale, eine linke und rechte laterale Aufnahme in sechs verschiedenen Momenten durchgeführt. Für die Aufnahmen mussten die Tiere eine symmetrische, aufrechte Position einnehmen und die Aufnahmen erfolgten aus einer Entfernung von 60 cm. Die Bilder umfassten den Bereich vom letzten Lendenwirbel bis zum ersten Steißbeinwirbel; hierbei und bei den lateralen Aufnahmen war der *Trochanter Major* zentriert.

Insgesamt wurden 900 Bilder angefertigt. Die Werte ergaben, dass der Durchschnittswert der dorsoventralen Aufnahme bei $25,3^\circ\text{C} \pm 9,1$ lag und in der lateralen Ansicht bei $28,4^\circ\text{C} \pm 2,8$. Es konnten nur geringe signifikante Zusammenhänge nachgewiesen werden und die Unterschiede der Messwerte waren auch signifikant. Dennoch fiel auf, dass Deutsche Schäferhunde allgemein geringere Werte als die anderen Rassen aufwiesen und, dass in der seitlichen Ansicht schwerere Hunde höhere Werte zeigten. Alves et al. (28) zeigten in dieser Studie den diagnostischen Nutzen des Verfahrens nämlich die digitale Thermografie zur Beurteilung von Erkrankungen des Bewegungsapparates.

Auch Banfield et al. (10) untersuchten eine bildgebende Technik auf ihren diagnostischen Nutzen. Dabei stand jedoch nicht die Untersuchung der Hüfte im Fokus, sondern die der Kniegelenke von elf Militärhunden mithilfe von MRT und Magnetresonanz-Arthrografie (MR-Arthrografie). Zur Optimierung der Darstellung wurden Protokolle angefertigt und es wurde untersucht, inwiefern verdünntes Gadolinium als intraartikuläres Kontrastmittel nützlich ist. Die Untersuchungen zeigten, dass bei sechs Hunden das kraniale Kreuzband Veränderungen aufwies, bei neun Hunden konnten Anomalien des Meniskus dargestellt werden. Weitere acht Hunde wiesen eine Synovitis und ein gezerrtes Innenband auf. Durch die invasive Erweiterung der konventionellen MRT durch die MR-Arthrografie konnten pathologische Veränderungen dargestellt werden, die die Ergebnisse der konventionellen Methode ergänzten und vertieften.

Eine weitere Krankheit, die laut Gibson et al. (31) insbesondere Diensthunde betrifft, ist die Semitendinosus-Myopathie. In ihrer Studie (31) stellten Gibson et al. fest, dass die bisher getätigten Behandlungen, chirurgisch sowie konservativ, nach zwei bis neun Monaten zu einer erneuten Lahmheit führten. Des Weiteren wurde retrospektiv eine neue Behandlungsmethodik mit mesenchymalen Stammzellen aus dem Fettgewebe an acht aktiven Polizeihunden (Deutsche Schäferhunde) getestet und nach sechs und zwölf Monaten ausgewertet. Hierbei wurde ca. 230 g Fettgewebe bei einer ventralen Laparotomie an der Linea Alba aseptisch entnommen und innerhalb von 48 Stunden wurden diese Proben für die Implantation aufbereitet. An den identifizierten Läsionen des Semitendinosus-Muskels wurden die aus dem Fettgewebe gewonnenen Stammzellen bei gleichzeitiger Ultraschallkontrolle in die Läsion injiziert. Über einen Venenkatheter wurde im Anschluss eine zweite Injektion über zwei Minuten intravenös verabreicht.

Die Ultraschallkontrolle und Ganguntersuchung nach einem halben Jahr ergaben, dass es zu einer mittleren Verringerung der intramuskulären Läsion um 54,82 % gekommen ist. Darüber hinaus ergab sich eine Verringerung des Visual Assessment Score (VAS) um ein bis drei Punkte. Die Einteilung nach VAS enthält Punkte von eins bis fünf, wobei eins für einen normalen Gang spricht und fünf für extrem betroffen.

Die Kontrolluntersuchung nach einem Jahr zeigte, dass bereits acht Hunde ein normales Gangbild aufwiesen und, dass sich das Gangbild bei drei dieser Hunde im Vergleich zur anfänglichen Untersuchung verbessert hat. Somit konnten alle acht Hunde in die aktive Polizeiarbeit zurückkehren.

3.6 Präventionsmaßnahmen

Zu der Thematik der Präventionsmaßnahmen wurde nur eine Studie (26) inkludiert, da sich nur wenige Studien auf die Diensthundearbeit oder auf das Obedience-Training beziehen. Das Penn Vet Working Dog Center brachte 2020 mit Farr et al. (26) ein formalisiertes Programm für Diensthunde heraus, dass zur Bewertung und Entwicklung der körperlichen Fitness der Hunde dienen sollte. Der Fokus dieses Training basierte auf Stabilität, Kraft, Mobilität sowie Propriozeption. Innerhalb von drei Monaten wurde das Programm an 31 Arbeitshunden (Labrador, Deutsche Schäferhunde, Malinois, Holländischer Schäferhund, Kleiner Münsterländer, Dobermann Pinscher) getestet und definiert. Es enthielt Aufgaben zur Entwicklung und Haltung der aufrechten Körperhaltung, Routinen zur Aufwärmung sowie für die Abkühlung und Trainingsübungen als auch Methoden zur Bewertung der Fitness. Die Übersichtlichkeit wurde durch eine geringe Anzahl an Übungen und standardisierte Progressionsschritte gewährleistet. Jedoch ist laut der Autor:innen eine Validierung durch Forschung erforderlich.

Zu den grundlegenden Fitnessübungen wurden in der Studie jeweils die Rolle bei der Verletzungsprävention definiert. Die Informationen stammen dabei von anderen Quellen, die nicht zwingend auf Diensthunde und auf die Veterinärmedizin generell bezogen waren. Die Basisübungen bestanden aus: Aufwärmen und Abkühlen, Körperhaltung bei Sitz- und Platzübungen, Pivot, Plank, Chipmunk, Squat und Back up. Die einzelnen Übungen wurden jeweils mit folgender Systematik beschrieben:

Beschreibung, Ziel/Zweck, Rolle in der Prävention von Verletzungen, Kontraindikationen, Progression und Training.

3.7 Rehabilitationsmaßnahmen

Zu dem Thema Rehabilitationsmaßnahmen ergab die Recherche keine zu bewertenden Ergebnisse. Vor diesem Hintergrund besteht ein möglicher Bedarf an Forschung zur Rehabilitation bei Diensthunden zur Rückkehr in den Dienst.

4 Diskussion

Diese systematische Literaturübersicht basiert auf den beleuchteten Studien in dieser Arbeit, welche die Auswirkungen des Diensthundewesens und des Obedience-Trainings auf den Bewegungsapparat von Hunden beschrieben haben. Das Hauptaugenmerk lag auf der Darstellung von Erkrankungen bei Diensthunden und welche Auswirkungen das Training hatten. Zusätzliche Zielstellung war die Identifizierung von Forschungslücken. Eine Unterteilung der ausgewählten Studien in Bewegungsstudien, Beurteilung der Einsatzfähigkeit durch Hundeführer:innen, morphologische Veränderungen/Verletzungen, Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen zeigte zum einem, dass bei den Erkrankungen der Fokus vermehrt auf der Wirbelsäule lag und zum anderen, dass sich die Bewegungsstudien mehr auf die Auswirkungen auf die Vordergliedmaße konzentrierten. Im Rahmen der Bewegungsstudien haben Gradner et al. (18) und Bockstahler et al. (2, 11) Basiswerte in der Ganganalyse erhoben, die einen Vergleich des Bewegungsablaufes zwischen gesunden und erkrankten Tieren erlaubten. Somit konnten bereits subklinische Veränderungen im Bewegungsapparat nachgewiesen werden und die Ganganalyse zur Aufdeckung von frühzeitigen Indikatoren genutzt werden. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Bewegungsstudien nicht nur Gangveränderungen untersucht und beschrieben, sondern auch die Auswirkungen von Sprüngen und das Überwinden von A-Wänden, wie es im Diensthundetraining üblich ist. Dabei wurde erkannt, dass beim Überwinden einer A-Wand größere Bodenreaktionskräfte entstanden sind als bei der Landung über ein Hindernis (55 cm) und, dass mit Zunahme der Sprunghöhe auch die Bodenreaktionskräfte stiegen, die auf die Gelenke der Vordergliedmaßen einwirken (25, 30). Dementsprechend führte eine geringere Hindernishöhe nicht nur zu einer geringeren Belastung der Vordergliedmaßen, sondern die Gelenkwinkel wurden auch weniger komprimiert; insbesondere bei Hunden unter 25 kg wurden die Winkel mit zunehmender Höhe kleiner (13). Es leitet sich hiervon eine Abhängigkeit der Gelenkswinkelkompression von Sprunghöhe und Länge ab (24). Diese Erkenntnisse sind von großer Relevanz für Gestaltung der Diensthundeausbildung und für die Präventionsmaßnahmen. Inwiefern die Belastungen und insbesondere ab welchem Grad sie zu Verletzungen oder Veränderungen führen, wird nicht beschrieben; hieraus ließe sich weiterer Forschungsbedarf ableiten. Speziell vor dem Hintergrund, dass laut Moore et al. (4) die Hauptursache der Euthanasien von Militärhunden degenerative Gelenkerkrankungen an den Gliedmaßen waren, stellt sich die Frage inwieweit die zuvor beschriebenen Belastungen, die beim Springen auf den Bewegungsapparat einwirken, eine

Degeneration bedingen und fördern. Weiterführend ist es zu hinterfragen, ob die Höhe und Weite der Sprünge gerechtfertigt sind oder ob niedrigere und kürze Sprünge auch ausreichen, um orthopädischen Erkrankungen entgegenwirken zu können.

Ein weiterer Forschungsbedarf besteht im Bereich des Obedience-Trainings. Dieser aus dem Diensthundewesen entstandene Hundesport wird vermehrt von Privatpersonen praktiziert und in Form von Prüfungssituationen durchgeführt. Vor dem Hintergrund der Disziplin der Fußarbeit ließen Harris et al. (6) vermuten, dass es an dieser Stelle zu gesundheitlichen Auswirkungen kommen kann. Die Kopfneigung während der Übung führte zu einer einseitig betonten Haltung des Kopfes und wirkte sich somit möglicherweise auf die Wirbelsäule und die Muskeln aus. Die gesundheitlichen Konsequenzen sind an dieser Stelle noch unerforscht, jedoch konnte nachgewiesen werden, dass diese Haltung zu keiner besseren Bewertung innerhalb der Prüfung führte und es fraglich ist, ob es von den Besitzern oder den Hunden ausging (6). An dieser Stelle ergibt sich die Frage, inwiefern die unnatürliche Haltung Einfluss auf die Wirbel, die verbindenden Gelenke, auf den physiologischen Sitz der Bandscheiben und auf die Ausprägung der Muskeln hat. Cain et al. (14) stellten fest, dass schmerzhafte Hunde bei L5–S1 weniger Muskeln aufwiesen, obschon eine Asymmetrie hierbei nicht nachgewiesen werden konnte. In Bezug auf das Obedience-Training müsste nun untersucht werden, ob es zu einer asymmetrischen Ausprägung der Muskulatur kommen kann und insbesondere inwiefern sich die Auswirkungen auf die Wirbelsäulengesundheit und Stabilität der Wirbelsäule niederschlagen. Verschiedene Techniken eignen sich, bspw. eine kinetische und kinematische Ganganalyse angelehnt an Bockstahler et al. (2) und Gradner et al. (18). Nach dieser Methodik können Abweichungen in der Kinetik und Kinematik aufgedeckt werden. Möglicherweise ist nicht nur die Wirbelsäule betroffen, sondern auch die Gelenkwinkelung und Bodenreaktionskräfte der Gliedmaßen, die von den Basiswerten im normalen Gang abweichen. Ebenfalls wäre eine dreidimensionale Darstellung des Bewegungsablaufes während der Ausführung der Übung wie es Jones et al. (32) beschrieben haben eine hilfreiche Technik, um Rückschlüsse auf die Auswirkungen auf den Bewegungsapparat schließen zu können. Wenngleich diese Technik sehr aufwändig ist, eignet sich die Vorgehensweise für zukünftige Bewegungsstudien. Diese Untersuchungen empfiehlt es sich auf Diensthunde auszuweiten, da diese Form des Gehorsamstraining ebenfalls Teil der Ausbildung ist und man so einen Vergleich zwischen dienstlicher und privater Ausführung aufstellen kann.

Vor dem Hintergrund des veränderten Gangbildes ist die Einschätzung der Diensthundeführer:innen ein bedeutender Punkt. Baltzer et al. (29) führten eine Umfrage zur

Bestimmung der Diensttauglichkeit und Fitness durch und kamen zu dem Ergebnis, dass viele Hundeführer:innen Leistungsschwächen, insbesondere mit zunehmenden Alter erkannten. Angaben, dass die Diensttauglichkeit und Lebensqualität kaum eingeschränkt war, kamen gleichermaßen zur Geltung. Es stellt sich die Frage, inwiefern die Wahrnehmungen der Hundeführer:innen aussagekräftig sind bzw. die Erkennung frühzeitig genug stattfindet. Hier zeigt sich eine wichtige Schnittstelle zwischen Bewegungsstudien, die bereits subklinische Erkrankungen mittels einer Ganganalyse nachweisen können, den Einschätzungen der Diensthundeführer:innen und den resultierenden oder vorkommenden Erkrankungen und Verletzungen. Die Relevanz der Verbindung dieser Bereiche wird deutlich und eine zukünftige Verknüpfung erscheint von Bedarf.

Bezüglich der morphologischen Veränderungen und Verletzungen stellten sich als Haupttodesursachen von militärischen und polizeilichen Diensthunden degenerative Gelenkerkrankungen heraus. Die Relevanz der Orthopädie rückt hierdurch verstärkt in den Fokus der Untersuchungen (4). Der Vergleich zwischen privat gehaltenen Schäferhunden und den Diensthunden, spiegelt den Zusammenhang zwischen Nutzung und orthopädischen Defiziten deutlich wieder. Im Diensthundewesen traten vermehrt Probleme an den Gliedmaßen auf, weniger an der Wirbelsäule (34). Übergangswirbel und degenerative Veränderungen der Wirbelsäule betrafen im Gegenzug privat gehaltene Schäferhunde vermehrt. Begünstigend wirkten die strengen Auswahlkriterien für Diensthunde (33), ergo der Deutsche Schäferhund ist vermehrt anfällig. Hunde mit einer solchen anatomischen Missbildung eignen sich nicht für die dienstliche Ausbildung. Um die Ausscheidequote in den Zuchtprogrammen möglichst gering zu halten, stellt sich in diesem Kontext die Frage der Vererblichkeit und der Ausprägung. Wie es genau zu den Übergangswirbeln kommt, wird in den Studien nicht beschrieben und neben der Rassedisposition ist die Rolle des Geschlechts noch von Interesse. Insbesondere im Hinblick auf die Dominanz von Schäferhunden im Dienst ist eine genauere Betrachtung der Rassedispositionen zielführend im Hinblick auf frühzeitige Eliminierung von Anomalien und Erkrankungen. Bereits bei der Zucht und den Ausschlusskriterien kann wirksam eingegriffen werden.

Der Fokus der Erkrankungen lag primär auf der Wirbelsäule, obwohl die Haupttodesursache die Gliedmaßen betraf. Die Wirbelsäule war im hohen Maß betroffen, vermehrt beschrieben waren Lumbosakralstenosen. Speziell junge Hunde mit leichten Symptomen hatten laut der Literatur mit einem chirurgischen Eingriff eine gute Prognose, den Dienst wieder aufzunehmen (19, 21). Gab es allerdings röntgenologische und chirurgische Befunde wie foraminale Verengungen, hypertrophe Gelenksfacetten und hypertrophe Ligamenta

interarcuaria oder eine schwere Symptomatik, so war die Prognose schlecht für eine Rückkehr in den Dienststand. Unter schweren Symptomen wurden progressive Paresen, mangelhafte Propriozeption, Muskelatrophie in den Hinterextremitäten und Inkontinenz identifiziert (21). Die Literatur beschreibt, dass Hunde mit starken Symptomen an multiplen Stellen Stenosen aufwiesen und die kraniale Fläche von L6 am häufigsten betroffen war. Ebenso wurde das Fettflächenverhältnis der Wirbel als bedeutender Prädiktor einer Stenose identifiziert (22). Darüber hinaus konnte bei schmerzhaften Hunden nachgewiesen werden, dass im Bereich L5–S1 eine geringere paraspinale Bemuskelung vorhanden war (14).

Die beschriebenen Studien in Zusammenhang zu bringen ist herausfordernd, da es große Unterschiede in der Methodik und Durchführung, insbesondere hinsichtlich der Diagnostik gab. Überschneidungen über das Ausmaß von Stenosen bei schweren Symptomen und bezüglich der Lokalisation sind hingegen zwischen L5 und S1 vorhanden. Nicht immer gut ersichtlich waren die Techniken zur quantitativen Beurteilung der Wirbel und der Lagerung. Letzteres ist ein wichtiger Faktor bei der Beurteilung der Aufnahmen im Sinne von Nachvollziehbarkeit und Vergleichbarkeit. Nicht einheitliche Vorgehensweisen haben eine verminderte Aussagekraft und höhere Variabilität zur Folge.

Es wird hierbei deutlich, dass die Wirbelsäulengesundheit von großer Relevanz ist und auch erheblichen Einfluss auf die Diensttauglichkeit hat. Die Auswahlkriterien der Diensthunde sind in der Literatur unzureichend herausgestellt. Bei der Eignungsuntersuchung liegt der Fokus möglicherweise mehr auf Rassedispositionen wie Ellbogengelenksdysplasie und Hüftgelenksdysplasie. Gleichwohl sind Schäferhunde anfällig für Übergangswirbel und andere Wirbelsäulendegenerationen, wodurch die Notwendigkeit der Anpassung der Auswahlkriterien deutlich wird. Foraminate Verengungen, Übergangswirbel und Prädiktoren wie Fettflächenverhältnisse der Wirbel sind Erkenntnisse aus den beschriebenen Studien, die in der Praxis angewandt werden sollten, um bereits im Vorfeld prädisponierte Hunde zu identifizieren und von der Zucht auszuschließen.

Wenngleich Studien zur Vordergliedmaße wenig vorhanden sind, stellten Moore et al. (4) heraus, dass die Haupttodesursache bei Hunden Gelenksdegenerationen, insbesondere Osteoarthritis der Gliedmaßen waren. Im Gegenzug stand die Vorderextremität im Fokus der Bewegungsstudien. Hier besteht Bedarf die Erkenntnisse der Gang- und Sprunganalysen auf mögliche Auswirkungen und Erkrankungen der Vordergliedmaße zu übertragen bzw. zu integrieren.

Die Hintergliedmaße betreffend war die Hüftgelenksdysplasie am häufigsten beschrieben. Die Erkrankung führte zu einem veränderten Gangbild (11), was wiederum nicht

zwangsläufig zu einer eingeschränkten Leistungsfähigkeit führte (9, 38). Bei den Vorder- als auch bei den Hintergliedmaßen gilt es die Erkenntnisse der Bewegungsstudien zu nutzen, um das Maß des Einflusses auf das Fortschreiten von Gelenksdegenerationen festzustellen. Es müsste untersucht werden, inwiefern langfristig ein weniger belastendes Training für die Gelenke, sprich niedrigere und kürzere Sprünge, sich auf die Progression von degenerativen Krankheiten auswirkt. Die resultierenden Erkenntnisse wären hilfreich bei der Identifizierung der Ursachen und bei der Gestaltung von Präventionsmaßnahmen.

Hinsichtlich der Präventionsmaßnahmen wurde in der Literatur wenig auf das Diensthundewesen eingegangen. Das Penn Vet Working Center (26) hatte damit gestartet einen speziell für die Diensthunde angepassten Trainingsplan zu entwickeln, der auch Maßnahmen zur Verletzungsprävention enthielt. Die Idee eines standardisierten Trainingsplan ist im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Tiere bzw. der Trainingszustände und für die Vergleichbarkeit von Bewegungsstudien von enormer Wichtigkeit. Ebenso ist die Integration der Prävention in die alltägliche Routine und in das Training ein wesentlicher Schritt für die Entwicklung neuer Maßnahmen und inwiefern sich diese positiv auf die Gesundheit auswirken könnten. Denn nicht weniger relevant ist auch der wirtschaftliche Faktor der Kostenminimierung, der effiziente Präventionsmaßnahmen voraussetzt.

Ebenso wichtig aber noch nicht ausreichend beschrieben und erforscht ist die Thematik der Rehabilitation von Diensthunden. Bereits ausgebildete Diensthunde haben einen hohen Wert zum einem im Sinne von erlernten Fähigkeiten und zum anderen im monetären Sinne. Eine strukturierte und schnelle Rehabilitation ist von großem Interesse für die Kostenminimierung und der schnellen Einsatzfähigkeit. Bei einem Ausfall sind die Anschaffung und Ausbildung eines Ersatzhundes die Konsequenz, welche größere Ausgaben beinhalten könnte.

Betrachtet man die inkludierten Studien in Hinblick auf die Rasseunterschiede, war der Deutsche Schäferhund häufiger von Erkrankungen betroffen als der Malinois. Der Deutsche Schäferhund hatte nicht nur ein höheres Risiko für Rückenmarkserkrankungen (4), sondern wurde aufgrund dieser Diagnose eher vom Dienst entlassen als der belgische Malinois (16). Pogorevc et al. (35) stellten außerdem fest, dass es anatomische Unterschiede in der Beschaffenheit der Wirbel zwischen den beiden Rassen gab, wodurch der Deutsche Schäferhund anfälliger für Wirbelsäulenerkrankungen war.

Gleichermaßen auffällig war das vermehrte Vorkommen von Gelenksdysplasien an der Wirbelsäule und von trichterförmigen Wirbellöchern bei den Deutschen Schäferhunden (15). Diese Anomalien wurden ebenfalls beim Malinois identifiziert, aber deutlich seltener. Auch bei der Hintergliedmaße konnte eine erhöhte Anfälligkeit für Hüftgelenksdysplasie (9) und für

Osteoarthritis nachgewiesen werden (27). Wobei an dieser Stelle angemerkt sei, dass generell Rüden und schwerere Individuen anfälliger waren. Bei schweren Malinois Rüden konnte ebenfalls Osteoarthritis nachgewiesen werden.

Generell wird deutlich, dass die Stichproben tendenziell klein waren und verschiedenste Rassen untersucht wurden. Um eine Verbindung zwischen der Forschung und der Praxis herstellen zu können, ist es notwendig die Studien zu vertiefen und repräsentativer zu gestalten.

Der Schwerpunkt ausstehender Forschungen könnte in einer Kombination und Verknüpfung von Techniken, Rassen; Krankheiten, etc. liegen, um Zusammenhänge zu verdeutlichen.

Dies erfordert jedoch auch eine Mitarbeit von behördlicher Seite (Polizei, Militär). Viele Studien stammen aus dem Ausland, in denen Kooperationen zwischen Universitäten, dem Militär oder der Polizei und den Kliniken üblich waren. Im deutschsprachigen Raum sind solche Kooperationen unüblich. Dies erschwert die Etablierung der Erkenntnisse in die Praxis und die fehlende Feedbackkultur stellt ein weiteres Hindernis dar. Eine Zusammenarbeit wäre in vielerlei Hinsicht von Vorteil, um die Weiterentwicklung des Diensthundewesens im Hinblick auf Prävention und Behandlungen zu fördern.

5 Zusammenfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 34 Studien auf das Vorkommen von Erkrankungen und Verletzungen im Rahmen der Diensthundearbeit und des Obedience-Trainings untersucht sowie die Auswirkungen des Training bzw. die Ausbildung auf den Bewegungsapparat von Hunden betrachtet. Die Studien mit Bezug auf morphologische Veränderungen und Verletzungen waren überwiegend auf die Wirbelsäulenerkrankungen, insbesondere auf Lumbosakralstenosen, fokussiert. Als Haupttodesursache hingegen wurden degenerative Gelenkerkrankungen der Gliedmaßen beschrieben.

Inwiefern die Vordergliedmaße durch das Diensthundewesen beeinträchtigt wird, wurde vermehrt im Rahmen der Bewegungsstudien beleuchtet. Anhand von variablen Sprunghöhen und -weiten wurden die Auswirkungen auf die Bodenreaktionskräfte und Gelenkskompressionen verdeutlicht. Je höher und weiter die Hindernisse, desto höhere Kräfte und kleinere Winkel im Karpalgelenk entstehen. In welchem Maß die Vordergliedmaße durch das Training langfristig beeinflusst wird und ob ein direkter Zusammenhang mit Erkrankungen der Vorderbeine besteht, kann aus der existierenden Literatur jedoch nicht abgeleitet werden.

Die Betrachtung der Studien im Hinblick auf Rasseunterschiede zeigte eine vermehrte Anfälligkeit des Deutschen Schäferhundes in Bezug auf Erkrankungen und morphologischer Anomalien, sowie eine stärkere Gelenksbelastung durch höhere Bodenreaktionskräfte bei Hindernissprüngen.

Themen der Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen sind bisher wenig beschrieben worden und sind interessant für zukünftige Forschungen. Hierbei sollten die Erkenntnisse der Bewegungsstudien vertieft werden und mit den Bereichen Erkrankungen, Verletzungen, Prävention und Rehabilitation in Zusammenhang gebracht werden. Hier könnten Synergien geschaffen werden und die Themen rund um die Diensthundearbeit strukturierter und ersichtlicher gestaltet werden. Dies erfordert eine Kooperationsbereitschaft der Behörden (Polizei, Militär), der Kliniken, der Forschung, sowie die aktive Einbindung der Hundeführer:innen.

Abschließend wurde in der bestehenden Literatur die Relevanz der Wirbelsäulengesundheit im Rahmen des Obedience-Trainings deutlich, jedoch bedarf es weiterer Forschungen, inwieweit die geneigte Kopfhaltung sich auf das Gangbild und auf die Wirbelsäule auswirkt.

6 Zusammenfassung in englischer Sprache

Within this diploma thesis, 34 studies were examined for the occurrence of diseases and injuries in the context of military/police dog work and obedience training, and the effects of training on the musculoskeletal system of dogs were considered. The studies related to morphological illnesses and injuries were focused on spinal diseases, especially lumbosacral stenosis. In contrast, degenerative joint diseases of the limbs were described as the main cause of death.

The effect of the duty on the forelimb of working dogs was highlighted in the context of locomotion studies. Variable jump heights and distances were used to illustrate the effects on ground reaction forces and joint compressions. The higher and wider the obstacles, the higher the forces and smaller the angles in the carpal joint. However, the extent to which the forelimb is affected by training in the long term and whether there is a direct correlation with diseases of the forelimbs cannot be deduced from the existing literature.

Looking at the studies in terms of breed differences showed an increased susceptibility of the German Shepherd Dog in terms of disease and morphological abnormalities, as well as greater joint loading due to higher ground reaction forces during obstacle jumps.

Topics of prevention and rehabilitation have been little described and are interesting for future research. Here, the findings of the kinetic and kinematic studies should be deepened and related to the fields of diseases, injuries, prevention and rehabilitation. Synergies could be created here and the issues about military/police dog work could be made more structured and apparent. This requires a willingness to cooperate on the part of the authorities (police, military), clinics, research, as well as the active involvement of the dog handlers.

Furthermore, the existing literature highlighted the relevance of spinal health in obedience training, but further research is needed on the extent to which the tilted head posture affects gait and spine.

7 Literatur

1. McGraw AL, Thomas TM. Military Working Dogs: An Overview of Veterinary Care of These Formidable Assets. *Vet Clin North Am Small Anim Pract* 2021; 51(4):933–44. doi: 10.1016/j.cvsm.2021.04.010.
2. B. Bockstahler M. Müller W. Henninger E. Mayrhofer, C. Peham, I. Podbregrar. Kinetische und kinematische Analyse der Bewegung (Ganganalyse) der Vorderextremitäten bei gesunden Militärhunden - Erhebung von Basiswerten. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* 2008; (95):127–38.
3. Jones OY, Raschke SU, Riches PE. Inertial properties of the German Shepherd Dog. *PLoS One* 2018; 13(10):e0206037. doi: 10.1371/journal.pone.0206037.
4. Moore GE, Burkman KD, Carter MN, Peterson MR. Causes of death or reasons for euthanasia in military working dogs: 927 cases (1993–1996). *J Am Vet Med Assoc* 2001; 219(2):209–14. doi: 10.2460/javma.2001.219.209.
5. Hopkins N. Care of the competitive Obedience dog. *Veterinary Nursing Journal* 2015; 30(6):172–5. doi: 10.1080/17415349.2015.1038064.
6. Harris H, Birch E, Boyd J. An examination of neck angle in obedience dogs whilst completing competition heelwork. *Comparative Exercise Physiology* 2017; 13(1):31–6. doi: 10.3920/CEP160023.
7. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ* 2009; 339:b2535. doi: 10.1136/bmj.b2535.
8. Banfield CM, Bartels JE, Hudson JA, Wright JC, Hathcock JT, Montgomery RD. A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part I: Angle measurements and orthopedic foundation for animals (OFA) grading. *J Am Anim Hosp Assoc* 1996; 32(5):413–22. doi: 10.5326/15473317-32-5-413.
9. Banfield CM, Bartels JE, Hudson JA, Wright JC, Montgomery RD, Hathcock JT. A retrospective study of canine hip dysplasia in 116 military working dogs. Part II: Clinical signs and performance data. *J Am Anim Hosp Assoc* 1996; 32(5):423–30. doi: 10.5326/15473317-32-5-423.

10. Banfield CM, Morrison WB. Magnetic resonance arthrography of the canine stifle joint: technique and applications in eleven military dogs. *Vet Radiol Ultrasound* 2000; 41(3):200–13. doi: 10.1111/j.1740-8261.2000.tb01479.x.
11. Bockstahler BA, Henninger W, Müller M, Mayrhofer E, Peham C, Podbregar I. Influence of borderline hip dysplasia on joint kinematics of clinically sound Belgian Shepherd dogs. *American Journal of Veterinary Research* 2007; 68(3):271–6. doi: 10.2460/ajvr.68.3.271.
12. Bockstahler B, Henninger W, Mueller M, Mayrhofer E, Peham C, Podbregar I. Kinematical gait analysis of the forelimbs in military working dogs with subclinical tendinopathies. *Wiener Tierarztliche Monatsschrift* 2008; 95(5-6):139–46.
13. Carter A, Boyd J, Williams E. Understanding the Impact of Scale Height on the Kinetics and Kinematics of Dogs in Working Trials. *Front Vet Sci* 2021; 8:742068. doi: 10.3389/fvets.2021.742068.
14. Cain B, Jones JC, Holásková I, Freeman L, Pierce B. Feasibility for Measuring Transverse Area Ratios and Asymmetry of Lumbosacral Region Paraspinal Muscles in Working Dogs Using Computed Tomography. *Front Vet Sci* 2016; 3:34. doi: 10.3389/fvets.2016.00034.
15. Dragicevich CJ, Jones JC, Bridges W, Dunn H. Computed Tomographic Measures of Funnel-Shaped Lumbar Vertebral Canal and Articular Process Dysplasia Malformations Differ Between German Shepherd and Belgian Malinois Military Working Dogs. *Front Vet Sci* 2020; 7:275. doi: 10.3389/fvets.2020.00275.
16. Evans RI, Herbold JR, Bradshaw BS, Moore GE. Causes for discharge of military working dogs from service: 268 cases (2000-2004). *J Am Vet Med Assoc* 2007; 231(8):1215–20. doi: 10.2460/javma.231.8.1215.
17. Gamble KB, Jones JC, Biddlecome A, Bridges WC. Qualitative and quantitative computed tomographic characteristics of the lumbosacral spine in German Shepherd military working dogs with versus without lumbosacral pain. *J Vet Behav* 2020; 38:38–55. doi: 10.1016/j.jveb.2020.05.011.
18. Gradner G, Bockstahler B, Peham C, Henninger W, Podbregar I. Kinematic study of back movement in clinically sound malinois dogs with consideration of the effect of radiographic changes in the lumbosacral junction. *Vet Surg* 2007; 36(5):472–81. doi: 10.1111/j.1532-950X.2007.00294.x.

19. Jones JC, Banfield CM, Ward DL. Association between postoperative outcome and results of magnetic resonance imaging and computed tomography in working dogs with degenerative lumbosacral stenosis. *J Am Vet Med Assoc* 2000; 216(11):1769–74. doi: 10.2460/javma.2000.216.1769.
20. Jones JC, Kimmett KL, Sharp JL, Sanders SR, Wilmoth TA. CT measures of lumbosacral paraspinal muscle size are not correlated with CT measures of lumbosacral stability in military working Labrador Retrievers. *Vet Radiol Ultrasound* 2019; 60(5):513–24. doi: 10.1111/vru.12775.
21. Linn LL, Bartels KE, Rochat MC, Payton ME, Moore GE. Lumbosacral stenosis in 29 military working dogs: epidemiologic findings and outcome after surgical intervention (1990-1999). *Vet Surg* 2003; 32(1):21–9. doi: 10.1053/jvet.2003.50001.
22. Mukherjee M, Jones JC, Holásková I, Raylman R, Meade J. Phenotyping of lumbosacral stenosis in Labrador retrievers using computed tomography. *Vet Radiol Ultrasound* 2017; 58(5):565–80. doi: 10.1111/vru.12520.
23. Schuh-Renner A, Rappole C, Mullaney SB, Venn E, Grier TL. Factors associated with medical problems among young non-deployed U.S. military working dogs. *Prev Vet Med* 2021; 193:105390. doi: 10.1016/j.prevetmed.2021.105390.
24. Williams E, Carter A, Boyd J. Kinetics and Kinematics of Working Trials Dogs: The Impact of Long Jump Length on Peak Vertical Landing Force and Joint Angulation. *Animals (Basel)* 2021; 11(10). doi: 10.3390/ani11102804.
25. Yanoff S, Hulse DA, Hogan HA, Slater M, Longnecker MT. Measurements of Vertical Ground Reaction Force in Jumping Dogs. *Vet Comp Orthop Traumatol* 1992; 05(02):44–50. doi: 10.1055/s-0038-1633066.
26. Farr BD, Ramos MT, Otto CM. The Penn Vet Working Dog Center Fit to Work Program: A Formalized Method for Assessing and Developing Foundational Canine Physical Fitness. *Front Vet Sci* 2020; 7:470. doi: 10.3389/fvets.2020.00470.
27. Alves JC, Santos A, Jorge P, Lavrador C, Carreira LM. Comparison of clinical and radiographic signs of hip osteoarthritis in contralateral hip joints of fifty working dogs. *PLoS One* 2021; 16(3):e0248767. doi: 10.1371/journal.pone.0248767.

28. Alves JCA, Dos Santos AMMP, Jorge PIF, Branco Lavrador CFTV, Carreira LM. Thermographic imaging of police working dogs with bilateral naturally occurring hip osteoarthritis. *Acta Vet Scand* 2020; 62(1):60. doi: 10.1186/s13028-020-00558-8.
29. Baltzer WI, Owen R, Bridges J. Survey of Handlers of 158 Police Dogs in New Zealand: Functional Assessment and Canine Orthopedic Index. *Front Vet Sci* 2019; 6:85. doi: 10.3389/fvets.2019.00085.
30. Blake S, Godoy RF de. Kinematics and kinetics of dogs completing jump and A-frame exercises. *Comparative Exercise Physiology* 2021; 17(4):351–66. doi: 10.3920/CEP200067.
31. Gibson MA, Brown SG, Brown NO. Semitendinosus myopathy and treatment with adipose-derived stem cells in working German shepherd police dogs. *Can Vet J* 2017; 58(3):241–6.
32. Jones JC, Tucker TJ, Tan JC, Pierce BJ, Foxworth JL, Long B et al. Improving understanding of early behavioral indicators of lumbosacral disease in working dogs using 3D visualization of skeletal movements during working tasks: Feasibility study. *Journal of Veterinary Behavior* 2013; 8(5):309–15. doi: 10.1016/j.jveb.2013.01.003.
33. Komsta R, Łojszczyk-Szczepaniak A, Dębiak P. Lumbosacral transitional vertebrae, canine hip dysplasia, and sacroiliac joint degenerative changes on ventrodorsal radiographs of the pelvis in police working German shepherd dogs. *Top Companion Anim Med* 2015; 30(1):10–5. doi: 10.1053/j.tcam.2015.02.005.
34. Parr JR, Otto CM. Emergency visits and occupational hazards in German Shepherd police dogs (2008-2010). *J Vet Emerg Crit Care (San Antonio)* 2013; 23(6):591–7. doi: 10.1111/vec.12098.
35. Pogorevc E, Lukanc B, SeliÅ¡kar A, Pelc R, Zorko B. Radiological comparison of lumbosacral anatomy between German and Belgian shepherd (Malinois) working dogs 2016; 53:219–27.
36. Scharf G, Steffen F, Grunenfelder F, Morgan JP, Flückiger M. The Lumbosacral Junction in Working German Shepherd Dogs - Neurological and Radiological Evaluation. *J Vet Med Series A* 2004; 51(1):27–32. doi: 10.1111/j.1439-0442.2004.00587.x.
37. Steffen F, Hunold K, Scharf G, Roos M, Flückiger M. A follow-up study of neurologic and radiographic findings in working German Shepherd Dogs with and without degenerative

- lumbosacral stenosis. *J Am Vet Med Assoc* 2007; 231(10):1529–33. doi: 10.2460/javma.231.10.1529.
38. Zorko B, Ivanusa T, Pelc R. Progression of hip dysplasia in 40 police working dogs: a retrospective study. *Slovenian Veterinary Research* 2005;71–6. Verfügbar unter: http://inis.iaea.org/search/search.aspx?orig_q=RN:45060949.

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Suchstrategie und Trefferanzahlen in den jeweiligen Datenbanken	3
Tabelle 2: Einteilung der Studien in Gruppen	6
Tabelle 3: Überblick der inkludierten Studien.....	14
Tabelle 4: Bewertung der Funktion im Gesamten; Baltzer et al. (29)	26

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: PRISMA-Flussdiagramm zur systematischen Übersicht der Literatur nach Moher et al. (7).....	5
Abbildung 2: Dreidimensionale Animation von dem zweiten Hund; Jones et al. (32)	17
Abbildung 3: Hundekörperanzug und Positionierung der Marker bei dem ersten Hund; Jones et al. (32).....	17
Abbildung 4: Erhebung der Werte; Harris et al. (6)	18
Abbildung 5: Erhebung der Gelenkwinkel und der Bodenreaktionskräfte; Carter et al. (13) .	22
Abbildung 6: Versuchsaufbau und Durchführung; Williams et al. (24).....	23
Abbildung 7: Erhebung der Gelenkwinkelungen und Bodenreaktionskräfte; Williams et al. (24).....	24