

**Tierärztliche Hochschule Hannover**

**Evaluierung von Orthesen bei Hunden**

INAUGURAL-DISSERTATION  
zur Erlangung des Grades einer Doktorin der Veterinärmedizin  
– Doctor medicinae veterinariae –  
(Dr. med. vet.)

vorgelegt von

**Isabelle Wolle**

Celle

Hannover 2020

Wissenschaftliche Betreuung:

Univ.-Prof. Dr. med. vet. Michael Fehr

Klinik für Heimtiere, Reptilien, Zier- und Wildvögel

Dr. med. vet. Oliver Harms

Klinik für Kleintiere

1. Gutachter:

Univ.-Prof. Dr. med. vet. Michael Fehr

2. Gutachter:

Univ.-Prof. Dr. med. vet. Florian Geburek

Tag der mündlichen Prüfung:

10.06.2020

*Meinen Eltern*



# Inhalt

1 Einleitung.....	1
2 Literaturübersicht.....	2
2.1 Anatomische Grundlagen.....	2
2.1.1 Anatomie des Karpus .....	2
2.1.1.1 Knöcherner Anteil des Karpus.....	2
2.1.1.2 Gelenke und Bewegungsfreiheit des Karpus .....	3
2.1.1.3 Bandapparat des Karpus .....	4
2.1.1.4 Muskulatur des Karpus .....	5
2.1.2 Anatomie des Tarsus.....	7
2.1.2.1 Knöcherner Anteil des Tarsus .....	7
2.1.2.2 Gelenke und Bewegungsfreiheit des Tarsus .....	8
2.1.2.3 Bandapparat des Tarsus.....	9
2.1.2.4 Muskulatur des Tarsus.....	10
2.2 Verletzungen.....	12
2.2.1 Verletzungen im Bereich der Articulatio carpi.....	13
2.2.1.1 Luxationen im Bereich der Articulatio carpi.....	13
2.2.1.1.1 Luxationen ganzer Gelenketagen der Articulatio carpi.....	13
2.2.1.1.2 Luxationen einzelner Ossa carpi .....	14
2.2.1.2 Hyperextensionsverletzungen am Karpus .....	15
2.2.2 Verletzungen im Bereich der Articulatio tarsi.....	16
2.2.2.1 Luxationen im Bereich der Articulatio tarsi.....	17
2.2.2.1.1 Luxationen ganzer Gelenketagen der Articulatio tarsi.....	17
2.2.2.1.2 Luxationen einzelner Ossa tarsi .....	18

2.3 Alternativen der Versorgung .....	19
2.3.1 Arthrodesen.....	19
2.3.1.1 Häufige Komplikationen bei karpalen und tarsalen Arthrodesen .....	21
2.3.1.2 Kontraindikationen für Arthrodesen.....	25
3 Material und Methoden .....	25
3.1 Orthesen .....	25
3.1.1 Material und Herstellungsprozess von Orthesen.....	27
3.1.2 Handhabung und Anwendung von Orthesen.....	29
3.2 Versuchsbeschreibung.....	30
3.2.1 Kontrollzeitraum und Patienten .....	30
3.2.1.1 Häufigkeit.....	30
3.2.1.2 Altersverteilung .....	31
3.2.1.3 Geschlechtsverteilung.....	32
3.2.2 Methoden .....	32
3.2.2.1 Besitzerfragebogen.....	32
3.2.2.2 Klinische Kontrolluntersuchung.....	33
3.2.3 Statistische Auswertung .....	35
4 Ergebnisse.....	35
4.1 Ergebnisse Besitzerfragebogen .....	35
4.1.1 Anzahl der Korrekturen/ Anpassungen der Orthese .....	35
4.1.2 Hygiene .....	37
4.1.3 Akzeptanz.....	38
4.1.4 Lahmheitsevaluation vor und nach der Therapie mit Orthese durch den Besitzer .....	38

4.1.5 Lebensqualität des Patienten .....	41
4.2 Ergebnisse der klinischen Kontrolluntersuchung .....	42
4.2.1 Einzelfallbeschreibung geordnet nach Tragedauer der Orthese .....	42
4.2.1.1 Vorzeitiger Abbruch der Therapie mit Orthese .....	42
4.2.1.2 Tragedauer/ Therapiezeitraum von zwei bis sechs Monaten .....	43
4.2.1.3 Tragedauer/ Therapiezeitraum von über sechs Monaten .....	46
4.2.2 Lahmheitsevaluation.....	51
4.2.3 Schmerzbeurteilung während der palpatorischen Untersuchung .....	54
4.2.4 Bewegungsfreiheit des betroffenen Gelenkes .....	55
4.2.5 Muskelatrophie der betroffenen Gliedmaße .....	57
5 Diskussion .....	61
6 Zusammenfassung .....	73
7 Summary .....	75
8 Literaturverzeichnis .....	77
9 Anhang .....	87
10 Danksagungen .....	96

## Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
DCP	Dynamic compression plate (dynamische Kompressionsplatte)
et al.	et alii/ aliae/ alia (und andere)
Fix ex	Fixateur externe
FIX In	Fixateur interne
kg	Kilogramm
Max.	Maximum
Min.	Minimum
n	Anzahl
o. ä.	oder ähnliches
o. g.	oben genannt
PDS	Polydioxanon-Nahtmaterial
PET	Polyethylenterephthalat
ROM	Range of motion (Bewegungsfreiheit)
s.	siehe
s. o.	siehe oben
°	Grad



## 1 Einleitung

Die Veterinärmedizin entwickelt sich stetig weiter. Somit steigen auch die Ansprüche und die Therapiemöglichkeiten für Tiere. Erkrankungen der Gliedmaßen von Hunden werden dem Tierarzt täglich vorgestellt. Die Versorgung von Frakturen, Bandläsionen oder Gelenksluxationen kann auf vielfältige Weise durchgeführt werden. Speziell Bandläsionen des Karpal- oder Tarsalgelenkes und die damit einhergehenden Gelenksinstabilitäten können bei Hunden durch Arthrodesen therapiert werden. Die Funktion der Gliedmaße kann so weitestgehend wieder hergestellt werden (Dyce 1996). Die Funktion des betroffenen Gelenkes wird dadurch jedoch teilweise oder sogar vollständig zerstört (DeCamp et al. 2016a). Um beispielsweise diese operative Gelenksversteifung umgehen zu können, erlangen Orthesen in der Veterinärmedizin inzwischen einen immer größer werdenden Stellenwert (Marcellin-Little et al. 2015; Mich 2011; Mich u. Kaufmann 2018).

Orthesen werden nach Traumata an Gliedmaßen präoperativ zur Vorbeugung weiterer Läsionen in diesem Bereich, in der Rehabilitationsphase nach erfolgten Operationen oder als ergänzende Therapie in der Veterinärmedizin immer häufiger verwendet (Mich 2011). Wie gut eine derartige Unterstützung bei der Ausheilung einer Bandläsion funktionieren kann, insbesondere ob eine Orthese als alleinige Therapieoption bei Bandläsionen im Bereich des Karpal- oder Tarsalgelenkes beim Hund anwendbar ist, war Ziel der vorgelegten Studie. Zudem sollte im Folgenden herausgefunden werden, welche zusätzlichen Herausforderungen bei der Therapie mit einer Orthese am Hund auftreten können und wie eine optimale Anwendung aussehen sollte.

Dafür wurden 40 Hunde aus drei norddeutschen Kleintierkliniken, die aufgrund von Gelenksinstabilitäten des Karpal- oder Tarsalgelenkes zu therapeutischen Zwecken eine individuell angefertigte Orthese erhalten hatten, erfasst und evaluiert. Neben einem Besitzerfragebogen wurde bei einem Teil der Patienten, wenn möglich, zusätzlich eine klinische Kontrolluntersuchung durchgeführt. Dabei sollten insbesondere weiterführende Erkenntnisse über den mit einer Orthesenbehandlung verbundenen Therapieerfolg und mögliche Komplikationen gewonnen werden.

---

## 2 Literaturübersicht

### 2.1 Anatomische Grundlagen

#### 2.1.1 Anatomie des Karpus

Der Karpus (Articulatio carpi) besteht beim Hund aus sieben Knochen, die in zwei Reihen übereinander angeordnet sind. Zusammen mit dem proximal angrenzenden Antebrachium und dem distal angrenzenden Metakarpus bilden sich drei Gelenketagen aus. Der Karpus wird dementsprechend als zusammengesetztes Gelenk bezeichnet (Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

##### 2.1.1.1 Knöcherne Anteile des Karpus

Die Knochen der sogenannten Vorderfußwurzel können in die proximale antebrachiale und die distale metakarpale Reihe untergliedert werden (Liebich et al. 2005b). Dabei artikulieren die Knochen der antebrachialen Reihe namensgemäß mit den Knochen des Unterarmes und die der metakarpalen Reihe mit denen des Metakarpus.

Die drei Knochen der antebrachialen Reihe sind beim Hund das medial gelegene Os carpi intermedioradiale, das mittig liegende Os carpi ulnare und das palmar gerichtete Os carpi accessorium. Diese artikulieren mit Radius und Ulna. Der distale Radius tritt über die Trochlea radii (Speichenwalze) mit dem Os carpi radiale in Kontakt. Bei der Ulna bildet das distal gelegene Caput ulnae die Gelenkfläche zum Karpus, insbesondere zum Os carpi ulnare. Zusätzlich artikuliert beim Hund der distale Radius über die Incisura ulnaris radii mit der Circumferentia articularis der Ulna (Nickel et al. 2003).

Die metakarpale Reihe des Karpus besteht aus vier Knochen. Das Os carpale primum, secundum, tertium und quartum reihen sich von medial nach lateral so aneinander, dass sie eine gemeinsame dorsale Gelenkfläche zur antebrachialen Reihe des Karpus und eine ventrale Gelenkfläche zum Metakarpus bilden. Der Metakarpus selbst besteht aus fünf Knochen, die ebenfalls von medial nach lateral nummeriert werden. Medial liegt das Os metacarpale primum, welches von den metacarpalen Knochen am

---

kleinsten ist. Lateral ist der fünfte Knochen, das Os metacarpale quintum, zu finden. Alle fünf Knochen sind zehentragend.

Zusätzlich ist bei Fleischfressern stets ein Sesambein in die Endsehne des Musculus abductor pollicis longus eingelagert. Dieses Sesambein wird auch als Os sesamoideum musculi abductoris pollicis longi angesprochen. Unregelmäßig ausgebildet sind dagegen zwei kleinere Sesambeine, die Ossa sesamoidea palmaria, die palmar der beiden karpalen Knochenreihen liegen können (Nickel et al. 2003).

#### 2.1.1.2 Gelenke und Bewegungsfreiheit des Karpus

Die oberste Gelenketape der Articulatio carpi (Articulatio antebrachio-carpea) wird aus der proximalen Reihe der Karpalknochen und aus Radius und Ulna gebildet. Dieses Walzengelenk lässt sich je nach artikulierenden Anteilen in die Articulatio radiocarpea und die Articulatio uln-carpea einteilen (Salomon 2015). Beim Hund ist diese Gelenketape aufgrund der pfannenartigen Aushöhlung der Facies articularis carpea des Radius in der Lage auch rotierende Bewegungen zuzulassen. Somit beeinflusst diese Gelenketape als nahezu freies Gelenk den Bewegungsumfang des Karpus maßgeblich (Nickel et al. 2003).

Weiter distal befindet sich zwischen den Ossa carpi intermedioradiale et ulnare der proximalen Reihe und den vier Knochen der distalen Reihe der Karpalknochen die Articulatio mediocarpea. Dieses ebenfalls als Wechselgelenk funktionierende Walzengelenk beeinflusst jedoch im geringeren Ausmaße die Bewegungsfreiheit der Articulatio carpi als die oberste Gelenketape (Nickel et al. 2003). Das Os carpi accessorium ist mit seinen Nachbarknochen fest durch Bänder verbunden (siehe Kapitel 2.1.1.3).

Die straffen Gelenke zwischen den Ossa carpi der distalen Reihe und den Metakarpalknochen (Articulationes carpometacarpeae) sind durch viele kurze Bänder fast unbeweglich miteinander verbunden und von einer engen Gelenkkapsel umschlossen, die auch die proximalen Intermetakarpalgelenke mit einbezieht (Nickel et al. 2003).

---

Zwischen den einzelnen Karpalknochen derselben Reihe befinden sich jeweils auch straffe Gelenke, die *Articulationes intercarpeae*. Diese besitzen wie die untere Gelenketape des Karpus nur geringe Bewegungsmöglichkeiten (Nickel et al. 2003).

In der Flexion beträgt die Bewegungsfreiheit („range of motion“, ROM) der gesamten *Articulatio carpi* beim Hund 20 bis 35° und in der Hyperextension 190 bis 200° (Millis u. Levine 2014). Bei belasteter Gliedmaße ist beim Hund eine leichte Hyperextension des Karpus physiologisch (Nickel et al. 2003).

#### 2.1.1.3 Bandapparat des Karpus

Die Gelenkbänder werden in fünf verschiedene Gruppen eingeteilt. Die erste Gruppe beinhaltet alle Seitenbänder, die *Ligamenta collateralia*. Diese überbrücken lateral und medial nur den proximalen Gelenkspalt (Salomon 2015). Das *Ligamentum collaterale carpi laterale* verläuft zwischen dem *Processus styloideus* der Ulna und dem *Os carpi ulnare*. Das mediale Seitenband, das *Ligamentum collaterale carpi mediale*, verbindet den Radius über seinen *Processus styloideus* mit dem *Os carpi intermedioradiale*.

Die Unterarm-Fußwurzelbänder (*Ligamenta antebrachio-carpea*) bilden die zweite Gruppe der Gelenkbänder des Karpus. Das kranial verlaufende *Ligamentum radiocarpeum dorsale* verbindet das distale Ende des Radius mit dem *Os carpi ulnare*. Die mächtige, plattenförmige Verdickung an der Beugeseite des Karpus wird als *Ligamentum carpi palmare profundum* bezeichnet und enthält längs verlaufende Fasern, die aus den drei Bändern *Ligamentum radiocarpeum palmare*, *Ligamentum ulnocarpeum palmare*, *Ligamentum carpi radiatum* entstammen. Diese verlaufen von der *Crista transversi radii* bis zu den Karpal- und Metakarpalknochen (Nickel et al. 2003).

Als dritte Gruppe sind die Bänder des *Os carpi accessorium* zu erwähnen. Durch diese ist das *Os carpi accessorium* fest mit den Nachbarknochen verbunden. Proximal verläuft das *Ligamentum accessorioulnare* gemeinsam mit dem mediopalmaren Anteil des *Ligamentum accessoriocarpoulnare* in das *Ligamentum ulnocarpeum*, welches von der Ulna zum *Os carpi intermedioradiale* zieht. Der laterodorsale Anteil des bereits erwähnten *Ligamentum accessoriocarpoulnare* befindet sich zwischen dem *Os carpi*

---

accessorium zum Os carpi ulnare. Das distale Ligamentum accessoriometacarpeum setzt an den beiden lateralen Metakarpalknochen (Os metacarpale quartum et quintum) an (Nickel et al. 2003).

Die Interkarpal- oder Fußwurzelbänder (Ligamenta intercarpea), die die vierte Gruppe bilden, überschneiden sich ebenfalls stark und sind nur schwer einzeln isolierbar. Diese werden nach ihrer Lage in dorsale, palmare und innere Interkarpalbänder eingeteilt und überbrücken schräg oder längs verlaufend meist nur einen Gelenkspalt (Nickel et al. 2003).

Die letzte Gruppe der Gelenkbänder der Articulatio carpi sind die Fußwurzel-Mittelfußbänder. Die Ligamenta carpometacarpea dorsalia bzw. palmaria stellen dorsal bzw. palmar eine straffe Verbindung der Karpalknochen mit den Ossa metacarpalia dar (Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

#### 2.1.1.4 Muskulatur des Karpus

Die Muskeln des Karpalgelenkes inserieren als meist kurze, aber kräftige Sehnen an einzelnen Karpalknochen oder distal am Metakarpus. Sie haben alle ihren Ursprung unmittelbar oberhalb des Ellenbogengelenkes am Humerus (Nickel et al. 2003). An kraniolateraler Seite verlaufen die Karpalgelenksstrecker gemeinsam mit den Zehenstreckern und Muskeln für die Supination des Radioulnargelenkes (Liebich et al. 2005b; Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

Der Musculus extensor carpi radialis ist der stärkste Strecker des Unterarmes und verläuft vom Humerus bis proximal an die Ossa metacarpalia secundum und tertium (Nickel et al. 2003).

Der Musculus extensor carpi ulnaris liegt von den Karpalgelenksstreckern am weitesten kaudolateral und entspringt am Epicondylus lateralis des Humerus. Seine Endsehne setzt lateral am Proximalende des Os metacarpeum quintum an (Salomon 2015).

---

Der Musculus flexor carpi radialis entspringt am Epicondylus medialis humeri und setzt als Sehne palmar und proximal an den Ossa metacarpalia secundum und tertium an (Nickel et al. 2003).

Das kräftige Caput humerale des Musculus flexor carpi ulnaris entspringt am Epicondylus medialis humeri, das schwächere Caput ulnare entspringt am Tuber olecrani. Die kurze gemeinsame Endsehne findet ihren Ansatz am Os carpi accessorium (Nickel et al. 2003).

Der Musculus extensor digitalis communis verläuft direkt dem Musculus extensor carpi radialis aufliegend vom Epicondylus lateralis humeri als lange Endsehne bis zur Phalanx distalis aller Vorderzehen, ausgenommen der ersten Vorderzehe. Demzufolge spaltet sie sich beim Hund in vier Endsehnen auf, die an der zweiten bis fünften Zehe enden (Nickel et al. 2003).

Zwischen dem Musculus extensor digitalis communis und dem Musculus extensor carpi ulnaris verläuft der schwächere Musculus extensor digitalis lateralis lateral am Unterarm. Seinen Ursprung hat er am lateralen Seitenband des Ellenbogengelenkes und am lateralen Bandhöcker des Radius sowie am äußeren Rand der Ulna. Durch seine Aufspaltung bildet er zwei Bäuche, die als drei Endsehnen gemeinsam mit den Sehnen des Musculus extensor digitalis communis zur dritten bis fünften Zehe ziehen (Nickel et al. 2003).

Der Musculus extensor pollicis longus et indicis entspringt im mittleren Bereich des kranio-lateralen Randes der Ulna und endet mit einer Sehne an der ersten Zehe. Eine weitere Sehne verläuft zur zweiten Zehe, verbindet sich allerdings auf halber Höhe des Metakarpus mit der Endsehne des Musculus extensor digitalis communis (Nickel et al. 2003).

Der Musculus abductor pollicis longus dient als zusätzlicher Strecker und geringgradiger Adduktor des Karpus beim Hund und verläuft vom lateralen Rand der Ulna auf mittlerer Höhe des Unterarmes nach medial zum Os metacarpale primum (Nickel et al. 2003).

Der Musculus flexor digitalis superficialis entspringt dem Epicondylus medialis humeri und verläuft als platter Muskel direkt über dem Musculus flexor digitalis profundus.

---

Seine starke Sehne (oberflächliche Beugesehne) zieht medial des Os carpi accessorium über die Beugeseite des Karpus und spaltet sich dann in vier Schenkel auf. Diese ziehen palmar an die zweite bis fünfte Zehe. Im Vergleich dazu verläuft der Musculus flexor digitalis superficialis nicht durch den Karpaltunnel, der durch das Retinaculum flexorum (Halteband) und den anterior davon gelegenen Karpalknochen gebildet wird (Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

Der Musculus flexor digitalis profundus besteht aus drei meist stark sehnig durchsetzten Köpfen. Das Caput humerale entspringt am Epicondylus medialis humeri, das Caput ulnare entspringt der Ulna und das Caput radiale hat seinen Ursprung am mittleren Drittel des Radius. Diese vereinen sich im distalen Unterarmdrittel zunächst zu einer gemeinsamen tiefen Beugesehne, welche sich dann wieder in fünf Schenkel aufteilt. Auf Höhe der jeweiligen Phalanx proximalis durchbohrt jeder Schenkel die Äste der oberflächlichen Beugesehne und inseriert palmar an der Phalanx distalis (Nickel et al. 2003).

### **2.1.2 Anatomie des Tarsus**

Die Articulatio tarsi des Hundes setzt sich aus sieben Hinterfußwurzelknochen, den Ossa tarsi, zusammen, die in drei Reihen übereinander angeordnet sind. Die proximale oder krurale Reihe artikuliert mit der Fibula und der Tibia. Mittig liegt eine unvollständige, intertarsale Reihe, der sich distal die Knochen der metatarsalen Reihe anschließen. Zusammen mit Fibula, Tibia und Metatarsus bilden sich vier Gelenketagen aus, die eigene Synovialhöhlen bilden. Der Tarsus ist somit ebenfalls ein zusammengesetztes Gelenk. Anders als beim Karpalgelenk ist die dorsale Seite des Tarsus allerdings die Beuge- und die plantare Seite die Streckseite (Nickel et al. 2003).

#### **2.1.2.1 Knöcherne Anteile des Tarsus**

Die Knochen der kruralen Reihe des Tarsus sind das Os tarsi tibiale (Talus, Sprungbein) und das davon lateropalmar gelegene Os tarsi fibulare (Calcaneus,

---

Fersenbein). Der Talus artikuliert proximal über die Trochlea tali mit dem distalen Endstück der Tibia (Cochlea tibiae) und besitzt distal eine Gelenkfläche zum Os tarsi centrale. Der Calcaneus artikuliert dorsal und medial über zwei Gelenkflächen mit dem Talus, die durch den Sulcus calcanei getrennt werden. Laterodorsal hat der Calcaneus in einem nur sehr schmalen Bereich Kontakt zur Fibula (Facies articulares malleoli). Nach distal steht es mit dem Os tarsi centrale und dem Os tarsale quartum in Artikulation. So artikulieren im lateralen Bereich des Tarsus die proximale und distale Reihe direkt miteinander (Nickel et al. 2003).

In der unvollständigen intertarsalen Reihe der Articulatio tarsi ist nur noch das mediale Os tarsi centrale vorhanden. Dieses bildet proximal mit dem Talus, lateral mit dem Os tarsale quartum und distal mit den Ossa tarsale primum, secundum und tertium Gelenke aus (Nickel et al. 2003).

Die vier Knochen der metarsalen Reihe werden wie in der Articulatio carpi von medial nach lateral durchnummeriert: Os tarsale primum, Os tarsale secundum, Os tarsale tertium, Os tarsale quartum. Diese bilden eine gemeinsame Gelenkfläche nach dorsal und artikulieren mit dem Os tarsi centrale bzw. mit dem Calcaneus. Die gemeinsam gebildete distale Gelenkfläche steht im Kontakt mit den fünf Knochen des Metakarpus (Nickel et al. 2003).

#### 2.1.2.2 Gelenke und Bewegungsfreiheit des Tarsus

Das Hinterfußwurzel- oder Sprunggelenk (Articulatio tarsi) ist ein zusammengesetztes Gelenk, welches vier Gelenketagen aufweist (Nickel et al. 2003).

Die proximal gelegene Articulatio tarsocruralis wird von der Cochlea der Tibia, der distalen Gelenkfläche des Malleolus der Fibula (Facies articulares malleoli) und der Trochlea des Talus gebildet. Das eigentliche Scharniergelenk ist beim Hund aufgrund der schräg stehenden Rollkämme der Trochlea tali als Schraubengelenk funktional. Somit konzentriert sich die Bewegungsfreiheit des gesamten Sprunggelenkes fast ausschließlich auf dieses Gelenk (Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

---



Die *Articulatio talocalcaneocentralis* und die *Articulatio calcaneoquartalis* liegen auf einer Ebene unter dem Talocruralgelenk und bilden zusammen das sogenannte proximale Intertarsalgelenk (Salomon 2015). Hier artikulieren medial die Knochen der kruralen Reihe, Talus, Calcaneus mit dem *Os tarsi centrale* und lateral Calcaneus mit dem *Os tarsale quartum*. Beim Hund ist im Gegensatz zu anderen Haussäugetieren die Gelenkerhöhung des Talus nur schwach ausgebildet, weshalb die Möglichkeit einer stärkeren Dreh- und Seitwärtsbewegung besteht (Nickel et al. 2003).

Die *Articulatio centrodistalis* wird auch als distales Intertarsalgelenk bezeichnet (Salomon 2015). Es umfasst nicht die gesamte Gelenkbreite, da das lateral gelegene *Os tarsale quartum* bis in die proximale Gelenketage hervorragt. Das *Os tarsi centrale* artikuliert nach distal mit den *Ossa tarsale primum, secundum und tertium*. Das Gelenk nach lateral zum *Os tarsale quartum* wird zu den unten genannten *Articulationes intertarseae* gezählt (Nickel et al. 2003).

Die *Articulationes tarsometatarseae* sind straffe Gelenke und werden durch die vier Knochen der metatarsalen Reihe und der fünf Knochen des Metatarsus gebildet (Nickel et al. 2003).

Die Bewegungsfreiheit (ROM) der *Articulatio tarsi* beträgt beim Hund in der Flexion 40° und in der Extension 170° (Millis u. Levine 2014).

### 2.1.2.3 Bandapparat des Tarsus

Die Gelenkbänder des Tarsus können in folgende drei Gruppen untergliedert werden: Seitenbänder, Fußwurzelbänder, Fußwurzel-Mittelfußbänder (Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

Die Seitenbänder, *Ligamenta collateralia*, werden wiederum in lange Bänder (*Ligamenta collateralia tarsi longa*), die mehrere Gelenke überbrücken, und kurze Bänder (*Ligamenta collateralia tarsi brevia*), die nur eine Gelenkebene passieren, eingeteilt. Diese verlaufen medial und lateral des Gelenkes, wobei die kurzen Seitenbänder vorwiegend seitlich des Tarsokruralgelenkes liegen.

---

Das Ligamentum collaterale tarsi laterale longum verläuft zwischen dem Malleolus lateralis der Fibula und inseriert an den lateralen Tarsalknochen und dem proximalen Ende der lateralen Metatarsalknochen (Nickel et al. 2003).

Das Ligamentum collaterale tarsi laterale breve entspringt dem Malleolus lateralis und setzt mit einem Schenkel am Calcaneus und mit einem am Talus an (Liebich et al. 2005a).

Das Ligamentum collaterale tarsi mediale longum hat seinen Ursprung am Malleolus medialis der Tibia und verläuft unter Verbindung der medial gelegenen Tarsalknochen zum Os metatarsale primum (Liebich et al. 2005a).

Das Ligamentum collaterale mediale breve entspringt dem Malleolus medialis, spaltet sich dann beim Hund fächerförmig auf und inseriert an den medialen Metatarsalknochen (Liebich et al. 2005a).

Die proximalen Fußwurzelbänder verlaufen seitlich (Ligamentum talocalcaneum laterale) und plantar (Ligamentum talocalcaneum plantare) zwischen dem Talus und dem Calcaneus (Nickel et al. 2003).

Die distalen Fußwurzelbänder werden je nach Lage als Ligamentum tarsi dorsale, plantare und interosseum bezeichnet (Nickel et al. 2003).

Die Fußwurzel-Mittelfußbänder (Ligamenta tarsometatarsea) verbinden die Basen der Ossa metatarsalia mit den Ossa tarsi (Nickel et al. 2003).

#### 2.1.2.4 Muskulatur des Tarsus

Anders als am Vorderbein liegen an der Hintergliedmaße die Strecker und Beuger für das Sprunggelenk und die Zehengelenke nicht jeweils auf einer Seite. Die Beuger der Articulatio tarsi verlaufen zusammen mit den langen Zehenstreckern kranial lateral an der Tibia. Kaudal am Unterschenkel sind dagegen die Strecker des Sprunggelenkes und die Beuger der Zehengelenke lokalisiert (Liebich et al. 2005a; Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

---

Der stärkste der kranio-lateralen Muskeln am Unterschenkel ist der *Musculus tibialis cranialis* (Nickel et al. 2003). Er verläuft vom *Condylus lateralis tibiae* zum *Os metatarsale primum* und inseriert dort proximomedial als platte, starke Sehne (Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

Der *Musculus fibularis longus* entspringt proximal an der Fibula, am *Condylus lateralis tibiae* und am lateralen Seitenband des Kniegelenkes. Er zieht mit seiner langen Sehne lateral über das Sprunggelenk, dann nach plantar auf Höhe des *Os tarsale quartum* und setzt am *Os tarsale primum* oder *Os metatarsale primum* an (Nickel et al. 2003).

Der schwache *Musculus fibularis brevis* verläuft von der Fibula lateral über das Sprunggelenk bis zum *Os metatarsale quintum* (Nickel et al. 2003).

Als langer Zehenstrecker wird der *Musculus extensor digitalis longus* bezeichnet. Er entspringt der *Fossa extensoria* des *Condylus lateralis ossis femoris* und zieht dorsal über die Gelenksbeuge hinweg, bevor er sich in vier Schenkel aufteilt. Diese enden alle an der *Phalanx distalis* der zweiten bis fünften Zehe (Nickel et al. 2003).

Der *Musculus extensor digitalis lateralis* liegt unter dem *Musculus fibularis longus*. Er hat seinen Ursprung an der Fibula und zieht über eine Gleitrinne am *Malleolus lateralis* auf die laterale Seite des Sprunggelenkes hinweg und verbindet sich mit der für die fünfte Zehe bestimmte Sehne des *Musculus extensor digitalis longus* (Nickel et al. 2003).

Als letzter Muskel auf der dorsolateralen Seite der *Articulatio tarsi* ist der *Musculus extensor hallucis longus* zu nennen. Dieser entspringt an proximalen Abschnitten der Fibula und der *Membrana interossea cruris*. Seine schmale Sehne zieht bis zum Zehengrundgelenk der zweiten Zehe. Ist die erste Zehe am Hinterlauf des Hundes vollständig entwickelt, wird ein Schenkel an sie abgegeben (Liebich et al. 2005a; Nickel et al. 2003).

Auf der plantaren Seite der *Articulatio tarsi* verlaufen die Strecker des Sprunggelenkes und die Beuger der Zehen.

---

Der doppelköpfige Musculus gastrocnemius entspringt mit seinem Caput laterale und dem Caput mediale kaudal am Femur. Beide Ursprungssehnen, in die jeweils Vesalische Sesambeine eingelagert sind, verbinden sich zu der gemeinsamen Achillessehne (Tendo gastrocnemius) und enden am Tuber calcanei (Nickel et al. 2003).

Der Musculus flexor digitalis superficialis entspringt zwischen den beiden Köpfen des Musculus gastrocnemius in der Fossa supracondylaris ossis femoris, verläuft mit seiner Sehne über die Achillessehne hinweg und bildet am Tuber calcanei die sogenannte Fersenbeinkappe. Sie verläuft nach distal als oberflächliche Beugesehne und zieht mit ihren Schenkeln an die Phalanx media der zweiten bis fünften Zehe (Nickel et al. 2003; Salomon 2015).

Der Musculus flexor digitalis profundus besteht aus drei selbstständigen Köpfen, die als eigenständige Muskeln benannt werden können. Diese drei entspringen an der Kaudalfläche der Tibia, der Fibula und am Condylus lateralis tibiae. Die starke Sehne des Musculus flexor digitalis lateralis vereinigt sich mit der des Musculus flexor digitalis medialis zur tiefen Beugesehne. Nachfolgend spaltet sie sich auf Höhe des Metatarsus in vier Schenkel und inseriert plantar an der zweiten bis fünften Zehe. Der Musculus flexor digitalis medialis entspringt zusätzlich dem Caput fibulae und endet, wie oben erwähnt, als tiefe Beugesehne an den Zehen. Der dritte Teil der tiefen Beugesehne ist beim Hund nur sehr schwach ausgebildet und verliert sich in den medialen Seitenbändern des Tarsus. Daher ist dieser an der Bildung der Beugesehne nicht wesentlich beteiligt (Liebich et al. 2005a; Nickel et al. 2003).

## **2.2 Verletzungen**

In dem folgenden Kapitel werden die beim Hund relevantesten Verletzungen im Bereich des Karpal- bzw. Tarsalgelenks erläutert. Diese Verletzungen können eine mögliche Indikation für eine Orthese darstellen. Detailliertere Abläufe der alternativen Therapien und Nachsorge werden in der einschlägigen Literatur näher erklärt.

---

### **2.2.1 Verletzungen im Bereich der Articulatio carpi**

Die Articulatio carpi ist aufgrund ihres komplexen Aufbaus besonders anfällig für Verletzungen. Diese können in Form von Frakturen, Bandläsionen oder (Sub-) Luxationen auftreten. Ferner ist auch eine Kombination dieser Verletzungen möglich (DeCamp et al. 2016a; Dyce 1996). Die gründliche klinische Untersuchung sowie das Anfertigen von Röntgenaufnahmen des Gelenkes in maximaler Hyperextension oder Ab- bzw. Adduktion (Stressröntgen) sind nötig, um geschädigte Strukturen genau lokalisieren zu können. Zudem können für eine optimale Darstellung einer sonst verdeckten Gelenkspalte Schrägprojektionen notwendig sein (Reif et al. 2012). Dabei können Rupturen anhand von erweiterten Gelenkspalten erkannt und Frakturen ausgeschlossen bzw. diagnostiziert werden (DeCamp et al. 2016a; Köstlin u. Waibl 1986; Matiasovic u. Bush 2016; Neumann 2017). Die Folge solcher Verletzungen ist häufig die Ausbildung einer karpalen Hyperextension (siehe Kapitel 2.2.1.2.).

#### **2.2.1.1 Luxationen im Bereich der Articulatio carpi**

Charakteristischerweise stellen sich Luxationen mit multiplen Läsionen von beteiligten Bändern und der Kapsel dar. Durch eine Überstreckung der Articulatio carpi können die genannten Strukturen reißen, und es kommt nachfolgend zu einer Verschiebung von einem oder mehreren Knochen (Jaeger u. Canapp 2008; Matiasovic u. Bush 2016; Reif et al. 2012). Es können einzelne Knochen, aber auch ganze Gelenketagen betroffen sein. Laut Johnson (1980) sind schwere Verletzungen im Bereich des Bandapparates des Karpalgelenkes vor allem eine Erkrankung älterer Hunde. Bei jüngeren Tieren ist ein Trauma in diesem Bereich häufig auch mit Frakturen oder Verletzungen im Bereich der Epiphysenfugen vergesellschaftet.

##### **2.2.1.1.1 Luxationen ganzer Gelenketagen der Articulatio carpi**

Vollständige Luxationen in der obersten Gelenketape des Karpus sind selten und entstehen vor allem durch schwere Traumata wie Autounfälle oder Stürze aus gewisser Höhe (DeCamp et al. 2016a; Vaughan 1985b). Allerdings kommen

---

Subluxationen des Karpus am häufigsten in dieser Gelenkette vor, da hier eine besonders große ROM vorliegt (Jaeger u. Canapp 2008). Die Vorderpfoten von Hunden stehen physiologischer Weise in einer leichten Valgusstellung, weshalb das Ligamentum collaterale carpi mediale stets unter Spannung gehalten wird. Daher sind Verletzungen dieses Bandes wesentlich schwerwiegender als die des Ligamentum collaterale carpi laterale. Ein Riss oder Anriss des Ligamentum collaterale carpi mediale mit einer Subluxation der Articulatio antebrachio-carpea führt somit oft zu einer deutlicheren Valgusstellung (DeCamp et al. 2016a).

Eine seltene vollständige Luxation der Articulatio mediocarpea äußert sich in einer hochgradigen Lahmheit mit Schwellung und Schmerzhaftigkeit des betroffenen Bereiches (DeCamp et al. 2016a; Vaughan 1985b). Eine Hyperextension ist meist erst nach einigen Tagen zu sehen, wenn die Gliedmaße wieder belastet wird (Vaughan 1985b). Eine Subluxation in dieser Gelenkette tritt vor allem bei Stürzen aus besonderer Höhe auf. Diese ist dann meist bilateral und geht häufiger mit einer medialen Instabilität einher (DeCamp et al. 2016a; Schulz 2012; Vaughan 1985b). Sind dorsale Bandstrukturen lädiert, dann liegt häufiger auch eine Beteiligung mediopalmarer Bänder vor. Dies kann zu einer auf den medialen Bereich beschränkten Hyperextension führen, welche durch Röntgenaufnahmen in leichter Pronation dargestellt werden kann (DeCamp et al. 2016a; Vaughan 1985b).

#### 2.2.1.1.2 Luxationen einzelner Ossa carpi

Es kommt selten vor, dass beim Hund nur ein einzelner Karpalknochen frakturiert oder luxiert ist (Aydin Kaya 2018; DeCamp et al. 2016a; Pillard et al. 2014). Meist sind mehrere Karpalknochen beteiligt. Es sind jedoch Fälle beschrieben, in denen einzelne Karpalknochen isoliert disloziert waren (Aydin Kaya 2018; Pillard et al. 2014). So ist aufgrund der geschützten Lage innerhalb des Karpalgelenkes das Os carpi intermedioradiale nur selten isoliert disloziert (Vaughan 1985b). Weitere Fallbeschreibungen liegen vor (Aydin Kaya 2018; Palierne et al. 2008; Pillard et al. 2014; Punzet 1974). Kommt es aufgrund eines Traumas zur Luxation des Os carpi intermedioradiale, rotiert dieses um 90° nach dorsopalmar bis zum distoplaren

---

Rand des Radius. Eine starke Lahmheit inklusive palpierbarer Krepitation und eine zentrale Lücke im Karpus können dann ertastet werden (Aydin Kaya 2018; DeCamp et al. 2016a; Palierne et al. 2008; Vaughan 1985b). In der Regel tritt diese Verletzung nur an einer Gliedmaße auf. Häufiger sind dabei ausgewachsene Hunde kleiner Rassen, wie beispielsweise der Pudel, betroffen (Vaughan 1985b).

Eine isolierte Subluxation des Os carpi accessorium ist äußerst selten (Harris et al. 2011). Durch eine Ruptur des Ligamentum accessorioulnare kann der Knochen dislozieren und eine leichte Hyperextension der Articulatio antebrachio carpea herbeiführen (DeCamp et al. 2016a; Guilliard 2001). Des Weiteren kann eine solche Subluxation des Os carpi accessorium nach dorsal in einer starken Lahmheit resultieren (Harris et al. 2011).

Nur wenige Fälle in Bezug auf (Sub-) Luxationen des Os carpale secundum oder anderer Knochen aus der metakarpalen Reihe der Articulatio carpi sind in der Literatur beschrieben, da diese sehr selten isoliert auftreten. Vor allem Greyhounds, die im Rennsport aktiv sind, scheinen für diese Art von Verletzung eine besondere Disposition zu tragen (Guilliard u. Mayo 2001; Horowitz u. Wells 2007). Der Grad der Luxation bestimmt die Schwere der klinischen Symptome maßgeblich. So sind Fälle mit einer geringgradigen Weichteilschwellung bei leichter Subluxation bis hin zur Hyperextension mit Valgusstellung und hochgradiger Lahmheit bei vollständiger Luxation beschrieben (Guilliard u. Mayo 2001).

#### 2.2.1.2 Hyperextensionsverletzungen am Karpus

Rupturen im palmaren Bereich des komplexen Bandapparates des Karpus resultieren häufig in einer Hyperextensionsstellung des Gelenkes (Köstlin u. Waibl 1986). Diese Form der Verletzung ist eine der schwerwiegendsten im Bereich des Karpus (Vaughan 1985b; Willer et al. 1990). Es können Muskeln (Mm. Carpi ulnaris, digitalis superficialis, abductor pollicis longus), Bänder palmar des Karpus oder die Gelenkkapsel betroffen sein (DeCamp et al. 2016a; Johnson 1980; Neumann 2017; Trout 2001). Des Weiteren können Hyperextensionsverletzungen in Zusammenhang mit immunbedingten Erkrankungen oder degenerativen Prozessen auftreten (DeCamp et al. 2016a;

---

Johnson 1980; Neumann 2017). Ferner können auch Endokrinopathien, wie ein Hyperadrenokortizismus, die Ursache für Schädigung und Instabilität der Bandstrukturen sein und eine Instabilität des Karpalgelenkes selbst bewirken (Davidson u. Kerwin 2013). Eine weitere Form der Hyperextension ist bei Welpen beschrieben. In diesen Fällen führen atraumatische Veränderungen aufgrund von Fehlernährung oder einem zu großen Trainingspensum zu einer Hypermobilität des *Articulatio carpi*, welche spontan ausheilen kann. Ein reduzierter Muskeltonus wird in diesem Zusammenhang als Ursache beschrieben (Shires et al. 1985).

Bei Hyperextensionsverletzungen ist einer Studie von DeCamp et al. (2016a) zufolge zu 46% die *Articulatio carpometacarpea* betroffen, zu 28% die mittlere Karpalgelenksetage, zu 16% die Kombination der genannten Gelenke und nur zu 10% ist die *Articulatio antebrachio-carpea* geschädigt. Je nach Schwere der Verletzung zeigen betroffene Tiere eine deutliche Durchtrittigkeit der *Articulatio carpi* oder nur eine Schwellung am Ansatzbereich des *Musculus flexor carpi ulnaris*. Eine besondere Schmerzhaftigkeit kann nicht immer festgestellt werden (DeCamp et al. 2016a; Neumann 2017). Wie bereits in Kapitel 2.2.1 beschrieben, ist in diesen Fällen ein sogenanntes Stressröntgen unerlässlich, um den rupturierten Bereich des Gelenkes anhand von erweiterten Gelenksspalten lokalisieren (Köstlin u. Waibl 1986; Neumann 2017) und nachfolgend eine Kategorisierung vorzunehmen zu können. Hyperextensionsverletzungen der *Articulatio carpi* lassen sich in drei Kategorien einteilen; Kategorie 1 umfasst Sub-/Luxationen des Unterarm-Vorderfußwurzelgelenkes, zur Kategorie 2 zählt man Subluxationen des Vorderfußwurzel-Mittelgelenkes und Kategorie 3 beinhaltet Rupturen der Bänder des *Os carpi accessorium*, der *Ligamenta carpometacarpea* und des palmaren Faserknorpels (Schulz 2012).

### **2.2.2 Verletzungen im Bereich der *Articulatio tarsi***

Anders als in der *Articulatio carpi* werden Verletzungen im Bereich der *Articulatio tarsi* häufiger durch Überbeanspruchung als durch ein direktes Trauma verursacht (DeCamp et al. 2016b; Vaughan 1987a). Aufgrund der hier entstehenden hohen

---



Antriebskräfte erkranken in diesem Bereich vor allem athletische Hunde (DeCamp et al. 2016b).

#### 2.2.2.1 Luxationen im Bereich der Articulatio tarsi

##### 2.2.2.1.1 Luxationen ganzer Gelenketagen der Articulatio tarsi

Luxationen in der Articulatio tarsi können in unterschiedlichen Gelenketagen vorkommen (DeCamp et al. 2016b; Schulz 2012; Vaughan 1987b).

Vollständige Luxationen der Articulatio tarsocruralis sind fast immer mit Frakturen der Malleoli vergesellschaftet (DeCamp et al. 2016b; Campbell et al. 1976; Schulz 2012). Subluxationen entstehen dagegen vor allem bei Abrissen oder Rupturen der tarsalen Kollateralbänder. Ist dabei nur eine der beiden Portionen der Kollateralbänder betroffen, ist die Diagnose meist sehr schwierig (DeCamp et al. 2016b).

Eine plantare intertarsale Subluxation ist die häufigste Verletzung im Bereich der Articulatio tarsi (Dyce et al. 1998). Sie kann traumatisch bedingt oder von degenerativem Ursprung sein. Übergewicht bei mittelalten Hunden und die damit verbundene Überbelastung hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Entstehung dieser Verletzung (Harasen 2002b; Vaughan 1987b). Eine traumatische Verletzung tritt meist gemeinsam mit Frakturen einzelner Tarsalknochen und einer Hyperextension der plantaren Bänder auf (Dyce 1996; Harasen 2002b). Rassedispositionen für eine Spontanruptur der Bandstrukturen und somit eine Subluxation in diesem Bereich wurden von einigen Autoren bei Collies und Shetland Sheepdog beschrieben (Allen et al. 1993; DeCamp et al. 2016b; Dyce 1996; Muir u. Norris 1999; Vaughan 1987b).

Zu den Subluxationen der dorsalen intertarsalen Gelenketage gehören die der Articulatio calcaneoquartalis und der Articulatio talocalcaneocentralis. Die dabei auftretende Hyperextension aufgrund von dorsaler Instabilität ist allerdings sehr selten (Allen, M. J., Dyce, J., Houlton 1993). Häufiger entstehen Subluxationen in diesem Bereich durch Degeneration als durch ein Trauma (Schulz 2012). Da die Bänder in diesem Bereich eher eine Nebenrolle in Bezug auf die Stabilität des Tarsalgelenkes spielen, sind oft nur chronische Lahmheitserscheinungen und nur wenig oder keine

---

Achsenabweichungen des Gelenkes erkennbar. In diesen Fällen ist meist ein stabilisierender Verband und ein Ruhighalten des Hundes für den Zeitraum der Rehabilitation der Läsion ausreichend (Allen, M. J., Dyce, J., Houlton 1993; Harasen 2002b).

Bei etwa 12% der Patienten mit verletzten Bandstrukturen im Tarsalbereich liegen tarsometatarsale Luxationen vor (Penwick u. Clark 1988). Diese entstehen meist durch ein starkes Trauma, wie ein Autounfall oder ein Sturz aus größerer Höhe. Ferner gehen diese oft mit Frakturen einzelner Ossa tarsi einher (Allen et al. 1993; Campbell et al. 1976; DeCamp et al. 2016b; Dyce et al. 1998; Schulz 2012; Harasen 2002b; Penwick u. Clark 1988). In Bezug auf Subluxationen der Gelenketage der Articulatio tarsi sind vermehrt Fälle beim Collie beschrieben (Campbell et al. 1976).

Das große Os tarsale quartum, welches sich über zwei Gelenketagen streckt, dient als Stützfeiler für die anderen Ossa tarsi der distalen Reihe. Daher sind Instabilitäten in dieser Etage sehr selten (Penwick u. Clark 1988).

#### 2.2.2.1.2 Luxationen einzelner Ossa tarsi

Die Luxation an der Basis des Talus tritt beim Hund sehr selten auf (DeCamp et al. 2016b; Gorse et al. 1990; Macias et al. 2000). Wenn diese erst spät entdeckt wird, stellt sich die Reposition als sehr schwierig dar. Zudem muss aufgrund des Ansatzes des medialen Kollateralbandes eine mediale Instabilität überprüft werden (DeCamp et al. 2016b).

Verletzungen des Os tarsi centrale sind bei Hunden, Greyhounds ausgenommen, sehr selten (Boudrieau et al. 1984; Harasen 1999). Eine Luxation dieses Knochens tritt meist in Verbindung mit einer Fraktur auf (DeCamp et al. 2016b; Harasen 1999). Die Dislokation des Os tarsi centrale erfolgt überwiegend nach dorsomedial. Nur der plantare Vorsprung, der durch das Ligamentum plantare longum fixiert ist, verbleibt dann in der ursprünglichen Position (DeCamp et al. 2016b). Bei den häufiger betroffenen, im Rennsport aktiven Greyhounds ist fast immer das rechte Os tarsi centrale betroffen, weil sich diese Gliedmaße im Rennen auf der „Außenseite“ der

---

Rennbahn befindet. Deshalb können die Scherkräfte an dieser Lokalisation am meisten wirken (Piermattei et al. 2006).

## **2.3 Alternativen der Versorgung**

### **2.3.1 Arthrodesen**

Der konservative Behandlungsversuch von Verletzungen im Bereich des Bandapparates der *Articulatio carpi* oder der *Articulatio tarsi* wird insbesondere bei großen und aktiven Rassen als nicht erfolgversprechend angesehen, weil eine zufriedenstellende Funktion des Gelenkes häufig nicht wieder hergestellt werden kann (DeCamp 2016c; Buote et al. 2009). Die willkürliche Ausrichtung der im Rahmen der Narbenbildung entstandenen Kollagenfasern wird als Ursache einer mangelhaften Belastbarkeit angesehen. Die Folge ist, dass den in diesem Bereich wirkenden Zugkräften nicht standgehalten wird und so eine Instabilität des Gelenkes entsteht. In der Folge daraus resultiert zusätzlich eine Arthrose (DeCamp 2016c; Harasen 2002a; Jaeger u. Canapp 2008; Piermattei et al. 2006). Durch eine Gelenkversteifung kann die Stabilität der betroffenen Gliedmaße bei akuter Durchtrittigkeit, wie einer karpalen Hyperextension oder plantaren Bandrupturen an der *Articulatio tarsi*, wieder hergestellt werden (Dyce 1996). Dabei wird die partielle von einer vollständigen Arthrodesen unterschieden.

Bei der *partiellen Arthrodesen* wird nur eine der Gelenketagen des Karpal- bzw. Tarsalgelenkes versteift, die Funktion der anderen Gelenketagen wird weitgehend erhalten (DeCamp et al. 2016a). An der *Articulatio carpi* betrifft dies vor allem die *Articulatio mediocarpea* und *carpometarpea* (Buote et al. 2009; DeCamp et al. 2016a; Harasen 2002a; Johnson 1980). Die physiologische Bewegungsfreiheit der *Articulatio carpi* bleibt dabei fast vollständig erhalten, was von besonderer Bedeutung ist, da etwa 90% der ROM des Karpalgelenkes von der *Articulatio antebrachio-carpea* stammt (Buote et al. 2009; DeCamp et al. 2016a; Köstlin u. Waibl 1986). In der *Articulatio tarsi* können ganze Gelenketagen oder einzelne Gelenke zwischen verschiedenen *Ossa tarsi* versteift werden (DeCamp et al. 2016a; Harasen 2002b).

---

Für diese Methode können sowohl am Karpus als auch am Tarsus Bohrdrähte, allein oder in Kombination mit einer Zuggurtung, Zugschrauben, ein Fixateur externe, eine Platte oder eine Kombination dieser Möglichkeiten genutzt werden (Allen, M. J., Dyce, J., Houlton 1993; DeCamp et al. 2016a, 2016b; Dyce et al. 1998).

Bei einer *Panarthrodese* wird operativ eine irreversible Fusion aller drei Gelenketagen der *Articulatio carpi* bzw. aller vier Gelenketagen der *Articulatio tarsi* angestrebt (DeCamp et al. 2016a; Dyce 1996; Schulz 2012). Dabei wird das Karpal- oder Tarsalgelenk versteift und damit seine ursprüngliche Funktion vollständig zerstört (DeCamp et al. 2016a). Ziel ist, die funktionelle Wiederherstellung der Gliedmaße (Dyce 1996). Dies Ziel kann mittels Plattenosteosynthese oder Fixateur externe erreicht werden. Die letztere Methode wird vor allem bei infizierten Wunden genutzt (DeCamp et al. 2016a). Der Fixateur Externe (Fix ex) Typ IIb ist dabei die einfachste Form eines Fixateur externe für eine Arthrodese der *Articulatio carpi* bzw. *tarsi* (DeCamp et al. 2016b). Dabei können die Nägel bilateral und uniplanar angebracht werden (Schulz 2012). Knochenplatten werden dagegen den Knochen direkt an der *Articulatio carpi* dorsal oder palmar angelegt, um die einzelnen Gelenketagen zu verbinden. An der *Articulatio tarsi* können die Platten cranial und dorsal, spezielle Arthrodeseplatten auch medial oder lateral an der Tibia und den *Ossa tarsi* fixiert werden (DeCamp et al. 2016b). Der Arthrodesewinkel des jeweiligen Gelenkes sollte annähernd dem physiologischen Standwinkel entsprechen, um eine bestmögliche Gliedmaßenbelastung des Patienten zu erreichen. Für die Bestimmung des individuellen Standwinkels kann die kontralaterale Gliedmaße als Vorlage herangezogen werden. So wird ein dorsaler Winkel von 168-170° für die *Articulatio carpi* angestrebt (Dyce 1996; Harasen 2002a). Die *Articulatio talocrurale* sollte nach dem Eingriff einen dorsalen Winkel von 135-145° aufweisen und der intertarsale Winkel sollte 180° betragen (Dyce 1996).

Ein aseptisches Operationsfeld ist die Voraussetzung für eine erfolgreiche Arthrodese. Um größere Blutungen im Operationsgebiet zu vermeiden, kann proximal davon ein Esmarch-Schlauch an der betroffenen Gliedmaße angelegt werden (Dyce 1996). Unverzichtbar ist stets die gründliche Entfernung allen Gelenkknorpels, damit die Fusion der Knochen vollständig ablaufen kann (DeCamp et al. 2016a, 2016b; Dyce

---

1996; Harasen 2002a; Penwick 1987). Um Scherkräfte zu minimieren und eine optimale Kontaktfläche der am zu versteifenden Gelenk beteiligten Knochen zu gewährleisten, können zudem die Kontaktflächen flach reseziert werden. Allerdings ist dies aufwendig und führt durch den Knochenverlust stets auch zu einem Längenverlust der betroffenen Gliedmaße (DeCamp 2016c; Buote et al. 2009). Einige Autoren raten zur autologen Spongiosatransplantation an die Fusionsregionen, da dadurch der knöcherne Durchbau signifikant beschleunigt wird (Buote et al. 2009; Dyce 1996; Harasen 2002a; Johnson 1980; Penwick 1987). Die Spongiosatransplantate können die durch die Entfernung des Gelenkknorpels und/ oder der Knochenanteile verursachten Defekte auffüllen und die Osteogenese stimulieren (Johnson 1980). Auch ohne diese Vorgehensweise sollte eine Röntgenkontrolle sechs bis acht Wochen postoperativ angeraten werden, um die knöcherne Fusion zu kontrollieren (DeCamp et al. 2016b, 2016a; Dyce 1996).

Im weiteren Verlauf ist ein postoperativer Verband in den ersten Tagen unerlässlich, um die Weichteilschwellungen auf ein geringes Maß zu reduzieren. Der Verband sollte regelmäßig gewechselt werden. Nach Einsatz einer Esmarch-Blutsperre muss ein Druckverband angelegt werden und spätestens nach 24 Stunden kontrolliert werden (Dyce 1996). Laut Harasen (2002b) kann die Ausheilung durch eine externe Unterstützung, wie zum Beispiel durch eine Orthese, beschleunigt werden. Die Heilungsphase beträgt dabei vier bis acht Wochen. Die Orthese muss in diesem Zeitraum konsequent getragen werden.

#### 2.3.1.1 Häufige Komplikationen bei karpalen und tarsalen Arthrodesen

Nach Cook et al. (2010) lassen sich die Komplikationen in der Beurteilung klinischer orthopädischer Studien in katastrophale, bedeutende oder ernsthafte und unerhebliche Komplikationen einteilen. Katastrophale Komplikationen werden dadurch definiert, dass sie dauerhaft zu einer inakzeptablen Funktion der Gliedmaße, direkt zum Tode oder zur Euthanasie des Patienten geführt haben. Ernsthafte Komplikationen erfordern eine erneute chirurgische Intervention oder die weitere medikamentöse Therapie, welche bei einer unerheblichen Komplikation, wie einer

---

lokalen Schwellung, einem Hämatom oder Serom etc., nicht zwangsläufig erforderlich sind. Verschiedene Autoren beschreiben ein katastrophales Komplikationsergebnis in 28-32% der operierten Fälle einer pankarpalen Arthrodesen, unerhebliche Komplikationen kommen in 6-9% der Fälle vor (Bristow et al. 2015; Tuan et al. 2019). Eine weitere Studie kann keine unerheblichen, allerdings auch in 41,2% Fällen katastrophale Komplikationen nachweisen (Ramirez u. Macias 2016). Signifikante Risikofaktoren für eine ernsthafte Komplikation sind laut Roch et al. (2008) das Körpergewicht und eine Panarthrodesen im Vergleich zu einer partiellen Arthrodesen.

Die vollständige Versteifung eines Gelenkes, wie sie bei einer Panarthrodesen erfolgt, birgt per se das Problem, dass die betroffene Gliedmaße nicht mehr vollständig von dem Hund genutzt werden kann (DeCamp et al. 2016a). Dieser Funktionsverlust kommt vor allem bei Arbeitshunden zum Tragen (Griffon 2016). Eine Studie mit 50 Hunden mit pankarpaler Arthrodesen und einer anschließenden Besitzerumfrage nach durchschnittlich 18 Monaten ergab folgende subjektive Beurteilung der Lahmheit des jeweiligen Hundes. In 74% der Fälle beurteilten die Besitzer das Nutzen der Gliedmaße durch ihre Hunde als normal, 7% der Hunde zeigten gelegentliche Lahmheiten, 7% waren geringgradig lahm und 12% der Hunde zeigten einen moderaten Lahmheitsgrad (Denny u. Barr 1991). Die Studie verzeichnet eine gute Beurteilung der Klinik der Hunde. Im Vergleich dazu zeigte jedoch eine andere Studie, dass die kinetischen Parameter bei Hunden zwei Jahre nach einer Arthrodesen des Karpalgelenkes im Vergleich zu einer gesunden Vergleichsgruppe schlechter waren (Andreoni et al. 2010). Eine Panarthrodesen resultiert im Vergleich zu einer partiellen Arthrodesen in einer vermehrten Bewegungseinschränkung eines Gelenkes. Aus diesem Grund können durch partielle Arthrodesen bessere Resultate erzielt werden (Gorse et al. 1990; Muir u. Norris 1999).

Die häufigste ernsthafte Komplikation nach einer carpalen Arthrodesen ist laut einer Studie von Buote et al. (2009) das Implantatversagen. Diese Komplikation kann mit oder ohne Infektion einhergehen (Buote et al. 2009). Andere Autoren berichten nach pancarpalen Arthrodesen von bis zu 26% Implantatbrüchen, Implantat- oder Schraubenlockerungen (Bristow et al. 2015; Clarke et al. 2009; Denny u. Barr 1991; Johnson 1980). Differenzierter betrachtet Griffon (2016) die Lockerung der Schrauben

---

als die häufigste Ursache eines Implantatversagens nach einer Arthrodese. Als die zweithäufigste Ursache wird die Pinlockerung im Falle eines Fixateur externe beschrieben. Dafür kann eine falsche Anzahl der Pins, deren unpassender Durchmesser oder eine inadäquate Rahmenkonstruktion des Fixateurs verantwortlich sein (Griffon 2016). Die mit einem gelockerten Implantat assoziierte Lahmheit verschwindet in der Regel, wenn dies entfernt wurde und eine ausreichende Fusion der Knochen erfolgen konnte (Denny u. Barr 1991; Whitelock et al. 1999).

Andere Autoren führen als die häufigste ernsthafte postoperative Komplikation eine Infektion des Operationsbereiches an (Bristow et al. 2015; Ramirez u. Macias 2016). In der Studie von Verwilghen und Singh (2015) basiert die Infektionsdiagnose auf den Standards des *Center for Disease Control and Prevention, Atlanta*. In der untersuchten Gruppe von 12 operierten Hunden mit pancarpaler Arthrodese wiesen vier Gliedmaßen eine solche Infektion auf. Eine Implantatentfernung wurde in diesen Fällen nach durchschnittlich 161 Tagen durchgeführt. Drei der entnommenen mikrobiologischen Tupferproben waren positiv und es konnten zweimal *Staphylococcus aureus* und einmal *Staphylococcus intermedius* nachgewiesen werden (Tuan et al. 2019).

Ein weiteres Problem stellen unmittelbar mit dem Eingriff assoziierte Knochenfrakturen dar. Diese Frakturen werden meistens durch das Implantat verursacht. Sie sind vor allem an kleineren Knochen, wie den *Ossa metacarpalia* und *metatarsalia*, beschrieben (Griffon 2016; Tuan et al. 2019). Die Verwendung von Schrauben mit einem kleineren Durchmesser senkt das Risiko für solche Art von Frakturen deutlich (Whitelock et al. 1999). Ebenso kann ein in seinem Durchmesser relativ zum Knochen zu großes Implantat zum Phänomen der Stressprotektion führen (Buote et al. 2009). Röntgenologisch ist eine Stressprotektion anhand einer Verringerung des physiologischen Knochendurchmessers und einer trabekulären Zeichnung des kortikalen Knochens unterhalb des Implantates zu erkennen. Die Stabilität des Knochens ist in diesen Fällen vermindert (Uthoff u. Dubuc 1971).

Eine unvollständige knöcherne Durchbauung des Gelenkes kann durch mehrere Faktoren beeinflusst werden. Neben der oben genannten Implantatlockerung werden

---

eine fehlende Spongiosatransplantation und eine unvollständige Knorpelresektion genannt (Dyce 1996; Griffon 2016). Von der unzureichenden Gelenksknorpelentfernung ist am häufigsten die *Articulatio carpometacarpea* betroffen, da die Gelenkflächen für diesen intraoperativen Schritt mechanisch am schwierigsten dargestellt werden können (Dyce 1996).

Bei tarsometatarsalen Arthrodesen, die mit einer medial aufgebrachten Platte durchgeführt worden sind, wird von plantaren Nekrosen der Haut am Tarsus berichtet (Roch et al. 2008). In einer Studie mit 40 Hunden trat diese postoperative Komplikation in 15% der Fälle auf. Ferner zeigte sich im klinischen Bild nach durchschnittlich 16 Tagen ein devitalisiertes Ballen- und Hautgewebe plantar des Metatarsus. In zwei Fällen musste deshalb die zweite Zehe und in einem Fall die gesamte betroffene Gliedmaße amputiert werden. Ein Hund der Studie wurde wegen einer schweren plantaren Nekrose am Metatarsus euthanasiert. Die Autoren vermuteten eine Verletzung vitaler Gefäße beim Entfernen des Gelenkknorpels oder während des Aufbringens der Platte und Schrauben. Weitere prädisponierende Faktoren dafür können eine postoperative Schwellung, exzessive Wundspannung oder ein schlecht angelegter Verband sein (Roch et al. 2008).

Im Anschluss an Arthrodesen sowohl an der *Articulatio carpi* als auch an der *Articulatio tarsi* wird in der Literatur das Auftreten von Automutilationsverletzungen beschrieben (Buote et al. 2009; Köstlin u. Waibl 1986; Vaughan 1985b). Die Neurektomie des Hautnervenastes unmittelbar proximal der betroffenen Region ist eine mögliche Therapie dieser Komplikation (Forterre et al. 2009).

Zusätzlich können neben den bisher genannten postoperativen Komplikationen auch intraoperative Probleme auftreten. Dazu gehören neben einem schwierigen Wundverschluss ein suboptimales Anbringen der Schrauben, dislozierte Knochen, eine falsche Plattengröße oder eine fehlerhafte Plattenplatzierung (Griffon 2016; Roch et al. 2008).

---



### 2.3.1.2 Kontraindikationen für Arthrodesen

Nicht bei jedem Patienten ist die Arthrodesese für die Therapie eines Hyperextensionssyndroms oder einer anderen Gelenksinstabilität des Karpus oder Tarsus geeignet. Für Hunde, die sich noch im Wachstum befinden und deren Skelett noch nicht vollständig ausgereift ist, sind Arthrodesen nicht indiziert. Die Patienten sollten deshalb mindestens sechs Monate alt sein, bevor eine solche Operation erfolgen kann. Andernfalls ist mit einer Verkürzung der betroffenen Gliedmaße zu rechnen (Dyce 1996).

Als weitere Kontraindikation führt Dyce (1996) eine Störung der sensorischen neurologischen Funktion der distalen Gliedmaßen an. Sie gilt als Ursache eines erhöhten Risikos für Automutilation und Exkoration. Laut Frost und Lumb (1966) erfolgte bei etwa 25% der Hunde mit einer Karpalgelenkspanarthrodesese, die zuvor eine induzierte Plexus-brachialis-Läsion erhielten, der Nachweis für eine Automutilation der betroffenen Gliedmaße. Patienten mit diesen Defiziten sind deshalb für Arthrodesen in diesem Bereich nicht geeignet.

## 3 Material und Methoden

### 3.1 Orthesen

Orthesen sind äußerlich angewendete Hilfsmittel, die ein verletztes Körperteil unterstützen, ausrichten, immobilisieren oder schützen sollen (Marcellin-Little et al. 2015; Mich 2011; Mich u. Kaufmann 2018). Orthesen können ergänzend zu einer chirurgischen Interventionen prä- oder postoperativ aber auch als Alternativmethode eingesetzt werden. Der Einsatz von Orthesen minimiert präoperativ Muskelatrophien und kann darüber hinaus weiteren Verletzungen vorbeugen. Daneben kann der postoperative Einsatz von Orthesen die Heilung des verletzten Körperteils durch Stabilisation beschleunigen und das Management kann verbessert werden. Auch kann ein Cast-Verband durch eine Orthese ersetzt werden (Carr et al. 2016; Mich 2011). Eine Orthese wird je nach Indikation und betroffener Gliedmaße als *flexibel* (*nicht-*

---

*rigid*), *halbsteif (semirigid)* oder *vollsteif (rigid)* kategorisiert (Collins et al. 2019; Canapp et al. 2012). *Flexible Orthesen* bestehen häufig nur aus Neopren oder einem anderen flexiblen Material sowie Klettverschlüssen. Die Unterstützung der Gliedmaße ist abhängig von der Härte des Materials und der Festigkeit, mit der die Verschlüsse angezogen werden. Die *halbsteifen Orthesen* werden aus wärmeverformbaren Stoffen hergestellt und können gelenkartige Ergänzungen enthalten, mit denen eine kontrollierte Bewegung möglich ist. Darüber hinaus können Streben aus unterschiedlichen Materialien eingearbeitet werden, die je nach Indikation mehr oder weniger Unterstützung bieten. Im Bereich der Rehabilitation können diese Streben dann beispielsweise Schritt für Schritt ausgetauscht oder reduziert werden. Das Gelenk des betreffenden Tieres wird so langsam an eine steigende Belastung gewöhnt. *Vollsteife Orthesen* sollen ähnlich wie ein Cast-Verband die vollständige Ruhigstellung der betroffenen Gliedmaße gewährleisten. Sie werden aus hitzestabilen Kunststoffen hergestellt und garantieren eine maximale Unterstützung des zu stabilisierenden Gelenkes (Collins et al. 2019; Canapp et al. 2012). Im Allgemeinen können Orthesen in zwei Gruppen eingeteilt werden. Auf der einen Seite gibt es *statische Orthesen*. Diese weisen eine Winkelung in einer festgelegten Position auf. Bei Frakturen oder Verletzungen der Sehnen oder Bandstrukturen kann die Bewegung des Gelenkes auf ein geringes Maß minimiert werden, um die Heilung zu unterstützen. Im Vergleich zu der Verwendung eines Cast-Verbandes zeichnet sich die Orthese durch das einfache Abnehmen und Anlegen aufgrund der integrierten Klettverschlüsse aus. Auf der anderen Seite stehen die *dynamischen Orthesen*. Diese enthalten Gelenke und erlauben der Gliedmaße eine kontrollierte Bewegung in einem festgelegten Bewegungsumfang. Dadurch kann bei Gelenkinstabilitäten einer weiteren Läsion der Bandstrukturen vorgebeugt werden oder es kann postoperativ die Heilung unterstützt werden (Canapp et al. 2012). Des Weiteren ist eine Einteilung der Orthesen nach ihrer Funktionalität möglich. Orthesen, die für *Rehabilitations- oder Prophylaxezwecke* entwickelt worden sind, können zum Beispiel bei einer Achillessehnenruptur die Bewegungsfreiheit der *Articulatio tarsi* einschränken und so eine Reruptur der Sehne verhindern oder eine Ausheilung nach chirurgischer Versorgung unterstützen. Nach Verletzungen der Bandstrukturen am Tarsus kann die

---

Orthese eine wichtige Stütze darstellen. Sind dabei Bänder, Gelenkkapseln oder periartikuläre Sehnen betroffen, kann durch die Orthesen eine Unterstützung für eine vollständige Ausheilung bewirkt werden (Marcellin-Little et al. 2015). Nach einer Amputation einer Gliedmaße kann die kontralaterale Gliedmaße wiederum durch eine Orthese gestützt werden und so einer Überbelastung vorgebeugt werden (Collins et al. 2019). Ferner können *funktionale Orthesen* eine lebenslange Unterstützung für Patienten mit chronisch instabilen Gelenken sein. Für eine aus verschiedenen Gründen nicht operable vollständige Kreuzbandruptur beim Hund, ist die Orthese eine Möglichkeit der Wiederherstellung der Funktion des Kniegelenkes. Dies kann dem Patienten ein annähernd normales Leben ermöglichen (Collins et al. 2019).

### **3.1.1 Material und Herstellungsprozess von Orthesen**

In dieser Studie werden für jeden Patienten individuell hergestellte Orthesen evaluiert. Der überwiegende Anteil der Orthesen wurden dabei von Orthopädietechnikern eines Sanitätshauses (Sanitätshaus Staszak, Lüneburg/ Deutschland) bezogen, das sich auf die Orthesenherstellung für Hunde spezialisiert hat. Die im Folgenden erfasste Beschreibung des Herstellungsprozesses von Orthesen beruht auf den mündlichen Angaben der Orthopädietechniker des o. g. Sanitätshauses und einer ähnlichen Beschreibung durch Collins et al. (2019).

Der Herstellungsprozess von Orthesen gliedert sich in verschiedene Schritte. Der erste Schritt der individuellen Anpassung einer Orthese besteht in der Anfertigung von Gipsabdrucken der Gliedmaße des Hundes. Während dieses Vorganges liegt der Hund in Seitenlage (Entlastung der Gliedmaße). Dafür wird ein sogenannter Trikotschlauch als Schutz über die betroffene Gliedmaße gezogen. Nachfolgend wird eine in Wasser getränkte Gipsbinde über die Gliedmaße gelegt und manuell an den Umriss der Gliedmaße modelliert. Nachdem der Gips ausgehärtet ist, wird dieser abgenommen und als Negativvorlage für eine Gipsnachbildung der Gliedmaße verwendet. Die modellierte Gipsvorlage ermöglicht es, eine Probeorthese zu entwickeln, die optimal an die Anforderungen des Hundes angepasst ist. Individuelle Funktionen und Druckflächen können dabei berücksichtigt werden. Die Probeorthese

---

wird aus durchsichtigem Polyethylenterephthalat (PET) angefertigt. PET wird dafür auf 185° Celsius in einem Ofen erhitzt und mithilfe von Unterdruck an den Gips angezogen. Nach dem Ausschneiden kann die in zwei Hälften geschnittene Orthese für eine erste Anprobe am Patienten genutzt werden. Die durchsichtige Probeorthese ermöglicht einen direkten Blick auf die Hundegliedmaße. Dadurch können Drehpunkte, Auf- und Anlageflächen, sowie die Außenmaße individuell bestimmt und angepasst werden. Die auf die medizinische Indikation angepasste Probeorthese dient als Negativvorlage für den sogenannten Fertigungsgips. Diese angepasste Gipsform der zu versorgenden Gliedmaße wird mit einer Distanzschicht aus etwa vier mm dickem Mikrokork oder Polyethylenschaum überzogen. Dieser dient als „Platzhalter“ für das spätere Polster. Nachfolgend werden Auflagen in Form von Nieten für die späteren Drehpunkte angebracht. Darüber wird ein Trikotschlauch als Evakuierungsschicht gezogen. Dann wird eine Polyethylenplatte im Ofen auf 170° Celsius erhitzt und unter Vakuum an den Fertigungsgips angezogen. Nach dem Aushärten wird die Orthesengrundlage zugeschnitten und geschliffen. Falls die Orthese aus zwei gelenkig miteinander verbundenen Teilen besteht, wird nach der Anfertigung des ersten Teils noch ein zweiter Teil angepasst. Die zwei Teile werden dann durch Schraubverbindungen beweglich miteinander verbunden. Im nächsten Schritt werden die Klettgurte mit Hohlklett auf der Orthese befestigt. Die Lage und Anzahl der Verschlüsse hängen von der Größe des Tieres und der anatomischen Lage der Orthese ab. Zuletzt werden die Innenpolster aus einem Polyethylenschaum zugeschnitten, mit Thermokleber im Inneren der Orthese befestigt und der Randverlauf begradigt und abgeschliffen. Dieses Polster ist je nach Gewicht des Hundes vier bis sechs mm dick und dient dem Schutz der Gliedmaße vor Druckstellen. Das Polster ist zugleich auch der limitierende Haltbarkeitsfaktor. Der anfangs stabile und zugleich flexible Schaum wird unter Umwelteinflüssen spröde und hart und muss nach etwa einem halben Jahr ausgewechselt werden. Die Orthese selbst ist laut Hersteller je nach Nutzung circa ein Jahr lang in ihrer Funktion stabil.

---

### **3.1.2 Handhabung und Anwendung von Orthesen**

Der zentrale Fokus in Bezug auf die Verwendung der Orthese liegt in der Unterstützung der Bewegung des Hundes. Aus diesem Grund sollte die Orthese vor allem beim Gehen oder Spielen getragen werden (Collins et al. 2019).

Der Patient muss an das Tragen der Orthese gewöhnt werden, damit diese erfolgsversprechend eingesetzt und eine gute Funktionalität gesichert werden kann (Collins et al. 2019). In der Gewöhnungs- oder Konditionierungsphase sollte die Orthese laut Hersteller (Sanitätshaus Staszak) mehrmals täglich für etwa 15 Minuten der betroffenen Gliedmaße angelegt werden. In dieser Zeit sollte der Hund beobachtet werden. Anschließend erfolgt die Mobilisierungsphase. An der Leine können nun kurze Spaziergänge erfolgen, die nach und nach zeitlich ausgedehnt werden. Nach einer ausreichenden Adaption an die Orthese sollte diese bei jeder Belastung und Bewegung getragen werden. Das Tragen der Orthese in den Nachtstunden sollte je nach Indikation individuell entschieden werden. Die Verwendung einer Orthese in einem Zeitrahmen von über 24 Stunden kann beispielsweise bei einer postoperativen Unterstützung oder bei Pseudarthrosen indiziert sein und durch den Tierarzt empfohlen werden (Collins et al. 2019). Der gesamte Zeitraum der Tragedauer richtet sich nach Indikation und der Entwicklung der Klinik des Patienten und sollte in Absprache mit dem behandelnden Tierarzt bestimmt werden.

Das Anlegen der Orthese sollte im Stand und an der unbelasteten Gliedmaße erfolgen. Danach wird zunächst der mittlere Verschluss geschlossen. Daraufhin folgen dann der proximale und der distale Verschluss. Das Schließen des mittleren Verschlusses zu allererst ist besonders wichtig, um den korrekten Sitz zu gewährleisten und Druckstellen weitgehend zu vermeiden. Nach Schließen aller Verschlüsse sollte die Orthese an der Gliedmaße nicht mehr verschieb- oder drehbar sein.

Die Orthese sollte laut Hersteller regelmäßig mit klarem Wasser und ohne Reinigungsmittel gereinigt werden, um die Unversehrtheit des Materials zu wahren. Ein vollständiges Trocknen an der Luft wird empfohlen, da sich die verwendeten Kunststoffe bei hohen Temperaturen verformen können oder leicht entflammbar sind.

---

## **3.2 Versuchsbeschreibung**

### **3.2.1 Kontrollzeitraum und Patienten**

#### **3.2.1.1 Häufigkeit**

Eingangs wurden 40 Hunde aus den Akten von drei Kleintierkliniken in Norddeutschland ermittelt, die in den Jahren von 2014 bis einschließlich 2019 eine individuell angepasste Orthese für das Karpal- oder Tarsalgelenk erhalten haben. Davon waren vier Hunde zum Zeitpunkt der Datenerhebung verstorben und konnten in dieser Studie nicht berücksichtigt werden. Weitere 13 Hunde fielen aus der Studie, weil ihre Besitzer einer Teilnahme nicht zustimmten oder keine Rückmeldung der Daten erfolgte.

Die Datenerhebung in Bezug auf den Therapieerfolg wurde daher an 23 Hunden durchgeführt. Bei 16 dieser 23 Hunde wurde die vollständige Datenerhebung (Besitzerfragebogen und klinische Kontrolluntersuchung) durchgeführt. Bei sieben Hunden erfolgte mithilfe des Fragebogens eine telefonische Datenerhebung oder eine Datenerhebung per E-Mail.

Von den 23 Hunden wiesen 15 Tiere eine Verletzung am Karpus auf. Davon waren bei zwei Hunden die Karpalgelenke beidseits betroffen, woraus sich eine Gesamtanzahl an 25 zu beurteilenden Gelenken ergibt. 8 Tiere zeichneten sich durch eine Verletzung am Tarsus aus, welche mittels einer individuell angefertigten Orthese therapiert wurde. In der Tabelle 1 wird die Verteilung der betroffenen Gelenke mit einer Orthese auch hinsichtlich der betroffenen Körperseite dargestellt.

---

**Tabelle 1: Gelenksverteilung von n = 25 mit einer Orthese versorgten Gelenke.**

n = Anzahl

<b>Gelenke mit Orthese</b>	<b>n</b>
<b>Karpus rechts</b>	11
<b>Karpus links</b>	6
<b>Tarsus rechts</b>	3
<b>Tarsus links</b>	5
<b>Insgesamt</b>	25

## 3.2.1.2 Altersverteilung

Das Durchschnittsalter aller 23 Hunde, von denen Daten erhoben werden konnten, betrug zum Zeitpunkt der klinischen Kontrolle bzw. der telefonischen Datenerhebung und der Online- Datenerhebung rund 6,52 Jahre, wobei das jüngste Tier etwa ein Jahr und das älteste Tier 13 Jahre alt war. In Tabelle 2 ist die Altersverteilung in Abhängigkeit von der Lokalisation der Orthese dargestellt.

**Tabelle 2: Altersverteilung von n = 23 mit einer Orthese versorgten Hunde.**

n = Anzahl der Hunde, Min. = Minimum, Max. = Maximum

<b>Gelenk mit Orthese</b>	<b>n</b>	<b>Arithmetischer Mittelwert des Alters des Hundes</b>	<b>Min.</b>	<b>Max.</b>
<b>Karpus</b>	15	5,8	1	10
<b>Tarsus</b>	8	7,875	4	13
<b>Insgesamt</b>	23	6,523	1	13

### 3.2.1.3 Geschlechtsverteilung

Bei den 23 Patienten, von denen Daten erhoben werden konnten, handelt es sich um 15 männliche und 8 weibliche Hunde. Nachfolgend ist die Geschlechtsverteilung in Verbindung mit der Lokalisation der Orthese tabellarisch dargestellt.

**Tabelle 3: Geschlechtsverteilung von n = 23 mit einer Orthese versorgten Hunde.**

<b>Gelenk mit Orthese</b>	<b>Geschlecht</b>	<b>Männlich</b>	<b>Weiblich</b>	<b>Gesamt</b>
<b>Karpus</b>		9	6	15
<b>Tarsus</b>		6	2	8
<b>Gesamt</b>		15	8	23

## 3.2.2 Methoden

### 3.2.2.1 Besitzerfragebogen

Aufgrund der relativ kleinen Probandengruppe wurde neben einer für alle Patienten geplanten Kontrolluntersuchung ein Fragebogen erstellt (siehe Anhang 1), der mithilfe der Angaben der Besitzer ausgefüllt wurde. Dieser sollte zusätzliche Ergebnisse von allen Patienten liefern, die aus verschiedenen Gründen nicht an der Kontrolluntersuchung teilnehmen konnten.

Neben der allgemeinen Erfassung des Signalements, weiterer Patientendaten, der bisher erfolgten Therapie und des Krankheitsverlaufes wurde die Lahmheit des Hundes vor und nach der Therapie mit der Orthese durch den Besitzer eingeschätzt. Dabei sollte das Gangbild mit Orthese beurteilt und einem Lahmheitsgrad nach Millis und Levine (2014) zugeordnet werden. Des Weiteren wurden alle Informationen zur Handhabung der Orthese und aufkommende Probleme in Bezug auf den Anwendungszeitraum erfragt. Auch die Akzeptanz der Orthese durch den Hund wurde anhand von Schulnoten evaluiert. Abschließend sollten die Besitzer die allgemeine



Lebensqualität ihres Hundes mit einer Orthese anhand einer Skala mit fünf Abstufungen bewerten. Diese subjektive Einschätzung sollte einen Überblick über die mögliche Einschränkung des Hundes mit einer Orthese geben.

#### 3.2.2.2 Klinische Kontrolluntersuchung

Alle Hunde, die an der Kontrolluntersuchung teilnahmen, wurden vollständig klinisch und orthopädisch untersucht. Alle Untersuchungen wurden von derselben Person durchgeführt.

Zunächst erfolgte vor jeglicher Manipulation die adspektorische Beurteilung des Gangbildes der Hunde. Dabei wurden die Patienten im Schritt und Trab, wenn möglich mit und ohne Orthese, durch den Besitzer dem Untersucher vorgeführt. Zusätzlich wurde das Vorführen des Hundes gefilmt. Dadurch konnte in fraglichen Fällen eine Analyse des Gangbildes in Zeitlupe am Computer durchgeführt werden.

Die Beurteilung der Lahmheit erfolgte nach dem Schema von Millis und Levine (2014), bei dem in sechs verschiedenen Graden eine Lahmheit im Schritt bzw. Trab unterschieden werden kann:

Grad 0: Hund geht bzw. trabt normal

Grad 1: geringgradige Lahmheit

Grad 2: deutliche Lahmheit mit Belastung der Gliedmaße

Grad 3: hochgradige Lahmheit mit Belastung der Gliedmaße

Grad 4: intermittierende Lahmheit ohne Belastung der Gliedmaße

Grad 5: kontinuierliche Lahmheit ohne Belastung der Gliedmaße

Des Weiteren fanden nach der klinischen Untersuchung eine palpatorische und orthopädische Untersuchung der betroffenen Gliedmaße erst im Stand und dann in Seitenlage statt. Insbesondere wurden dabei die Stabilität des betroffenen Gelenkes, eine Achsenabweichung oder Besonderheiten, wie zum Beispiel abgeschliffene

---

Krallen, beachtet. Die kontralaterale Gliedmaße wurde in jedem Fall vergleichend untersucht.

Auch der Grad der Schmerzhaftigkeit während der Palpation des betroffenen Gelenkes wurde anhand des *Simple Pain Assessment Scores* (Millis u. Levine 2014) in die Beurteilung mit aufgenommen. Mithilfe dieser Skala werden Schmerzen bei der Palpation eines Gelenkes in fünf aufsteigende Schweregrade eingeteilt:

Grad 0: keine Anzeichen von Schmerzhaftigkeit während der Palpation des Gelenkes

Grad 1: Anzeichen von geringgradigem Schmerz während der Palpation des Gelenkes

Grad 2: Anzeichen von mittelgradigem Schmerz während der Palpation des Gelenkes

Grad 3: Anzeichen von starkem Schmerz während der Palpation des Gelenkes

Grad 4: Hund lässt eine palpatorische Untersuchung des Gelenkes nicht zu

Neben den genannten Kriterien wurde ebenfalls der Grad der Bewegungsfreiheit des Gelenkes („range of motion“, ROM), der sich aus der Differenz aus maximaler Streckung und Beugung ergibt, mithilfe eines Goniometers nach der Methode von Jaeger et al. (2002) ermittelt. Diese Untersuchung wurde vergleichend auch an der kontralateralen Gliedmaße durchgeführt.

Ferner wurden die Hunde auf das Vorhandensein von Muskelatrophien untersucht. Dies erfolgte durch eine adspektorische Beurteilung sowie durch eine Abmessung der Muskulatur der betroffenen Gliedmaße mithilfe eines handelsüblichen Maßbandes. Dabei wurde der Umfang der Muskulatur an der betroffenen Vordergliedmaße unmittelbar über dem Ellbogengelenk gemessen. Die Messung an der Hintergliedmaße erfolgte im Zwischenschenkelspalt. Es wurden jeweils drei Messungen durchgeführt, aus denen der Mittelwert errechnet wurde. Die Mittelwerte

---

der kontralateralen Seite dienen wiederum als Vergleichswert, um mögliche Abweichungen feststellen zu können.

Während der Untersuchung der betroffenen Gliedmaße wurde auf mögliche Druckstellen geachtet, die durch das Tragen der Orthese verursacht worden sein könnten.

### **3.2.3 Statistische Auswertung**

Für die statistische Auswertung wurde keine Hilfe anderer Personen oder Programme in Anspruch genommen. Anhand der erhobenen Daten wurden Berechnungen der arithmetischen Mittelwerte durchgeführt.

## **4 Ergebnisse**

Die Ergebnisse dieser Studie stellen sich als sehr variabel dar. Dies resultiert daraus, dass sich die meisten Patientenfälle durch vielseitige Diagnosen auszeichnen und dementsprechend der Grund für die Therapie mittels Orthese sehr unterschiedlich ist.

Der folgende Ergebnisteil ist in zwei Abschnitte gegliedert. Im ersten Abschnitt werden die allgemeinen Ergebnisse des Fragebogens mit den Daten von den teilnehmenden 23 Hunden behandelt und analysiert. Der zweite Abschnitt beschreibt die individuellen Ergebnisse der Kontrolluntersuchung, die bei 16 der 23 teilnehmenden Hunde zusätzlich durchgeführt wurde.

### **4.1 Ergebnisse Besitzerfragebogen**

#### **4.1.1 Anzahl der Korrekturen/ Anpassungen der Orthese**

Wenn eine Druckstelle an der orthesetragenden Gliedmaße festgestellt wird, sollte die Orthese durch einen Fachmann angepasst bzw. nachgebessert werden. Die Anzahl der Anpassungen, die nötig sind, bis die Orthese passgenau ist, der Gliedmaße optimal anliegt und zu keiner erneuten Bildung von Druckstellen oder Wunden führt, variiert von Patient zu Patient. Dies wurde in dieser Studie durch die erhobenen Patientendaten bestätigt.

---

Bei sieben Patienten wurde keine Anpassung oder Korrektur der Orthese vorgenommen. In sechs Fällen waren Druck- oder Wundstellen der Grund dafür. Bei einem Hund blieb die erneute Anpassung der Orthese aus unbekanntem Grund aus. Die Orthese wurde nicht weiter genutzt. In einem Fall wurde die Orthese durch einen Rollwagen, in dem der Hund mit den Hintergliedmaßen befestigt wurde, ersetzt. Die Orthese wurde daraufhin nicht mehr benötigt. In einem weiteren Fall verursachte die Orthese eine offensichtliche Wundstelle, wurde aber nicht durch einen Orthopädietechniker erneut angepasst. Diese Läsionen der Haut wurden von dem Besitzer akzeptiert und mit Salben gepflegt. Die Orthese wurde weiterhin, insgesamt über zwei Jahre, genutzt. Diese sieben Patienten wurden wegen des Abbruchs der Therapie nicht mit in die Berechnung der durchschnittlich erforderlichen Anpassungen mit einbezogen.

Im Mittel wurde eine Orthese nach der in Kapitel 3.1.1 beschriebenen Fertigstellung noch 2,5-mal angepasst. Dabei waren maximal 9 Anpassungen und bei einem Hund nur eine einzige Korrektur der Orthese notwendig, bis der gewünschte korrekte Sitz gewährleistet werden konnte und keine Druckstellen oder Wunden an der Gliedmaße zu weiteren Problemen führte. Die nachfolgende Tabelle 4 gibt einen Überblick über die Häufigkeitsverteilung der Anpassungen der Orthese.

**Tabelle 4: Häufigkeitsverteilung der Anpassungen der Orthese bei n = 23 therapierten Hunden.**

<b>Anzahl der Anpassungen</b>	<b>0<sup>1</sup></b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>
<b>Häufigkeit</b>	7	7	4	1	2	1	0	0	0	1

<sup>1</sup> Patienten, bei denen keine Anpassung der Orthese erfolgte und/oder die Therapie abgebrochen wurde (diese wurden nicht in die Durchschnittsberechnung mit einbezogen)

#### **4.1.2 Hygiene**

Die Hygiene in Bezug auf die Orthese sollte durch die Besitzer bewertet und Probleme in diesem Zusammenhang notiert werden.

Am häufigsten wurden von den Besitzern festsitzende Haare des Hundes im Klettverschluss der Orthese beschrieben. Dies ist vor allem bei langhaarigen Rassen aufgefallen. Die Haare im Verschluss stellten kein primäres Hygieneproblem für den Patienten dar, da diese nicht unmittelbar mit der Gliedmaße in Kontakt standen. Die im Klettverschluss hängenden Haare haben jedoch die Funktion des Klettverschlusses einschränkt. Von den betroffenen Besitzern haben einige angegeben, dass sie diese regelmäßig manuell entfernen würden und der Verschluss danach wieder voll einsetzbar gewesen sei.

Die weitere Reinigung der Orthese gestaltete sich laut aller Besitzer als relativ einfach. Selbst nach Spaziergängen am Strand, konnten Sandreste sehr leicht und vollständig entfernt werden. Alle Besitzer spülten, wie vom Hersteller angewiesen, die Orthese regelmäßig unter fließendem Wasser ohne Reinigungsmittel ab und ließen sie an der Luft trocknen. Eine Besitzerin nutzte zusätzlich eine handelsübliche Zahnbürste, um festsitzenden Schmutz im Bereich der gelenkigen Verbindungen der Orthese entfernen zu können. Es kam bei den verschiedenen Reinigungsprozessen nur in einem Fall zu Ablösungen des innen verklebten Polstermaterials. Dies konnte allerdings erst nach über einem Jahr der Benutzung der Orthese beobachtet werden.

Bei zwei der 23 Hunde wurde durch den Besitzer ein Feinstrumpf zwischen der Gliedmaße und der Orthese angelegt. Dieser sollte der Entstehung von Wundstellen vorbeugen, da sich die optimale Anpassung der Orthese in diesen Fällen als schwierig dargestellt hatte. Wegen des synthetischen Materials und der Feuchtigkeit durch die schwitzende Gliedmaße musste dieser Strumpf regelmäßig gewechselt bzw. gewaschen werden. Er stellte aber kein hygienisches Problem dar.

---

### **4.1.3 Akzeptanz**

Die Beurteilung der Akzeptanz erfolgte subjektiv durch den Besitzer anhand der Schulnoten 1 (sehr gut) bis 6 (schlecht). Dabei gaben vier Besitzer an, dass die Orthese von ihren Hunden sehr gut (Note 1) akzeptiert wurde. Eine gute Akzeptanz (Note 2) wurde bei 11 Hunden beschrieben. Nur ein Hund zeigte eine schlechte Akzeptanz in Bezug auf die Orthese, welches sich durch Belecken der Orthese für einige Tage zu Beginn der Therapie äußerte.

11 der 16 hier beurteilten Hunde liefen unmittelbar nach Anlegen der Orthese ungestört mit der Orthese. Bei sieben der 16 Hunde wurde nach Beginn der Therapie eine kurze „Gewöhnungsphase“ (1-6 Tage) durch den Besitzer beobachtet. Dies äußerte sich häufig in einer temporären Lahmheit der betroffenen Gliedmaße unterschiedlichen Schweregrades. Nach wenigen Schritten stellte sich diese jedoch ein. Nach wenigen Tagen (weniger als eine Woche) konnte dieses Verhalten bei keinem der 16 Hunde mehr beobachtet werden. Die Einschätzung durch den Besitzer, ob eine teilweise vorliegende Lahmheit aus der vorhandenen Verletzung resultierte, die Orthese möglicherweise zusätzliche Schmerzen oder Bewegungseinschränkungen herbeiführte oder die Orthese in einer Lahmheitsverbesserung resultierte und nur aufgrund der Bewegungseinschränkung die vorherige Lahmheit weiterhin bestehend erscheinen ließ, stellte sich als schwierig dar.

### **4.1.4 Lahmheitsevaluation vor und nach der Therapie mit Orthese durch den Besitzer**

Von einigen teilnehmenden Patienten lagen keine Ergebnisse einer Lahmheitsevaluation durch einen Tierarzt vor Beginn der Orthesentherapie vor. Aus diesem Grund wurden die Besitzer gebeten, retrospektiv die Lahmheit vor Beginn der Therapie mit der Orthese und die Lahmheit zum Zeitpunkt der Befragung zu beurteilen. Dies ist sehr subjektiv, hängt vom medizinischen Kenntnisstand des Besitzers ab und dient daher vor allem dem relativen Vergleich des Lahmheitszustandes des Hundes am Therapiebeginn und am Therapieende. Die Hunde befanden sich zum Zeitpunkt

---

der Befragung in unterschiedlichen Therapiestadien („Therapie vorzeitig abgebrochen“, „mitten in der Therapie“, „Therapie bereits beendet“). Daher sind die Ergebnisse individuell zu betrachten, können aber einen vagen Vergleich des Zustandes der Gliedmaße vor und nach der Therapie mit einer Orthese wiedergeben. Die Beurteilung einer Lahmheit wurde von fünf Besitzern aus unbekanntem Gründen nicht durchgeführt. In der nachfolgenden Tabelle 5 sind die 18 auszuwertenden Ergebnisse dieser Befragung vergleichend für jeden Patienten separat dargestellt.

---

**Tabelle 5: Vergleichende Lahmheitsevaluation durch den Besitzer bei n = 18 orthesentragenden Hunden.**

Patientennummer <sup>1</sup>	Geschätzter Lahmheitsgrad <sup>2</sup> VOR DER THERAPIE		Geschätzter Lahmheitsgrad <sup>2</sup> ZUM ZEITPUNKT DER BEFRAGUNG	
	Links	Rechts	Links	Rechts
1		2	1	
2		5	0	
3		5	0	
4		4	1	
5		4-5	0	
6		5	1	
7		3	2	
8		5	1	
9		5	1	
10		2	1	
11		2	2	
12		4-5	1	
13		5	2	
14		3-4	1	
15		2	2	
16		1	0	
17	Links 1	Rechts 2	Links 0	Rechts 0
18	Links 3	Rechts 5	Links 0	Rechts 3



<sup>1</sup> Die Nummerierung der Patienten wird durchgehend im Verlauf der vorliegenden Arbeit fortgeführt. Da nicht von allen Patienten zu jeder Fragestellung Daten erhoben werden konnten, sind einige Patientennummern in den vorliegenden Tabellen folglich teilweise nicht aufgeführt.

<sup>2</sup> nach Millis und Levine (2014)

#### 4.1.5 Lebensqualität des Patienten

Die allgemeine Zufriedenheit und die Lebensqualität des Patienten sind ein wichtiger Faktor für die Beurteilung einer Therapie. Bewirkt eine Therapie, in diesem Fall ein medizinisches Hilfsmittel, eine Verschlechterung des vorherigen Zustandes, sollte dies dringend berücksichtigt werden. Die Besitzer der 23 Hunde, die den Besitzerfragebogen erhielten, sollten anhand einer 5-stufigen Skala („Schlecht“, „Befriedigend“, „Gut“, „Sehr gut“, „Exzellent“) bewerten, wie sie die Lebensqualität ihres Hundes während der Therapie mit der Orthese einschätzen.

Die Frage wurde von fünf Besitzern aus unbekanntem Gründen nicht beantwortet. Daher ergeben sich 18 auszuwertende Ergebnisse dieser Befragung, die in der nachfolgenden Tabelle 6 geordnet nach Ergebnissen dargestellt werden.

**Tabelle 6: Bewertung der Lebensqualität von n = 18 Hunden während des Tragens einer Orthese.**

n = Anzahl

<b>Bewertung</b>	<b>Schlecht</b>	<b>Befriedigend</b>	<b>Gut</b>	<b>Sehr gut</b>	<b>Exzellent</b>	<b>Gesamt</b>
<b>n</b>	0	0	4	9	5	18

## 4.2 Ergebnisse der klinischen Kontrolluntersuchung

### 4.2.1 Einzelfallbeschreibung geordnet nach Tragedauer der Orthese

Im Folgenden werden alle 23 Patienten, von denen Daten erhoben werden konnten, mittels einer kurzen Fallbeschreibung aufgeführt. Allerdings durchliefen nur 16 der nachfolgend genannten Hunde die klinische Kontrolluntersuchung, die den Fragebogen ergänzt hat. Die gewählte Reihenfolge bezieht sich auf die Tragedauer der Orthese.

#### 4.2.1.1 Vorzeitiger Abbruch der Therapie mit Orthese

Sieben der 23 Hunde, von denen Daten erhoben wurden, haben die Orthese aus verschiedenen Gründen nur wenige Tage bis maximal eine Woche getragen. In sechs Fällen (Patienten 10, 15 und 20-23) führte das Tragen der Orthese zu Druckstellen und zu daraus resultierenden Lahmheiten bei den Hunden. Dennoch wurden die Orthesen in diesen sechs Fällen nicht zu einer erneuten Anpassung bei einem Orthopädietechniker vorgestellt. Das Resultat war, dass die Orthesentherapie ganz eingestellt wurde. In einem Fall (**Patient 19**) wurde die Orthese als Unterstützung nach einem Rückenmarksinfarkt für einen 10 Jahre alten Dalmatiner mit 25 kg Körpergewicht angefertigt, der in Folge der neurologischen Defizite eine gelähmte Pfote der linken Hintergliedmaße aufwies. Die Intention der Orthese in diesem Fall sollte sein, das Überköten der linken Hintergliedmaße durch deren Anheben zu verhindern. Als die Orthese nach wenigen Wochen angefertigt worden war, entschieden sich die Besitzer aufgrund eines verschlechterten Bewegungszustandes ihres Hundes für einen Rollwagen, der beide Hintergliedmaßen des Hundes unterstützen sollte. Aus diesem Grund wurde die Orthese nicht weiter angewendet.

Fünf dieser sieben Hunde, die die Orthese nur wenige Tage trugen, wurden nicht zur Kontrolluntersuchung vorgestellt. Einer der sechs Hunde, bei dem die Therapie mit der Orthese nach weniger als einer Woche aufgrund von Druckstellen abgebrochen worden war, wurde erneut in der Klinik vorgestellt und durchlief die klinische Kontrolluntersuchung. Hierbei handelte es sich um einen Labradorrüden, der zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung etwa ein Jahr alt war und 25 kg wog (**Patient 15**).

---

Er erlitt im sechsten Lebensmonat aufgrund einer Bissverletzung durch einen anderen Hund einen vorzeitigen Epiphysenfugenschluss der rechten distalen Ulna. Nach einer Ulnaosteotomie konnte die Varusstellung der rechten Vordergliedmaße nicht vollständig korrigiert werden und eine weiterführende Therapie mit einer Orthese wurde angeraten. Diese wurde wie beschrieben nach wenigen Tagen aufgrund von Druckstellen und einer vermutlich daraus resultierenden plötzlich auftretenden Lahmheit abgebrochen. Die Orthese wurde nicht angepasst und nie wieder angewendet. Der Hund wies bei der Kontrolluntersuchung eine deutliche Varusstellung der rechten Vordergliedmaße auf und zeigte eine Lahmheit Grad 2. Es konnte keine Schmerzreaktion während der Palpation der betroffenen Gliedmaße ausgelöst werden.

Ein weiterer Hund, dessen Therapie mit der Orthese aufgrund von Druck- und Wundstellen vorzeitig abgebrochen wurde und der die Kontrolluntersuchung durchlief, war ein sechsjähriger Herder-Mischlings-Rüde, der ein Körpergewicht von 42 kg hatte (**Patient 10**). Er wies nach einem Sprung über einen Graben eine Bandinstabilität und ein daraus resultierendes Hyperextensionssyndrom am rechten Karpus auf (eine detaillierte Benennung der Bandinstabilität wurde nicht dokumentiert). Dieser Hund zeigte bei der Kontrolluntersuchung ohne Orthese eine deutliche Hyperextension der betroffenen Gliedmaße und eine Lahmheit Grad 1. Bei der palpatorischen Untersuchung des Gelenkes konnte die Schmerzreaktion mit Grad 1 bewertet werden.

#### 4.2.1.2 Tragedauer/ Therapiezeitraum von zwei bis sechs Monaten

Sechs von 23 Hunden (Patienten 1, 4, 5, 6, 12 und 14) trugen die Orthese zum Zeitpunkt der Datenerhebung und der Kontrolluntersuchung mindestens zwei Monate und maximal sechs Monate. Bei allen sechs Hunden dieser Gruppe konnte sowohl die Datenerhebung mittels Besitzerfragebogen als auch die vollständige Kontrolluntersuchung des Patienten durchgeführt werden. Bei zwei der sechs Hunde wurde nach der Kontrolluntersuchung die Therapie mit der Orthese fortgeführt. Bei den übrigen vier Hunden galt die Therapie aus verschiedenen Gründen bereits als abgeschlossen.

---

Im Folgenden werden die Fälle der zwei Patienten beschrieben, die sich zum Kontrollzeitpunkt noch in der Therapie mit der Orthese befanden. Von ihnen konnten somit nur vorläufige Ergebnisse (Zwischenstand) erhoben werden.

Zu diesen Patienten zählt eine 10-jährige, 35 kg schwere Labrador-Deutsch-Kurzhaar-Mischlings-Hündin (**Patient 1**), die aufgrund einer seit etwa einer Woche bestehenden plötzlich aufgetretenen Lahmheit und einer diagnostizierten bandhaften Karpalgelenksverletzung an der linken Gliedmaße eine Orthese erhielt. Die Orthese war zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung seit zwei Monaten im Einsatz. Die Lahmheitsevaluation konnte bei diesem Hund nur mit Tragen der Orthese erfolgen, da die Gefahr einer möglichen, weiteren Schädigung der betroffenen Gliedmaße bestand. Der Hund lief mit Orthese lahmheitsfrei und wies demnach den Lahmheitsgrad 0 auf. Bei der palpatorischen Untersuchung der betroffenen Gliedmaße konnte sowohl während des Tragens der Orthese als auch ohne diese keine Schmerzreaktion des Hundes festgestellt werden.

Der zweite Fall bezieht sich auf eine drei Jahre alte, aus dem Ausland stammende Mischlings-Schäferhündin mit einem Körpergewicht von 25 kg (**Patient 14**). Diese Hündin hatte ein Trauma an der rechten Gliedmaße durch ein Fangeisen (Klappfalle aus Eisen) erlitten, welches in einer Bandinstabilität und einem Hyperextensionssyndrom des rechten Karpus resultierte (eine detaillierte Benennung der Bandinstabilität wurde nicht dokumentiert). Zum Zeitpunkt der Untersuchung trug der Hund die Orthese bereits seit vier Monaten. Das Fortführen der Therapie mit Orthese war auch nach der Kontrolluntersuchung weiterhin geplant. In der Lahmheitsevaluation wies die Hündin eine Lahmheit Grad 1 an der betroffenen Gliedmaße auf. Nach Angaben der Besitzer hatte sich das Gangbild des Hundes zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung im Vergleich zu dem Bewegungsmuster vor der Orthesentherapie deutlich verbessert. Des Weiteren fiel in der palpatorischen Untersuchung eine etwa 3x3 mm große Wunde zentral im Torus metacarpeus auf. Diese riss laut Besitzern intermittierend auf, verheilte dann wieder und stellte nach deren Aussage eine narbige Folge der Fallenverletzung dar. Eine Schmerzreaktion konnte während der gesamten Palpation der Gliedmaße nicht beobachtet werden.

---

Die nachfolgenden Fallbeschreibungen beziehen sich auf vier Hunde, bei denen die Therapie mit der Orthese zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung als abgeschlossen galt. Die Orthese wurde zuvor mindestens zwei und höchstens sechs Monate getragen.

Bei einer sechs Jahre alten Deutsch-Langhaar-Hündin (**Patient 12**), die 36 kg wog, wurde eine individuell angefertigte Orthese für etwa drei Monate angewendet. Die Hündin erlitt vorberichtlich eine Ruptur der medialen Kollateralbänder des rechten Karpalgelenkes. Initial erfolgten mehrere Operationen an dem betroffenen Gelenk. Unter anderem wurde auch eine temporäre Arthrodese mithilfe eines Fix ex Typ II durchgeführt. Aufgrund einer ausbleibenden Heilung und einer weiterhin bestehenden Lahmheit und Seiteninstabilität des Gelenkes wurde in diesem Fall zu einer Orthese geraten. In der Kontrolluntersuchung präsentierte sich dieser Patient auch ohne Orthese lahmheitsfrei und es konnte ihm der Lahmheitsgrad 0 zugewiesen werden. Eine Schmerzreaktion konnte während der palpatorischen Untersuchung des Gelenkes nicht beobachtet werden.

Ein weiterer Fall beschreibt einen 13 Jahre alten Labrador-Mischlingsrüden (**Patient 4**) mit einem Körpergewicht von 18 kg. Nach einer Bissverletzung durch einen anderen Hund konnte bei diesem Patienten eine Seitenbandinstabilität des rechten Tarsalgelenkes diagnostiziert werden. Das therapeutische Vorgehen bezog sich nur auf eine Orthese, die für etwa drei bis vier Monate getragen wurde. Auch dieser Patient lief nach abgeschlossener Orthesentherapie bei der Kontrolluntersuchung lahmfrei (Lahmheitsgrad 0). Eine Schmerzreaktion konnte während der palpatorischen Untersuchung nicht beobachtet werden.

Ein 10-jähriger Collie-Rüde (**Patient 6**), der 30 kg wog, erlitt bei einem Sprung in ein Erdloch eine Tarsalgelenksluxation der linken Hintergliedmaße, sowie eine damit einhergehende Ruptur des langen medialen Kollateralbandes des betroffenen Gelenkes. Therapeutisch erfolgte bei diesem Patienten eine chirurgische Intervention in Form einer Bandnaht des beschädigten Kollateralbandes mithilfe von Polydioxanon-Nahtmaterials (PDS), sowie die Fixation des linken Talus mittels einer Schraube. Das Implantat wurde nach 2,5 Monaten aus unbekanntem Gründen wieder entfernt und eine

---

individuelle Orthese wurde für diesen Hund angefertigt. Die Orthese wurde dem Rüden sechs Monate lang regelmäßig, aber nicht täglich tagsüber angelegt. Danach wurde die Orthese nicht mehr genutzt, weil Druckstellen und Hautwunden intermittierend während der Therapie auftraten und keine erneute Anpassung der Orthese erfolgte. Der Hund zeigte während der Kontrolluntersuchung eine Lahmheit Grad 3, jedoch keine Schmerzreaktion bei der palpatorischen Untersuchung der betroffenen Gliedmaße.

Ein weiterer Patient, der eine Orthese über sechs Monate trug und dessen Therapie dann endete, war ein 8 Jahre alter, weiblicher Shetland Sheepdog (**Patient 5**). Die Hündin wog 13 kg und bei ihr wurde nach einem Treppensturz eine Fraktur des rechten Tarsalgelenkes diagnostiziert (eine detaillierte Benennung der Fraktur wurde nicht dokumentiert). Zunächst wurde diese Fraktur chirurgisch mittels eines Pins und einer Drahtcerclage versorgt. Aufgrund einer weiterhin bestehenden Instabilität des betroffenen Gelenkes, wurde zu einer Therapie mit einer Orthese geraten, um die Ausheilung des im Zuge der Fraktur beschädigten Bandapparates zu unterstützen. Die operative und die anschließende Orthesentherapie lagen bei diesem Hund zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung bereits fünf Jahre zurück. Zu dem Kontrolluntersuchungszeitpunkt zeigte der Hund aufgrund eines anderen Traumas an der rechten Vordergliedmaße dort eine Lahmheit Grad 2. Die Beurteilung der ausgeheilten rechten Hintergliedmaße stellte sich daher als sehr schwierig dar. Es konnten keine repräsentativen Ergebnisse erzielt werden. Die Besitzerin berichtete allerdings, dass sie subjektiv die Lahmheit nach dem operativen Eingriff und vor Beginn der Orthesentherapie auf einen Lahmheitsgrad 4-5 einschätzen würde. Durch die Unterstützung der Orthese sei, laut Besitzerin, der Hund lahmfrei gewesen. Palpatorisch war der Patient an dem mit Orthese therapierten Gelenk nicht schmerzhaft.

#### 4.2.1.3 Tragedauer/ Therapiezeitraum von über sechs Monaten

Im folgenden Kapitel werden Patienten vorgestellt, die mittels Orthese über mehr als sechs Monate therapiert wurden. Im ersten Abschnitt werden zunächst die Fälle von

---

fünf Patienten beschrieben. Bei diesen Patienten wird die Orthesentherapie auch nach der Kontrolluntersuchung weitergeführt. Bei den genannten Ergebnissen handelt es sich somit um vorläufige Zwischenergebnisse.

Der erste Patient war ein drei Jahre alter Siberian-Husky-Rüde (**Patient 16**). Der Hund wog etwa 25 kg. Er erlitt nach einer Bissverletzung durch einen anderen Hund an der rechten Vordergliedmaße eine distale Ulnafraktur und eine distale Radiusluxation mit craniodorsaler Dislokation. Das rechte Karpalgelenk wurde zunächst mit einer temporären Arthrodese mittels eines Fixateur externe versorgt. Nach etwa 3,5 Monaten wurden die Implantate entfernt. Im Anschluss erhielt der Patient eine individuell angefertigte Orthese. Um den Hund vor Wund- und Scheuerstellen zu schützen, legten die Besitzer ihm täglich einen frisch gewaschenen Socken unter der Orthese an. Diese Prophylaxe funktionierte laut Besitzerangaben sehr gut. Die Orthese trug der Hund zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung bereits 10 Monate. In dieser Untersuchung präsentierte der Rüde eine Lahmheit Grad 1. Eine Schmerzreaktion konnte während der palpatorischen Untersuchung sowohl mit als auch ohne Orthese nicht festgestellt werden.

Der zweite Patient war ein 3,5 Jahre alter, weiblicher Welsh-Springer-Spaniel (**Patient 9**), der ein Körpergewicht von etwa 15 kg aufwies. Die Hündin konnte nicht an der Kontrolluntersuchung teilnehmen. Die Besitzerin beschrieb retrospektiv, dass der Patient nach einem Autounfall eine Radialislähmung der linken Vordergliedmaße und eine daraus resultierende Lahmheit Grad 5 aufwies. Mit der Orthese zeigte der Hund laut Besitzerin eine Lahmheit Grad 1. Die Orthesentherapie wurde bei diesem Patienten ebenfalls fortgesetzt.

Bei einem weiteren Patienten handelte sich um einen dreijährigen, etwa 40 kg schweren Boxerrüden (**Patient 2**). Der Hund litt vorberichtlich unter einer Infektion der Atemwege mit einem multiresistenten Keim (genauere Angaben über den Keim wurden in den Krankenakten nicht dokumentiert). Eine Phlegmone der gesamten rechten Vordergliedmaße wurde lt. Angaben der Krankenakte durch diesen Keim verursacht. Weitere Folgen der hochgradigen Infektion an dieser Gliedmaße waren nach Angaben der Krankenakte eine Radialisparese und eine Fraktur des Os carpi

---

accessorium. Dies wurde zunächst mithilfe einer Panarthrodese therapeutisch versorgt. Nach einem weiteren Trauma erlitt der Hund eine Trümmerfraktur multipler Knochen des Karpometakarpalgelenkes, des Radius und der Ulna der rechten Vordergliedmaße. Fortan wurde der Hund mit diesen komplexen Verletzungen mithilfe verschiedener Orthesen unterstützt. Um dauerhaft Druckstellen und Wunden vorzubeugen wurde mehrmals täglich zwischen verschiedenen Orthesenmodellen von zwei unterschiedlichen Herstellern gewechselt. Der Hund sei laut der Besitzerin ohne Orthese nicht in der Lage die betroffene Gliedmaße zu nutzen und zeige eine Lahmheit Grad 5. Bei der Kontrolluntersuchung präsentierte der Hund mit der Orthese eine Lahmheit Grad 0 und war somit lahmfrei. Der Hund erhält dauerhaft täglich eine analgetische Therapie (genaues Präparat unklar). Daher war sowohl eine Beurteilung von Schmerzhaftigkeit während der palpatorischen Untersuchung der Gliedmaße als auch eine Lahmheitsbeurteilung nicht möglich.

Ein weiterer Patient war ein 10-jähriger Deutsch-Drahthaar-Mischlings-Rüde (**Patient 11**), der 11 kg wog. Der Hund stammt aus dem Ausland und hatte dort vor unbekannter Zeit ein Trauma erlitten, aus dem ein Hyperextensionssyndrom der rechten Vordergliedmaße resultierte. Mehr Informationen stehen vorberichtlich nicht zur Verfügung. Seit zwei Jahren trug der Hund eine Orthese, die auch weiterhin getragen werden soll. Bei der Kontrolluntersuchung wies der Rüde mit Orthese keine Lahmheit auf (Grad 0). Ohne die Orthese zeigte er eine deutliche Hyperextension des rechten Karpalgelenkes und eine Lahmheit Grad 1. Die Besitzerin berichtete, dass die Orthese in Bezug auf die Lahmheit keine deutliche Verbesserung erbracht hatte. Der Hund würde sich mit der Orthese aber deutlich sicherer und mehr bewegen. Palpatorisch konnte sowohl mit als auch ohne die Orthese keine Schmerzreaktion bei dem Hund ausgelöst werden.

Der nächste Patient dieser Gruppe war eine 20 kg schwere Shetland Sheepdog-Hündin (**Patient 7**), die unmittelbar nach einem Trauma beim Spielen mit einem anderen Hund unter einem Hyperextensionssyndrom am linken Tarsalgelenk litt. Die Hündin wurde initial mit einer partiellen Arthrodese mittels einer Dynamischen Kompressionsplatte (DCP) therapiert. Nach fünf Monaten wurde das Implantat entfernt und durch eine Fixateur interne-Platte (FIX In-Platte) ersetzt, da sich einige der zuvor

---



verwendeten Kortikalisschrauben gelockert hatten. Zusätzlich wurde ein Fixateur externe (Typ II) an dem betroffenen Gelenk angebracht, der eine Ruhigstellung des Gelenkes für einige Wochen gewährleisten sollte. Nach der Entfernung des Fixateur externe erhielt der Hund eine individuell angefertigte Orthese. Diese trug der Hund zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung seit etwa zwei Jahren regelmäßig tagsüber. Bei der Kontrolluntersuchung zeigte der Hund mit Orthese eine Lahmheit Grad 1. Ohne Orthese zeigte er eine Lahmheit Grad 3 mit einem deutlichen Hyperextensionssyndrom des linken Tarsalgelenkes. Bei der palpatorischen Untersuchung konnte keine Schmerzreaktion des Hundes beobachtet werden. Daraufhin fielen multiple Wundstellen nach Entfernen der Orthese auf. Diese würden laut Besitzerin nur sehr schlecht bis gar nicht abheilen. Eine einmalige Anpassung der Orthese erfolgte zu Beginn der Therapie vor etwa zwei Jahren. Eine erneute Anpassung wurde nicht geplant.

Die nachfolgenden fünf Fallbeschreibungen beziehen sich dabei auf Hunde, deren Orthesentherapie zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung abgeschlossen war.

Der folgende Patient war ein dreijähriger, 28 kg schwerer Labrador-Rüde (**Patient 13**). Nach einem Autounfall wurde bei ihm die Ruptur aller Ligamenta collateralia und eine daraus resultierende hochgradige Instabilität des rechten Tarsalgelenkes diagnostiziert. Nach der initialen Therapie der offenen Wunden mit regelmäßigen Verbandswechseln, die durch einen Cast unterstützt wurde, erhielt der Patient nach Abheilung der Weichteilschäden eine Orthese. Die Orthese wurde von dem Patienten etwa sieben Monate getragen. Der gewünschte Erfolg blieb jedoch aus. Die Lahmheit und die Instabilität bestanden weiterhin. Aus diesem Grund wurde die Therapie umgestellt. Das Tarsalgelenk wurde durch eine Panarthrodese mittels einer dorsal angebrachten Verriegelungsplatte stabilisiert. Zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung war diese Platte aufgrund von Lockerung und Instabilität des Gelenkes bereits chirurgisch entfernt und durch eine stärkere Verriegelungsplatte ersetzt worden. Der letzte chirurgische Eingriff lag zu diesem Zeitpunkt etwa fünf Monate zurück. Während der Kontrolluntersuchung präsentierte sich der Labradorrüde mit einer Lahmheit Grad 1 und bei der Palpation der Gliedmaße konnte keine Schmerzreaktion nachvollzogen werden.

---

Bei einem 9-jährigen, 30 kg schweren Australian-Shepherd-Rüden (**Patient 8**) lag nach einem Sprung über einen Graben ein hochgradiges Hyperextensionssyndrom mit medialer Seitenbandinstabilität des rechten Karpus vor. Daraufhin erhielt dieser Hund eine individuell angefertigte Orthese, die er 9 Monate konsequent tags- und nachtsüber getragen hatte. Nach diesen 9 Monaten wurde die Orthese dem Hund nur noch bei besonderer Belastung als Schutz vor neuen Läsionen vom Besitzer angelegt. Bei der Kontrolluntersuchung zeigte sich der Hund vollständig lahmfrei (Lahmheitsgrad 0) und auch eine Schmerzreaktion konnte bei der palpatorischen Untersuchung der Gliedmaße nicht festgestellt werden.

Ein weiterer Fall ist eine 9 Jahre alte Terrier-Mischlings-Hündin (**Patient 17**). Sie wog etwa 16 kg. Nach einem Sprung vom Balkon im ersten Stockwerk erlitt die Hündin ein geringgradiges Hyperextensionssyndrom beider Karpalgelenke. Dieser Patient nahm an der Kontrolluntersuchung nicht teil. Die Besitzerin berichtete, dass die Hündin vor der Orthesentherapie, also unmittelbar nach dem Trauma, eine Lahmheit Grad 1 an beiden Vorderläufen gezeigt hatte. Der Hund trug die Orthesen an beiden Vordergliedmaßen für 12 Monate. Laut der Besitzerin lief der Hund im Anschluss an die Orthesentherapie beidseits lahmfrei.

Eine siebenjährige Labrador-Hündin (**Patient 3**), die ein Körpergewicht von 28 kg aufwies, erlitt nach einem Sprung vom Balkon aus dem zweiten Stockwerk eine karpometakarpale Luxation, eine Ruptur beider Seitenbänder und ein daraus resultierendes Hyperextensionssyndrom der linken Vordergliedmaße. Als therapeutische Maßnahme trug die Patientin konsequent über etwa 1,5 Jahre eine Orthese an der verletzten Gliedmaße. Im Anschluss wurde die Orthese dann nur noch bei Bedarf und vor allem bei längeren Spaziergängen getragen. Die Besitzerin dieses Hundes stufte die Lahmheit vor der Orthesentherapie als Grad 5 ein. Bei der Kontrolluntersuchung präsentierte sich der Hund lahmfrei (Lahmheitsgrad 0). Eine Schmerzreaktion konnte bei der palpatorischen Untersuchung der linken Vordergliedmaße nicht festgestellt werden.

Der letzte Patient der Gruppe „Orthesen über mindestens sechs Monate“ war ein sechs Jahre alter Collie-Mischlings-Rüde (**Patient 18**), der 28 kg wog. Er war von einer

---

Brücke gestürzt und erlitt an beiden Vordergliedmaßen multiple Bandrupturen des jeweiligen Karpus (genaue Angaben zu betroffenen Bandstrukturen wurden in der Krankenakte nicht dokumentiert). Zudem konnte vorberichtlich auf der rechten Gliedmaße eine Luxation des Karpalgelenkes diagnostiziert werden. Das linke Karpalgelenk wurde ausschließlich mithilfe einer individuell angefertigten Orthese therapiert, die der Hund etwa 2,5 Jahre trug. Das rechte Karpalgelenk wurde wiederum zunächst chirurgisch mit einer Panarthrodese mittels einer Castless-Platte (Fa. Orthomed, Kaltenkirchen) versorgt. Nach dem Entfernen des Implantates aufgrund einer Infektion in diesem Bereich nach etwa sieben Monaten erhielt der Hund für dieses Gelenk ebenfalls eine Orthese. Diese Orthese trug der Hund zwei Jahre. Zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung war eine Fortsetzung der Therapie mithilfe der Orthese auf unbestimmte Zeit vorgesehen. Retrospektiv schätzte die Besitzerin die Lahmheit vor Therapiebeginn auf der rechten Gliedmaße deutlich schlechter ein (Lahmheit vorne rechts: Grad 5, Lahmheit vorne links: Grad 3). Bei der Kontrolluntersuchung wurde der Hund zunächst mit der Orthese an der rechten Vordergliedmaße präsentiert und zeigte keine Lahmheit auf der Gliedmaße vorne links (Grad 0). Der Hund zeigte eine Lahmheit Grad 1 auf der rechten Vordergliedmaße (Gliedmaße mit Orthese). Anschließend lief der Patient ohne Orthese vor und präsentierte eine Lahmheit Grad 2 auf der rechten Vordergliedmaße, während auf der linken Vordergliedmaße weiterhin keine Lahmheit zu beobachten war. Bei der palpatorischen Untersuchung des linken Karpalgelenkes äußerte der Hund keine Schmerzreaktion. Bei der Palpation der rechten Gliedmaße konnten Druckstellen dorsal auf der Pfote und palmar der Pfote am Torus metacarpeus festgestellt werden. Die Palpation des rechten Karpalgelenkes erschien nicht schmerzhaft für den Patienten zu sein. Eine Schmerzreaktion bei Berührung der genannten Regionen mit Druckstellen konnte festgestellt werden.

#### **4.2.2 Lahmheitsevaluation**

Eine adspektorische Beurteilung des Gangbildes des Patienten sollte Aufschluss über den aktuellen Schweregrad der Lahmheit und somit über einen möglichen

---

Therapieerfolg bringen. In Kapitel 3.2.1 sind bereits in den Einzelfallbeschreibungen die jeweiligen Lahmheitsevaluationen erwähnt worden. Die nachfolgende Tabelle 7 gibt zusätzlich, ungeachtet aller anderen Umstände, eine Übersicht über die festgestellten Lahmheitsgrade in der Kontrolluntersuchung in Abhängigkeit von der Dauer der Therapie mit der Orthese.

---

**Tabelle 7: Lahmheitsevaluation bei der Kontrolluntersuchung von n = 16 Hunden in Abhängigkeit der Dauer der Orthesentherapie.**

Patientennummer <sup>1</sup>	Dauer der gesamten Orthesentherapie		Lahmheitsgrad <sup>2</sup>	
10	Wenige Tage		1	
15	Wenige Tage		2	
1	2 Monate		0	
12	3 Monate		0	
4	3-4 Monate		0	
14	4 Monate		1	
6	6 Monate		3	
5	6 Monate		0	
13	7 Monate		1	
8	9 Monate		0	
16	10 Monate		1	
3	18 Monate		1	
2	20 Monate		(0) <sup>3</sup>	
7	2 Jahre		1	
11	2 Jahre		1	
18	Links: 2,5 Jahre	Rechts: 2 Jahre	Links:0	Rechts:2

<sup>1</sup> Die Nummerierung der Patienten wird durchgehend im Verlauf der vorliegenden Arbeit fortgeführt. Da nicht von allen Patienten zu jeder Fragestellung Daten erhoben werden konnten, sind einige Patientennummern in den vorliegenden Tabellen folglich teilweise nicht aufgeführt.

<sup>2</sup> nach Millis und Levine (2014)

<sup>3</sup> Zustand unter Einfluss von Analgetika

#### **4.2.3 Schmerzbeurteilung während der palpatorischen Untersuchung**

Anhand des in Kapitel 2.5.2.2 beschriebenen *Simple Pain Assessment Scores* (Millis u. Levine 2014) wurde die Schmerzhaftigkeit des Hundes während der palpatorischen Untersuchung der Gliedmaßen beurteilt. Diese Untersuchung sollte Hinweise auf möglicherweise noch nicht sichtbare Druckstellen oder Wunden oder andere Läsionen der Gliedmaße geben. Bei sieben Hunden konnte die Palpation nur ohne die Orthese durchgeführt werden, weil die Orthesentherapie bei diesen Patienten als bereits abgeschlossen galt und die Orthesen von den Hunden nicht mehr getragen wurden. Die Orthesen lagen zumindest teilweise noch vor, passten den Tieren teils nicht mehr, daher wurde auf ein erneutes Anlegen und die Palpation mit Orthese in diesen Fällen verzichtet. Die Ergebnisse können der unten aufgeführten Tabelle entnommen werden. Die einzelnen Spalten sollten isoliert betrachtet werden.

In Tabelle 8 ist die Häufigkeit der vorliegenden Schweregrade von Schmerzhaftigkeit während der Kontrolluntersuchung von allen 16 untersuchten Hunden dargestellt.

---

**Tabelle 8: Schmerzreaktion während der palpatorischen Untersuchung von n = 16 Hunden mit Orthesentherapie.**

n = Anzahl

<b>Schweregrad der Schmerzhaftigkeit</b>	<b>n (Palpation MIT Orthese)</b>	<b>n (Palpation OHNE Orthese)</b>
<b>0</b>	8	10
<b>1</b>	1	5
<b>2</b>	0	0
<b>3</b>	0	1
<b>4</b>	0	0
<b>Gesamt</b>	9	16

#### **4.2.4 Bewegungsfreiheit des betroffenen Gelenkes**

Die ROM des mithilfe einer Orthese therapierten Gelenkes wurde bei jedem Patienten, der die Kontrolluntersuchung durchlief, beurteilt. Vergleichend wurden die entsprechenden Werte für die kontralaterale Gliedmaße gemessen.

Die ermittelten ROM-Werte der Patienten, die ausschließlich mittels Orthese therapiert wurden, werden in Abschnitt 1 der nachfolgenden Tabelle 9 dargestellt. Der Vollständigkeit halber sind die ermittelten Werte aller 16 untersuchten Patienten in der Tabelle aufgeführt. In Abschnitt 2 der Tabelle wird die jeweilig angewendete Arthrodesenart (partielle Arthrodesese oder Panarthrodesese) zusätzlich mit angegeben. Die Therapie mit einer Arthrodesese ist mit einer verminderten ROM vergesellschaftet. Aus diesem Grund ist die Beurteilung der Ergebnisse der Patienten in Abschnitt 2 der Tabelle, die zuvor mit einer Arthrodesese therapiert wurden, in Bezug auf die Beweglichkeit eines Gelenkes im Zusammenhang mit der Orthesentherapie gesondert zu betrachten.

**Tabelle 9: ROM des betroffenen Gelenkes und des kontralateralen Gelenkes von n = 16 Hunden mit Orthesentherapie.**

Patienten-nummer <sup>1</sup>	Betroffenes Gelenk	ROM <sup>2</sup> des therapierten Gelenkes (°)	ROM <sup>2</sup> des kontralateralen Gelenkes (°)	Differenz bzw. Abweichung der ROM (°)
<b>Abschnitt 1</b>				
1	Karpus links	40-180	39-180	-1
3	Karpus links	40-178	30-179	-11
18 <sup>3</sup>	Karpus links	40-160	118-128	+110
8	Karpus rechts	30-55	30-115	-60
10	Karpus rechts	40-170	33-190	-27
11	Karpus rechts	45-180	30-180	-15
14	Karpus rechts	95-180	40-185	-60
4	Tarsus rechts	42-120	41-160	-41
5	Tarsus rechts	40-150	42-165	-13
6	Tarsus links	75-90	45-160	-100
15 <sup>4</sup>	Karpus rechts	40-180	34-185	-11
12 <sup>5</sup>	Karpus rechts	90-130	30-160	-90
16 <sup>5</sup>	Karpus rechts	110-145	35-184	-114
<b>Abschnitt 2</b>				
<b>1. mit Panarthrodese</b>				
13	Tarsus rechts	102-102	45-163	-118
2	Karpus rechts	165-168	35-187	-149
18 <sup>3</sup>	Karpus rechts	118-128	40-160	-110
<b>2. mit partieller Arthrodese</b>				
7	Tarsus links	55-80	60-155	-70



<sup>1</sup> Die Nummerierung der Patienten wird durchgehend im Verlauf der vorliegenden Arbeit fortgeführt. Da nicht von allen Patienten zu jeder Fragestellung Daten erhoben werden konnten, sind einige Patientennummern in den vorliegenden Tabellen folglich teilweise nicht aufgeführt.

<sup>2</sup> Ermittlung nach der Methode von Jaeger et al. (2002)

<sup>3</sup> gleicher Patient mit beiden betroffenen Vordergliedmaßen (Karpus rechts mit Arthrodesese, Karpus links nur mit Orthese therapiert)

<sup>4</sup> Zustand nach Ulnaosteotomie

<sup>5</sup> Zustand nach temporärer Arthrodesese

#### **4.2.5 Muskelatrophie der betroffenen Gliedmaße**

Um das Vorliegen einer Muskelatrophie bedingt durch das Tragen einer Orthese oder aufgrund einer möglichen Lahmheit feststellen zu können, wurde der Umfang der therapierten und vergleichend der Umfang der kontralateralen Gliedmaße ohne Orthese, wie in Kapitel 2.5.2.2 beschrieben, gemessen. Zu beachten ist, dass einer der 16 untersuchten Patienten (Patient 18) beidseits eine Orthese trug und somit die Beurteilung einer Gliedmaße mit einer Orthese und vergleichend dazu die Beurteilung der kontralateralen Gliedmaße ohne Orthese in diesem Fall nicht möglich war. Die Ergebnisse dieses Patienten wurden nicht mit in die Durchschnittsberechnung aufgenommen.

Die Ermittlung der Differenz der Werte der zu vergleichenden Gliedmaßen (mit oder ohne Orthesentherapie) sollte Hinweise auf eine mögliche Muskelatrophie aufgrund der erfolgten Therapie entnommen geben. Die durchschnittliche Differenz (arithmetisches Mittel) des Muskelumfanges (ausgenommen der des oben beschriebenen Patienten 18) zwischen beiden vergleichenden Gliedmaßen beträgt 1,21 cm, wobei die größte Differenz 5,5 cm und die geringste Differenz 0 cm betrug. Teilt man die Patientenergebnisse in drei Gruppen ein (Gruppe 1 „keine Abweichung“, Gruppe 2 „Abweichungen unter 1 cm“ und Gruppe 3 „Abweichungen ab 1 cm“), können folgende statistische Werte errechnet werden. Bei vier der 15 Patienten (Gruppe 1)

---

konnte keine Abweichung notiert werden. Bei weiteren vier Patienten (Gruppe 2) betrug die Abweichung 0,1-0,6 cm (im Durchschnitt 0,28 cm). Die übrigen sieben Patienten (Gruppe 3) wiesen Abweichungen des Muskelumfanges von 1,4-5,5 cm (im Durchschnitt 2,44 cm) auf.

Die folgende Tabelle 10 führt eine Übersicht über die durchschnittlichen Werte im Vergleich der beiden kontralateralen Gliedmaßen sowie die jeweilige Differenz dieser Werte auf. Die letzte Zeile der Tabelle zeigt den Umfang der beiden betroffenen Vordergliedmaßen des oben beschriebenen Patienten und ist aus den genannten Gründen gesondert zu beurteilen.

---

**Tabelle 10: Durchschnittswerte des Muskelumfangs der mit Orthese versorgten Gliedmaße im Vergleich der kontralateralen Gliedmaße von n = 16 Hunden.**

<b>Patienten- nummer<sup>1</sup></b>	<b>Durchschnittlicher Muskelumfang der Gliedmaße MIT ORTHESE (cm)</b>	<b>Durchschnittlicher Muskelumfang der kontralateralen Gliedmaße OHNE ORTHESE (cm)</b>	<b>Differenz bzw. Abweichung des Muskelumfangs beider zu vergleichender Gliedmaßen (cm)</b>
<b>1</b>	16,2	16,1	0,1
<b>2</b>	13,0	14,4	1,4
<b>3</b>	15,3	15,5	0,2
<b>4</b>	23,3	25,7	2,4
<b>5</b>	8,5	8,5	0
<b>6</b>	33,5	39	5,5
<b>7</b>	12,6	14,1	1,5
<b>8</b>	13,7	13,7	0
<b>10</b>	18,1	18,7	0,6
<b>11</b>	14,1	14,1	0
<b>12</b>	16,0	16,2	0,2
<b>13</b>	19,2	17,8	1,4
<b>14</b>	21,2	23,0	1,8
<b>15</b>	12,3	12,3	0
<b>16</b>	16,1	19,2	3,1
<b>(18)<sup>2</sup></b>	16,4 links;16,3 rechts		0,1

<sup>1</sup> Die Nummerierung der Patienten wird durchgehend im Verlauf der vorliegenden Arbeit fortgeführt. Da nicht von allen Patienten zu jeder Fragestellung Daten erhoben

werden konnten, sind einige Patientennummern in den vorliegenden Tabellen folglich teilweise nicht aufgeführt.

<sup>2</sup> dieser Patient trug Orthesen an beiden Vordergliedmaßen

---

## 5 Diskussion

Obwohl die Beurteilung eines Ergebnisses durch den Patientenbesitzer subjektiv erfolgt und von den Befunden der klinischen Kontrolle abweichen kann, ist sie hinsichtlich des Gesamtergebnisses sehr wichtig. Um diese Faktoren mit in die Gesamtbeurteilung einfließen zu lassen, wurde ein Fragebogen erstellt (siehe Anhang 1), der mithilfe der Angaben der Besitzer ausgefüllt wurde. Auch wenn die Ergebnisse eines nicht validierten Fragebogens sehr kritisch zu betrachten sind (Atteslander 1975), sollten mit dieser Methode möglichst viele zusätzliche Informationen zum Anwendungsverlauf mit der Orthese erfasst werden. Wie die Ergebnisse des Besitzerfragebogens zeigten, sind daraus vor allem Aufschlüsse über die Schwierigkeiten, Herausforderungen und Komplikationen in Bezug auf die unmittelbare Durchführung der Therapie mit einer Orthese abzuleiten. So liegt die Durchführung der Orthesentherapie zu weiten Teilen in den Händen der Besitzer.

Aus den Ergebnissen dieser Studie lässt sich entnehmen, dass die Anpassung der Orthese bei inkorrektem Sitz sehr wichtig ist, um Druckstellen oder Wunden vorzubeugen. Vom Hersteller (Sanitätshaus Staszak) ist im Kaufpreis der Orthese eine Anpassung in bis zu drei Sitzungen enthalten, da man davon ausgehen muss, dass das Hilfsmittel nicht auf Anhieb perfekt angepasst werden kann. Eine inadäquat sitzende Orthese birgt die Gefahr, dass sich Druck- oder Scheuerstellen bilden können und diese je nach Verhalten des Hundes zu spät erkannt werden (Collins et al. 2019). Der Hundebesitzer ist somit in der Pflicht, eine Lahmheit oder anderes auffälliges Verhalten des Hundes zu erkennen und entsprechend zu handeln. Die Erfassung der Anzahl der Anpassungen der Orthese sollte Aufschluss darüber geben, ob eine mehrfache Anpassung der Orthese einen optimierten Sitz der Orthese garantiert und ob die mehrfache Anpassung mit besseren Therapieergebnissen korreliert. Die Beurteilung der Anzahl der Anpassungen konnte nur anhand von 16 der 23 Patienten vorgenommen werden, da, wie in Kapitel 4.2.1.1 beschrieben, bei sieben Hunden die Therapie mit einer Orthese vorzeitig abgebrochen wurde. In sechs dieser Fälle wurde die Orthese nicht angepasst und die Therapie wurde deshalb vorzeitig abgebrochen. Bei einem weiteren fand ebenfalls keine Anpassung der Orthese statt. Die Orthese

---

wurde dem Hund dennoch täglich angelegt. Dieser Hund wies bei der Kontrolluntersuchung mittel- bis hochgradige Wundläsionen an dem betroffenen Gelenk auf. Die Hautläsionen waren dem Besitzer bekannt, allerdings wurde eine Anpassung aus unbekanntem Gründen nicht durchgeführt. Stattdessen wurden bei diesem Patienten die Hautläsionen mithilfe einer Salbe gepflegt. Die Orthese eines anderen Patienten wurde dagegen vier Mal bei einem Orthopädietechniker angepasst, bis der gewünschte und korrekte Sitz hergestellt werden konnte. Dieser Hund trug die Orthese nach der letzten Anpassung noch mehrere Monate. Wunde Hautläsionen traten in dem Zusammenhang mit dem Tragen der Orthese nur noch selten auf.

Druckstellen oder Hautwunden sind kritische Komplikationen, die in der vorliegenden Studie bei jedem Patienten in einem unterschiedlichen Ausmaß auftraten. Laut Zohmann (2011) ist die individuelle Schmerztoleranzgrenze beim Hund sehr unterschiedlich. Ebenso kann sich eine Schmerzäußerung durch den Patienten in vielfältiger Weise ausdrücken. Diese Tatsache kann dem Besitzer erschweren, frühzeitig solche Veränderungen im Verhalten seines Hundes zu erkennen und zu deuten. Die Sensibilität der Besitzer für die Wahrnehmung einer schon sehr leichten Lahmheit stellte sich in der vorgelegten Studie als sehr unterschiedlich dar und erwies sich als eine besondere Herausforderung. Die Compliance ist daher in Bezug auf diese Problemstellung sehr entscheidend. Daher sollte der Patientenbesitzer vor Beginn der Therapie eine ausführliche Einführung in das tägliche Handling mit der Orthese erhalten (Collins et al. 2019). Das korrekte Anlegen der Orthese, die Pflege und die sich von Beginn an steigernde Tragedauer sollten dem Besitzer genauestens erläutert werden, um die bestmöglichen Voraussetzungen für den Erfolg der Therapie zu schaffen. Zudem sollten dem Besitzer Anhaltspunkte dargelegt werden, die es auch einem Laien ermöglichen, einen inkorrekten Sitz oder schlechte Passform der Orthese und damit im Zusammenhang stehendes Verhalten des Hundes erkennen zu können. So kann der Entstehung von Druckstellen oder sogar Wunden der Haut gezielt vorgebeugt werden (Collins et al. 2019). Das Engagement des Besitzers spielt in dem Zusammenhang mit der Vereinbarung von Terminen für eine erneute Orthesenanpassung eine zentrale Rolle. Das Sanitätshaus Staszak in Lüneburg, von dem die meisten in dieser Studie bewerteten Orthesen stammen, ist eigentlich auf

---

humanmedizinische Hilfsmittel spezialisiert. Seit etwa sechs Jahren produziert dieses Unternehmen jedoch auch individuelle Orthesen und Prothesen für Hunde. Im Zuge der Weiterentwicklung der Orthesen im Laufe der Jahre sind auch die Aufklärungsgespräche mit den Besitzern in Bezug auf die Anwendung der Orthesen verbessert worden. Immer wieder auftretende „Fehler“ in Bezug auf die Anwendung der Orthesen konnten so reduziert werden. Wie jedoch die o. g. Ergebnisse der Studie zeigen, besteht weiterhin Verbesserungsbedarf in Bezug auf diese Thematik. Zu diesem Zweck wurde im Zuge dieser Studie gemeinsam mit den Orthopädietechnikern des o.g. Sanitätshauses ein Anleitungsbogen für die Patientenbesitzer entworfen (siehe Anhang 2). Diese Anleitung enthält neben Hinweisen zu der Früherkennung von Lahmheiten der Patienten und dem daraus folgenden Rat zur Anpassung der Orthese, auch weitere Anweisungen in Bezug auf das korrekte Anlegen der Orthese bis hin zu dem hygienischen Management. Der Anleitungsbogen wird fortan jedem Besitzer, der eine Orthese für seinen Hund erhält, ausgehändigt, um die besprochenen Hinweise jederzeit verfügbar und erneut nachlesbar zu machen.

Das Hygienemanagement der Orthese ist für dessen tägliche Nutzung ebenso wichtig. Um eine möglichst lange Haltbarkeit des Hilfsmittels zu erzielen, müssen alle Teile der Orthese regelmäßig gereinigt werden. Zudem können Schmutz wie Sand oder andere raue Partikel zusätzlich die Haut der Gliedmaße reizen und Hautläsionen begünstigen. Vom Hersteller wird empfohlen, die Orthese unter fließendem Wasser manuell zu reinigen und anschließend an der Luft trocknen zu lassen. Das maschinelle oder das Trocknen der Orthese auf einen Heizkörper werden nicht empfohlen, weil die hohen Temperaturen das Material verformen oder seine Eigenschaften verändern können. Von den Besitzern wurden in Bezug auf dieses Thema häufig festsitzende Haare des Hundes in den Klettverschlüssen der Orthese genannt. Diese konnten nach weiteren Angaben einfach manuell entfernt werden. Dies ist absolut notwendig, da sonst die Funktion des betroffenen Klettverschlusses nicht gewährleistet werden kann. Ein inkorrekt sitzende Orthese kann die Folge sein und zu daraus folgenden Problemen für den Patienten führen (Collins et al. 2019). Des Weiteren wurde die Reinigung der Orthese, wie oben beschrieben und vom Hersteller der Orthese empfohlen, von allen Besitzern regelmäßig durchgeführt. Auch Sandreste, die zwischen die einzelnen

---

Bauteile gerieten, konnten nach Angaben aller Besitzer mithilfe von Zahnbürsten einfach entfernt werden. Das hygienische Handling scheint somit keine Schwierigkeit für die Besitzer darzustellen. Auch ist die Methodik in Bezug auf die möglichst lange Erhaltung der Orthese offensichtlich sehr gut. Nur in einem Fall löste sich das innenverklebte Polstermaterial nach über einem Jahr der Nutzung ab und musste erneuert werden. Wenn komplexe Vorgänge oder ein Zerlegen der Orthese für die Reinigung nötig wären, würde diese möglicherweise nicht so häufig durchgeführt werden können. Die unkomplizierte Reinigung ist jedoch sehr praktikabel und ermöglichte es allen Besitzern sie korrekt und regelmäßig durchzuführen.

Eine weitere essenzielle Voraussetzung für die Therapie mit einer Orthese ist die gute Akzeptanz des Hundes gegenüber dem Hilfsmittel. Die Patienten müssen dieses täglich tragen und dürfen es nicht benagen oder auf eine andere Art zerstören. Ein Benagen oder Zerkauen der Orthese kann diese im schlimmsten Fall zerstören oder aber zu einem inkorrekten Sitz und daraus folgenden Druckstellen oder Hautläsionen an der betroffenen Gliedmaße führen. Ein fachgerechtes Anlegen ist die Voraussetzung für einen korrekten Sitz und die erwünschte Akzeptanz der Orthese durch den Hund. In die Bewertung dieses Kriteriums konnten ebenso wie in Kapitel 4.1.1 beschrieben nur die Ergebnisse von 16 Hunden miteinfließen, da die übrigen sieben Hunde die Orthese nur wenige Tage trugen und eine Beurteilung der langfristigen Akzeptanz deshalb nicht möglich war. Im Fragebogen an den Besitzer wurde die Akzeptanz der Hunde gegenüber der Orthese durch die Bewertung anhand von Schulnoten erfragt. Vier Hunde zeigten laut Besitzerangaben eine sehr gute Akzeptanz gegenüber der Orthese (Note 1). Bei 11 Hunden wurde eine gute Akzeptanz (Note 2) beschrieben und nur ein Hund akzeptierte die Orthese schlecht (Note 6). Dieser Patient benagte die Orthese regelmäßig zu Beginn der Therapie. Nach einigen Tagen (unter einer Woche) stellte sich dieses Verhalten bei diesem Patienten plötzlich ein. Der Besitzer vergab bei einer erneuten Beurteilung nach Beendigung des genannten Verhaltens dann die Note zwei für eine gute Akzeptanz. Diese Ergebnisse zeigten, dass eine Orthese von den meisten Hunden recht gut akzeptiert wurde und die Voraussetzung für die tägliche Anwendung der Orthese gegeben war. Welche Gründe genau hinter der Reaktion des einen Patienten stehen,

---



der die Orthese nur schlecht akzeptierte, sind nicht klar. Mögliche Druckstellen oder Wunden und damit einhergehende Schmerzen können eine Ursache gewesen sein. Auch ein zu festes Anlegen der Klettgurte der Orthese und somit eine Minderdurchblutung mit einem möglicherweise dadurch entstandenen Taubheitsgefühl der betroffenen Gliedmaße sind zudem denkbar. Collins et al. (2019) beschreiben Fälle, in denen die Hunde versuchen, die Orthese abzuschütteln oder sich mit dieser nicht bewegen möchten. Diese Reaktionen konnten in dieser Studie jedoch bei keinem Patienten bemerkt werden.

Da alle in der vorliegenden Studie untersuchten Fälle erst nach Beginn der Therapie mit der Orthese ausgewählt wurden, konnte keine prätherapeutische Untersuchung der Patienten erfolgen. Dieser Umstand verhindert den direkten Vergleich der vor der Orthesenmaßnahme vorhandenen Lahmheit des Patienten mit den Ergebnissen der Kontrolluntersuchung. Um dennoch einschätzen zu können, ob eine Verbesserung des Gangbildes des Patienten durch die Therapie mit der Orthese erzielt werden konnte, wurden die Besitzer gebeten, die Lahmheit ihres Hundes anhand einer Tabelle mit festgelegten Beschreibungen einzustufen. Diese Lahmheitsevaluation sollte retrospektiv für den Zeitpunkt vor Beginn der Anwendung der Orthese und zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung erfolgen. Die Ergebnisse zeigten, dass 16 von 18 Besitzern, die diese Frage beantwortet haben, eine Verbesserung der Lahmheit bei ihrem Hund feststellen konnten. Teilweise waren deutliche Verbesserungen über mehrere Lahmheitsgrade für die Besitzer bemerkbar. Zwei Patienten (Patienten 2 und 3) wurden durch den jeweiligen Besitzer mit Lahmheitsgrad 5 (kontinuierliche Lahmheit ohne Belastung der Gliedmaße) vor der Therapie und einem Lahmheitsgrad 0 (Hund geht bzw. trabt normal) nach der Orthesentherapie beschrieben. Lediglich zwei Besitzer gaben an, dass die Lahmheit gleichbleibend war. Kein Besitzer gab eine Verschlechterung der Lahmheit bei seinem Hund an. Zu beachten ist dabei, dass 13 der 23 Hunde zum Zeitpunkt der Befragung die Therapie bereits abgeschlossen hatten, zwei der 23 Hunde erst am Beginn der Therapie standen (ein Hund seit zwei Monaten mit Orthese, ein Hund seit vier Monaten mit Orthese) und wenige Hunde sogar nur mit Orthese stabil gehfähig waren und diese deshalb bei der Lahmheitsevaluation trugen. Einer der beiden Hunde, bei denen die

---

Lahmheitsbesserung von Grad 5 auf Grad 0 angegeben wurde, trug beispielsweise die Orthese während der Bewertung, da er ohne diese nicht auf allen vier Gliedmaßen gehfähig gewesen wäre. Diese Tatsache relativiert das vermeintlich sehr gute Ergebnis ein wenig. Auch wenn keine vollständige Ausheilung des Gelenkes und seiner umgebenden Strukturen bis zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung erzielt werden konnte, hatte die Orthese zumindest als Hilfsmittel eine gute unterstützende Funktion. Der zweite der beiden Hunde, bei denen die Lahmheitsbesserung von Grad 5 auf Grad 0 notiert wurde, lief jedoch auch ohne Orthese lahmfrei. Für aussagefähigere Ergebnisse bei einer künftigen Studie sollte die Dokumentation von Beginn der Therapie bis zu einer ausreichenden Nachuntersuchung der ausgewählten Fälle erfolgen. Eine genauere und definitive Lahmheitsbeurteilung vor und nach der Therapie durch denselben Untersucher könnte dann bessere Vergleiche liefern und eine entsprechende Interpretation zulassen.

In Anlehnung an die Ausführungen zur Lebensqualität bei Tieren von McMillan (2004) sollte das Ziel einer Therapie am Patienten, unabhängig davon, um welche medizinische Problemstellung es sich handelt, immer die Erhaltung oder Verbesserung der Lebensqualität des Patienten sein. Im Zuge der Befragung für diese Studie sollte herausgefunden werden, ob die therapeutischen Erfolge und die Anwendung der Orthesen den Alltag und die Lebensqualität der Hunde maßgeblich beeinflussen. Durch die Orthesentherapie verbesserte sich insgesamt die Situation der Hunde in Bezug auf die Lahmheit. Zudem konnte eine daraus resultierende zunehmende Aktivität der Hunde verzeichnet werden. Immerhin fünf von 18 Patientenbesitzern bewerteten die Lebensqualität für ihren Hund durch die Therapie mit der Orthese mit „exzellent“, also mit der besten Bewertung. 9 Besitzer bewerteten die Lebensqualität als „sehr gut“ und für die Lebensqualität von vier Hunden, die eine Orthese trugen, wurde von dem Besitzer ein „gut“ vergeben. Es wurde von keinem Besitzer eine Verschlechterung der Lebensqualität in Bezug auf die Therapie mit der Orthese notiert. Insgesamt zeigt sich damit, dass die Orthese für den Hund keine Einschränkung darstellte, sondern eine Verbesserung der Situation des Patienten herbeigeführt hatte. Durch das fast schmerzfreie Laufen konnten die Hunde häufig

---

wieder zu ihrer gewollten Aktivität zurückkehren. Zudem waren für einige Patienten mit der Orthese auch wieder längere Spaziergänge möglich.

Als weiterer Beurteilungspunkt dieser Studie wurde der Einfluss der Orthese auf die Bemuskelung der betroffenen Gliedmaße herangezogen. Im Schrifttum finden sich Hinweise, dass sich nach einer Arthrodese häufig ein ausgeprägter Verlust der Muskulatur an der betroffenen Gliedmaße bedingt durch die unzureichende Belastung abzeichnet (Ozsoy u. Altunatmz 2004). Diese Muskelatrophie kann die vorliegende Gelenksinstabilität zusätzlich erhöhen. Zudem kann bei auftretender Muskelatrophie eine erneute Anpassung der Polsterung der Orthese notwendig sein, um deren korrekten Sitz weiterhin gewährleisten zu können (Collins et al. 2019). Da in vielen Fällen ein dauerhaftes oder zumindest eine sehr langfristige Anwendung der Orthese angestrebt wird, wäre eine hohe Wahrscheinlichkeit einer Muskelatrophie eine schlechte Voraussetzung oder gar ein Ausschlusskriterium für die Wahl dieser Therapie. Daher war die Untersuchung der betroffenen Gliedmaßen auf mögliche Muskelatrophien ein wichtiger Bestandteil der Studie. In diese Beurteilung konnten die Ergebnisse von 15 der 16 untersuchten Hunde einfließen, da ein Patient (Patient 18) an beiden Vordergliedmaßen eine Orthese trug und keine gesunde Gliedmaße für einen repräsentativen Vergleich zur Verfügung stand. Die Messungen des Muskelumfanges der therapierten im Vergleich zur kontralateralen Gliedmaße zeigten, dass die durchschnittliche Differenz 1,21 cm betrug. Vier der 15 untersuchten Hunde wiesen dabei keinen messbaren Unterschied des Muskelumfanges im Vergleich beider kontralateraler Gliedmaßen auf. Die Anwendung der Orthese hatte bei diesen Patienten demzufolge keine Muskelatrophie an der therapierten Gliedmaße bewirkt oder diese war nach Abschluss der Therapie bereits wieder verschwunden. Bei vier weiteren Patienten betrug die Differenz des Muskelumfanges weniger als 1,0 cm (im Durchschnitt 0,28 cm). Da in diesen Fällen bei einem durchschnittlichen Muskelumfang der zu vergleichenden Gliedmaßen von 16,5 cm die durchschnittliche Abweichung 0,28 cm beträgt, können mögliche Messfehler in diesen Fällen ein Grund dafür sein, da die Messung lediglich mithilfe eines handelsüblichen Messbandes erfolgte. Unter dieser Annahme waren bei 8 von 15 untersuchten Hunden keine oder zumindest keine besonderen Abweichungen des Muskelumfanges der therapierten

---

und der kontralateralen Gliedmaße feststellbar. Bei den sieben anderen untersuchten Patienten kam es jedoch zu Abweichungen von 1,4 bis zu 5,5 cm. Eine Abweichung des gemessenen Muskelumfanges von 3,1 cm wurde bei Patient 16 notiert. Dieser Hund trug die Orthese zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung bereits seit 10 Monaten und befand sich noch in der Therapie. Er belastete die betroffene Gliedmaße bei der Kontrolluntersuchung vollständig und zeigte lediglich eine Lahmheit Grad 1. Es ist demnach von keiner Schonung der orthesetragenden Gliedmaße auszugehen und die geringgradige Muskelatrophie kann im Zusammenhang mit der Orthese stehen. Bei Patient 6 wurde die maximale Abweichung von 5,5 cm gemessen. Dieser Hund trug die Orthese zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung schon mehrere Monate nicht mehr. Daher ist nicht davon auszugehen, dass die Orthese die unmittelbare Ursache für die Muskelatrophie ist. Vielmehr kann man vermuten, dass die bei der Kontrolluntersuchung immer noch vorgelegene Lahmheit (Grad 3) und eine damit einhergehende Schonung der lahmen Gliedmaße zu der Atrophie der entsprechenden Muskulatur führten. Da in über der Hälfte der Untersuchungsergebnisse in Bezug auf eine mögliche Muskelatrophie keine oder keine besonderen Abweichungen ermittelt werden konnten, kann festgehalten werden, dass eine Orthesentherapie nicht zwangsläufig zu einer Muskelatrophie der betroffenen Gliedmaße führt. In wenigen Fällen kann die Orthese die Ursache für eine geringgradige Atrophie der Muskulatur der therapierten Gliedmaße sein. Allerdings sind auch andere Faktoren wie Schmerzen aufgrund des Traumas selbst denkbar. Daher ist kein eindeutiger Zusammenhang einer Muskelatrophie zu einer Therapie mit einer Orthese herzustellen, allerdings auch nicht auszuschließen.

Um den Grad der Bewegungsfreiheit nach der Therapie mit einer Orthese beurteilen zu können wurde die ROM bei allen Patienten, die an der Kontrolluntersuchung teilnahmen (n=16), gemessen. Ebenso wurde vergleichend dazu die ROM der kontralateralen Gliedmaße erfasst. Die Messungen von nur 12 der 16 untersuchten Patienten konnten beurteilt werden, da drei Patienten eine Panarthrodese und ein Patient eine partielle Arthrodese des betroffenen Gelenkes vor der Orthesentherapie erhielten und eine damit zwangsläufig einhergehende Bewegungseinschränkung dieses Gelenkes vorhanden war. Zudem wurden bei einem dieser Patienten mit

---

Panarthrodese (Patient 18) beide Vordergliedmaßen mit einer Orthese therapiert. Damit liegt neben der Panarthrodese eine zusätzliche Einschränkung der Beurteilung dieses Kriteriums vor. Die Ergebnisse dieser vier Patienten sind zwar in Tabelle 9 der Vollständigkeit halber notiert, werden hier jedoch aus genannten Gründen nicht berücksichtigt. Die Ergebnisse der 12 Patienten, die zu Therapiezwecken ausschließlich eine Orthese erhalten hatten, stellten sich sehr unterschiedlich dar. Bei einem Hund (Patient 1) konnte eine kaum messbare Abweichung der ROM zwischen dem betroffenen Gelenk und der ROM des Gelenkes kontralateralen Gliedmaße von einem Grad weniger festgestellt werden. Diese kann vernachlässigt und als möglicher Messfehler betrachtet werden. Die Ausheilung des therapierten Gelenkes erfolgte bei diesem Patienten somit mit vollständiger Erhaltung der Funktion. Bei anderen Patienten wurden Abweichungen der ROM von 11 bis zu 114° gemessen. Patient 16 wies bei der Messung eine Abweichung von 114° zwischen dem gesunden und dem kontralateralen therapierten Gelenk auf. Dieser Patient hatte jedoch eine temporäre Arthrodese als therapeutische Maßnahme vor der Orthese erhalten, die diesen Zustand beeinflusst haben kann. Die gleiche Therapie vor der Anwendung der Orthese erfolgte ebenso bei Patient 12, der eine Abweichung der ROM von 90° aufwies. Bei Patient 6 konnte eine Abweichung der ROM von 100° gemessen werden. Dieser Hund hatte vor der Anwendung der Orthese eine chirurgische Versorgung der Gliedmaße in Form einer stabilisierenden Bandnaht mit PDS-Nahmaterial (Polydioxanon) und einer Fixation des Talus am betroffenen Tarsalgelenk erhalten. Alle Patienten, die ausschließlich eine Orthese zur Therapie der Gelenksinstabilität erhielten (Patienten 3, 4, 8, 10, 11, 14), zeigten Abweichungen den ROM von 11 bis zu 60° (im Durchschnitt 35,67°). Eine deutliche Einschränkung des Bewegungsablaufes ist zu vermuten, allerdings präsentierten drei dieser sechs Patienten bei der Kontrolluntersuchungen lediglich eine geringgradige Lahmheit (Grad 1). Die weiteren drei dieser sechs Patienten liefen lahmfrei. Festzuhalten ist, dass die Therapie mit der Orthese eine Einschränkung der ROM des therapierten Gelenkes bei fast jedem Patienten, ausgenommen Patient 1, mit sich brachte. Dennoch hat diese Einschränkung der ROM nicht immer eine Einschränkung des Bewegungsablaufes bewirkt. Bei einer alternativ angewendeten Arthrodese (partiell oder vollständig) sind die Einschränkungen der

---

ROM erheblicher, wie den Untersuchungsergebnissen zu entnehmen ist und von weiteren Autoren beschrieben wird (Bokemeyer et al. 2011; DeCamp et al. 2016a; Dyce 1996; Schulz 2008).

Die Auswertung einzelner Fälle dieser Studie bringt einige besonders erwähnenswerte Erfolge und Misserfolge der Therapie mit einer Orthese hervor, die im Folgenden noch einmal individuell betrachtet und analysiert werden.

Als Misserfolge sind die Fälle all jener Patienten zu werten, bei denen die Therapie mit der Orthese vorzeitig abgebrochen wurde (Patienten 10,15, 20-23). Bei allen Hunden waren Druckstellen oder Hautwunden, die durch das Tragen der Orthese verursacht wurden, der Grund für den Therapieabbruch. Durch eine optimale Aufklärung und Beratung der Besitzer hätte dieser Problemstellung optimal begegnet werden und diese damit ausgeschlossen werden können.

Des Weiteren ist der Fall von Patient 7 an dieser Stelle zu nennen. Nach der einmaligen Anpassung zu Beginn der Orthesentherapie wurde die Orthese nicht noch einmal durch einen Orthopädietechniker angepasst. Allerdings wurde diese dem Hund täglich weiterhin angepasst und Hautwunden akzeptiert. Dies ist äußerst kritisch zu betrachten, da davon auszugehen ist, dass diese Wunden zu anhaltender Schmerzhaftigkeit des Patienten führen. Eine gute Aufklärung der Besitzer ist in diesem Fall offensichtlich ausgeblieben und vermutlich ebenfalls der Grund für den suboptimalen Verlauf der Therapie.

Einige besonders erfolgreiche Therapieergebnisse, bei denen zudem der Verlauf von Beginn bis zum Beenden der Therapie gut dokumentiert wurde, können die möglichen Erfolge mit einer Orthese als Therapie einer Gelenksinstabilität belegen. Dies ist zum Beispiel Patient 18. Das Ergebnis nach der erfolgten Orthesentherapie war ein lahmfreier Hund, dessen verletzte Vordergliedmaße ausschließlich mittels Orthese therapiert wurde. Ob die Ausheilung der Gelenksinstabilität auch ohne eine Orthese so erfolgt wäre, ist unklar. Zumindest ist es sehr wahrscheinlich, dass die Ruhigstellung die Ausheilung der Läsionen begünstigt hat. Der Erfolg hängt auch maßgeblich von der guten Anwendung der Besitzerin ab, weil nur so die

---

Voraussetzungen für das tägliche Tragen der Orthese vorlagen. Dadurch konnte die unterstützende Wirkung der Orthese optimal genutzt werden.

Ein weiterer Fall, in dem die Therapie mit einer Hunde-Orthese offensichtlich gute Ergebnisse erzielt hat, ist Patient 8. Zum Zeitpunkt der Kontrolluntersuchung und etwa 22 Monate nach dem Trauma (die ersten 9 Monate davon unter Anwendung der Orthese) konnte bei diesem Patienten keine Lahmheit auch ohne Tragen der Orthese bemerkt werden. Es wurde daher davon ausgegangen, dass die Stabilität des Gelenkes wieder vollständig hergestellt werden konnte. In diesem Fall erfolgte eine gute Aufklärung der Besitzerin, die Anwendung wurde ebenfalls optimal durchgeführt und die unterstützende Wirkung der Orthese konnte vollumfänglich ausgenutzt werden. Demnach steckt viel Potenzial in einer Orthese zur Therapie von Gelenksinstabilitäten bei Hunden, wenn die Durchführung optimal verläuft.

Insgesamt lässt sich feststellen, dass Orthesen in der Veterinärmedizin eine gute Alternative zur Versorgung von Läsionen der Bandstrukturen oder anderen Problemstellungen in Bezug auf eine Instabilität des Karpal- oder Tarsalgelenkes beim Hund darstellen können. Gerade bei jungen, sich im Wachstum befindlichen Hunden kann eine Orthese zur Therapie eines Hyperextensionssyndroms oder anderer Bandinstabilitäten im Bereich des Karpal- oder Tarsalgelenkes daher eine gute Alternative im Vergleich zu einer Arthrodesese sein, weil diese aus o.g. Gründen kontraindiziert ist (siehe Kapitel 2.3.1.2). Dies gilt insbesondere für Hunde mit einem Lebensalter von unter sechs Monaten, um keine dauerhafte Verkürzung der Gliedmaße zu riskieren. Daher stehen dem behandelnden Tierarzt für die Therapie bei instabilen Karpal- oder Tarsalgelenken solch junger Patienten nur begrenzte Mittel zur Verfügung. Ein Cast kann alternativ genutzt werden (Carr u. Dycus 2016; Mich 2011). Dieser kann jedoch bei sehr ungestümen und jungen Hunde eventuell zu wenig Halt bieten, um eine für die Ausheilung erforderliche Ruhigstellung der Gliedmaße zu bieten.

Aber auch adulte Hunde können von einer gut angepassten Orthese profitieren. So kann nach mehrmaligen chirurgischen Therapieversuchen, die nie zu einer zufriedenstellenden Stabilität des betroffenen Gelenkes führen konnten, eine Orthese

---

die Alternative zu einer Amputation der Gliedmaße sein. Auch leichte Gelenksinstabilitäten können vollständig mit einer unterstützenden Orthese ausheilen, wie die Untersuchungsergebnisse dieser Studie zeigen.

Die Durchführung weiterer Studien scheint allerdings erforderlich, um genauere Informationen zu sammeln und vergleichen zu können. Dabei handelt es sich insbesondere um mehr vergleichbare Fälle mit ähnlichen Verletzungen, die schon vor Beginn der Therapie ausreichend dokumentiert werden konnten und eine begleitende Untersuchung von Beginn bis zum Ende der Orthesentherapie gewährleistet werden kann. Auch wurden, wie bereits oben erwähnt, die Materialien der individuell angefertigten Orthesen im Laufe der sechs Jahre angepasst und verbessert. Dies führte zur längeren Haltbarkeit des Polstermaterials, längerer Lebensdauer der Orthese und insgesamt zu einem besseren Sitz der Orthesen, vergleichend zu denen mit eingangs anderen genutzten Materialien. Dadurch konnte folglich auch besser Wunden vorgebeugt werden. Um die Vergleichbarkeit von zukünftigen Fällen zu erhöhen, sollten ebenso gleiche Materialien bei gleichen Fällen und gleichen Hundegrößen (gleiches Körpergewicht), mit gleicher Aktivität etc. angewendet werden. Erst dann kann unter diesen gleichen Voraussetzungen genau bewertet werden, welche exakten möglichen Erfolgsunterschiede mit einer Orthese als Unterstützung zur Ausheilung von Bandstrukturen an Gelenken erzielt werden können.

---



## **6 Zusammenfassung**

Isabelle Wolle, Hannover 2020

### **Evaluierung von Orthesen für Hunde**

Das Ziel der vorliegenden Studie war die Evaluierung von individuell angefertigten Orthesen für Hunde. Dafür wurden 40 Hunde aus drei norddeutschen Kleintierkliniken ermittelt. Die Patienten hatten zuvor ein Trauma des Karpal- oder Tarsalgelenkes unterschiedlicher Schwere erlitten, woraus bei allen Patienten eine Hyperextension oder eine andere Gelenkinstabilität resultierte. Alle Hunde erhielten zu therapeutischen Zwecken eine individuell angefertigte Orthese für das betroffene Gelenk. Von 17 der 40 ermittelten Patienten erfolgte aus verschiedenen Gründen keine Rückmeldung der Daten. Die Ergebnisse dieses Therapiekonzeptes, die in der vorliegenden Studie analysiert wurden, wurden daher anhand von 23 Patientendaten erhoben.

Besondere Herausforderungen liegen in der Anwendung der Orthese. Die tägliche Anwendung und das Anlegen der Orthese werden allein vom Besitzer des Hundes durchgeführt. Unter diesem Hintergrund wurden mithilfe eines Besitzerfragebogens Daten erhoben, die sich insbesondere auf Probleme und Lösungen im Zusammenhang mit dem Therapiekonzept der Orthese konzentriert haben. Während das hygienische Management der Orthese keine Probleme mit sich brachte, stellte das rechtzeitige Erkennen von Wund- und Druckstellen, die durch die Orthese an der betroffenen Gliedmaße verursacht wurden, eine häufige Komplikation dar. Es stellte sich heraus, dass die Aufklärung über die korrekte Anwendung der Orthese und die Compliance des Besitzers einen maßgeblichen Einfluss auf die optimale Prävention dieser Komplikation hatten. So wurde im Zuge der Studie ein Anweisungsbogen gemeinsam mit Orthopädietechnikern entworfen, um dieser Problematik künftig besser prophylaktisch begegnen zu können. Die Orthese selbst wurde von 15 von 16

---

Patienten gut akzeptiert und toleriert. Nur ein Hund benagte aus unbekanntem Gründen die Orthese zu Beginn der Therapie.

Des Weiteren waren die möglichen Therapieerfolge eine wichtige Fragestellung der Evaluierung. Bei sechs von 23 Patienten scheiterte die Therapie aufgrund von Druck- und Wundstellen, die von der Orthese an der betroffenen Gliedmaße des Hundes verursacht worden waren. Zudem waren eine mangelnde Aufklärung und schlechte Compliance maßgebliche Faktoren für diese Misserfolge. Bei 9 anderen Patienten, die ein optimales Anwendungsmanagement durch ihren Besitzer erhielten und die zusätzlich gut dokumentiert werden konnten, können jedoch gute Ergebnisse bis zur vollständigen Lahmheitsfreiheit und Wiederherstellung der Gelenkstabilität verzeichnet werden.

Es steckt demnach viel Potenzial in der Anwendung einer Orthese zur Therapie von Hyperextensionssyndromen oder anderen Gelenksinstabilitäten von Karpal- und Tarsalgelenken bei Hunden. Neben einer gut angepassten Orthese ist vor allem aber die vollumfängliche Aufklärung eine sehr wichtige Komponente dieser Therapie, die es unbedingt zu beachten gilt.

---

## 7 Summary

Isabelle Wolle, Hannover 2020

### **Evaluation of orthoses for dogs**

The aim of this study was the evaluation of individually made orthoses for dogs. 40 dogs from three animal hospitals in northern Germany were included in this study. The patients each endured a trauma of different severity to the carpal or tarsal joint. The trauma led to a hyperextension or another form of joint instability. For therapeutic reasons all dogs received an individually customized orthosis for their respective joints. 17 owners of the 40 selected dogs gave no feedback for unknown reasons. Therefore, the results of this therapeutic concept are based upon a dataset of 23 patients.

The use of the orthosis with dogs is a special challenge. Daily application and maintenance of the orthosis is handled by the owner of the dog. The questionnaire for the owners was designed to focus on the problems and positive effects of the therapeutic concept of the orthosis. While the hygienic management did not create problems, the early identification of pressure and sore marks caused by the orthosis led to complications. It turned out that clear instruction regarding the correct use of the orthosis in combination with a good understanding of the owner has an essential impact on the optimal prevention of this complication. An instruction sheet was developed together with orthopedic technicians because of that issue. The aim of this sheet was to prevent this and other problems. The orthosis itself was well accepted by 15 of 16 patients. Only one dog gnawed at the orthosis at the beginning of the treatment.

Another important outcome that this study investigated was the potential therapeutic results. The treatment failed in six of 23 cases because of pressure and sore marks related to wearing the orthosis. Moreover, an inadequate instruction of use and a poor

---

understanding were relevant factors for failure. For nine patients, good results were documented when the orthosis was handled correctly by the owner. This resulted in a complete absence of lameness and a full recovery of joint stability.

In summary, there is a high potential in the use of a customized orthosis for carpal or tarsal joints of dogs to recover after hyperextension traumas and other joint instabilities. Besides a well-fitting orthosis, detailed instructions for the owner are a very important part of this treatment.

---

## 8 Literaturverzeichnis

ALLEN, M. J., J. DYCE u. J. E. F. HOULTON (1993):

Calcaneoquartal Arthrodesis in the Dog.

*Journal of Small Animal Practice* 34(5):205–210.

ANDREONI, A., U. RYTZ, R. VANNINI u. K. VOSS (2010):

Ground Reaction Force Profiles after Partial and Pancarpal Arthrodesis in Dogs.

*Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 23(1):1–6.

ATTESLANDER, P. (1975):

Gültigkeit und Zuverlässigkeit von Interviewdaten.

In: Atteslander, P. (Hrsg.), *Verzerrungen im Interview*,

1. Aufl., Springer, Berlin, S. 30–47.

AYDIN KAYA, D. (2018):

Bilateral radial carpal bone luxation and its treatment in a dog.

*Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 42(4):366–369.

BOUDRIEAU, R., J. DEE u. L. DEE (1984):

Central Tarsal Bone Fractures in the Racing Greyhound: A Review of 114 Cases.

*Journal of the American Veterinary Medical Association* 184(12):1486–1491.

BRISTOW, P.C., R. L. Meeson, R. M. THORNE, S. J. BUTTERWORTH, S.

RUTHERFORD, A. I. D. RENWICK, B. WUSTEFELD-JANSSENS, P. G. K. WITTE,

S. WOODS, K. J. PARSONS, B. J. KEELEY, M. R. OWEN, A. LI u. G. I. ARTHURS

(2015):

Clinical Comparison of the Hybrid Dynamic Compression Plate and the Castless Plate for Pancarpal Arthrodesis in 219 Dogs.

*Veterinary Surgery* 44(1):70–77.

BUOTE, N. J., D. MCDONALD u. R. RADASCH (2009):

Pancarpal and Partial Carpal Arthrodesis.

---

*Surgery Compendium* 31:181–192.

CAMPBELL, J. R., D. BENETT u. R. LEE (1976):  
Intertarsal and Tarso-metatarsal Subluxation in the Dog.  
*Journal of Small Animal Practice* 17(7):427–442.

CANAPP, S. O. J., D. CAMPANA u. L. M. FAIR (2012):  
Orthopedic coaptation devices and small-animal prosthetics.  
In: Tobias, K. M. u. Johnston, S. A. (Hrsg.), *Veterinary surgery: Small Animal*,  
1. Aufl., Elsevier, St.Louis, S. 628–646.

CARR, B. J. u. D. L. DYCUS (2016):  
Canine orthopedic devices.  
*Today's Veterinary Practice* 6 (1):117–126.

CLARKE, S. P., J. F. FERGUSON u. A. MILLER (2009):  
Clinical Evaluation of Pancarpal Arthrodesis Using a Castless Plate in 11 Dogs.  
*Veterinary Surgery* 38(7):852–860.

COLLINS, J., M. G. DRUM u. D. SELIG (2019):  
Orthesen und Prothesen.  
In: Bockstahler, B. (Hrsg.), *Physikalische Medizin, Rehabilitation und Sportmedizin  
auf den Punkt gebracht: ein Leitfaden für die Kleintierpraxis*,  
2. Aufl., VBS VetVerlag, Babenhausen, S. 275–287.

COOK, J. L., R. EVANS, M.G. CONZEMIUS, B. S. X. LASCELLES, C. W.  
MCILWRAITH, A. POZZI, P. CLEGG, J. INNES, K. SCHULZ, J. HOULTON, L.  
FORTIER, A. R. CROSS, K., HAYASHI, A. KAPATKIN, D. CIMINO BROWN u. A.  
STEWART (2010):  
Proposed definitions and criteria for reporting time frame, outcome, and  
complications for clinical orthopedic studies in veterinary medicine.  
*Veterinary Surgery* 39(8):905–908.

---

DAVIDSON, J. R. u. S. KERWIN (2014):

*Common Orthopedic Conditions and Their Physical Rehabilitation.*

In: Millis, D. u. Levine, D. (Hrsg.), *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*,

2. Aufl., Elsevier Inc., Amsterdam, S. 543–581.

DECAMP, C. E., S. A. JOHNSTON, L. M. DÉJARDIN u. S. L. SCHAEFER (2016a):  
Fractures and Other Orthopedic Conditions of the Carpus, Metacarpus, and  
Phalanges.

In: DeCamp, C. E., Johnston, S. A., Déjardin, L. M., Schaefer, S. L (Hrsg.), *Brinker,  
Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*,  
5. Auflage, Elsevier Inc., Amsterdam, S. 389–433.

DECAMP, C. E., S. A. JOHNSTON, L. M. DÉJARDIN u. S. L. SCHAEFER (2016b):  
Fractures and Other Orthopedic Conditions of the Tarsus, Metatarsus, and  
Phalanges.

In: DeCamp, C. E., Johnston, S. A., Déjardin, L. M., Schaefer, S. L (Hrsg.), *Brinker,  
Piermattei and Flo's Handbook of Small Animal Orthopedics and Fracture Repair*,  
5. Auflage, Elsevier Inc., Amsterdam, S. 707–758.

DENNY, H. R., A. R. S. BARR (1991):

Partial Carpal and Pancarpal Arthrodesis in the Dog: A Review of 50 Cases.

*Journal of Small Animal Practice* 32(7):329–334.

DYCE, J. (1996):

Arthrodesis in the Dog.

*In Practice* 18(6):267–279.

DYCE, J., R. G. WHITELOCK, K. V. ROBINSON, F. FORSYTHE u. J. E. F.

HOULTON (1998):

Arthrodesis of the Tarsometatarsal Joint Using a Laterally Applied Plate in 10 Dogs.

*Journal of Small Animal Practice* 39(1):19–22.

FORTERRE, F., A. JAGGY, Y. MALIK, J. HOWARD, S. RÜFENACHT u. D.

---

SPRENG (2009):

Non-Selective Cutaneous Sensory Neurectomy as an Alternative Treatment for Auto Mutilation Lesion Following Arthrodesis in Three Dogs.

*Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 22(3):233–237.

FROST, W. W. u. W. V. LUMB (1966):

Radiocarpal arthrodesis: a surgical approach to brachial paralysis

*Journal of the American Veterinary Medical Association*.149(8):1073–1078.

GORSE, M. J., P. T. PURINTON, R. C. PENWICK, D. N. ARON u. R. E. ROBERTS (1990):

Talocalcaneal Luxation An Anatomic and Clinical Study.

*Veterinary Surgery* 19(6):429–434.

GRIFFON, D. (2016):

Arthrodesis.

In: Griffon, D. u. Hamaide, A. (Hrsg.), *Complications in Small Animal Surgery*,

1. Aufl., Wiley-Blackwell, Hoboken (New Jersey, USA), S. 727–734.

GUILLIARD, M. J. (2001):

Accessory Carpal Bone Displacement in Two Dogs.

*Journal of Small Animal Practice* 42: 603-606.

GUILLIARD, M. J. u. A. K. MAYO (2001):

Subluxation/Luxation of the Second Carpal Bone in Two Racing Greyhounds and a Staffordshire Bull Terrier.

*Journal of Small Animal Practice* 42:356–359.

HARASEN, G. L. G. (1999):

Fracture-Luxation of the Central Tarsal Bone in a Dog.

*Canadian Veterinary Journal* 40(3):195.

HARASEN, G. L. G. (2002a):

---



Arthrodesis - Part I: The Carpus.

*Canadian Veterinary Journal* 43(8):641–643.

HARASEN, G. L. G. (2002b):

Arthrodesis - Part II: The Tarsus.

*Canadian Veterinary Journal* 43(10):806–808.

HARRIS, K. P., A. P. MOORES, S. J. BUTTERWORTH u. M. A. BUSH (2011):

Three Cases of Accessorioulnar Arthrodesis to Address Accessory Carpal Bone Subluxation or Fracture.

*Veterinary Record* 169(7):181–183.

HOROWITZ, F. B. u. K. L. WELLS (2007):

What Is Your Diagnosis? Dorsomedial Avulsion of the Right Second Carpal Bone with Medial Displacement of the Proximal Portion of the Second Metacarpal Bone.

*Journal of the American Veterinary Medical Association* 230(1):31–32.

JAEGER, G. H. u. S. O. CANAPP (2008):

Carpal and Tarsal Injuries.

*Clean Run* 14(5):74.

JAEGER, G., D. J. MARCELLIN-LITTLE u. D. LEVINE (2002):

Reliability of Goniometry in Labrador Retrievers.

*American Journal of Veterinary Research* 63(7):979–986.

JOHNSON, K. A. (1980):

Carpal Arthrodesis in Dogs.

*Australian Veterinary Journal* 56(12):565–573.

KÖSTLIN, R. u. U. WAIBL (1986):

Zur Diagnostik und Therapie der Hyperextensionsverletzungen.

*Kleintierpraxis* 31 (3):97–160.

---

LIEBICH, H.-G., H. E. KÖNIG u. J. MAIERL (2005):

Hinter- oder Beckengliedmaßen (Membra pelvina).

In: König, H. E. u. Liebich, H.-G. (Hrsg.), *Anatomie der Haussäugetiere: Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis; Ausgabe in einem Band*, 3. Aufl., Schattauer, Stuttgart, S. 211–274.

LIEBICH, H.-G., J. MAIERL u. H. E. KÖNIG (2005):

Vorder- oder Schultergliedmaßen (Membra thoracica).

In: König, H. E. u. Liebich, H.-G. (Hrsg.), *Anatomie der Haussäugetiere: Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis; Ausgabe in einem Band*, 3. Aufl., Schattauer, Stuttgart, S. 141–210.

MACIAS, C., W. M. MCKEE u. C. MAY (2000):

Talocalcaneal Luxation with Plantar Displacement of the Head of the Talus in a Dog and a Cat.

*Veterinary Record* 147(26):743–745.

MARCELLIN-LITTLE, D. J., M. G. DRUM, D. LEVINE u. S. S. MCDONALD (2015):

Orthoses and Exoprostheses for Companion Animals.

*Small Animal Practice* 45(1):167–183.

MATIASOVIC, A. M u. M. BUSH (2016):

Carpal Hyperextension Injuries.

*Vet Times - The webseite for the veterinary profession*: (<http://www.vettimes.co.uk>)  
(zuletzt besucht am 10.01.2020)

MCMILLAN, F. D. (2000):

Quality of life in animals.

*Journal of the American Veterinary Medical Association* 216(12):1904–1910.

MICH, P. M. (2011):

Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation.

*DVM Newsmagazine* 42 (7):4S–16S.

---

MICH, P. M. u. M. KAUFMANN (2018):

Veterinary Orthotics and Prosthetics.

In: Zink, C. u. Van Dyke, J. B. (Hrsg.), *Canine Sprts Medicine and Rehabilitaion*, 2. Aufl., Wiley- Blackwell, Hoboken (New Jersey, USA), S. 265–293.

MILLIS, D. L. u. D. LEVINE (2014):

Assessing and Measuring Outcomes.

In: Millis, D. L. u. Levine, D., *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*, 2. Aufl., Elsevier Inc., Amsterdam, S. 220–242.

MILLIS, D. L. u. D. LEVINE (2014):

Joint Motions and Ranges.

In: Millis, D. L. u. Levine, D., *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*, 2. Aufl., Elsevier Inc., Amsterdam, S. 609–627.

MUIR, P. u. J. L. NORRIS (1999):

Tarsometatarsal Subluxation in Dogs: Partial Arthrodesis by Plate Fixation.  
*Journal of the American Animal Hospital Association* 35(2):155–162.

NEUMANN, S. (2017):

Sportverletzungen beim Hund – Häufige Probleme unserer Hundesportler.  
*Kleintier Konkret* 20(06):12–16.

NICKEL, R., A. SCHUMMER, E. SEIFERLE u. J. FREWEIN (2003):

Bewegungsapparat.

In: Nickel, R., Schummer, A. u. Seiferle, E. (Hrsg.), *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, 8. Aufl., Parey, Berlin, S. 13–585.

OZSOY, S. u. K. ALTUNATMZ (2004):

Pancarpal and Pantarsal Arthrodesis Applications using Compression Plates in Dogs.

---

*Veterinarni Medicina* 49(4):109–114.

PALIERNE, S., C: DELBEKE, E. ASIMUS, P. MEYNAUD-COLLARD, D. MATHON, A. ZAHRA u. A. AUTEFAGE (2008):

A Case of Dorso-Medial Luxation of the Radial Carpal Bone in a Dog.

*Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 21(2):171–176.

PENWICK., R. C. u. D. CLARK (1988):

A Simple Technique for Tarsometatarsal Arthrodesis in Small Animals.

*Journal of the American Animal Hospital Association* 24(2):183–188.

PENWICK, R. C. (1987):

Arthrodesis.

*Orthopedic Salvage Procedures* (4):821–840.

PILLARD, P., C. BISMUTH u. E. VIGUIER (2014):

Luxation Palmaire-Médiale de l' os Radial du Carpe chez un Chien.

*Revue de Médecine Vétérinaire* 165 (5-6):150–159.

PUNZET, G. (1974):

Luxation of the Os Carpi Radiale in the Dog - Pathogenesis, Symptoms, and Treatment.

*Journal of Small Animal Practice* 15: 751–756.

RAMIREZ, J. M. u. C. MACIAS (2016):

Pancarpal Arthrodesis without Rigid Coaptation using the Hybrid Dynamic Compression Plate in Dogs.

*Veterinary Surgery* 45(3):303–308.

REIF, U., A. MEYER-LINDENBERG u. F. WAGNER (2012):

Erkrankungen des Bewegungsapparates.

In: Suter, P. F., Kohn, B. u. Schwarz, G. (Hrsg.), *Praktikum der Hundeklinik*,

11. Aufl., Enke, Stuttgart, S. 998–1070.

---

ROCH, S. P., D. N. CLEMENTS, D. A. S. MITCHELL, D. DOWNES, T. J. GEMMILL, C. MACIAS u. W. M. MCKEE (2008):

Complications following Tarsal Arthrodesis using Bone Plate Fixation in Dogs.  
*Journal of Small Animal Practice* 49(3):117–126.

SALOMON, F.-V. (2015):

Bewegungsapparat.

In: Salomon, F.-V., Geyer, H. u. Gille, U. (Hrsg.), *Anatomie für die Tiermedizin*, 3. Aufl., Enke, Stuttgart, S. 22–218.

SCHULZ, K. S. (2012):

Diseases of the joints.

In: Fossum, T. (Hrsg.), *Small animal surgery*, 4. Aufl., Elsevier inc., Amsterdam, S. 1215–1374.

SHIRES, P. K., D. A. HULSE u. M. T. KEARNEY (1985):

Carpal Hyperextension in two-month-old Pups.

*Journal of the American Veterinary Medical Association* 186(1):49–52.

TROUT, N. J. (2001):

Karpale Hyperextensionsverletzungen beim Hund.

*Waltham Focus* 11 (4):18–23.

TUAN, J., N. COMAS u. M. SOLANO (2019):

Clinical Outcomes and Complications of Pancarpal Arthrodesis stabilised with 3.5 Mm/2.7 Mm Locking Compression Plates with Internal Additional Fixation in 12 Dogs.

*New Zealand Veterinary Journal* 67(5):270–276.

UHTHOFF, H. K. u. F. L. DUBUC (1971):

Bone Structure Changes in the Dog under Rigid Internal Fixation.

*Clinical Orthopaedics and Related Research* 81:165–170.

---

VAUGHAN, L. C. (1985):

Disorders of the Carpus in the Dog II.

*British Veterinary Journal* 141:435–446.

VAUGHAN, L. C. (1987):

Disorders of the Tarsus in the Dog II.

*British Veterinary Journal* 143:498–505.

VERWILGHEN, D. u. A. SINGH (2015):

Fighting surgical site Infections in Small Animals. Are we getting Anywhere?

*Small Animal Practice* 45(2):243–276.

WHITELOCK, R. G., J. DYCE u. J. E. F. HOULTON (1999):

Metacarpal Fractures associated with Pancarpal Arthrodesis in Dogs.

*Veterinary Surgery* 28(1):25–30.

WILLER, R. L., K. A. JOHNSON, T. TURNER u. D. L. PIERMATTEI (1990):

Partial Carpal Arthrodesis for third Degree Carpal Sprains: A Review of 45 Carpi.

*Veterinary Surgery* 19(5):334–340.

ZOHMANN, A. (2011):

Schmerzäußerungen.

In: Kasper, M. u. Zohmann, A. (Hrsg.), *Ganzheitliche Schmerztherapie für Hund und Katze*,

2. Aufl., Thieme, Stuttgart, S. 15–18.

---

## 9 Anhang

### Anhang 1: Besitzerfragebogen

#### Evaluation von Orthesen bei Hunden Datum:

Name Besitzer:		Name Hund:		betroffenes Bein (vorne/hinten; rechts/links):	
Rasse				Geburtsdatum	
Geschlecht				Gewicht	
Verwendungszweck des Hundes (Familienhund, Schutzhund, Jagdhund,...)					
Was füttern Sie Ihrem Hund?					
Durch welche Klinik/Praxis wurden sie für eine Orthese überwiesen?					
Wer war dort Ihr behandelnder Tierarzt?					
Gab es ein Ereignis, weshalb Sie mit dem Hund den Tierarzt aufsuchen mussten? Wenn ja, welches?					

Welche Diagnose war der Grund für die Orthese?		
Wann wurde die Diagnose gestellt? (Monat und Jahr genügen)		
Bekam Ihr Hund bei der Erstvorstellung beim Tierarzt Medikamente verschrieben? Wenn ja, welche und in welcher Dosierung?		
Werden dem Hund aktuell Medikamente verabreicht?		
Wann war die erste Vorstellung beim Orthopädietechniker?		
Wie viele Anpassungen/Modelle gab es im Laufe der Therapie?		
Wie war die Lahmheit vor Anprobe der ersten Orthese?  Bitte schätzen Sie anhand der Beschreibung die Lahmheit des betroffenen Beines Ihres	<b>Lahmheitsevaluation im Schritt<sup>1</sup></b>	
	0 geht normal	
	1 leichte Lahmheit	



Hundes ein und kreuzen entsprechendes Ergebnis an.	2 offensichtliche Lahmheit mit Belastung	
	3 schwere Lahmheit mit Belastung	
	4 wechselnde Lahmheit ohne Belastung	
	5 kontinuierliche Lahmheit ohne Belastung	
Wie war die Lahmheit nach einiger Zeit der Therapie? (Gewöhnungsphase) MIT der Orthese?	<b>Lahmheitsevaluation im Schritt<sup>1</sup></b>	
	0 geht normal	
	1 leichte Lahmheit	
	2 offensichtliche Lahmheit mit Belastung	
	3 schwere Lahmheit mit Belastung	
	4 wechselnde Lahmheit ohne Belastung	
	5 kontinuierliche Lahmheit ohne Belastung	

---

Bereitet die jetzige Orthese noch Probleme? (Druckstellen...)	
Wie hat Ihr Hund die Orthese angenommen? Bitte vergeben Sie hierfür die Schulnote 1 (sehr gut) bis 6 (schlecht). Falls Ihr Hund die Orthese nicht gut angenommen hat, beschreiben Sie bitte hier mit eigenen Worten, wie sich dies bei Ihrem Hund gezeigt hat.	
Haben Sie Probleme mit der Hygiene oder der Reinigung der Orthese? (Kot, Urin, Schmutz, Nässe...)	
Beobachten Sie, dass Ihr Hund beim Tragen der Orthese nach einiger Zeit schlechter/ besser läuft? (Bsp. Einlaufen,...)	
Können Sie Unterschiede beim Laufen auf verschiedenen Untergründen beobachten?	
Trägt Ihr Hund aktuell die Orthese noch?	
Wie lang hat Hund Orthese insgesamt getragen?	

---

Haben Sie mit dem Hund Physiotherapie gemacht/machen lassen? (Wer, wie oft, wie lange, immer noch?)		
Sind Sie wegen dieser Angelegenheit nochmal bei Tierarzt vorstellig gewesen? (wann, wo, welche Therapie?)		
Allgemeine Beurteilung der Lebensqualität (während Orthesentherapie) Wie können Sie die Lebensqualität mit der Orthese beurteilen?	schlecht	
	befriedigend	
	gut	
	sehr gut	
	exzellent	
Bemerkungen/Besonderheiten:		

1. MILLIS D. L. u. LEVINE, D. (2014) Assessing and Measuring Outcomes. In:  
Millis, D. u. Levine, D. (ed.), *Canine Rehabilitation and Physical Therapy*,  
2. Aufl., Elsevier Inc.; Amsterdam S. 220-242.

---

## Anhang 2: Pflege- und Gebrauchshinweise für Orthesen für Hunde



Staszak - Das Sanitätshaus GmbH - Soltauer Str. 6a - 21335 Lüneburg



## Pflege- und Gebrauchshinweise für Orthesen für Hunde

### Allgemeine Hinweise:

- Tragen der Orthese zunächst nur unter Aufsicht und für kurze Zeiträume: zu Beginn der Therapie etwa 15 Minuten/ 1x am Tag; nach 3 Tagen mehrfach täglich für etwa 15 Minuten (wenn KEINE LAHMHEITEN bemerkt wurden)
- während der ersten Wochen der Anwendung der Orthese gilt LEINENPFLICHT (kontrollierte Bewegung)
- Korrekturen und Nacharbeiten sind im Sinne von Gewährleistung bis zu 3 Terminen im Kaufpreis enthalten. Reparaturen oder Korrekturen, die aufgrund von Anwendungsfehlern nötig werden, gehören nicht dazu und werden extra berechnet.
- Zögern Sie nicht uns zu kontaktieren, wenn Sie Auffälligkeiten feststellen. Eigenhändige Reparaturen und Veränderungen können im schlimmsten Fall die Orthese funktionsuntüchtig machen!

### Anziehen:

- Anlegen der Orthese im Stand am unbelasteten Lauf (in der Luft)
  - Klettverschlüsse sind dabei alle geöffnet
-

- Eine Hand sichert den Lauf, die andere Hand testet, ob die Orthese auf dem Gelenk „eingerastet“ ist. Diese Hand hält die Orthese auf dem Lauf fest.
- die Hand, die den Lauf hält, lösen - mit ihr den mittleren Verschluss schließen
- den oberen und unteren Verschluss schließen
- Alle Verschlüsse noch einmal kontrollieren, ob sie fest genug geschlossen sind.
- Die Orthese muss so fest angepasst werden, dass sie richtig sitzt, die Ausrichtung erhalten bleibt und der betroffene Lauf in der Orthese nicht verrutscht. Wenn der Lauf in der Orthese bewegt werden kann, ist dies ein sicheres Anzeichen dafür, dass die Orthese nicht eng genug sitzt.

### **Problembehandlung:**

- Druckstellen oder Rötungen
    - Auf korrektes Anlegen achten. Sitzt die Orthese eng genug?
    - Einen dünnen Strumpf unter der Orthese anziehen. Dabei auf faltenfreies Anlegen achten.
    - Ist die Orthese richtig herum angelegt? Ausrichtung beachten!
  - Der Hund zeigt eine Lahmheit:
    - Tragedauer war ggf. zu lang/ Überlastung: Tragedauer reduzieren!
    - Fremdkörper in der Orthese: Reinigen!
    - Scheuerstellen, die schmerzen: einen dünnen Unterziehstrumpf verwenden, zudem Sitz der Orthese kontrollieren und ggf. korrigieren!
-

- 
- Der Hund kann sich nicht mehr wie gewohnt bewegen:
    - Die Orthese ist für den Einsatz in Bewegung konzipiert. Naturgemäß kann es zu Einschränkungen bei einigen Aktivitäten kommen.
  - Der Hund toleriert die Orthese nicht bzw. zerbeißt sie:
    - Noch einmal an der positiven Konditionierung arbeiten! Benutzen Sie positive Verstärker wie Leckerli, Kuscheleinheiten mit Frauchen/Herrchen, Klickertraining etc.!

Bleibt das Problem bestehen, sollte die Orthese nicht weiter getragen werden. Konsultieren Sie bitte umgehend den Tierarzt oder den Orthopädietechniker!

### **Wartungshinweise:**

- Regelmäßige Kontrolle und Reinigung der : Orthese per Hand mit einem feuchten Lappen oder im Waschbecken unterfließendem frischen Wasser reinigen (vermeiden Sie scharfe Reinigungsmittel!)
  - Nach dem Reinigen oder nach Spaziergängen im Regen lassen Sie die Orthese an der Luft trocknen (NICHT AUF DIE HEIZUNG LEGEN!).
  - Geben Sie KEIN Teil der Orthese in die Waschmaschine oder in den Trockner!
  - Tragen Sie KEINE Creme auf der Haut auf bevor Sie die Orthese anlegen!
  - Beobachten Sie die Passform der Orthese. Mit zunehmender Belastung wird im Laufe der Zeit die Muskulatur zunehmen. Die Passform kann sich verändern.
  - Klettverschlüsse lassen nach, wenn sie mit Haaren/Fell zugesezt sind. Bitte entfernen Sie diese regelmäßig!
-

**Sicherheitshinweise:**

- Die Nutzungsdauer der Orthese ist nicht genau abschätzbar, da durch Veränderungen der Gliedmaßen und Verschleiß individuelle Beeinträchtigungen entstehen können.
- Unter „üblichen“ Bedingungen“ (flacher, ebener Untergrund, Schutz vor Nässe, Hitze und außergewöhnlicher mechanischer Beanspruchung infolge von hohem Körpergewicht oder Sport, regelmäßiger Pflege und Wartung) ist eine Verwendung der Orthese über mehrere Jahre möglich.
- Bitte beachten Sie, dass ein Austausch der Orthese oder Teilen davon auch aus hygienischen Gründen erforderlich sein kann.

© 2019

Staszak – Das Sanitätshaus GmbH

Soltauer Straße 6a

21335 Lüneburg

04131 / 75060

Heino.Lingner@sh-staszak.de

[www.sh-staszak.de](http://www.sh-staszak.de)

---

## 10 Danksagungen

Mein herzlicher Dank gilt Herrn Prof. Dr. Fehr für die Überlassung dieses interessanten Themas und die Betreuung auch aus der Ferne.

Des Weiteren danke ich besonders Herrn Dr. Oliver Harms für die sehr unkomplizierte und gute Betreuung dieser Studie.

Vielen Dank an Heino Lingner vom Sanitätshaus Staszak in Lüneburg. Die von ihm von Hand angefertigten Orthesen waren die Grundlage dieser Arbeit. Heino hat mir mit demselben Engagement, mit dem er sich den Hundeorthesen widmet, bei aufkommenden Problemen und Fragen kompetent und gut gelaunt zur Seite gestanden. Danke, ohne diese Unterstützung wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Ebenso danke ich Herrn Dr. med. vet. Frank Wagner (Tierklinik Norderstedt) und Herrn Dr. med. vet. Henning C. Schenk, PhD. (Tierklinik Lüneburg), die mir die Einsicht in die Krankenakten einiger von ihnen behandelten Patienten ermöglicht und damit diese Studie maßgeblich unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meiner lieben Kollegin und Freundin Henriette. Danke für deine Unterstützung. Ohne deinen Zuspruch hätte ich die Motivation verloren. Das werde ich dir nie vergessen.

Ein ganz großes und liebes Danke gilt meiner Familie. Eure mentale Unterstützung treibt mich immer mit großem Elan voran. Ich bin sehr glücklich, dass es euch gibt.

---



Mein größter Dank gilt Christoph. Danke, für deinen Zuspruch und für deine Geduld mit mir und meinen Launen, vor allem in der Endphase. Ohne dich hätte ich nicht durchgehalten.

---

## Erklärung

Hiermit erkläre ich, Isabelle Wolle, geb. am 03.08.1989, dass ich die Dissertation mit dem Titel „Evaluierung von Orthesen bei Hunden“ selbstständig verfasst habe. Bei der Anfertigung wurde keine Hilfe Dritter in Anspruch genommen.

Ich habe keine entgeltliche Hilfe von Vermittlungs- und Beratungsdiensten (Promotionsberater oder anderer Personen) in Anspruch genommen. Niemand hat von mir unmittelbar oder mittelbar entgeltliche Leistungen für Arbeiten erhalten, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen.

Ich habe die Dissertation an der Klinik für Kleintiere, Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover, angefertigt.

Die Dissertation wurde bisher nicht für eine Prüfung oder Promotion oder für einen ähnlichen Zweck zur Beurteilung eingereicht.

Ich versichere, dass ich die vorstehenden Angaben nach bestem Wissen vollständig und der Wahrheit entsprechend gemacht habe.

Hannover, 23.03.2020

Isabelle Wolle

---