Aus dem Department für Kleintiere und Pferde

der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Universitätsklinik für Pferde

(Leiterin: Florien Jenner, Univ.-Prof.in Dr.in med. vet. Dipl.ACVS Dipl.ECVS)

Klinische Untersuchung von Pferden mit und ohne Formveränderungen der kleinen Tarsalknochen in Zusammenhang mit Osteoarthrose. Eine Detailbetrachtung des juvenilen Spats.

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Anna Möslinger-Gehmayr

Wien, im April 2021

Betreuerin:

Theresia Licka, Ao.Univ.-Prof.in Dr.in med. vet. Dipl.ACVSMR Dipl.ECVSMR
Universitätsklinik für Pferde, Department für Kleintiere und Pferde

Gutachter:

Balazs Gerics, PhD.
Institut für Morphologie, Department für Pathobiologie

Danksagung

An dieser Stelle richte ich ein herzliches Dankeschön an meine Diplomarbeitsbetreuerin Theresia Licka, die mich vom Anfang bis zum Schluss unterstützt hat, mir mit einer riesen Portion Motivation und Geduld zur Seite gestanden hat, immer erreichbar war und laufend hilfreiche Tipps parat hatte und das nicht nur zu meiner Diplomarbeit, so dauerten die regelmäßigen Treffen durch das Diskutieren aktueller spannender Fälle aus der Klinik immer etwas länger als geplant.

Ein weiteres Dankeschön gilt Katrin Schieder und Michael Geiger, die mir während meines Praktikums bei ihnen die Welt der Röntgenbilder mit so viel Geduld und so vielen Erklärungen näher gebracht haben und mich so dazu inspiriert haben ein Thema in diesem Bereich im Rahmen meiner Diplomarbeit zu behandeln. Und einen dicken Drücker an Kati, die mir in allen Anliegen immer tatkräftig zur Seite stand.

Danke an das Team der Bildgebenden Diagnostik an der Vetmed Uni Wien für die Möglichkeit meine Daten in ihren Räumlichkeiten und an ihren Gerätschaften zu erheben und Danke an Anna Herk für den gerne angenommenen Geleitschutz in den Keller.

Zum Schluss möchte ich natürlich auch ein Dankeschön an meine Familie richten, im speziellen an meine Eltern, die mir dieses Studium überhaupt erst ermöglicht haben und mich auf meinem Weg immer unterstützen. Danke!

Inhaltsverzeichnis

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG 1

2 LITERATURÜBERSICHT 2

2.1 Anatomie des Tarsalgelenkes 2

2.2 Osteoarthrose im Tarsalgelenk – Spat 4

2.3 Developmental Orthopedic Disease versus Juveniler Spat 5

2.4 Radiologische Diagnostik des Tarsalgelenkes 6

2.4.1 Projektionen am Tarsalgelenk 6

2.4.2 Radiologische Befunde im Bereich der distalen zwei Tarsalgelenke 6

3 MATERIAL UND METHODE 8

3.1 Auswahl der Pferde 8

3.2 Datenerhebung 8

3.2.1 Datenerhebung aus dem Tierspitalinformationssystem 8

3.2.2 Datenerhebung mithilfe eines Bildbetrachtungsprogrammes 10

3.3 Datenkontrolle 14

3.4 Klassifizierung 14

3.5 Erstellung der Vergleichsgruppen 16

3.6 Statistik 17

4 ERGEBNISSE 18

4.1 Untersuchung aller Daten 18

4.2 Untersuchung der Tarsalgelenke mit DODDT 23

4.3 Vergleich der Tarsalgelenke mit und ohne DODDT 25

4.4 Vergleich der Hinterbeine mit und ohne Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT 28

4.5 Vergleich vom schlechteren mit dem besseren Bein 28

4.5.1 In Bezug auf die Röntgenklasse 28

4.5.2 In Bezug auf die Lahmheit 29

4.6 Untersuchung einzelner Rassen 31

4.7 Untersuchung der Daten OHNE der Rasse Haflinger 32

5 DISKUSSION 35

6 ZUSAMMENFASSUNG 43

SUMMARY 44

7 LITERATURVERZEICHNIS 45

8 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS 50

Anhang I

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
ALD	Angular Limb Deformities
bzw.	beziehungsweise
DIT	distales Intertarsalgelenk
DL-PM-O	dorsolateral-plantaromedial oblique
DM-PL-O	dorsomedial-plantarolateral oblique
DOD	Developmental Orthopedic Disease
DODDT	Developmental Orthopedic Disease im distalen Intertarsalgelenk und Tarsometatarsalgelenk
DP	dorsoplantar
ggr	geringgradig
hgr	hochgradig
inkl.	inklusive
LM	lateromedial
M.	Musculus
Max	Maximum
mgr	mittelgradig
Min	Minimum
MTII	Os metatarsale secundum
MTIII	Os metatarsale tertium bzw. Rohrbeinlängsachse
MTIV	Os metatarsale quartum
N.	Nervus

OA	Osteoarthrose
OCD	Osteochondritis Dissecans
OTI+II	Os tarsale primum et secundum
OTIII	Os tarsale tertium
OTIV	Os tarsale quartum
OTC	Os tarsi centrale
PIT	proximales Intertarsalgelenk
SCL	Subchondral Cystic Lesion
Tab.	Tabelle
TCG	Talocruralgelenk
TMT	Tarsometatarsalgelenk

1 EINLEITUNG UND FRAGESTELLUNG

Die Spaterkrankung der Pferde ist eine fortschreitend chronisch degenerative Gelenkerkrankung der Sprunggelenke und hat große klinische Relevanz in der Pferdemedizin. Viele Pferde unterschiedlicher Rassen und Nutzungsarten sind davon betroffen und zeigen deshalb Lahmheiten unterschiedlichen Typs und Grades. Betroffen sind vor allem adulte Pferde die bereits im Training stehen und in Folge von Überlastung oder Fehlstellungen im Bereich der Sprunggelenke im Sinne von sichelbeinig und/oder kuhhessig einen fortschreitenden Verschleiß der distalen Tarsalgelenke erleiden (Baxter 2011a). Anhand der radiologischen Untersuchung können osteoarthrotische Veränderungen gesehen werden, die sich vor allem im Bereich des distalen Intertarsalgelenkes (DIT) und Tarsometatarsalgelenkes (TMT) sowie den gelenkbildenden Knochen befinden (Butler et al. 2017).

Deutliche osteoarthrotische Veränderungen können aber auch schon bei jungen, teils noch nicht im Training stehenden Pferden diagnostiziert werden. Die Fachliteratur bezeichnet diese Form der Spaterkrankung als juvenilen Spat (Auer 2012, Baxter 2011b, Kawcak 2016, Watrous et al. 1991). Als Ursache für diese Form wird die sogenannte Keilform genannt, resultierend aus inkompletter Ossifikation der kleinen Tarsalknochen, bei der die Gelenkflächen von *Os tarsi centrale* und *Os tarsale tertium* nicht mehr parallel zueinander liegen (Auer 2012). Diese Formabweichung der kleinen Tarsalknochen wird zum Krankheitskomplex der Developmental Orthopedic Diseases (DOD) gezählt und führt genauso wie die meisten anderen DOD zu einem Knorpelschaden und einer asymmetrischen Belastung im Gelenk und in weiterer Folge zu osteoarthrotischen Veränderungen (McIlwraith und Vachon 1988). Zu diagnostizieren ist die Keilform der kleinen Tarsalknochen am besten in der lateromedialen (LM) Projektion des Tarsalgelenkes (Butler et al. 2017).

Im Rahmen dieser Arbeit werden die Röntgenstudien von Sprunggelenken auf ihre osteoarthrotischen Veränderungen untersucht und Winkelmessungen an den kleinen Tarsalknochen in der LM Projektion durchgeführt. Die zwei Fragestellungen der vorliegenden Arbeit lauten: Gibt es einen messbaren Unterschied in der Form der kleinen Tarsalknochen zwischen den Tarsalgelenken mit und ohne Developmental Orthopedic Disease im DIT und TMT (DODDT)? Wie unterscheiden sich Tarsalgelenke mit und ohne DODDT in Bezug auf das Alter der Pferde und den Grad der osteoarthrotischen Veränderungen im Sinne von Spat?

2 LITERATURÜBERSICHT

2.1 Anatomie des Tarsalgelenkes

Die *Articulatio tarsi* bzw. das Sprung- oder Tarsalgelenk ist ein zusammengesetztes Gelenk, welches aus den Knochen von Tibia, den Tarsal- und Metatarsalknochen besteht. Zu den Tarsalknochen zählen beim Pferd der Talus, der Calcaneus, das *Os tarsi centrale* (OTC), das fusionierte *Os tarsale primum et secundum* (OTI+II), das *Os tarsale tertium* (OTIII) und das *Os tarsale quartum* (OTIV). Zu den Metatarsalknochen zählen das *Os metatarsale tertium* (MTIII), auch Rohrbein genannt, und die beiden *Os metatarsale secundum* (MTII) und *Os metatarsale quartum* (MTIV), auch Griffelbeine genannt. Die proximale Tarsalknochenreihe wird von Talus und Calcaneus gebildet. Die intertarsale Knochenreihe vom OTC und die distale Tarsalknochenreihe von OTI+II, OTIII und OTIV (Frewein et al. 2004).

Die knöcherne Basis des Tarsalgelenks besteht aus vier annähernd horizontal liegenden Gelenkspalten. Das Talocruralgelenk (TCG), *Articulatio talocruralis*, ist bedingt durch die hohen Rollkämme des Talus ein Schraubengelenk und am größten an der Beweglichkeit des Tarsalgelenkes beteiligt. Im proximalen Intertarsalgelenk (PIT), *Articulatio talocalcaneocentroquartalis*, artikulieren Talus, Calcaneus, OTC und OTIV miteinander. Das distale Intertarsalgelenk (DIT), *Articulatio centrodistalis*, wird aus dem OTC und der distalen Tarsalknochenreihe gebildet und das Tarsometatarsalgelenk (TMT), *Articulatio tarsometatarsale*, liegt zwischen der distalen Tarsalknochenreihe und den Metatarsalknochen. Das PIT, DIT und TMT sind straffe Gelenke, die nur eine geringe Scherbewegung zulassen (Dyson und Ross 2011, Frewein et al. 2004).

Die Synovialräume des Tarsalgelenkes können wie folgt beschrieben werden: Jedes der einzelnen Gelenke im Tarsalgelenk besitzt eine Gelenkkapsel, die am Rand der Gelenkflächen der beteiligten Knochen aus dem Periost hervorgeht. Diese Gelenkkapsel umschließt so die mit Synovia gefüllte Gelenkhöhle (Frewein et al. 2004). In diversen Literaturstellen wird auf verschieden häufig auftretende Kommunikationen zwischen den einzelnen Gelenkshöhlen im Tarsalgelenk des Pferdes hingewiesen, welche durchaus klinische Relevanz in der Lahmheitsdiagnostik haben. Zwischen dem TCG und dem PIT besteht regelmäßig eine Kommunikation, daher werden beide Gelenke als eine Gelenkhöhle angesehen (Kawcak 2016), zwischen dem PIT und DIT hingegen besteht nur selten eine Kommunikation (Auer 2012). Das DIT und TMT kommunizieren miteinander zwischen 7 % (Kraus-Hansen et al.

1992) und 38 % (Bell et al. 1993). Friker et al. (2000) konnten sogar eine Kommunikation zwischen dem DIT und TMT in 63 % der untersuchten Tarsalgelenke feststellen.

An den gelenkbildenden Knochenenden befindet sich der subchondrale Knochen, der dem Gelenkknorpel seine Form und Stabilität gibt (Frisbie 2012) und aus einer dünnen Knochenplatte besteht (van Weeren und Brama 2001). Der hyaline Gelenkknorpel hat eine glatte Oberfläche und ist durch eine schmale verkalkte Zone mit dem subchondralen Knochen verbunden (Frewein et al. 2004). In Kombination mit der Synovia ermöglicht der Gelenkknorpel eine nahezu reibungslose Bewegung des Gelenks. Der Gelenkknorpel besteht neben den Chondrozyten aus der Extrazellulären Matrix, die sich wiederum aus Kollagen, Proteoglykanen und Wasser zusammensetzt (Frisbie 2012).

Die Knochen des Tarsalgelenkes werden durch die fibrösen Gelenkkapseln und die intertarsalen, kollateralen und plantaren Bänder zusammengehalten (Auer 2012). Die kollateralen Bänder befinden sich medial und lateral am Tarsalgelenk und bestehen aus kurzen und langen Komponenten. Zu den intertarsalen Bändern zählen die proximalen und distalen Fußwurzelbänder, gemeinsam mit den plantaren Bändern halten sie die straffen Gelenke zusammen (Frewein et al. 2004). Im Zusammenhang mit der vorliegenden Arbeit ist das dorsale tarsometatarsale Band, welches die mediale Fläche des Talus mit dem dorsoproximalen Aspekt des MTIII verbindet, besonders interessant.

An der Bewegung des Tarsalgelenkes beteiligt und für die vorliegende Arbeit von Interesse sind unter anderem der *M. tibialis cranialis* und der *M. fibularis tertius*. Der *M. tibialis cranialis* entspringt am lateralen Condylus der Tibia, wird dorsal des Tarsalgelenkes sehnig und tritt zwischen dem mittleren und medialen Schenkel des *M. fibularis tertius* hervor um sich dann unmittelbar in einen medialen und lateralen Schenkel aufzuteilen. Der mediale Schenkel zieht zum OTI+II und zum medialen Griffelbein, ist von einem Schleimbeutel unterlagert und wird auch als Spatsehne bezeichnet. Der laterale Schenkel des *M. tibialis cranialis* setzt am proximalen Aspekt des Rohrbeins an. Der *M. fibularis tertius* ist rein sehnig angelegt und entspringt in der *Fossa extensoria* des Femurs. Auf Höhe des Tarsalgelenkes teilt sich dieser Muskel in drei Anteile auf. Sein lateraler Schenkel zieht zum Calcaneus und zum OTIV, der mittlere und mediale Schenkel inserieren teilweise am OTC, OTIII und am proximalen Aspekt des Rohrbeins (Frewein et al. 2004).

2.2 Osteoarthrose im Tarsalgelenk – Spat

Osteoarthrose (OA) ist eine chronisch degenerative Erkrankung von Gelenken (Frisbie 2012, McIlwraith und Vachon 1988). Diese Krankheit ist gekennzeichnet durch eine Degeneration und einen Verlust von Gelenkknorpel und durch die Bildung von neuem Knochengewebe (Caron 2011), sie betrifft hauptsächlich ältere Pferde, kann aber auch schon bei jüngeren Pferden beobachtet werden (van Weeren und Brama 2001).

Im Tarsalgelenk kommt OA vor allem im DIT und TMT vor, selten ist auch das PIT betroffen, (Butler et al. 2017, Eksell et al. 1999) und wird im Deutschen als Spat und im Englischen als „spavin“ oder „bone spavin“ bezeichnet (Reinacher 2007, Sullins 2011, Watrous et al. 1991). Spat ist die häufigste lahmheitsverursachende Erkrankung im Tarsalgelenk beim Pferd (Kawcak 2016, Sullins 2011) und kommt üblicherweise bilateral vor (Björnsdóttir et al. 2000, Dyson und Ross 2011).

Prädisponierende Faktoren sind kuhhessige und sichelbeinige Stellung im Tarsalgelenk. Diese Fehlstellungen kommen meist gemeinsam vor und führen zu erhöhtem Druck im dorsomedialen Bereich von PIT, DIT und TMT sowie der gelenkbildenden Knochen. Nichtsdestotrotz entwickeln auch Pferde ohne solcher Fehlstellungen OA in den distalen Tarsalgelenken (Sullins 2011). Weiteres begünstigt wird die Entstehung von OA durch Kompression und Rotationsbewegungen der kleinen Tarsalknochen, welche im Galopp am stärksten ausgeprägt sind. Daher sind Sprung-, Dressur-, Western- und Kutschpferde, sowie Traber aufgrund ihrer athletischen Nutzung besonders betroffen (Auer 2012). Aber auch bei Islandpferden besteht eine hohe Prävalenz an OA in den distalen Tarsalgelenken aufgrund des kleineren Winkels im Tarsalgelenk im Allgemeinen (Axelsson et al. 2001) und vermutlich auch aufgrund der Gangart Tölt in denen die Pferde geritten werden (Björnsdóttir et al. 2000, Eksell et al. 1998).

Die klinischen Symptome, die ein von Spat betroffenes Pferd zeigt, sind Leistungsminderung in der athletischen Nutzung und häufig bilaterale Lahmheit, üblicherweise eine gemischte oder reine Stützbeinlahmheit. Pferde mit milden Anzeichen von osteoarthrotischen Veränderungen können aber nach einer kurzen Aufwärmphase nahezu lahmfrei sein (Sullins 2011). Zu beachten ist, dass der Lahmheitsgrad und –typ nicht mit dem Grad der osteoarthrotischen Veränderungen korreliert (Dyson und Ross 2011). Viele der Pferde zeigen zusätzlich zu einer Lahmheit ein steifes Gangbild, eine verkürzte Schrittlänge, Zehenschleifen, und ein mediales Setzen der Hufe am Ende der Vorführphase. Adspektorisch und palpatorisch sind nur selten

Veränderungen festzustellen, eine palpable vermehrte Gelenkfüllung von DIT und/oder TMT ist untypisch für Spat, auch aufgrund der Absenz von Gelenkrezessus dieser Gelenke, und knöcherne Zubildungen werden meist erst palpabel beim Vorliegen deutlicherer Veränderungen (Auer 2012). Die kombinierte Hüft-, Knie- und Sprunggelenksbeugeprobe, vielfach und fälschlicherweise auch „Spat-Probe“ genannt, fällt bei den Pferden mit OA in den distalen Tarsalgelenken üblicherweise positiv aus (Sullins 2011).

Um den klinischen Spat als Lahmheitsursache zu diagnostizieren stellt die intraartikuläre Anästhesie von DIT und/oder TMT den Goldstandard dar. Zur weiterführenden Untersuchung und um den Grad der bereits vorhandenen osteoarthrotischen Veränderungen beurteilen zu können sollte zusätzlich eine Röntgenstudie der Tarsalgelenke durchgeführt werden (Auer 2012, Butler et al. 2017, Sullins 2011).

2.3 Developmental Orthopedic Disease versus Juveniler Spat

Der Begriff Developmental Orthopedic Disease (DOD) fasst eine Gruppe an Entwicklungsstörungen zusammen, von denen speziell Fohlen betroffen sind. Inkludiert werden unter anderem die Physitis, Angular Limb Deformities (ALD), Osteochondritis dissecans (OCD), Subchondral Cystic Lesions (SCL) und auch die inkomplette Ossifikation der Karpal- und Tarsalknochen, die bis zum Kollaps gehen kann (Baxter 2011c). Sekundär zu diesen Erkrankungen können in den betroffenen Gelenken osteoarthrotische Veränderungen entstehen (McIlwraith und Vachon 1988). Im Falle der ALD aufgrund der asymmetrischen Krafteinwirkung auf die beteiligten Strukturen und im Falle einer OCD oder einer SCL begünstigt der Knorpeldefekt die Entwicklung von OA (McIlwraith et al. 2016, Schlueter und Orth 2004). McIlwraith (2004) zählte auch noch die Juvenile OA in allen Gelenken zu dem Komplex der DOD. Watrous et al. (1991) beschrieben OA im Tarsalgelenk bei jungen, immaturen Pferden als juvenilen Spat (im Englischen „juvenile spavin“).

Laut Baxter (2011b) kommt DODDT vor allem bei dysmaturen Fohlen oder Zwillingsfohlen vor, die zum Zeitpunkt der Geburt eine inkomplette Ossifikation der Tarsalknochen aufweisen. Im Zusammenspiel mit dem zunehmenden Gewicht, das die Knochen tragen müssen, verändert sich die Form von OTC und OTIII in Richtung eines Keils und in besonders ausgeprägten Fällen in Richtung eines Knochenkollaps (Baxter 2011b, McIlwraith 2003). Sprackman et al. (2015) definieren die Keilform von OTC und OTIII als einen Zustand bei dem die dorsale Höhe der Knochen sich von der plantaren Höhe unterscheidet. Das OTC und OTIII sollten dorsal in proximodistaler Richtung annähernd gleich hoch sein (Verschooten und Schramme 1996) und

in weiterer Folge nach plantar hin diese Höhe beibehalten (Butler et al. 2017). Kommt es nun zu Veränderungen im Sinne einer Keilform stellen sich OTC und OTIII im Röntgen nicht mehr als rechteckige Strukturen dar, sondern nähern sich der Form eines Dreieckes an, diese Formabweichung wird als Ursache für juvenilen Spat definiert (Auer 2012, Kawcak 2016).

2.4 Radiologische Diagnostik des Tarsalgelenkes

Die Radiologische Diagnostik des Tarsalgelenkes stellt neben den intraartikulären Anästhesien von DIT und/oder TMT ein weiteres Mittel in der Diagnosestellung der Erkrankung Spat dar (Auer 2012, Butler et al. 2017).

Zu beachten ist allerdings, dass ein schmerzhaftes Tarsalgelenk nicht immer einhergeht mit radiologisch sichtbaren Veränderungen und genauso radiologisch sichtbare Veränderungen nicht zwingend in Schmerzen beziehungsweise Lahmheiten resultieren (van Hoogmoed et al. 2003). Daher empfehlen Byam-Cook und Singer (2009) immer eine intraartikuläre Anästhesie von DIT und/oder TMT durchzuführen um klinisch relevanten Spat zu diagnostizieren.

2.4.1 Projektionen am Tarsalgelenk

Aufgrund der Bilateralität der Krankheit Spat wird allgemein empfohlen beide Tarsalgelenke im Rahmen der radiologischen Diagnostik zu untersuchen. Je Tarsalgelenk sollten mindestens vier Aufnahmen in folgenden Projektionen durchgeführt und zur Beurteilung herangezogen werden, da sonst kleinste Veränderungen im Sinne von Spat übersehen werden: lateromedial (LM), dorsoplantar (DP), dorsolateral-plantaromedial oblique (DL-PM-O) und dorsomedial-plantarolateral oblique (DM-PL-O) (Auer 2012, Butler et al. 2017, Kawcak 2016, Laverty et al. 1991, Shelley und Dyson 1984, Ueltschi 2002, Verschooten und Schramme 1996).

In der LM Projektion kann die gleichmäßige Höhe von OTC und OTIII beurteilt werden, in der DP Projektion können die Gelenkspalten von DIT und TMT hinsichtlich ihrer Breite beurteilt werden, in der DL-PM-O Projektion wird der dorsomediale Aspekt und in der DM-PL-O Projektion der dorsolaterale Aspekt der distalen Tarsalgelenke hervorgehoben (Butler et al. 2017).

2.4.2 Radiologische Befunde im Bereich der distalen zwei Tarsalgelenke

Veränderungen die im Sinne von Spat beschrieben werden sind Verengung oder vollständiger Verlust (Ankylose) des Gelenkspaltes von DIT und/oder TMT, osteophytäre Zubildungen an den gelenknahen Knochenkonturen von OTC, OTIII und/oder MTIII, subchondrale Knochenaufhellung in Folge einer Knochenlyse, Sklerose von OTC und/oder OTIII und daraus

resultierend ein schlecht erkennbarer Kompakta-Spongiosa-Übergang (Auer 2012, Baxter 2011a, Butler et al. 2017, Dyson und Ross 2011).

Im Zusammenhang mit DODDT kann neben den klassischen osteoarthrotischen Veränderungen auch noch die sogenannte Keilform von OTC und/oder OTIII beobachtet werden (Baxter 2011b). Die Gelenkflächen der betroffenen Tarsalknochen stellen sich in der LM Projektion nicht mehr parallel zueinander dar und die Knochen selber stellen sich keilförmig dar, nähern sich in ausgeprägten Fällen einer dreieckigen Form an und können mit einer Gelenkspaltverengung und einer Fraktur der betroffenen Tarsalknochen einhergehen (Auer 2012, Butler et al. 2017).

Neben den oben beschriebenen radiologischen Veränderungen im Sinne von Spat können am Tarsalgelenk auch nicht klinisch und fraglich klinisch relevante Befunde beschrieben werden. Zu den nicht klinisch relevanten Befunden im Bereich der zwei distalen Tarsalgelenke zählen die Knochenvorsprünge im Sinne von Bandhöckern im dorsomedialen Aspekt des OTC und OTIII (Butler et al. 2017). In diesem Zusammenhang werden auch rassespezifische Unterschiede in der dorsomedialen Knochenkontur beschrieben (Shelley und Dyson 1984). Zu den fraglich klinisch relevanten Befunden zählt der sogenannte Knochensporn am dorsoproximalen Aspekt des MTIII. Dieser knöcherne Vorsprung kann entweder ein Osteophyt sein, oder ein Enthesiophyt im Bereich der Insertionsstelle des *M. fibularis tertius*, des *M. tibialis cranialis* und/oder des dorsalen tarsometatarsalen Bandes (Butler et al. 2017). Eine Zuordnung von fraglichen Enthesiophyten zu einer dieser drei Strukturen, ist am Röntgenbild nicht möglich (Fairburn et al. 2010).

3 MATERIAL UND METHODE

3.1 Auswahl der Pferde

Inkludiert in die vorliegende Arbeit wurden Pferde, die im Zeitraum von 01.01.2015 bis 30.09.2020 auf der Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Universität Wien vorstellig geworden sind, eine radiologische Untersuchung beider Tarsalgelenke (mit Ausnahme von zwei Pferden, die eine Röntgenstudie nur eines Tarsalgelenkes hatten, aber trotzdem inkludiert wurden) inkl. seitlicher Aufnahme durchgeführt worden ist und bei denen in der radiologischen Befunderhebung der Tarsalgelenke die Begriffe „juveniler Spat“ und/oder „Keil“ enthalten waren. Des Weiteren wurden zunächst Pferde inkludiert, die im Zeitraum von 01.01.2019 bis 30.09.2020 vorstellig geworden sind und bei denen eine radiologische Untersuchung von beiden Tarsalgelenken durchgeführt worden ist. Zusätzlich wurden zum Ausgleich der Röntgenklassengruppen noch weitere Pferde aus dem zweiten Halbjahr 2018 inkludiert, die aufgrund des Röntgenbefundes zumindest eines Tarsalgelenkes in weiterer Folge den Röntgenklassen 0, 2 oder 3 zugeordnet werden konnten. Pferde, die unter einem Jahr alt waren, und Pferde, die keine seitliche Aufnahme des Tarsalgelenkes in der Röntgenstudie enthalten hatten, wurden aus der vorliegenden Arbeit ausgeschlossen. Rasse, Geschlecht und Vorstellungsgrund der Pferde spielten keine Rolle bei der Auswahl.

3.2 Datenerhebung

Die Daten zu den Pferden wurden aus dem Tierspitalinformationssystem (TIS) der Veterinärmedizinischen Universität Wien erhoben. Die Röntgenbilder wurden im Programm VISUS JiveX diagnostic 5.2.2 geöffnet, ein Bildbetrachtungsprogramm in dem unter anderem Winkelmessungen durchgeführt werden können (Liao et al. 2008). Die Messungen wurden wie unten beschrieben durchgeführt.

3.2.1 Datenerhebung aus dem Tierspitalinformationssystem

Zu jedem Pferd wurden folgende Daten erhoben:

- Nationale (Alter, Rasse, Geschlecht)
- Anamnese (falls vorhanden)
- Orthopädische Untersuchung (falls vorhanden) → Lahmheitsbeurteilung in Bewegung (Schritt, Trab, an der Longe), diagnostische Anästhesien
- Radiologischer Befund

Die Angaben zu Geschlecht und Alter wurden jeweils zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung aus dem TIS entnommen.

Daten aus Anamnese und orthopädischen Untersuchung wurden jeweils zum Zeitpunkt des Klinikaufenthaltes erhoben in dem das Pferd der radiologischen Untersuchung unterzogen wurde. Falls mehrere orthopädische Untersuchungen während dieses Klinikaufenthaltes durchgeführt worden sind, wurden die Daten aus jener Untersuchung erhoben, die im zeitlichen Zusammenhang mit der radiologischen Untersuchung stand. Sollte diese orthopädische Untersuchung an mehreren Tagen bzw. in zeitlich getrennten Sitzungen durchgeführt worden sein, wurden die Daten aus diesen zusammen getragen, um so eine möglichst vollständige orthopädische Untersuchung interpretieren zu können.

Aus der orthopädischen Untersuchung wurden die Lokalisation und der Grad einer vorhandenen Lahmheit erhoben. Eine Stützbeinlamheit wurde laut Propädeutik nach Kofler und Edinger (2018) angegeben. Eine Hangbein- oder gemischte Lahmheit, die in geringgradig (ggr), mittelgradig (mgr) oder hochgradig (hgr) angegeben war, wurde in eine Zahl umgewandelt, wobei eine ggr Lahmheit als 2, eine mgr Lahmheit als 3 und eine hgr Lahmheit als 4 angegeben wurde. Zeigte das Pferd keine Lahmheit wurde das mit 0 angegeben.

Um die weiteren statistischen Auswertungen zu vereinfachen wurde jedes untersuchte Hinterbein getrennt beurteilt. Lag eine Lahmheit an einem Hinterbein vor wurde das mit „1“ angegeben, dabei spielte es keine Rolle in welcher Gangart die Lahmheit auftrat, welcher Lahmheitstyp vorlag und welchen Lahmheitsgrad das Pferd zeigte. War das Pferd an einem untersuchten Hinterbein lahmheitsfrei wurde das mit „0“ angegeben. Hatte das Pferd eine Vorderbeinlahmheit wurde das in den Daten nicht weiter berücksichtigt. Lagen keine Angaben zu einer Lahmheit vor so fehlte dieser Wert und wurde mit „-„ angegeben.

Wurden im Rahmen der orthopädischen Untersuchung auch noch diagnostische Anästhesien durchgeführt, konnte untersucht werden, ob die Lahmheitsursache in einer bestimmten Region zu diagnostizieren war. Fiel eine intraartikuläre Anästhesie von DIT und/oder TMT positiv aus, so wurde das als bewiesene Lahmheitsursache in den genannten Gelenken interpretiert. Eine positive perineurale Anästhesie von *N. tibialis* und *N. fibularis* wurde als bewiesene Lahmheitsursache allgemein im Sprunggelenksbereich angesehen. Fiel eine diagnostische Anästhesie bereits in einer Region distal vom TMT positiv aus, so wurde diese Region als lahmheitsverursachend interpretiert.

Aus dem Befund der radiologischen Untersuchung wurden die Daten zum Tarsalgelenk erhoben, wobei das Augenmerk auf den osteoarthrotischen Veränderungen im DIT, TMT und an den gelenkbildenden Knochen lag. Jene Pferde die in ihrem radiologischen Befund in irgendeiner Weise die Diagnose „juveniler Spat“ gestellt bekommen haben oder den Begriff „Keilform“ im Befund enthalten hatten wurden der Gruppe an Tarsalgelenken mit DODDT zugeordnet.

3.2.2 Datenerhebung mithilfe eines Bildbetrachtungsprogrammes

Alle hier beschriebenen Messungen wurden in den LM Projektionen der Tarsalgelenke mithilfe des Programmes VISUS JiveX diagnostic 5.2.2 an speziellen Bildbetrachtungsbildschirmen durchgeführt. Es wurden jeweils das linke und das rechte Tarsalgelenk, mit Ausnahme von zwei Pferde, bei denen jeweils nur ein Tarsalgelenk geröntgt wurde, ausgemessen. Die Röntgenaufnahmen sowie das Bildmaterial in diesem Kapitel wurden von der Abteilung für Bildgebende Diagnostik für Kleintiere und Pferde der Veterinärmedizinischen Universität Wien zur Verfügung gestellt.

3.2.2.1 Proximaler und distaler Gelenkwinkel von OTC und OTIII

Als Gelenkwinkel wurde der dorsoproximale bzw. der dorsodistale Bereich eines Tarsalknochens definiert in dem die dorsale Knochenkontur in die Kontur der Gelenkfläche übergeht. Der proximale und distale Gelenkwinkel wurden jeweils vom OTC und vom OTIII ausgemessen. Verwendet wurde das Tool „Offene Winkelmessung“, dadurch konnten zwei gerade Linien unabhängig voneinander gezeichnet werden und das Programm rechnete den Winkel aus, den diese beiden Linien einschlossen.

Die folgende Beschreibung bezieht sich auf die Messungen vom proximalen und distalen Gelenkwinkel von OTC und OTIII und wurde bei allen vier Winkeln nach demselben Prinzip durchgeführt. Der Einfachheit halber wird die Messung nur eines Gelenkwinkels beschrieben. Um einen Gelenkwinkel auszumessen wurde die erste Linie im dorsalen Viertel und am geradesten Abschnitt der Kontur der Gelenkfläche gezeichnet. War diese Kontur geschwungen oder doppelkonturig, wurde die Linie an den Schnittpunkten gezeichnet. Die zweite Linie wurde in der proximalen bzw. distalen Hälfte und am geradesten Abschnitt der dorsalen Knochenkontur ausgehend vom Gelenkwinkel gezeichnet. Das Programm gab den Winkel an, den diese beiden Linien einschlossen. Dieser Winkel wurde als der gemessene Gelenkwinkel herangezogen (siehe Abb. 1).

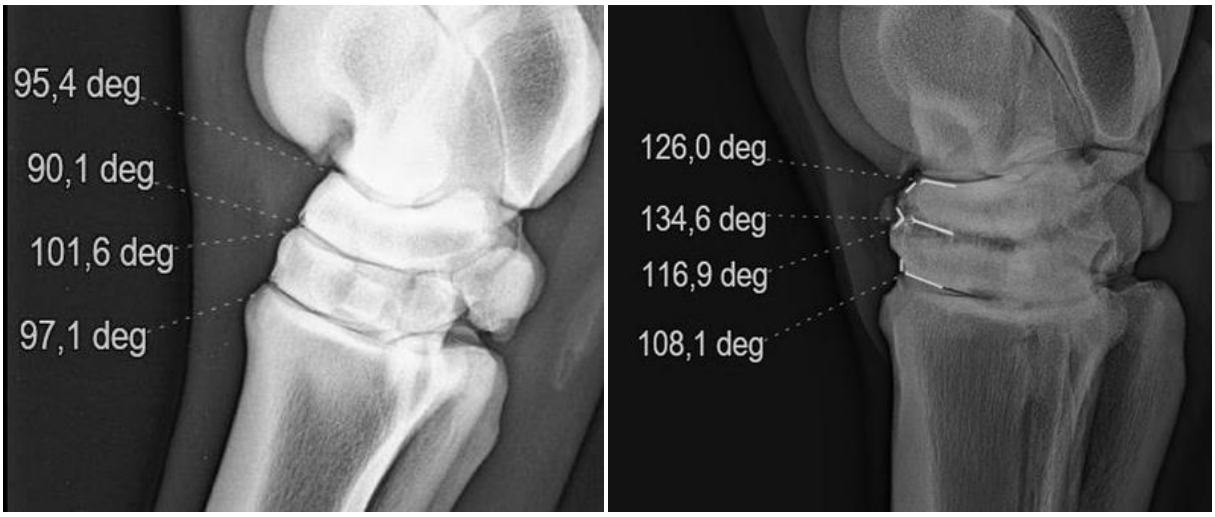

Abbildung 1: Beispiele von der Winkelmessung der Gelenkwinkel des OTC und OTIII; **links**: rechtes Tarsalgelenk eines 11-jährigen Islandpferdes (Wallach) mit ggr Anzeichen von Spat, **rechts**: linkes Tarsalgelenk eines 18-jährigen Warmblutpferdes (Stute) mit hgr Anzeichen von Spat; Bilder zur Verfügung gestellt von der Abteilung für Bildgebende Diagnostik Department 4 der Veterinärmedizinischen Universität Wien

3.2.2.2 Parallelität der Gelenkflächen von OTC und OTIII

Um die Parallelität der proximalen und distalen Gelenkfläche von OTC und OTIII zu messen wurde ebenfalls das Tool „Offene Winkelmessung“ angewandt. Die beiden Linien wurden jeweils im dorsalen Drittel und am geradesten Abschnitt der Kontur der proximalen und distalen Gelenkfläche gezeichnet und geschah bei beiden Knochen gleichermaßen. Waren diese Konturen geschwungen oder doppelkonturig, wurde die Linie an den Schnittpunkten gezeichnet. Waren die beiden Linien parallel zueinander wurde das mit 0° angegeben, divergierten die Linien nach dorsal hin, wurde der eingeschlossene Winkel als negative Zahl angegeben und konvergierten die Linien nach dorsal hin, wurde der eingeschlossene Winkel als positive Zahl angegeben (siehe Abb. 2).

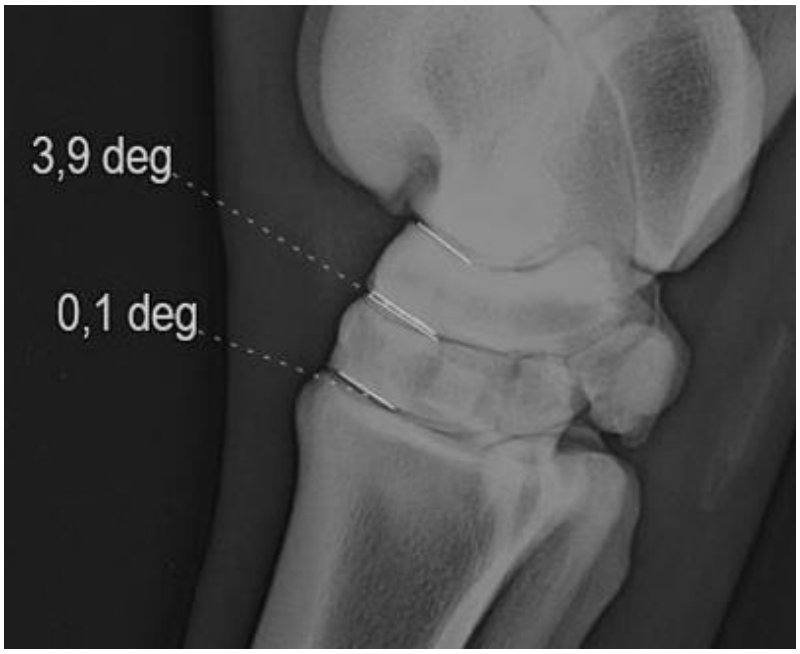

Abbildung 2: Beispiel von der Winkelmessung der Parallelität der Gelenkflächen von OTC und OTIII; rechtes Tarsalgelenk eines 11-jährigen Islandpferdes (Wallach) mit ggr Anzeichen von Spat; Bild zur Verfügung gestellt von der Abteilung für Bildgebende Diagnostik Department 4 der Veterinärmedizinischen Universität Wien

3.2.2.3 Stellung von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse

Bei dieser Messung wurde der Winkel bestimmt in dem die dorsalen Gelenkabschnitte von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse standen. Dazu wurde zuerst die Längsachse des Rohbeines mit Hilfe der beiden Tools „Parallele Linien“ und „Gerade Linie“ bestimmt. Als erstes wurde eine Linie von der dorsoproximalen zur plantaroproximalen Knochenkontur des Rohrbeines gezeichnet. Zu dieser Linie wurde eine zweite parallel verlaufende Linie sechs bis acht Zentimeter (im Bild) distal davon eingezeichnet, wobei diese von der dorsalen bis zur plantaren Knochenkontur des Rohrbeines reichte. Das Programm gab durch eine strichlierte Linie den Mittelpunkt der proximal gelegenen Linie automatisch an. Durch das Einzeichnen zwei weiterer parallel verlaufender Linien, wobei die proximale von diesen deckungsgleich mit der distalen der zuerst gezeichneten Linien lag, konnte durch das Programm automatisch auch der Mittelpunkt der distalen Linie eingezeichnet werden. Die beiden Mittelpunkte wurden nun mit einer geraden Linie verbunden, wobei diese bis über das DIT nach proximal reichte. Diese gerade Linie wurde als Längsachse des Rohrbeines herangezogen. Sollten im Röntgenbild weniger als sechs Zentimeter vom proximalen Rohrbein abgebildet gewesen sein, wurde der

maximal mögliche Abstand zwischen der proximalen und distalen parallelen Linie gezeichnet und ebenfalls die beiden Mittelpunkte mit einer geraden Linie verbunden (siehe Abb. 3).

Anschließend wurde mit dem Tool „Winkelmessung“ der dorsale Gelenkabschnitt von DIT bzw. TMT zur vorhin eingezeichneten geraden Linie in Bezug gesetzt. Dazu wurden der erste Winkelschenkel deckungsgleich mit der geraden Linie und der zweite Winkelschenkel in den Gelenkspalt von DIT bzw. TMT gezeichnet. Der eingeschlossene Winkel wurde als Stellung von DIT bzw TMT zur Rohrbeinlängsachse herangezogen (siehe Abb. 3).

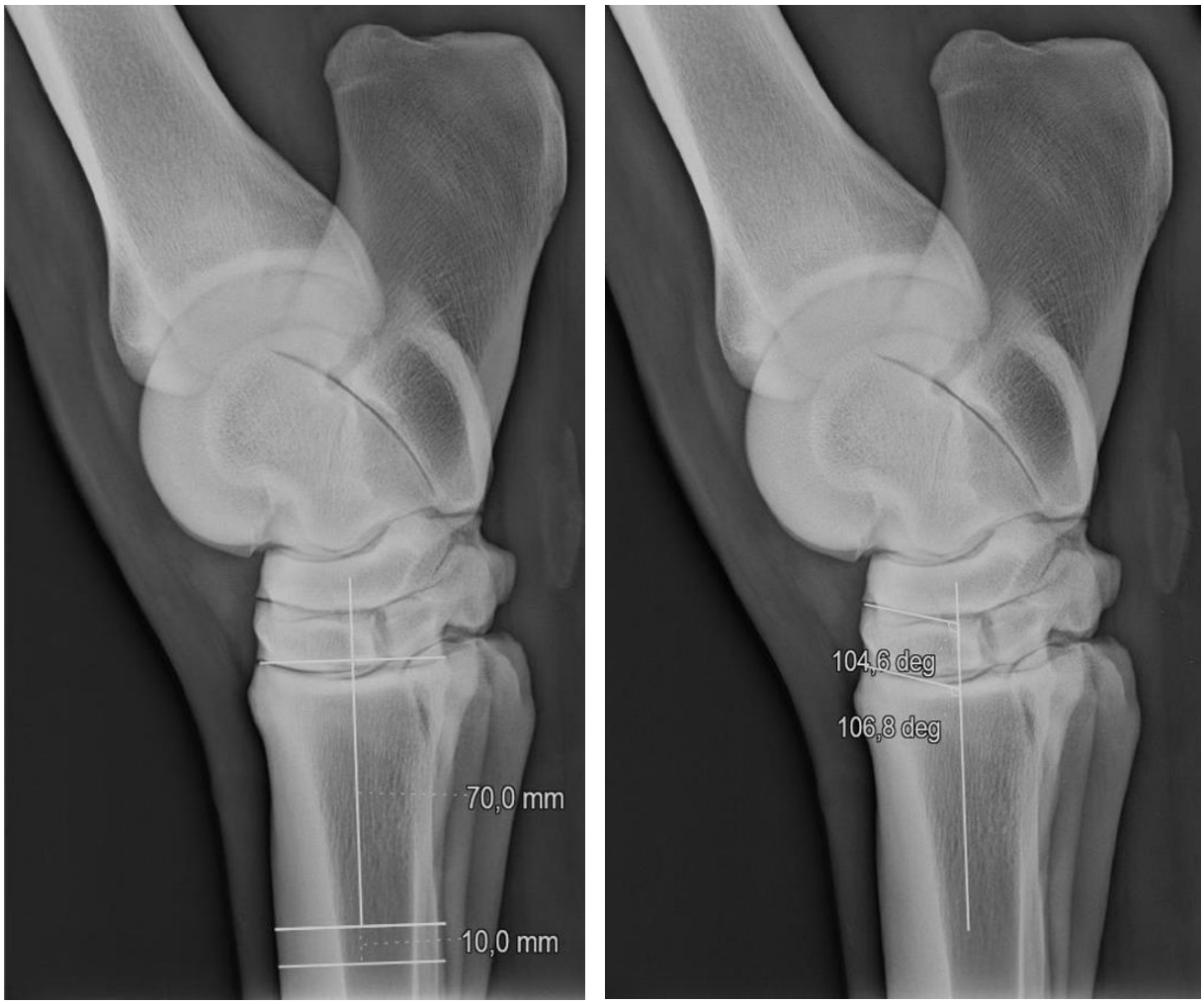

Abbildung 3: Beispiele von den Winkelmessungen der Stellung von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse; **links**: 1. Schritt - Ausmessung der Rohrbeinlängsachse; **rechts**: 2. Schritt - Bestimmung der Stellung von DIT und TMT zur ausgemessenen Rohrbeinlängsachse; beide Bilder stellen das linke Tarsalgelenk eines Irish Horse (Wallach) dar; Bilder zur Verfügung gestellt von der Abteilung für Bildgebende Diagnostik Department 4 der Veterinärmedizinischen Universität Wien

3.3 Datenkontrolle

Nachdem alle Winkel ausgemessen waren, wurden die Daten noch einmal kontrolliert. Da anzunehmen war, dass der Winkel den die proximale und distale Gelenkfläche des OTIII einschlossen (OTIII-Winkel) und die Differenz der beiden Winkel von der Stellung von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse (Winkeldifferenz) nahezu gleich sein sollten, wurden all jene Tarsalgelenke noch einmal nachgemessen bei denen die Abweichung vom OTIII-Winkel und der Winkeldifferenz über 5° betrug. Vor der Kontrolle war dies bei zwölf Tarsalgelenken der Fall, nach der Kontrolle und dem Eintragen der neuen Messwerte lag die Abweichung bei allen unter 5°.

Des Weiteren wurden von allen sechs Winkelmessungen die zehn kleinsten sowie die zehn größten Werte ermittelt und jene noch einmal nachgemessen. Sollte der Wert der zweiten Messung mehr als 2° von der ersten Messung abweichen, wurde der Wert der zweiten Messung herangezogen. Insgesamt wurden so 120 Winkel, verteilt auf 95 Tarsalgelenke, noch einmal kontrolliert.

Nachdem die radiologischen Befunde aus dem TIS erhoben und mit den Röntgenbildern verglichen wurden, bestanden bei elf Pferden Unklarheiten über den Befund bzw. Unstimmigkeiten mit dem Röntgenbild. In Absprache mit der Betreuerin der vorliegenden Arbeit Ao.Univ.-Prof.in Dipl.ACVSMR Dipl.ECVSMR Dr.in med. vet. Theresia Licka wurden die radiologischen Befunde angepasst oder ergänzt und falls erforderlich die Klassifizierung dementsprechend geändert.

3.4 Klassifizierung

Jedes Tarsalgelenk wurde anhand des radiologischen Befundes nach folgenden Beurteilungskriterien klassifiziert:

- Verschmälerung des Gelenkspaltes
- Akzentuierte Knochenkontur
- Osteophytäre Zubildungen
- Subchondrale Knochenaufhellung
- Verschattung dorsal im OTC und OTIII

Die Beurteilungskriterien, außer „akzentuierte Knochenkontur“, wurden in geringgradig (ggr), mittelgradig (mgr) und hochgradig (hgr) unterteilt. Lag nur der radiologische Befund „akzentuierte Knochenkontur“ vor, wurde das Tarsalgelenk als geringstgradig verändert

eingestuft. Befunde wie „undeutlich abgrenzbar“ oder „kaum/nicht nachvollziehbar“ in Bezug auf den Gelenkspalt wurden als mgr bzw. hgr Verschmälerung des Gelenkspaltes eingestuft. Begriffe wie „lippenartig ausgezogen“ in Bezug auf die dorsale Kontur des OTC, OTIII und MTIII wurden als osteophytäre Zubildungen interpretiert. Der Befund „Fraktur des OTC“ wurde in der Klassifizierung nicht berücksichtigt, da es sich hier um ein akutes Geschehen handelte.

Die Definitionen der Klassen (siehe Tab. 1 und 2) wurde angelehnt an den Artikel von Branch et al. (2007).

Tabelle 1: Übersicht der Röntgenklassen, der Graduierungen, der radiologischen Veränderungen im DIT, TMT und an den gelenkbildenden Knochen und der Übergruppen

Klasse	Graduierung	Radiologische Veränderungen im DIT, TMT und an den gelenkbildenden Knochen	Über-gruppe
0	regulär	keine	„ohne Spat“
0,5	geringstgradig	akzentuierte Knochenkonturen an OTC, OTIII und/oder MTIII	
1	geringgradig	ggr Verschmälerung des Gelenkspaltes ggr oder mgr Osteophytenzubildungen ggr Verschattung dorsal in OTC und OTIII ggr fokale subchondrale Knochenaufhellung	„mit Spat“
2	mittelgradig	ggr oder mgr Verschmälerung des Gelenkspaltes ggr, mgr oder hgr Osteophytenzubildungen ggr Verschattung dorsal in OTC und OTIII ggr oder mgr fokale subchondrale Knochenaufhellung	
3	hochgradig	mgr oder hgr Verschmälerung des Gelenkspaltes mgr oder hgr Osteophytenzubildungen ggr, mgr oder hgr Verschattung dorsal in OTC und OTIII mgr oder hgr subchondrale Knochenaufhellung	

Tabelle 2: Ergänzende Erklärungen zu den verwendeten Röntgenklassen

Klasse	Ergänzende Erklärung
0,5	dieser Klasse zugeordnet wurden alle Tarsalgelenke, die außer akzentuierte Knochenkonturen keine Veränderungen aufwiesen, die Anzahl der akzentuierten Knochenkonturen spielte dabei keine Rolle
1	dieser Klasse wurden alle Tarsalgelenke zugeordnet, die eine oder maximal zwei der ggr Veränderungen der genannten Kriterien aufwiesen, wobei der Befund „akzentuierte Knochenkontur“ mit den osteophytären Zubildungen als eine Gruppe zusammengefasst wurde
2	ab einer Kombination aus drei oder mehreren ggr bis mgr Veränderungen der genannten Kriterien oder bei einer Kombination von einer mgr Verschmälerung des Gelenkspaltes und zumindest einer weiteren ggr bis mgr Veränderung wurden die Tarsalgelenke in diese Klasse eingeordnet
3	bei einer hgr und zumindest einer weiteren Veränderung, oder wenn ein ankylotisches Gelenk vorlag, wurde das Tarsalgelenk in diese Klasse eingeordnet

3.5 Erstellung der Vergleichsgruppen

In der vorliegenden Arbeit wurden nicht nur die Daten aller Tarsalgelenke auf ihre Zusammenhänge überprüft sondern auch die Daten der hier beschriebenen Vergleichsgruppen.

Folgende drei Gruppen wurden in Bezug auf die radiologischen Diagnosen verglichen: Pferde ohne radiologischer Veränderungen im Sinne von Spat und DODDT, Pferde mit Anzeichen von Spat, aber ohne Anzeichen von DODDT und Pferde mit Anzeichen von DODDT.

Des Weiteren wurden zwei Gruppen an Röntgenbildern von Hinterbeinen, an denen eine Lahmheit erkannt wurde, verglichen, die sich in Bezug auf ihre Lahmheitsursache unterschieden: Die eine Gruppe inkludierte jene Beine, bei denen mittels intraartikulärer Anästhesie die Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT bewiesen wurde, und die andere

Gruppe inkludierte all jene Hinterbeine, bei denen eine andere lahmheitsverursachende Region bewiesen werden konnte.

Als intraindividuelle Vergleichsgruppen wurden das linke bzw. das rechte Tarsalgelenk aller Pferde von denen sowohl radiologische als auch orthopädische Befunde beider Hinterbeine vorlagen, entweder der Gruppe deutlicher lahm oder der Gruppe weniger bzw. nicht lahm und der Gruppe deutlichere radiologische Veränderungen im Sinne von Spat oder geringere bzw ohne derartige radiologische Veränderungen zugeteilt.

Auch die Pferderassen wurden zur Gruppierung der Befunde verwendet, so dass die Gruppe der Haflinger und die Gruppe der Quarter Horses (inkl. Paint Horses) separat von den anderen Pferden analysiert wurden.

3.6 Statistik

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Statistikprogramm IBM® SPSS® Statistics Version 25 (Copyright 2017) und Excel von Microsoft Office Version 2013. Aufgrund der nichtparametrischen Verteilung aller Daten, wurde für die gesamte Arbeit die Nennung von Median, Minimum und Maximum gewählt. Dementsprechend sind die Korrelationen und die Gruppenvergleiche mit Tests für nichtparametrische Verteilungen ausgeführt worden. Zur Korrelationsbestimmung wurde die Berechnung des Pearson Korrelationskoeffizienten verwendet. Die Bewertung der Korrelationen in stark und schwach erfolgte nach Cohen (2013). Für die Gruppenvergleiche für unabhängige Stichproben wurde der Kruskal Wallis Test verwendet, bei mehr als zwei Gruppen wurde die Bonferroni Korrektur mit einbezogen. Für den Vergleich verbundener Stichproben wurde der Wilcoxon Vorzeichen Rang Test verwendet. Korrelationen wurden dann als signifikant angesehen, wenn der P-Wert unter 0.050 lag und als hoch signifikant, wenn der P-Wert unter 0.010 lag.

4 ERGEBNISSE

4.1 Untersuchung aller Daten

Insgesamt konnten die Daten von 92 Pferden bzw. 182 Röntgenstudien des Tarsalgelenkes ausgewertet werden, wobei von zwei Pferden die Daten von nur einem Hinterbein bzw. Tarsalgelenk vorlagen. Von diesen 92 Pferden waren 36 Stuten (39,1 %), acht Hengste (8,7 %) und 48 Wallache (52,2 %). Zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung hatten die Pferde ein medianes Alter von 11 Jahren (Min 1, Max 26) (siehe Abb. 4).

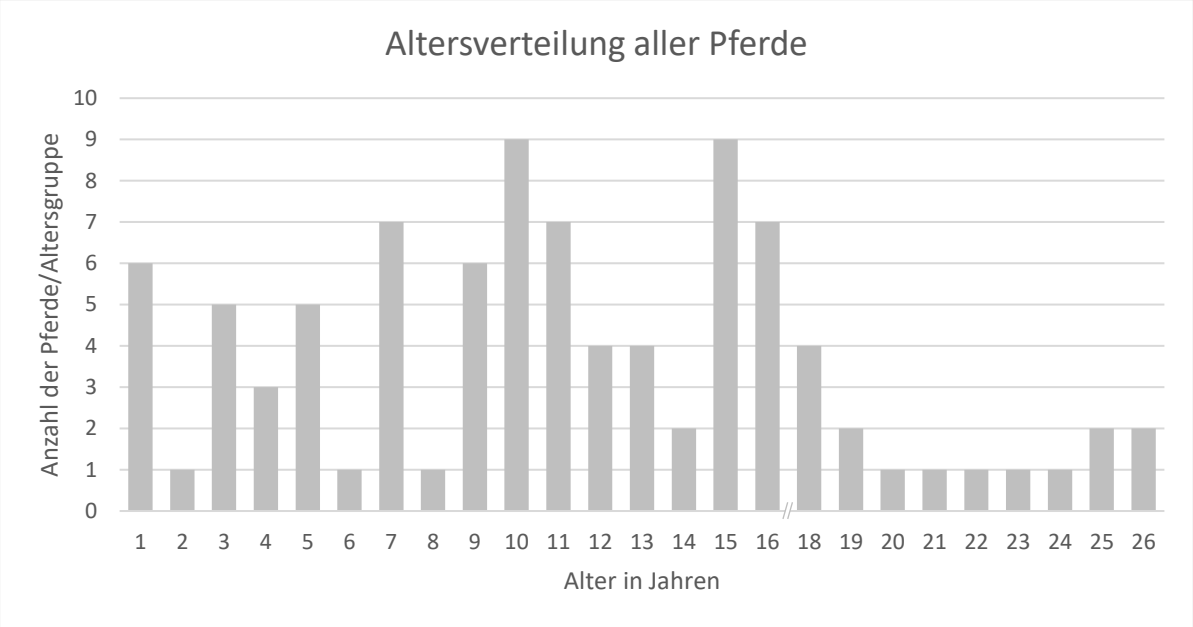

Abbildung 4: Altersverteilung aller Pferde (n = 92) zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung

Mehr als die Hälfte der 92 untersuchten Pferde waren Warmblutpferde (n = 52; 57,8 %), wobei sowohl das österreichische, deutsche, ungarische und niederländische Warmblut, als auch die Rassen Oldenburger, Holstein und Hannoveraner in dieser Gruppe zusammengefasst wurden. Haflinger und Quarter Horses (die Paint Horses wurden in der vorliegenden Arbeit mit den Quarter Horses zu einer Rasse zusammengefasst) waren mit jeweils acht Pferden (8,9 %) am zweithäufigsten vertreten, gefolgt von den Islandpferden mit fünf Pferden (5,6 %). Von den übrigen Rassen waren jeweils nur zwei bzw. ein Pferd vertreten (siehe Abb. 5). Unter „Sonstige Pferde“ wurden Pferde ohne Rasseangabe, das Kisber Felver und Irish Horse zusammengefasst.

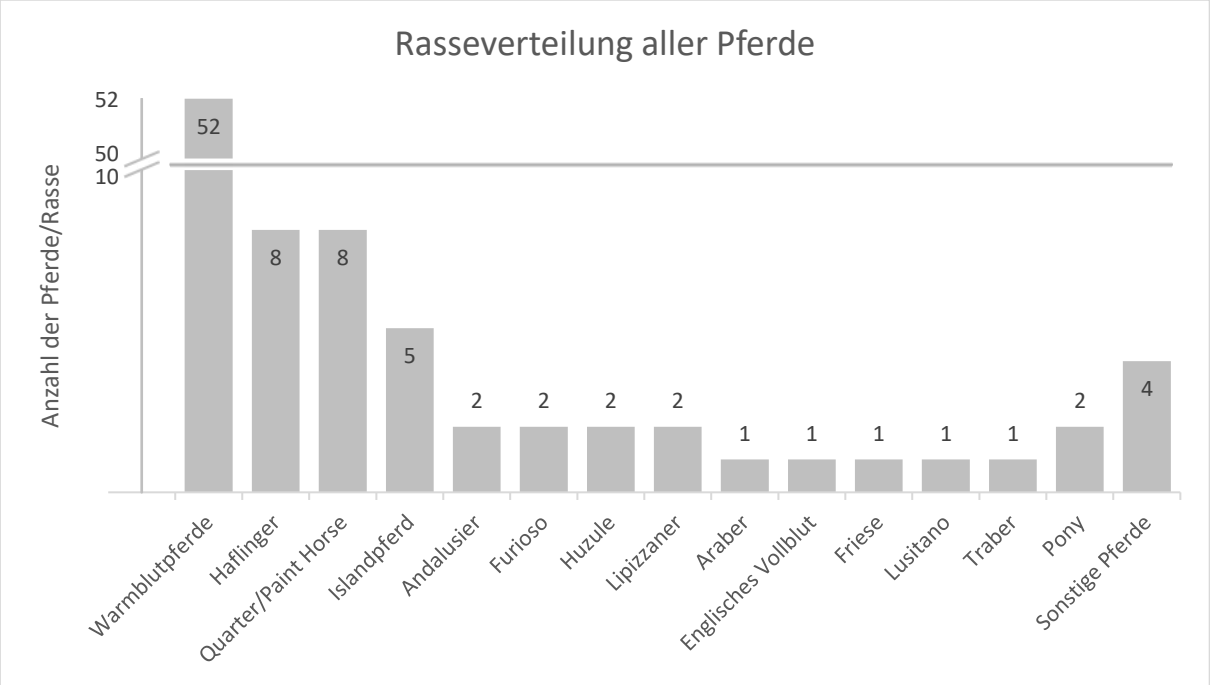

Abbildung 5: Rasseverteilung aller Pferde (n = 92)

Von den 160 orthopädisch untersuchten Hinterbeinen (von 81 der 92 untersuchten Pferde) konnte bei 83 (55,6 %) eine Lahmheit festgestellt werden, diese wurde an 66 Hinterbeinen (41,3 %) mit diagnostischen Anästhesien näher abgeklärt. Bei 40 Hinterbeinen (60,6 %) von diesen 66 Hinterbeinen konnte eine Lahmheitsursache allgemein im Sprunggelenksbereich durch positiven Ausfall der perineuralen Anästhesie von *N. fibularis* und *N. tibialis* und der intraartikulären Anästhesie von DIT und/oder TMT diagnostiziert werden. Spezifisch nachgewiesen werden konnte die Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT durch die intraartikuläre Anästhesie der genannten Gelenke an 31 Hinterbeinen (47,0 %) dieser 66 Hinterbeine. Bei den restlichen 26 Hinterbeinen (39,4 %) fiel eine der durchgeführten diagnostischen Anästhesien bereits in einer Region distal vom TMT positiv aus. In der orthopädisch untersuchten Gruppe von 160 Hintergliedmaßen bestand eine statistisch signifikante Korrelation zwischen einer Lahmheit an einer Hintergliedmaße und einer durch diagnostische Anästhesien bestätigte Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.350, P = 0.002).

Anhand der radiologischen Befunde wurden die insgesamt 182 untersuchten Tarsalgelenke den fünf definierten Röntgenklassen zugeordnet (siehe Tab. 3). Dabei dominierte die Klasse 1 mit 83 (45,6 %) zugeordneten Tarsalgelenken. Es folgten die Klasse 0,5 mit 38 (20,9 %) und

die Klasse 2 mit 34 (18,7 %) Tarsalgelenken. Nur 16 Tarsalgelenke (8,8 %) konnten der Klasse 0 zugeordnet werden und nur elf (6,0 %) der Klasse 3. Zusammenfassend wurden 29,7 % der Tarsalgelenke den Klassen „ohne Spat“ und 70,3 % der Tarsalgelenke den Klassen „mit Spat“ zugeteilt. Zwischen dem Alter der Pferde zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung und der zugeordneten Röntgenklasse bestand ein statistisch signifikanter Zusammenhang (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.197, P = 0.008).

Tabelle 3: Anzahl der Tarsalgelenke (n = 182) in den einzelnen Klassen

Klasse	Anzahl der Tarsalgelenke	Übergruppe
0	16 (8,8 %)	„ohne Spat“
0,5	38 (20,9 %)	
1	83 (45,6 %)	„mit Spat“
2	34 (18,7 %)	
3	11 (6,0 %)	

Die Ergebnisse der Winkelmessungen sind in Tabelle 4 und Abbildung 6 dargestellt.

Tabelle 4: Ergebnisse der Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n = 182)

Winkelmessung	Median	Minimum	Maximum
proximaler Gelenkwinkel OTC	97,2°	76,5°	128,2°
distaler Gelenkwinkel OTC	103,9°	77,9°	153,1°
proximaler Gelenkwinkel OTIII	98,6°	72,3°	144,3°
distaler Gelenkwinkel OTIII	103,4°	89,4°	140,1°
Gelenkflächen OTC	1,8°	-15,6°	9,4°
Gelenkflächen OTIII	0,9°	-12,2°	10,3°
DIT – MTIII	101,0°	90,5°	112,3°
TMT – MTIII	101,3°	88,9°	109,6°

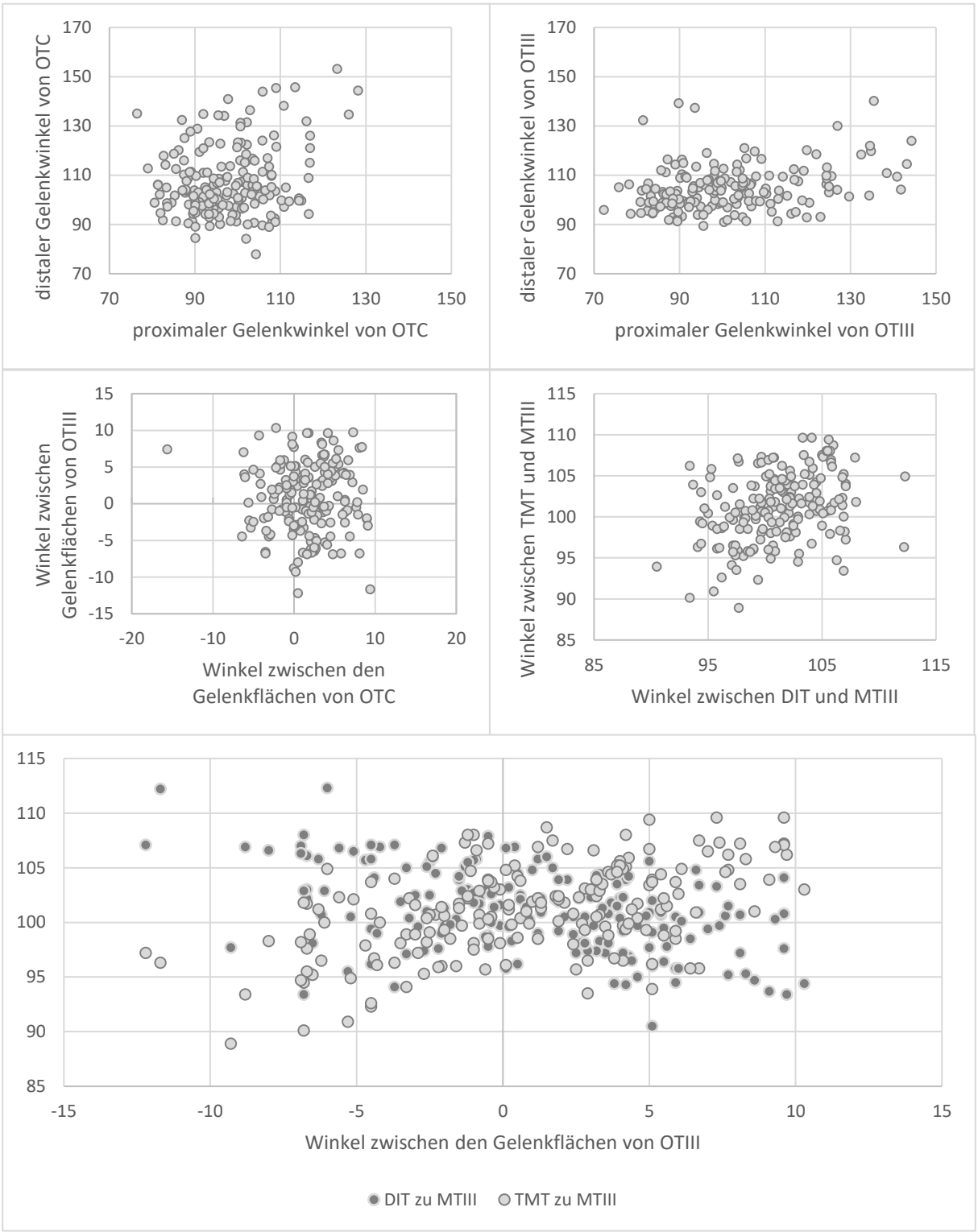

Abbildung 6: Darstellung verschiedener Winkelbezüge aller Tarsalgelenke (n = 182); **links oben**: proximaler und distaler Gelenkwinkel von OTC, **rechts oben**: proximaler und distaler Gelenkwinkel von OTIII, **links mittig**: proximale und distale Gelenkflächen von OTC und OTIII, **rechts mittig**: Stellung von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse zueinander, **unten**: Stellung von DIT und TMT zur Längsachse zu den Gelenkflächen von OTIII

Der proximale und distale Gelenkwinkel des OTC, sowie der proximale Gelenkwinkel des OTIII wiesen eine statistisch signifikante Korrelation zum Alter der Pferde auf (siehe Tab. 5). Die anderen Winkelmessungen korrelierten nicht mit dem Alter.

Tabelle 5: Korrelation zwischen dem Alter der Pferde und den Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n = 182)

Alter der Pferde zu	Korrelationskoeffizient nach Pearson	Signifikanz
proximaler Gelenkwinkel OTC	0.259	0.000
distaler Gelenkwinkel OTC	0.162	0.029
proximaler Gelenkwinkel OTIII	0.275	0.000

Die proximalen und distalen Gelenkwinkel des OTC und OTIII korrelieren statistisch signifikant mit der Röntgenklasse (siehe Tab. 6). Zwischen den anderen Winkelmessungen und der Röntgenklasse bestand kein signifikanter Zusammenhang.

Tabelle 6: Korrelation zwischen der Röntgenklasse und den Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n = 182)

Röntgenklasse zu	Korrelationskoeffizient nach Pearson	Signifikanz
proximaler Gelenkwinkel OTC	0.206	0.000
distaler Gelenkwinkel OTC	0.390	0.000
proximaler Gelenkwinkel OTIII	0.190	0.010
distaler Gelenkwinkel OTIII	0.291	0.000

Auch zwischen den einzelnen Winkelmessungen bestanden teils hoch signifikante Korrelationen (siehe Tab. 7). Die proximalen und distalen Gelenkwinkel von OTC und OTIII wiesen statistisch signifikante Korrelationen zueinander auf. Zusätzlich korrelierten der proximale und distale Gelenkwinkel des OTIII signifikant zur Parallelität der proximalen und distalen Gelenkfläche des OTIII. Der distale Gelenkwinkel des OTIII wies außerdem noch eine negative signifikante Korrelation zur Stellung des DIT und eine positive signifikante Korrelation zur Stellung des TMT jeweils zur Rohrbeinlängsachse auf. Selbiges galt auch für die

Parallelität der Gelenkflächen des OTIII, wobei die Korrelationen deutlich stärker ausgeprägt waren. Auch die Stellungen von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse korrelierten signifikant miteinander. Die Parallelität der Gelenkflächen des OTC wies zu keiner anderen Winkelmessung eine statistisch signifikante Korrelation auf.

Tabelle 7: Korrelationen zwischen den einzelnen Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n= 182); fett geschrieben sind die statistisch signifikanten Korrelationen

	distaler Gelenkwinkel OTC	proximaler Gelenkwinkel OTIII	distaler Gelenkwinkel OTIII	Gelenk-flächen OTC	Gelenk-flächen OTIII	DIT – MTIII	TMT – MTIII
proximaler Gelenkwinkel OTC	**0.225 P = 0.002**	**0.203 P = 0.006**	**0.237 P = 0.001**	0.133 P = 0.074	0.040 P = 0.596	0.080 P = 0.282	-0.006 P = 0.934
distaler Gelenkwinkel OTC		**0.295 P = 0.000**	**0.284 P = 0.000**	0.108 P = 0.147	0.002 P = 0.977	-0.044 P = 0.552	-0.094 P = 0.209
proximaler Gelenkwinkel OTIII			**0.302 P = 0.000**	-0.005 P = 0.942	**0.169 P = 0.023**	-0.101 P = 0.175	-0.001 P = 0.993
distaler Gelenkwinkel OTIII				0.038 P = 0.641	**0.304 P = 0.000**	**-0.154 P = 0.037**	**0.208 P = 0.005**
Gelenk-flächen OTC					-0.016 P = 0.835	0.130 P = 0.080	0.052 P = 0.484
Gelenk-flächen OTIII						**-0.435 P = 0.000**	**0.512 P = 0.000**
DIT – MTIII							**0.339 P = 0.000**

4.2 Untersuchung der Tarsalgelenke mit DODDT

Anhand der radiologischen Untersuchung haben 22 Pferde (23,9 %) der 92 untersuchten Pferde zumindest an einem Tarsalgelenk die Diagnose „juveniler Spat“ gestellt bekommen und/oder den Begriff „Keil“ im Röntgenbefund der Tarsalgelenke enthalten. Diese Pferde wurden der Gruppe mit Developmental Orthopedic Disease im DIT und TMT (DODDT) zugeteilt. In dieser Gruppe befanden sich zehn Stuten (45,5 %), vier Hengste (18,2 %) und acht Wallache (36,4 %). Das mediane Alter der Pferde mit DODDT lag zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung bei 9 Jahren (Min 1, Max 18) (siehe Abb. 7).

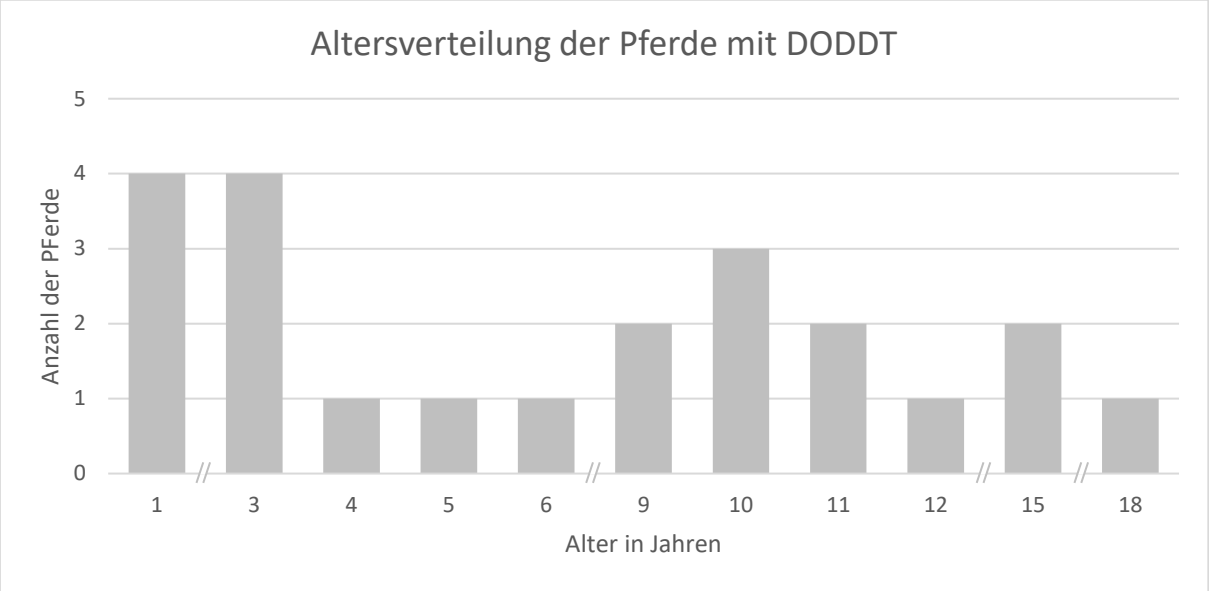

Abbildung 7: Altersverteilung der Pferde mit DODDT (n = 22)

Von den 42 untersuchten Tarsalgelenken mit DODDT wurden anhand der radiologischen Befunde 27 (64,3 %) der Klasse 1 zugeordnet. Der Klasse 2 konnten acht Tarsalgelenke (19,0 %) zugeordnet werden. Weitere drei Tarsalgelenke (7,1 %) fielen der Klasse 3 zu und jeweils zwei Tarsalgelenke (4,8 %) wurden der Klasse 0 und 0,5 zugeordnet (siehe Tab. 8). Zusammenfassend wurden 9,6 % der Tarsalgelenke mit DODDT den Klassen „ohne Spat“ und 90,4 % der Tarsalgelenke mit DODDT den Klassen „mit Spat“ zugeteilt.

Tabelle 8: Klassenverteilung der Tarsalgelenke mit DODDT (n = 42)

Klasse	Anzahl der Tarsalgelenke mit DODDT	Übergruppe
0	2 (4,8 %)	„ohne Spat“
0,5	2 (4,8 %)	
1	28 (64,3 %)	„mit Spat"
2	8 (19,0 %)	
3	3 (7,1 %)	

Die Ergebnisse der Winkelmessungen der Gruppe mit DODDT sind in der Tabelle 9 dargestellt.

Tabelle 9: Ergebnisse der Winkelmessungen der Tarsalgelenke mit DODDT (n = 42)

Winkel	Median	Minimum	Maximum
proximaler Gelenkwinkel OTC	96,4°	76,5°	117,0°
distaler Gelenkwinkel OTC	102,6°	84,1°	145,7°
proximaler Gelenkwinkel OTIII	97,3°	72,3°	141,8°
distaler Gelenkwinkel OTIII	105,7°	89,4°	139,2°
Gelenkflächen OTC	2,0°	-15,6°	9,0°
Gelenkflächen OTIII	2,2°	-6,8°	9,7°
DIT – MTIII	99,7°	93,4°	106,9°
TMT – MTIII	99,7°	90,1°	107,5°

4.3 Vergleich der Tarsalgelenke mit und ohne DODDT

Zur Untersuchung der Unterschiede bzw. Zusammenhänge der Tarsalgelenke mit DODDT und jenen ohne DODDT wurden die 182 untersuchten Tarsalgelenke in drei Gruppen unterteilt.

- Gruppe 1: Tarsalgelenke mit DODDT (n = 42, 23.0 %)
- Gruppe 2: Tarsalgelenke ohne DODDT aus Klasse 0 und 0,5 – „ohne Spat und ohne DODDT“
  (n = 50, 27.5 %)
- Gruppe 3: Tarsalgelenke ohne DODDT aus Klasse 1, 2 und 3 – „mit Spat und ohne DODDT“
  (n = 90, 49.5 %)

Betrachtet man das Alter der Pferde zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung sind die Pferde mit DODDT statistisch signifikant jünger als jene aus Gruppe 2 (P = 0.037) und 3 (P = 0.000), wobei der Unterschied zur Gruppe 3 deutlich größer ist als zur Gruppe 2. Auch die Pferde ohne Spat und ohne DODDT sind signifikant jünger als die Pferde mit Spat und ohne DODDT (P = 0.046) (siehe Tab. 10).

Tabelle 10: Vergleich des Alters der Pferde in Jahren aus Gruppe 1 („mit DODDT“), Gruppe 2 („ohne Spat und ohne DODDT“) und Gruppe 3 („mit Spat und ohne DODDT“)

Alter der Pferde in Jahren	Gruppe 1 „mit DODDT“	Gruppe 2 „ohne Spat und ohne DODDT“	Gruppe 3 „mit Spat und ohne DODDT“
Median	9	11	13,5
Min-Max	1-18	1-24	2-26

Trennt man die Gruppe der Tarsalgelenke mit DODDT von jenen ohne dieser Veränderung, ändert sich die prozentuelle Verteilung im Hinblick auf die Klassenverteilung sowohl in der Gruppe mit DODDT als auch in den Gruppen (2 und 3) ohne DODDT im Vergleich zur Grundgesamtheit (siehe Tab. 11 und Abb. 8). Die Klassen 0 und 0,5 sind dann in der Gruppe ohne DODDT prozentuell stärker vertreten als in der Grundgesamtheit, wohingegen die Klassen 1, 2 und 3 prozentuell weniger stark vertreten sind. In der Gruppe der Tarsalgelenke mit DODDT dominierten die Tarsalgelenke mit zusätzlichen osteoarthrotischen Veränderungen im Sinne von Spat und waren prozentuell stärker vertreten als im Vergleich zur Grundgesamtheit und im Vergleich zu den Gruppen ohne DODDT. Wohingegen die Klassen 0 und 0,5 in der Gruppe mit DODDT prozentuell am wenigsten stark vertreten waren.

Tabelle 11: Klassenverteilung in den Gruppen mit und ohne DODDT im Vergleich zur Grundgesamtheit

Klasse	Grundgesamtheit n = 182	Tarsalgelenke ohne DODDT n = 140 (77,0 %)	Tarsalgelenke mit DODDT n = 42 (23,0 %)
0	16 (8,8 %)	14 (10,0 %)	2 (4,8 %)
0,5	38 (20,9 %)	36 (25,7 %)	2 (4,8 %)
1	83 (45,6 %)	60 (42,9 %)	27 (64,3 %)
2	34 (18,7 %)	22 (15,7 %)	8 (19,0 %)
3	11 (6,0 %)	8 (5,7 %)	3 (7,1 %)

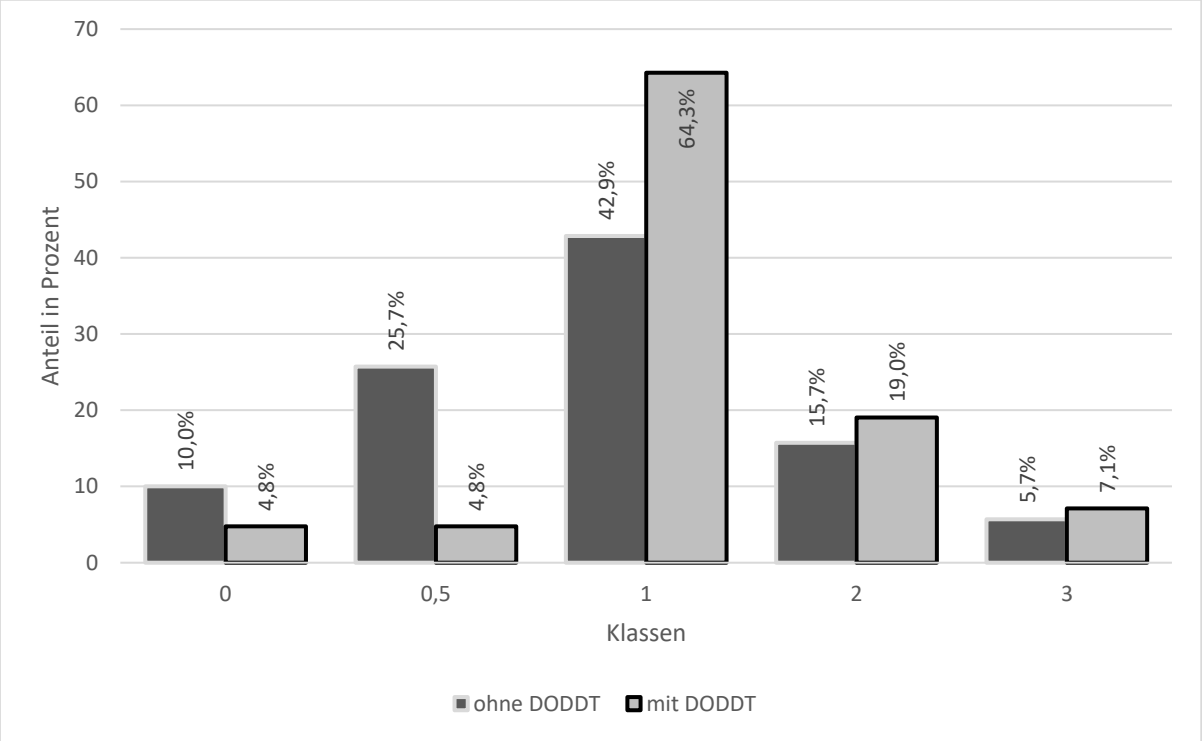

Abbildung 8: prozentuelle Verteilung der Tarsalgelenke aus der Gruppe 1 (n = 42 = 100%; mit DODDT, hellgrau, dunkel umrahmt) und aus Gruppe 2 und 3 (n = 140 = 100 %; ohne DODDT, dunkelgrau, hell umrahmt)

Betrachtet man die Winkelmessungen der definierten Gruppen bestand nur bei einer einzigen Messung ein statistisch signifikanter Unterschied. Die Tarsalgelenke mit DODDT hatten einen statistisch signifikant kleineren Winkel zwischen dem DIT und der Rohrbeinlängsachse als die Tarsalgelenke aus Gruppe 2 (P = 0.004) und Gruppe 3 (P = 0.003). Zwischen den beiden Gruppen ohne DODDT bestand kein signifikanter Unterschied (siehe Tab. 12).

Tabelle 12: Vergleich des Winkels zwischen DIT und der Rohrbeinlängsachse der Gruppe 1 („mit DODDT“), Gruppe 2 („ohne Spat ohne DODDT“) und Gruppe 3 („mit Spat ohne DODDT“)

Winkel zwischen DIT und MTIII	Gruppe 1 „mit DODDT“	Gruppe 2 „ohne Spat und ohne DODDT“	Gruppe 3 „mit Spat und ohne DODDT“
Median	99,7°	101,8°	102,0°
Min-Max	93,4°-106,9°	94,5°-112,3°	90,5°-112,2°

4.4 Vergleich der Hinterbeine mit und ohne Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT

Zur Überprüfung ob ein signifikanter Unterschied in Bezug auf die Lahmheitsursache bestand, wurde die Hinterbeine mit einer Lahmheit und einer durch diagnostische Anästhesien bestätigten Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT (n = 31) mit jenen Hinterbeinen verglichen, die ebenfalls eine Lahmheit zeigte bei denen aber keine oder eine andere Lahmheitsursache diagnostiziert wurde (n = 26). Dabei stellte sich heraus, dass keine statistisch signifikanten Unterschiede bestanden, weder im Alter der Pferde noch in einer der durchgeführten Winkelmessungen.

4.5 Vergleich vom schlechteren mit dem besseren Bein

Bei 90 Pferden (97,8 %) lagen sowohl von der rechten als auch von der linken Hintergliedmaße Informationen zur Lahmheit und die Daten der Winkelmessungen vor. Bei 20 Pferden (22,2 %) war das Tarsalgelenk mit den stärkeren radiologisch sichtbaren Veränderungen nicht das lahme bzw. lahmere Bein. So konnte man zwei verschiedene Vergleiche anstellen. Einerseits in Bezug auf die Röntgenklasse wo die Tarsalgelenke mit der schlechteren Röntgenklasse oder den stärkeren radiologischen Veränderungen gegenüber den besseren Tarsalgelenken gestellt wurden. Andererseits in Bezug auf die Lahmheit wo das lahme Bein gegenüber dem nicht lahmen bzw. weniger lahmen Bein gestellt wurde.

Verglich man alle linken Beine mit den rechten Beinen, so konnten in dieser Studiengruppe auch zwei statistisch signifikante Unterschiede erkannt werden. In der Gruppe der rechten Beine (Median 0.5, Min 0, Max 1) wurde statistisch signifikant häufiger die Lahmheitsursache im DIT oder TMT diagnostiziert als in der Gruppe der linken Beine (Median 0, Min 0, Max 1; P = 0.024). Des Weiteren stellte sich der distale Gelenkwinkel des OTC in der Gruppe der rechten Beine (Median 107°, Min 90°, Max 146°) statistisch signifikant größer dar als in der Gruppe der linken Beine (Median 102°, Min 78°, Max 153°; P = 0.000).

4.5.1 In Bezug auf die Röntgenklasse

Für diesen Vergleich wurde von jedem der 90 Pferde das jeweils schlechtere Bein in Bezug auf die Röntgenklasse bzw. auf die radiologisch sichtbaren Veränderungen im Tarsalgelenk der Gruppe „schlechteres Bein Röntgen“ zugeordnet. Das bessere Bein wurde der Gruppe „besseres Bein Röntgen“ zugeordnet. Dadurch ergab sich auch eine statistisch signifikant schlechtere Röntgenklasse für die Gruppe „schlechteres Bein Röntgen“ (Median 1, Min 0, Max 3; 77,8 % „mit Spat“) im Vergleich zur Gruppe „besseres Bein Röntgen“ (Median 1, Min 0, Max 3; 62 % „mit Spat“; P = 0.000). Zusätzlich war die Gruppe „schlechteres Bein Röntgen“

signifikant häufiger lahm am Hinterbein als die Gruppe „besseres Bein Röntgen“ (P = 0.002) (siehe Tab. 13). Außerdem zeigten die Pferde aus der Gruppe „schlechteres Bein Röntgen“ sowohl im Trab (P = 0.003) als auch an der Longe (P = 0.022) einen signifikant schlechteren Lahmheitsgrad an dem untersuchten Hinterbein (siehe Tab. 13). In den Winkelmessungen unterschieden sich die beiden Gruppen nicht signifikant.

Tabelle 13: Vergleich der Lahmheiten an den Hinterbeinen zwischen der Gruppe "schlechteres Bein Röntgen" und "besseres Bein Röntgen"; „Hinterbeinlahmheit“: 1 = ja, Pferd zeigte eine Lahmheit an diesem Hinterbein, 0 = nein, Pferd zeigte keine Lahmheit an diesem Hinterbein, „lahm im Trab/an der Longe“: 0 = keine Lahmheit, 1-5 = Lahmheitsgrade laut Propädeutik nach Kofler und Edinger (2018)

	Gruppe	Median	Min-Max	Signifikanz
Hinterbein-lahmheit	schlechteres Bein Röntgen	1	0-1	P = 0.002
	besseres Bein Röntgen	0	0-0	
lahm im Trab	schlechteres Bein Röntgen	2	0-3	P = 0.003
	besseres Bein Röntgen	0	0-3	
lahm an der Longe	schlechteres Bein Röntgen	2	0-4	P = 0.022
	besseres Bein Röntgen	0	0-0	

4.5.2 In Bezug auf die Lahmheit

Für diesen Vergleich wurde von jedem der 90 Pferde das lahme bzw. lahmere Hinterbein der Gruppe „schlechteres Bein Lahmheit“ zugeordnet, das andere Bein der Gruppe „besseres Bein Lahmheit“, die Zuordnung wurde bestätigt durch eine statistisch signifikant häufiger auftretende Lahmheit in der Gruppe „schlechteres Bein Lahmheit“ (Median 1, Min 0, Max 1) als in der Gruppe „besseres Bein Lahmheit“ (Median 0, Min 0, Max 1; P = 0.000). Auch bei den spezifischen Lahmheitscharakteristika Grad der Lahmheit im Trab und Grad der Lahmheit an der Longe zeigte die Gruppe „schlechteres Bein Lahmheit“ signifikant höhere Lahmheitsgrade als die Gruppe „besseres Bein Lahmheit“. In der Gruppe „schlechteres Bein Lahmheit“ war die Verteilung der Röntgenklassen signifikant anders als in der Gruppe „besseres Bein Lahmheit“ (siehe Tab. 14 und 15).

Tabelle 14: Anzahl der Tarsalgelenke pro Klasse der beiden Gruppen "schlechteres Bein Lahmheit" und "besseres Bein Lahmheit"

Klasse	„schlechteres Bein Lahmheit“ (n = 90)	„besseres Bein Lahmheit“ (n = 90)
	Anzahl der Tarsalgelenke/Klasse	
0	6	10
0,5	17	21
1	39	43
2	20	13
3	8	3

In den Winkelmessungen unterschieden sich die beiden Gruppe nur in einem einzigen Winkel. Der proximale Gelenkwinkel des OTIII stellte sich bei der Gruppe „schlechteres Bein Lahmheit“ signifikant kleiner dar als in der Gruppe „besseres Bein Lahmheit“ (siehe Tab. 15).

Tabelle 15: Vergleich zwischen den Gruppen „schlechteres Bein Lahmheit“ und „besseres Bein Lahmheit“ in folgenden Punkten: „lahm im Trab/an der Longe“: 0 = keine Lahmheit, 1-5 = Lahmheitsgrade laut Propädeutik nach Kofler und Edinger (2018), „Röntgenklasse“ und „proximaler Gelenkwinkel am OTIII“

	Gruppe	Median	Min-Max	Signifikanz
lahm im Trab	schlechteres Bein Lahmheit	2	0-3	P = 0.000
	besseres Bein Lahmheit	0	0-3	
lahm an der Longe	schlechteres Bein Lahmheit	2	0-4	P = 0.000
	besseres Bein Lahmheit	0	0-0	
Röntgen-klasse	schlechteres Bein Lahmheit	1	0-3	P = 0.000
	besseres Bein Lahmheit	1	0-3	
proximaler Gelenk-winkel OTIII	schlechteres Bein Lahmheit	96,5°	72,3°-144,3°	P = 0.012
	besseres Bein Lahmheit	100°	75,8°-143,0°	

4.6 Untersuchung einzelner Rassen

Für die Rassen Haflinger und Quarter Horse (inkl. zwei Paint Horse) wurden jeweils noch Untersuchungen in Bezug auf die Korrelationen innerhalb dieser Rassen durchgeführt. Von der Rasse Haflinger waren acht Pferde vertreten, das mediane Alter der Pferde lag bei 12,5 Jahren (Min 6, Max 9). Von der Rasse Quarter Horse waren ebenfalls acht Pferde vertreten mit einem medianen Alter von 6 Jahren (Min 1, Max 18).

Insgesamt wurden von den Haflingern 16 Tarsalgelenken untersucht, davon fielen zehn Tarsalgelenke (62,5 %) in die Klasse 1 und sechs (37,5 %) Tarsalgelenke in die Klasse 2. Zwischen dem Alter der Haflinger und ihrer Röntgenklasse bestand ein statistisch signifikanter negativer Zusammenhang (Korrelationskoeffizient nach Pearson -0.574, P = 0.020). Auch zwischen dem distalen Gelenkwinkel des OTC (Korrelationskoeffizient nach Pearson -0.591, P = 0.020) bzw. dem proximalen Gelenkwinkel des OTIII (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.595, P = 0.020) bestand eine statistisch signifikante Korrelation zum Alter der Pferde. Zwischen den einzelnen Winkelmessungen bestand nur in zwei Fällen eine statistisch signifikante Korrelation. Der proximale Gelenkwinkel des OTC korrelierte mit der Stellung vom DIT zur Rohrbeinlängsachse (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.703, P = 0.000) und die Parallelität der Gelenkflächen des OTC korrelierte mit der Parallelität der Gelenkflächen des OTIII (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.559, P = 0.002).

Von den 16 untersuchten Tarsalgelenken der Quarter und Paint Horses fielen sechs Tarsalgelenke (37,5 %) in die Klasse 2, vier Tarsalgelenke (25,0 %) in die Klasse 1 und drei Tarsalgelenke (18,8 %) in die Klasse 3. Der Klasse 0 konnte nur ein Tarsalgelenk (6,3 %) und zur Klasse 0,5 konnten nur zwei Tarsalgelenke (12,5 %) zugeordnet werden. Das Alter der Pferde korrelierte statistisch signifikant mit der Röntgenklasse der Tarsalgelenke (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.524, P = 0.037), zusätzlich noch mit dem distalen Gelenkwinkel des OTC (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.634, P = 0.008), dem proximalen Gelenkwinkel des OTIII (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.521, P = 0.039) und der Stellung vom DIT zur Rohrbeinlängsachse (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.536, P = 0.032). Die Röntgenklasse zeigte außerdem noch eine statistisch signifikante Korrelation zum distalen Gelenkwinkel des OTC (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.708, P = 0.002) und der Parallelität der Gelenkflächen des OTIII (Korrelationskoeffizient nach Pearson -0.510, P = 0.044). Zwischen den einzelnen Winkelmessungen bestand nur in zwei Fällen eine statistisch signifikante Korrelation. Der proximale und distaler Gelenkwinkel des OTC korrelierten miteinander (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.564, P = 0.023) und die

Parallelität der Gelenkflächen des OTIII korrelierte mit der Stellung vom TMT zur Rohrbeinlängsachse (Korrelationskoeffizient nach Pearson 0.706, P = 0.002).

4.7 Untersuchung der Daten OHNE der Rasse Haflinger

Während der Datenerhebung sind bei den Tarsalgelenken der acht untersuchten Haflinger gehäuft fragliche Variationen im Sinne von Bandhöckern dorsal an den kleinen Tarsalknochen aufgefallen. Daher wurden die Daten ohne dieser acht Pferde noch einmal auf ihre Zusammenhänge überprüft und mit den Korrelationen der Grundgesamtheit verglichen.

Die Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger (n = 166) zeigte im Vergleich zur Grundgesamtheit (182 Tarsalgelenke) zwischen dem Alter der Pferde zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung sowohl zur Röntgenklasse als auch zum proximalen und distalen Gelenkwinkel des OTC eine statistisch signifikant stärkere und größere Korrelation, wohingegen die Grundgesamtheit zwischen dem Alter der Pferde und dem proximalen Gelenkwinkel stärker korrelierte (siehe Tab. 16). In der Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger wiesen die anderen Winkelmessungen auch keine statistisch signifikanten Korrelationen zum Alter der Pferde auf.

Tabelle 16: Korrelationen zwischen dem Alter der Pferde und den Röntgenklassen bzw. Winkelmessungen, **links**: alle Tarsalgelenke (n = 182), **rechts**: Tarsalgelenke ohne Haflinger (n = 166); grau hinterlegt sind jene Korrelationen (nach Pearson) die im Vergleich größer sind und jene Signifikanzen die im Vergleich kleiner sind

Alter der Pferde zu	gesamt (n = 182)	ohne Haflinger (n = 166)
Röntgenklasse	0.197	0.225
	P = 0.008	P = 0.004
proximaler Gelenkwinkel OTC	0.259	0.274
	P = 0.000	P = 0.000
distaler Gelenkwinkel OTC	0.162	0.213
	P = 0.029	P = 0.006
proximaler Gelenkwinkel OTIII	0.275	0.251
	P = 0.000	P = 0.001

In Bezug auf die Korrelation zwischen der Röntgenklasse und dem proximalen Gelenkwinkel des OTC wies die Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger im Vergleich zur Grundgesamtheit eine schwächere aber gleich stark ausgeprägte Korrelation auf. Zwischen der Röntgenklasse und dem distalen Gelenkwinkel des OTC, sowie dem proximalen und distalen Gelenkwinkel des OTIII bestand in der Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger jeweils eine größere Korrelation, wobei jene zwischen Röntgenklasse und proximaler Gelenkwinkel des OTIII schwächer ausgeprägt war (siehe Tab. 17). Auch in der Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger bestand zu keiner weiteren Winkelmessung ein statistisch signifikanter Zusammenhang.

Tabelle 17: Korrelationen zwischen der Röntgenklasse und den Winkelmessungen, **links**: alle Tarsalgelenke (n = 182), **rechts**: Tarsalgelenke ohne Haflinger (n = 166); grau hinterlegt sind jene Korrelationen (nach Pearson) die im Vergleich größer sind und jene Signifikanzen die im Vergleich kleiner sind

Röntgenklasse zu	gesamt (n = 182)	ohne Haflinger (n = 166)
proximaler Gelenkwinkel OTC	0.206	0.206
	P = 0.005	P = 0.008
distaler Gelenkwinkel OTC	0.390	0.397
	P = 0.000	P = 0.000
proximaler Gelenkwinkel OTIII	0.190	0.194
	P = 0.010	P = 0.012
distaler Gelenkwinkel OTIII	0.291	0.309
	P = 0.000	P = 0.000

Betrachtet man die Korrelationen zwischen den einzelnen Winkelmessungen ergaben sich für die Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger für die proximalen und distalen Gelenkwinkel des OTC und OTIII größere statistisch signifikante Korrelationen und im Falle vom proximalen zum distalen Gelenkwinkel des OTC und vom proximalen Gelenkwinkel des OTC zum

proximalen Gelenkwinkel des OTIII auch stärkere Korrelationen. Auch der Winkel zwischen den Gelenkflächen des OTIII korrelierte in der Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger statistisch signifikant stärker mit dem distalen Gelenkwinkel des OTIII und der Stellung des DIT zur Rohrbeinlängsachse als in der Grundgesamtheit. Eine statistisch signifikante Korrelation zwischen dem Winkel der Gelenkflächen des OTIII und dem proximalen Gelenkwinkel des OTIII fehlte in der Gruppe der Tarsalgelenke ohne Haflinger und die anderen signifikanten Korrelationen die sich ergaben waren jeweils in der Grundgesamtheit größer ausgeprägt (siehe Tab. 18).

Tabelle 18: Korrelationen zwischen den einzelnen Winkelmessungen, **oberhalb** der diagonalen Trennlinie: alle Tarsalgelenke (n= 182), **unterhalb** der diagonalen Trennlinie: Tarsalgelenke ohne Haflinger (n = 166); fett geschrieben sind die statistisch signifikanten Korrelationen (nach Pearson), grau hinterlegt sind jene Korrelationen die im Vergleich größer sind und jene Signifikanzen die im Vergleich kleiner sind; Winkel = Gelenkwinkel

	proximaler Winkel OTC	distaler Winkel OTC	proximaler Winkel OTIII	distaler Winkel OTIII	Gelenk-flächen OTC	Gelenk-flächen OTIII	DIT – MTIII	TMT – MTIII	
proximaler Winkel OTC		**0.225** **P = 0.002**	**0.203** **P = 0.006**	**0.237** **P = 0.001**	0.133 P = 0.074	0.040 P = 0.596	0.080 P = 0.282	-0.006 P = 0.934	Korrelationen aller Tarsalgelenke (Grundgesamtheit) (n = 182)
distaler Winkel OTC	**0.256** **P = 0.001**		**0.295** **P = 0.000**	**0.284** **P = 0.000**	0.108 P = 0.147	0.002 P = 0.977	-0.044 P = 0.552	-0.094 P = 0.209	
proximaler Winkel OTIII	**0.246** **P = 0.001**	**0.350** **P = 0.000**		**0.302** **P = 0.000**	-0.005 P = 0.942	**0.169** **P = 0.023**	-0.101 P = 0.175	-0.001 P = 0.993	
distaler Winkel OTIII	**0.259** **P = 0.001**	**0.309** **P = 0.000**	**0.307** **P = 0.000**		0.038 P = 0.641	**0.304** **P = 0.000**	**-0.154** **P = 0.037**	**0.208** **P = 0.005**	
Gelenk-flächen OTC	0.150 P = 0.054	0.095 P = 0.225	0.023 P = 0.771	0.026 P = 0.741		-0.016 P = 0.835	0.130 P = 0.080	0.052 P = 0.484	
Gelenk-flächen OTIII	0.049 P = 0.530	-0.026 P = 0.743	0.119 P = 0.128	**0.306** **P = 0.000**	-0.052 P = 0.504		**-0.435** **P = 0.000**	**0.512** **P = 0.000**	
DIT – MTIII	0.034 P = 0.668	-0.017 P = 0.828	-0.065 P = 0.403	**-0.153** **P = 0.050**	0.135 P = 0.083	**-0.428** **P = 0.000**		**0.339** **P = 0.000**	
TMT – MTIII	-0.042 P = 0.587	-0.101 P = 0.196	-0.013 P = 0.868	**0.192** **P = 0.013**	0.021 P = 0.787	**0.532** **P = 0.000**	**0.332** **P = 0.000**		
Korrelationen der Gruppe an Tarsalgelenken ohne Haflinger (n = 166)									

5 DISKUSSION

Im Rahmen dieser Arbeit wurden unter anderem die Röntgenstudien von Sprunggelenken auf ihre osteoarthrotischen Veränderungen untersucht und Winkelmessungen an den kleinen Tarsalknochen in der lateromedialen (LM) Projektion durchgeführt. Des Weiteren wurden die Daten aus der orthopädischen Untersuchung erhoben um zu überprüfen ob es sich zum Zeitpunkt der Untersuchung bei den radiologisch sichtbaren Veränderungen im Sinne von Spat um klinisch relevante Veränderungen handelte.

Die radiologischen Befunde von DIT, TMT und den gelenkbildenden Knochen wurden von allen vorhandenen Projektionen herangezogen da allgemein empfohlen wird mehrere Projektionen zur Beurteilung von Spat heranzuziehen (Auer 2012, Butler et al. 2017, Kawcak 2016, Shelley und Dyson 1984, Ueltschi 2002, Verschooten und Schramme 1996). In der LM Projektion wurden die Winkelmessungen durchgeführt, in dieser Aufnahmerichtung kann am besten eine Veränderungen in der Höhe von OTC und OTIII erkannt werden (Butler et al. 2017). Eine Abweichung in einer gleichmäßigen Höhe der genannten Knochen wurde von Sprackman et al. (2015) als Keilform definiert und zählt zu den Developmental Orthopedic Diseases (DOD) (Baxter 2011c). Daher wurden alle Tarsalgelenke mit dem Röntgenbefund „juveniler Spat“ und/oder „Keilform“ von OTC und/oder OTIII der Gruppe an Tarsalgelenken mit DOD im DIT und TMT (DODDT) zugeordnet.

Die Studie von Fairburn et al. (2010) hat gezeigt, dass am Röntgenbild in Bezug auf den Knochensporn dorsoproximal am MTIII keine Differenzierung zwischen Osteophyt und Enthesiophyt möglich ist. Ebenso zeigte die genannte Studie, dass ein Knochensporn mit dem Grad der radiologischen Veränderungen in DIT und/oder TMT korrelierte. Daher wurde ein vorhandener Knochensporn in der vorliegenden Arbeit als Osteophyt angesehen und floss als osteoarthrotische Veränderung in die Röntgenklassifizierung mit ein. Des Weiteren wurde eine Fraktur der kleinen Tarsalknochen in der Klassifizierung nicht berücksichtigt, da es sich im Gegensatz zur OA hierbei um ein akutes Geschehen handelt, auch wenn es teilweise mit den Erkrankungen Spat oder DODDT in Zusammenhang stehen kann (Baird und Pilsworth 2001, Gunst et al. 2016).

Aufgrund der Annahme, dass von Spat betroffene Pferde unterschiedliche Lahmheitsgrade und –typen zeigen können (Sullins 2011), wurde eine Lahmheit in der vorliegenden Arbeit verallgemeinert. Nur Präsenz und Absenz sowie Grad der Lahmheit wurden berücksichtigt und

nicht in welcher Gangart, auf welchem Boden und in welchem Typ die Lahmheit an dem untersuchten Hinterbein gezeigt wurde.

Von den in der vorliegenden Arbeit radiologisch und orthopädisch untersuchten Tarsalgelenken wurde bei knapp mehr als der Hälfte eine Lahmheit an dem untersuchten Hinterbein festgestellt. Und wiederum bei knapp der Hälfte der radiologisch, orthopädisch und mittels diagnostischer Anästhesien untersuchten Tarsalgelenke konnte die Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT diagnostiziert werden. In diesem Zusammenhang wurde auch eine statistisch signifikante positive Korrelation zwischen einer Hinterbeinlahmheit und einer an demselben Bein durch intraartikuläre Anästhesien bestätigten Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT festgestellt. Also lag auch in der vorliegenden Studiengruppe die häufigste Lahmheitsursache in den distalen zwei Tarsalgelenken, so wie es auch schon Sullins (2011) und Kawcak (2016) beschrieben haben.

Beim Vergleich der Röntgenbilder von den Tarsalgelenken mit der bewiesenen Lahmheitsursache im DIT und/oder TMT mit den Röntgenbildern der Tarsalgelenke mit Lahmheitsursachen an einer anderen Stelle am Bein zeigte sich aber weder in den Winkelmessungen noch in den Röntgenklassen oder im Alter der untersuchten Pferde zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung statistisch signifikante Unterschiede. Was sich wiederum mit der Vermutung deckt, dass die radiologischen Veränderungen im Sinne von Spat nicht mit Schmerzhaftigkeit und einer damit verbundenen Lahmheit korrelieren. Somit konnte in der vorliegenden Arbeit, wie in diversen Literaturstellen ebenso angegeben (Björnsdóttir et al. 2000, Butler et al. 2017, Byam-Cook und Singer 2009, Shelley und Dyson 1984, Sullins 2011, van Hoogmoed et al. 2003), bestätigt werden, dass ein schmerzverursachendes DIT und/oder TMT nicht zwingend radiologische Veränderungen im Sinne von Spat aufweisen muss und umgekehrt ein im Sinne von Spat radiologisch verändertes DIT und/oder TMT zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung nicht immer Schmerzen verursachen muss.

Bei der Röntgenklassifizierung wurde die Einteilung nach Branch et al. (2007) herangezogen, die bereits in den Studien von Fairburn et al. (2010), Coppelman et al. (2020) und Kretschmer et al. (2017) erfolgreich in Bezug auf osteoarthrotische Veränderungen im Sinne von Spat verwendet wurde. Branch et al. (2007) haben in der angeführten Arbeit untersucht ob es einen Zusammenhang zwischen einer Änderung der subchondralen Knochendicke und einem schmerzhaften Tarsalgelenk gibt und eine Röntgenklassifizierung speziell für das Tarsalgelenk

in Bezug auf osteoarthrotische Veränderungen im Sinne von Spat definiert. Laut dieser Röntgenklassifizierung gibt es drei Grade, die die osteoarthrotischen Veränderungen am Tarsalgelenk in milde, moderate und deutliche Veränderungen einteilen. Allerdings sind in der Definition der beschriebenen drei Klassen die „akzentuierten Knochenkonturen“, die in der Röntgenbefundung an der Veterinärmedizinischen Universität Wien durchaus häufig Verwendung finden, nicht enthalten und so wurde für die vorliegende Arbeit die Einteilung nach Branch et al. (2007) erweitert auf fünf Klassen, wobei die Klassen 0 jene Tarsalgelenke enthielt, die keine Veränderungen im Sinne von Spat und keine „akzentuierten Knochenkonturen“ aufwiesen, und die Klasse 0,5 jene Tarsalgelenke enthielt, die keine Veränderungen im Sinne von Spat aber „akzentuierte Knochenkonturen“ aufwiesen. Die Tarsalgelenke dieser beiden Klassen wurden als jene „ohne Spat“ in den distalen Tarsalgelenken angesehen. Die Klassen 1, 2 und 3 entsprechen den Klassen von Branch et al. (2007) und enthielten jene Tarsalgelenke, die Veränderungen im Sinne von Spat in unterschiedlicher Ausprägung aufwiesen und als Tarsalgelenke „mit Spat“ angesehen wurden.

Von den in der vorliegenden Arbeit radiologisch untersuchten Tarsalgelenken fielen fast die Hälfte in die Klasse 1, was unter anderem damit zusammen hing, dass diese Klasse die größte Spannweite der Kriterien hatte. In die beiden Klassen „ohne Spat“ fielen gemeinsam zirka ein Drittel der Tarsalgelenke. Der Rest wurde der Klasse 2 und Klasse 3 zugeteilt. Daraus ergab sich, dass knapp zwei Drittel der an der Veterinärmedizinischen Universität Wien radiologisch untersuchten Tarsalgelenke aus den letzten zweieinhalb bzw. fünf Jahren osteoarthrotische Veränderungen im Sinne von Spat aufwiesen. Allerdings ist anzumerken, dass viele Röntgenstudien von Ankaufsuntersuchungen von glaublich funktionellen Pferden nicht inkludiert werden konnten, da keine LM Projektion in der Röntgenstudie enthalten war.

Zwischen dem Alter der hier untersuchten Pferde und der Röntgenklasse bestand eine statistisch signifikante Korrelation. Je älter die Pferde waren, desto deutlichere osteoarthrotische Veränderungen zeigten sie im Bereich der distalen Tarsalgelenke und desto schlechteren Röntgenklassen wurden die Tarsalgelenke zugeordnet. Diese Korrelation wird auch in diversen Literaturstellen angegeben (Dyson und Ross 2011, Frisbie 2012, van Weeren und Brama 2001). In der Studie von Björnsdóttir et al. (2000), die Tarsalgelenke speziell von Islandpferden untersuchten, hat sich ebenfalls eine Korrelation zwischen dem Alter der Pferde und dem Vorhandensein radiologsicher Veränderungen im Sinne von Spat gezeigt. Auch in der Studie von Kretschmer et al. (2017) zeigte sich eine progressive Dynamik von den osteophytären Zubildungen an OTC, OTIII und MTIII. Diese Erkenntnisse stehen wiederum im

Einklang mit der Tatsache, dass die OA in den distalen Tarsalgelenken eine fortschreitend degenerative Erkrankung ist (Frisbie 2012, McIlwraith und Vachon 1988) und vor allem bei Pferden mit Fortdauer ihrer athletischen Nutzung zu beobachten ist (Auer 2012).

Von den Winkelmessungen korrelierten nur die proximalen und distalen Gelenkwinkel von OTC und OTIII statistisch signifikant mit dem Alter der Pferde und der Röntgenklasse, wobei der distale Gelenkwinkel vom OTIII nur mit der Röntgenklasse korrelierte. Je älter die Pferde waren und je schlechter die Röntgenklasse der untersuchten Tarsalgelenke war, desto vorgewölbter stellte sich die dorsale Kontur der kleinen Tarsalknochen dar. Das lässt sich durch die osteophytären Zubildungen an den gelenknahen Knochenrändern erklären, die im Rahmen eine OA entstehen können (Caron 2011). Sie führen dazu, dass sich die dorsale Kontur von OTC und OTIII insgesamt abgerundeter bzw. vorgewölbter darstellt. Auch zwischen den einzelnen proximalen und distalen Gelenkwinkeln bestanden statistisch signifikante Korrelationen. War ein Gelenkwinkel betroffen, so galt dies in der vorliegenden Studiengruppe an Tarsalgelenken auch für die anderen Gelenkwinkel, was wiederum damit zusammenhängt, dass die Entwicklung von osteoarthrotischen Veränderungen im DIT und TMT im dorsomedialen Bereich durch die in beiden Gelenksetagen wirksamen Kompressionen und Rotationsbewegungen begünstigt wird und folglich beide Gelenke üblicherweise gleichermaßen betroffen sind (Auer 2012).

Die DODDT tritt vor allem bei Zwillingsfohlen und dysmaturen Fohlen auf, die infolge inkompletter Ossifikation zum Zeitpunkt der Geburt in den ersten Lebenstagen einen Kollaps jener Knochen erleiden können (Baxter 2011b). Diese formveränderten kleinen Tarsalknochen stellen sich im Röntgen in der LM Projektion als keilförmige oder dreieckige Knochen dar. Eine solche Formveränderung der kleinen Tarsalknochen resultiert nicht zwingend in Schmerzen und Lahmheiten, daher kann DODDT bis zum Auftreten von Lahmheiten unbemerkt bleiben (Butler et al. 2017). Allerdings begünstigt die asymmetrische Krafteinwirkung in den Gelenken die Entwicklung von osteoarthrotische Veränderungen, die im Gegensatz zur klassischen Spaterkrankung schon in jungen Jahren, also auch schon vor dem Einstieg in das Training, entstehen können (Baxter 2011b). Das zeigt sich auch in der Altersverteilung der in der vorliegenden Arbeit inkludierten Pferde mit DODDT, denn ein Großteil der Pferde mit DODDT war zwar unter 4 Jahre alt, es gab aber genauso viele Pferde die erst mit zehn oder mehr Jahren die Diagnose „juveniler Spat“ und/oder „Keilform“ gestellt bekommen haben.

Beim Vergleich der Tarsalgelenke mit DODDT, der Tarsalgelenke ohne Spat und ohne DODDT und der Tarsalgelenke mit Spat aber ohne DODDT zeigte sich, dass die Pferde mit DODDT statistisch signifikant jünger waren als die Pferde aus den beiden Vergleichsgruppen. Die Pferde mit Spat aber ohne DODDT waren in diesem Vergleich statistisch signifikant älter als die anderen. Dies deckt sich wiederum mit der Annahme, dass OA eine mit dem Alter und der Bewegung fortschreitende chronisch degenerative Gelenkserkrankung ist (Frisbie 2012) und im Gegensatz die DODDT bereits im jungen Alter aufgrund asymmetrischer Krafteinwirkungen und/oder Knorpeldefekte klinisch relevant wird (Baxter 2011b).

In der Gruppe an Tarsalgelenken mit DODDT waren die Gelenke mit osteoarthrotischen Veränderungen im Sinne von Spat die überwiegende Mehrheit. In der vorliegenden Studiengruppe gab es aber trotzdem Tarsalgelenke mit DODDT, die im Rahmen der Röntgenbefundung die Diagnose „juveniler Spat“ gestellt bekommen haben, aber noch keine sichtbaren Anzeichen von osteoarthrotischen Veränderungen im Sinne von Spat hatten, was damit zusammenhängt dass die osteoarthrotischen Veränderungen bei den von DOD betroffenen Pferden erst sekundär infolge asymmetrischer Krafteinwirkung entstehen (McIlwraith und Vachon 1988). Der große Anteil an Tarsalgelenken mit DODDT und Spat in der vorliegenden Arbeit lässt sich durch die Retrospektivität der Arbeit und durch die Tatsache erklären, dass die Pferde üblicherweise dann an der Klinik vorstellig und untersucht werden, wenn sie eine Lahmheit zeigen und Röntgenstudien des Tarsalgelenkes üblicherweise dann angefertigt werden, wenn der klinische Verdacht auf eine Erkrankung in diesem Bereich besteht. Pferden mit DODDT können anfangs klinisch unbemerkt bleiben und erst mit Fortschreiten der sekundären osteoarthrotischen Veränderungen Schmerzhaftigkeit im Gelenk entwickeln (Butler et al. 2017). Auch in der vorliegenden Arbeit zeigten die Pferde an dem Hinterbein mit dem Tarsalgelenk mit DODDT aber ohne Anzeichen von Spat keine Lahmheit. Von den Pferden, die eine Hinterbeinlahmheit zeigten und im Röntgenbild Veränderungen im Sinne von DODDT und Spat hatten, konnte bei der einen Hälfte durch einen positiven Ausfall der intrasynovialen Anästhesie von DIT und/oder TMT eine Lahmheitsursache in diesen Gelenken diagnostiziert werden und bei der anderen Hälfte durch diagnostische Anästhesien andere lahmheitsverursachende Stellen an dem jeweiligen Bein gefunden werden. All dies steht wieder im Einklang mit den Annahmen, dass Veränderungen im Sinne von DODDT oder Spat nicht zwingend lahmheitsverursachend sein müssen (Butler et al. 2017, Auer 2021, Sullins 2011, van Hoogmoed et al. 2003).

Im Zuge der Winkelmessungen konnte in der vorliegenden Arbeit nur bei einer Messung ein statistisch signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen mit und ohne DODDT festgestellt werden. Der Winkel von der Stellung des DIT zur Rohrbeinlängsachse war bei den Tarsalgelenken mit DODDT kleiner als bei jenen Tarsalgelenken ohne DODDT und hängt wohl mit der durch diese Krankheit einhergehenden Keilform der kleinen Tarsalknochen zusammen (Butler et al. 2017), wodurch sich die Gelenkflächen des DIT im dorsalen Bereich nach distal neigen. Somit könnte die Stellung des DIT zur Rohrbeinlängsachse ein Indikator für die DODDT sein und sollte in weiteren Studien untersucht werden.

Aufgrund der Tatsache, dass die DODDT durch ungleichmäßige Höhen von OTC und OTIII im Sinne von Keilform gekennzeichnet ist (Sprackman et al. 2015) wurde angenommen, dass sich in der Messung der Parallelität der Gelenkflächen von OTC und OTIII in der LM Projektion signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen an Tarsalgelenken mit und ohne DODDT ergeben würden. Dem war aber in der vorliegenden Arbeit nicht so und lässt sich teilweise auch dadurch erklären, dass die LM Projektionen nicht immer im exakt selben Winkel zur Gliedmaße angefertigt wurden. Dies ist unter anderem der Retrospektivität der Arbeit geschuldet und der Tatsache, dass im Klinikalltag manchmal der Fokus auf anderen Erkrankungen im Tarsalgelenksbereich, wie zum Beispiel DOD im PIT und TCG, Frakturen oder Wunden, gelegen hat und eine exakte LM Projektion nicht verlangt war. In solchen Röntgenbildern stellten sich dann in manchen Fällen die Gelenkflächen von OTC und OTIII doppelkonturig dar und es wurde versucht einen Mittelwert zur Messung heranzuziehen, wodurch sich vermutlich geringe aber durchaus vorstellbare Unterschiede zwischen diesen Messungen und den Messungen an den Gelenken in optimaler LM Projektion ergeben haben. Dieser Diskrepanz könnte in einer prospektiven Studie zu diesem Thema entgegengewirkt werden, indem die LM Projektionen immer im gleichen Winkel zur Gliedmaße angefertigt werden.

Bei der vorliegenden Studiengruppe an Tarsalgelenken bestand keine Korrelation zwischen der Röntgenklasse in die das Tarsalgelenk aufgrund der osteoarthrotischen Veränderungen eingeordnet wurde und einer vorliegenden Lahmheit an dem untersuchten Hinterbein, weder zu einem spezifischen Lahmheitsgrad, noch zu einer vorhandenen Lahmheit im Allgemeinen. Was sich mit der allgemeinen Annahme deckt, dass der Grad der osteoarthrotischen Veränderungen im Sinne von Spat nicht mit dem Vorhandensein einer Schmerzhaftigkeit im Bereich des Gelenkes bzw. einer Lahmheit korreliert (Auer 2012, Sullins 2011, van Hoogmoed et al. 2003). Aufgrund dieser Tatsache wurden in der vorliegenden Arbeit zwei intraindividuelle

Vergleiche in Bezug auf das schlechtere Bein eines Pferdes angestellt. Im ersten Vergleich wurden die Tarsalgelenke mit den deutlicheren osteoarthrotischen Veränderungen mit den Tarsalgelenken ohne oder mit milderen osteoarthrotischen Veränderungen verglichen. Dabei stellte sich heraus, dass die Beine mit den deutlicheren Spatveränderungen häufiger lahm waren, sich die Tarsalgelenke aber in keiner Winkelmessung statistisch signifikant unterschieden. Der zweite Vergleich stellte das lahme bzw. lahmere Bein gegenüber dem lahmfreien bzw. weniger lahmen Bein. Dabei zeigte sich, dass die Tarsalgelenke der Beine die lahm bzw. lahmer waren wiederum statistisch signifikant schlechteren Röntgenklasse zugeordnet wurden und der proximale Gelenkwinkel des OTIII statistisch signifikant kleiner war als bei dem lahmfreien bzw. weniger lahmen Beinen war. Daher lässt sich durch die vorliegende Arbeit bestätigen, dass im Allgemeinen keine Korrelation zwischen einem von Spat betroffenen Tarsalgelenk und einer Schmerzhaftigkeit und einer daraus resultierenden Hinterbeinlahmheit vorhanden ist. Aber im intraindividuellen Vergleich stellte sich heraus, dass die Pferde der vorliegenden Studie am Bein mit dem deutlicher veränderten Tarsalgelenk im Sinne von Spat auch die stärkere Lahmheit zeigten.

Während der Datenerhebung ist aufgefallen, dass die Tarsalgelenke der Haflinger häufig Formvariationen der dorsalen Knochenkontur von OTC und OTIII zeigten, die sich nicht wie osteoarthrotische Veränderungen am Gelenkrand, sondern eher wie ausgeprägte knöcherne Vorsprünge im Sinne von Bandhöckern darstellten. Diese Bandhöcker kommen laut Butler et al. (2017) üblicherweise im dorsomedialen Bereich vor, aber Shelley und Dyson (1984) wiesen bereits auf rassespezifische Unterschiede in diesem Bereich hin, die sich vor allem bei schwereren Pferderassen wie den Kaltblutkleinpferden, denen die Haflinger angehören, zeigen. Jedenfalls wurden aufgrund dieser Formvarianz bei der Messung der proximalen und distalen Gelenkwinkel von OTC und OTIII die Linien in vielen Fällen in einem größeren Winkel gesetzt. Daher wurden die Pferde der Rasse Haflinger in einem weiteren Vergleich separiert, die Daten auf ihre Zusammenhänge geprüft und in weiterer Folge wurde überprüft ob die Daten der Haflinger einen Einfluss auf die Grundgesamtheit hatten. Dabei stellt sich heraus dass alle 16 Tarsalgelenke der untersuchten Haflinger Veränderungen im Sinne von Spat hatten und zwölf Tarsalgelenke von diesen Veränderungen im Sinne von DODDT aufwiesen, was für eine hohe Prävalenz dieser Krankheiten bei den Patienten der Rasse Haflinger spricht. Des Weiteren waren die Röntgenklassen zu denen die Tarsalgelenke zugeordnet wurden schlechter je jünger die Haflinger waren. Außerdem war der distale Gelenkwinkel des OTC größer und der proximale Gelenkwinkel des OTIII kleiner je jünger die Haflinger waren. Die

Winkelmessungen untereinander zeigten bei den Haflingern kaum statistisch signifikante Korrelationen. Aufgrund dieser Unterschiede und um zu prüfen ob die Tarsalgelenke der Haflinger einen Einfluss auf die Daten hatten, wurden die Daten der Grundgesamtheit mit den Daten der Pferde ohne den Haflingern verglichen. Dabei stelle sich heraus, dass die Korrelationen, die in beiden Vergleichsgruppen vorhanden und statistisch signifikant waren, sich in ihrer Stärke und Größe unterschieden, vor allem in Bezug auf das Alter der Pferde und die einzelnen Winkelmessungen untereinander. Die proximalen und distalen Gelenkwinkel von OTC und OTIII wiesen zum Beispiel in den Daten ohne Haflinger eine größere und zum Teil auch stärkere Korrelation zueinander auf als in der Grundgesamtheit. Das könnte genau mit dieser Formvarianz der dorsalen Knochenkontur von OTC und OTIII der Haflinger zusammenhängen. Um das allerdings statistisch abzusichern, sind speziell auf diese Fragestellung bezogen weitere separate Untersuchungen nötig.

Aus eigenem Interesse heraus wurde auch noch die Rasse Quarter Horse (inkl. Paint Horse) untersucht. Von den 16 untersuchten Tarsalgelenken der Quarter Horses hatten zehn Tarsalgelenke Veränderungen im Sinne von DODDT, wobei acht von diesen zehn Tarsalgelenken auch schon Veränderungen im Sinne von Spat hatten, und fünf weitere Tarsalgelenke nur Veränderungen im Sinne von Spat. Dies spricht für eine hohe Prävalenz an Spat im Allgemeinen und DODDT im Speziellen bei den Patienten der Rasse Quarter Horse. Allerdings bedarf es auch in diesem Zusammenhang weiterer Untersuchungen aufgrund der geringen Gruppengröße.

Zusammenfassend konnte gezeigt werden, dass es einen messbaren Unterschied in den Tarsalgelenken mit und ohne DODDT gibt, wobei sich dieser Unterschied wider den Erwartungen nur in einer der beschriebenen Winkelmessungen gezeigt hat. Außerdem ist anzumerken, dass Tarsalgelenke mit DODDT und mit der Diagnose „juveniler Spat“ laut der in der vorliegenden Arbeit verwendeten Röntgenklassifizierung keine Veränderungen im Sinne von Spat aufwiesen. In diesen Fällen stellt sich die Diagnose „juveniler Spat“ daher als irreführend dar.

6 ZUSAMMENFASSUNG

Die vorliegende Arbeit behandelt die Fragestellung ob es einen messbaren Unterschied zwischen Tarsalgelenken von Pferden mit und ohne Developmental Orthopedic Diseases im distalen Intertarsalgelenk und Tarsometatarsalgelenk gibt und ob sich ein Unterschied in Bezug auf das Alter und den osteoarthrotischen Veränderungen im Sinne von Spat zwischen diesen beiden Gruppen an Tarsalgelenken erkennen lässt.

Insgesamt wurden 182 Röntgenstudien von Tarsalgelenken untersucht, von diesen wiesen 42 Tarsalgelenke Veränderungen im Sinne der Developmental Orthopedic Diseases im distalen Intertarsalgelenk und Tarsometatarsalgelenk auf und hatten die Diagnose „juveniler Spat“ gestellt bekommen. Die Winkelmessungen wurden in der lateromedialen Projektion des Tarsalgelenkes durchgeführt und die Daten zu vorhandenen osteoarthrotischen Veränderungen im Sinne von Spat wurden aus dem Röntgenbefund erhoben.

Von den 42 Tarsalgelenken mit Veränderungen im Sinne der Developmental Orthopedic Diseases im distalen Intertarsalgelenk und Tarsometatarsalgelenk wiesen 38 Tarsalgelenke zusätzlich Veränderungen im Sinne von Spat auf, die übrigen vier Tarsalgelenke hatten keine solche Veränderungen. Die Pferde mit Veränderungen im Sinne der Developmental Orthopedic Diseases im distalen Intertarsalgelenk und Tarsometatarsalgelenk waren statistisch signifikant jünger als die Pferde ohne dieser Veränderungen und der Winkel zwischen dem distalen Intertarsalgelenk und der Rohrbeinlängsachse stellte sich statistisch signifikant kleiner dar als bei den Pferden ohne dieser Veränderungen.

Aus der vorliegenden Arbeit geht also hervor, dass der Begriff der Developmental Orthopedic Diseases im distalen Intertarsalgelenk und Tarsometatarsalgelenk unter Umständen in der Diagnosestellung Verwenden finden sollte um die Diskrepanz des Begriffes „juveniler Spat“ bei Absenz von Veränderungen im Sinne von Spat zu beseitigen. Des Weiteren könnte der Winkel zwischen dem distalen Intertarsalgelenk und der Rohrbeinlängsachse in der Diagnosestellung von Developmental Orthopedic Diseases im distalen Intertarsalgelenk und Tarsometatarsalgelenk in Zukunft als weiteres Mittel herangezogen werden.

SUMMARY

The present study deals with the question if there is a measurable difference between tarsal joints of horses with and without Developmental Orthopedic Diseases in the distal intertarsal and tarsometatarsal joints and if there is a difference between these two groups of horses regarding to the age of the horses and the osteoarthrotic changes in terms of spavin in the distal tarsal joints.

A total of 182 x-ray studies of tarsal joints were examined, 42 of these tarsal joints showed changes in terms of Developmental Orthopedic Diseases in the distal intertarsal and tarsometatarsal joints and had been diagnosed with „juvenile spavin“. The angle measurements were performed in the lateromedial projection of the tarsal joint and the data of existing osteoarthrotic changes in terms of spavin were collected from the x-ray findings.

Of the 42 tarsal joints with changes in terms of Developmental Orthopedic Diseases in the distal intertarsal and tarsometatarsal joints, 38 tarsal joints also showed changes in terms of spavin, the other four tarsal joints showed no changes in terms of spavin. The horses with Developmental Orthopedic Diseases in the distal intertarsal and tarsometatarsal joints were statistically significant younger then the horses without these changes and the angle between the distal intertarsal joint and the longitudinal axis of the third metatarsal bone was statistically significant smaller than in horses without these changes.

The present study shows that the term Developmental Orthopedic Diseases in the distal intertarsal and tarsometatarsal joints should be used in the diagnosis to eliminate the discrepancy of the term “juvenile spavin” in absence of changes in terms of spavin. Furthermore, the angle between the distal intertarsal joint and the longitudinal axis of the third metatarsal bone could be used as a further tool in the diagnostic of Developmental Orthopedic Diseases in the distal intertarsal and tarsometatarsal joints in the future.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Auer JA. 2012. The Tarsus. In: Auer JA, Stick JA, Hrsg. Equine surgery. Fourth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders, 1388–1409.

Axelsson M, Björnsdóttir S, Eksell P, Häggström J, Sigurdsson H, Carlsten J. 2001. Risk factors associated with hindlimb lameness and degenerative joint disease in the distal tarsus of Icelandic horses. Equine veterinary journal, 33 (1): 84–90.

Baird DH, Pilsworth RC. 2001. Wedge-shaped conformation of the dorsolateral aspect of the third tarsal bone in the Thoroughbred racehorse is associated with development of slab fractures in this site. Equine veterinary journal, 33 (6): 617–620.

Baxter GM, Hrsg. 2011a. Adams and Stashak's Lameness in Horses. Sixth edition. Hoboken: John Wiley & Sons.

Baxter GM. 2011b. Incomplete cuboidal bone ossification/juvenile spavin. In: Baxter GM, Hrsg. Adams and Stashak's Lameness in Horses. Sixth edition. Hoboken: John Wiley & Sons, 1135–1137.

Baxter GM. 2011c. Lameness in the Young Horse. The Physis/Physeal Fractures. In: Baxter GM, Hrsg. Adams and Stashak's Lameness in Horses. Sixth edition. Hoboken: John Wiley & Sons, 1123-1131.

Bell BT, Baker GJ, Foreman JH, Abbott LC. 1993. In vivo investigation of communication between the distal intertarsal and tarsometatarsal joints in horses and ponies. Veterinary surgery, 22 (4): 289–292.

Björnsdóttir S, Axelsson M, Eksell P, Sigurdsson H, Carlsten J. 2000. Radiographic and clinical survey of degenerative joint disease in the distal tarsal joints in Icelandic horses. Equine veterinary journal, 32 (3): 268–272.

Branch MV, Murray RC, Dyson SJ, Goodship AE. 2007. Alteration of distal tarsal subchondral bone thickness pattern in horses with tarsal pain. Equine veterinary journal, 39 (2): 101–105.

Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW. 2017. The Tarsus. In: Butler JA, Colles CM, Dyson SJ, Kold SE, Poulos PW, Hrsg. Clinical radiology of the horse. Fourth edition. Chichester, West Sussex: Wiley Blackwell, 349–397.

Byam-Cook KL, Singer ER. 2009. Is there a relationship between clinical presentation, diagnostic and radiographic findings and outcome in horses with osteoarthritis of the small tarsal joints? Equine veterinary journal, 41 (2): 118–123.

Caron JP. 2011. Osteoarthritis. In: Ross MW, Dyson SJ, Hrsg. Diagnosis and management of lameness in the horse. Second edition. St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders, 655–668.

Cohen J. 2013. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. Second edition. Hoboken: Taylor and Francis.

Coppelman EB, David FH, Tóth F, Ernst NS, Trumble TN. 2020. The association between collagen and bone biomarkers and radiographic osteoarthritis in the distal tarsal joints of horses. Equine veterinary journal, 52 (3): 391–398.

Dyson SJ, Ross MW. 2011. The Tarsus. In: Ross MW, Dyson SJ, Hrsg. Diagnosis and management of lameness in the horse. Second edition. St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders, 509–526.

Eksell P, Axelsson M, Broström H, Ronéus B, Häggström J, Carlsten J. 1998. Prevalence and Risk Factors of Bone Spavin in Icelandic Horses in Sweden: A Radiographic Field Study. Acta Veterinaria Scandinavica, 39 (3): 339–348.

Eksell P, Uhlhorn H, Carlsten J. 1999. Evaluation of different projections for radiographic detection of tarsal degenerative joint disease in Icelandic horses. Veterinary Radiology & Ultrasound, 40 (3): 228–232.

Fairburn A, Dyson SJ, Murray R. 2010. Clinical significance of osseous spurs on the dorsoproximal aspect of the third metatarsal bone. Equine veterinary journal, 42 (7): 591–599.

Frewein J, Wille K-H, Wilkens H, Hrsg. 2004. Nickel/Schummer/Seiferle: Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. Band 1 Bewegungsapparat. Achte Auflage. Stuttgart: Parey.

Friker J, Maierl J, Liebich HG. 2000. Investigation of the communication between the distal intertarsal and the tarsometatarsal joint in horses. Pferdeheilkunde, 16 (4): 352–358.

Frisbie DD. 2012. Synovial Joint Biology and Pathobiology. In: Auer JA, Stick JA, Hrsg. Equine surgery. Fourth edition. St. Louis, Missouri: Elsevier/Saunders, 1096–1114.

Gunst S, Del Chicca F, Fürst AE, Kuemmerle JM. 2016. Central tarsal bone fractures in horses not used for racing: Computed tomographic configuration and long-term outcome of lag screw fixation. Equine veterinary journal, 48 (5): 585–589.

Kawcak CE. 2016. Tarsus. In: McIlwraith CW, Frisbie DD, Kawcak CE, van Weeren R, Hrsg. Joint disease in the horse. Second edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, 340–353.

Kofler J, Edinger J. 2018. Orthopädischer Untersuchungsgang. In: Baumgartner W, Hrsg. Klinische Propädeutik der Haus- und Heimtiere. Achte Auflage. Stuttgart: Enke Verlag, 216–281.

Kraus-Hansen AE, Jann HW, Kerr DV, Fackelmann GE. 1992. Arthrographic analysis of communication between the tarsometatarsal and distal intertarsal joints of the horse. Veterinary surgery, 21 (2): 139–144.

Kretschmer I, Kühn K, Baltus V, Fürst A, Kümmerle J. 2017. The Prevalence of degenerative radiographic findings in the small tarsal joints of two-year-old warmblood stallions and the development of these findings over five to sixteen months. Pferdeheilkunde, 33 (2): 152–158.

Laverty S, Stover SM, Bélanger D, O'Brien TR, Pool RR, Pascoe JR, Taylor K, Harrington T. 1991. Radiographic, high detail radiographic, microangiographic and histological findings of the distal portion of the tarsus in weanling, young and adult horses. Equine veterinary journal, 23 (6): 413–421.

Liao W, Deserno TM, Spitzer K. 2008. Evaluation of free non-diagnostic DICOM software tools. In: Andriole KP, Siddiqui KM, Hrsg. Medical Imaging 2008: PACS and Imaging Informatics. : SPIE, 691903.

McIlwraith CW. 2003. Incomplete ossification of carpal and tarsal bones in foals. Equine Veterinary Education, 15 (2): 79–81.

McIlwraith CW. 2004. Developmental orthopedic disease: problems of limbs in young horses. Journal of equine veterinary science, 24 (11): 475–479.

McIlwraith CW, Frisbie DD, Kawcak CE, van Weeren R, Hrsg. 2016. Joint disease in the horse. Second edition. St. Louis, Missouri: Elsevier.

McIlwraith CW, Vachon A. 1988. Review of pathogenesis and treatment of degenerative joint disease. Equine veterinary journal Supplement, 20 (6): 3–11.

Reinacher M. 2007. Stütz- und Bewegungsapparat. Gelenke. In: Dahme E, Weiss E, Hrsg. Grundriss der speziellen pathologischen Anatomie der Haustiere. Sechste Auflage. Stuttgart: Enke, 246–253.

Schlueter AE, Orth MW. 2004. Equine osteoarthritis: a brief review of the disease and its causes. Equine and Comparative Exercise Physiology, 1 (4): 221–231.

Shelley J, Dyson SJ. 1984. Interpreting radiographs 5: radiology of the equine hock. Equine veterinary journal, 16 (6): 488–495.

Sprackman L, Dakin SG, May SA, Weller R. 2015. Relationship between the shape of the central and third tarsal bones and the presence of tarsal osteoarthritis. The Veterinary Journal, 204 (1): 94–98.

Sullins KE. 2011. The Tarsus and Tibia. In: Baxter GM, Hrsg. Adams and Stashak's Lameness in Horses. Sixth edition. Hoboken: John Wiley & Sons, 725–782.

Ueltschi G. 2002. Radiographic examination of the equine tarsus. Pferdeheilkunde, 18 (3): 253–256.

van Hoogmoed LM, Snyder JR, Thomas HL, Harmon FA. 2003. Retrospective evaluation of equine prepurchase examinations performed 1991-2000. Equine veterinary journal, 35 (4): 375–381.

van Weeren PR. 2016. General Anatomy and Physiology of Joints. In: McIlwraith CW, Frisbie DD, Kawcak CE, van Weeren R, Hrsg. Joint disease in the horse. Second edition. St. Louis, Missouri: Elsevier, 1–48.

van Weeren PR, Brama PAJ. 2001. Physiology and pathology of the equine joint. Pferdeheilkunde, 17 (4): 307–318.

Verschooten F, Schramme M. 1996. Radiological examination of the tarsus. Equine Veterinary Education, 8 (S3): 77–86.

Watrous BJ, Hultgren BD, Wagner PC. 1991. Osteochondrosis and juvenile spavin in equids. American journal of veterinary research, 52 (4): 607–612.

8 ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNIS

Abbildung 1: Beispiele von der Winkelmessung der Gelenkwinkel des OTC und OTIII; **links**: rechtes Tarsalgelenk eines 11-jährigen Islandpferdes (Wallach) mit ggr Anzeichen von Spat, **rechts**: linkes Tarsalgelenk eines 18-jährigen Warmblutpferdes (Stute) mit hgr Anzeichen von Spat; Bilder zur Verfügung gestellt von der Abteilung für Bildgebende Diagnostik Department 4 der Veterinärmedizinischen Universität Wien 11

Abbildung 2: Beispiel von der Winkelmessung der Parallelität der Gelenkflächen von OTC und OTIII; rechtes Tarsalgelenk eines 11-jährigen Islandpferdes (Wallach) mit ggr Anzeichen von Spat; Bild zur Verfügung gestellt von der Abteilung für Bildgebende Diagnostik Department 4 der Veterinärmedizinischen Universität Wien 12

Abbildung 3: Beispiele von den Winkelmessungen der Stellung von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse; **links**: 1. Schritt - Ausmessung der Rohrbeinlängsachse; **rechts**: 2. Schritt - Bestimmung der Stellung von DIT und TMT zur ausgemessenen Rohrbeinlängsachse; beide Bilder stellen das linke Tarsalgelenk eines Irish Horse (Wallach) dar; Bilder zur Verfügung gestellt von der Abteilung für Bildgebende Diagnostik Department 4 der Veterinärmedizinischen Universität Wien 13

Abbildung 4: Altersverteilung aller Pferde (n = 92) zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung 18

Abbildung 5: Rasseverteilung aller Pferde (n = 92) 19

Abbildung 6: Darstellung verschiedener Winkelbezüge aller Tarsalgelenke (n = 182); **links oben**: proximaler und distaler Gelenkwinkel von OTC, **rechts oben**: proximaler und distaler Gelenkwinkel von OTIII, **links mittig**: proximale und distale Gelenkflächen von OTC und OTIII, **rechts mittig**: Stellung von DIT und TMT zur Rohrbeinlängsachse zueinander, **unten**: Stellung von DIT und TMT zur Längsachse zu den Gelenkflächen von OTIII 21

Abbildung 7: Altersverteilung der Pferde mit DODDT (n = 22) 24

Abbildung 8: prozentuelle Verteilung der Tarsalgelenke aus der Gruppe 1 (n = 42 = 100%; mit DODDT, hellgrau, dunkel umrahmt) und aus Gruppe 2 und 3 (n = 140 = 100 %; ohne DODDT, dunkelgrau, hell umrahmt) 27

Tabelle 1: Übersicht der Röntgenklassen, der Graduierungen, der radiologischen Veränderungen im DIT, TMT und an den gelenkbildenden Knochen und der Übergruppen 15

Tabelle 2: Ergänzende Erklärungen zu den verwendeten Röntgenklassen 16

Tabelle 3: Anzahl der Tarsalgelenke (n = 182) in den einzelnen Klassen 20

Tabelle 4: Ergebnisse der Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n = 182) 20

Tabelle 5: Korrelation zwischen dem Alter der Pferde und den Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n = 182) 22

Tabelle 6: Korrelation zwischen der Röntgenklasse und den Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n = 182) 22

Tabelle 7: Korrelationen zwischen den einzelnen Winkelmessungen aller Tarsalgelenke (n= 182); fett geschrieben sind die statistisch signifikanten Korrelationen 23

Tabelle 8: Klassenverteilung der Tarsalgelenke mit DODDT (n = 42) 24

Tabelle 9: Ergebnisse der Winkelmessungen der Tarsalgelenke mit DODDT (n = 42) 25

Tabelle 10: Vergleich des Alters der Pferde in Jahren aus Gruppe 1 („mit DODDT“), Gruppe 2 („ohne Spat und ohne DODDT“) und Gruppe 3 („mit Spat und ohne DODDT“) 26

Tabelle 11: Klassenverteilung in den Gruppen mit und ohne DODDT im Vergleich zur Grundgesamtheit 26

Tabelle 12: Vergleich des Winkels zwischen DIT und der Rohrbeinlängsachse der Gruppe 1 („mit DODDT“), Gruppe 2 („ohne Spat ohne DODDT“) und Gruppe 3 („mit Spat ohne DODDT“) 27

Tabelle 13: Vergleich der Lahmheiten an den Hinterbeinen zwischen der Gruppe "schlechteres Bein Röntgen" und "besseres Bein Röntgen"; „Hinterbeinlahmheit“: 1 = ja, Pferd zeigte eine Lahmheit an diesem Hinterbein, 0 = nein, Pferd zeigte keine Lahmheit an diesem Hinterbein, „lahm im Trab/an der Longe“: 0 = keine Lahmheit, 1-5 = Lahmheitsgrade laut Propädeutik nach Kofler und Edinger (2018) 29

Tabelle 14: Anzahl der Tarsalgelenke pro Klasse der beiden Gruppen "schlechteres Bein Lahmheit" und "besseres Bein Lahmheit" 30

Tabelle 15: Vergleich zwischen den Gruppen „schlechteres Bein Lahmheit“ und „besseres Bein Lahmheit“ in folgenden Punkten: „lahm im Trab/an der Longe“: 0 = keine Lahmheit, 1-5 = Lahmheitsgrade laut Propädeutik nach Kofler und Edinger (2018), „Röntgenklasse“ und „proximaler Gelenkwinkel am OTIII“ 30

Tabelle 16: Korrelationen zwischen dem Alter der Pferde und den Röntgenklassen bzw. Winkelmessungen, **links**: alle Tarsalgelenke (n = 182), **rechts**: Tarsalgelenke ohne Haflinger (n = 166); grau hinterlegt sind jene Korrelationen (nach Pearson) die im Vergleich größer sind und jene Signifikanzen die im Vergleich kleiner sind 32

Tabelle 17: Korrelationen zwischen der Röntgenklasse und den Winkelmessungen, **links**: alle Tarsalgelenke (n = 182), **rechts**: Tarsalgelenke ohne Haflinger (n = 166); grau hinterlegt sind jene Korrelationen (nach Pearson) die im Vergleich größer sind und jene Signifikanzen die im Vergleich kleiner sind 33

Tabelle 18: Korrelationen zwischen den einzelnen Winkelmessungen, **oberhalb** der diagonalen Trennlinie: alle Tarsalgelenke (n= 182), **unterhalb** der diagonalen Trennlinie: Tarsalgelenke ohne Haflinger (n = 166); fett geschrieben sind die statistisch signifikanten Korrelationen (nach Pearson), grau hinterlegt sind jene Korrelationen die im Vergleich größer sind und jene Signifikanzen die im Vergleich kleiner sind; Winkel = Gelenkwinkel 34

Anhang

Daten der untersuchten Tarsalgelenke: a = Rasse; b = Alter in Jahren*; c = Geschlecht*; d = Gliedmaße; e = Lahmheit an dem Hinterbein (ja = 1, nein = 0, keine Daten vorhanden = „-„); f = Lahmheitsursache durch diagnostische Anästhesien bestätigt (DIT/TMT = 1, andere Ursache = 0, *N. tibialis* und *N. fibularis* positiv = 0,5, keine Daten vorhanden = „-„); g = Röntgenklasse; h = proximaler Gelenkwinkel OTC^{+}; i = distaler Gelenkwinkel OTC^{+}; j = proximaler Gelenkwinkel OTIII^{+}; k = distaler Gelenkwinkel OTIII^{+}; l = Winkel der Gelenkflächen von OTC^{+}; m = Winkel der Gelenkflächen von OTIII^{+}; n = Stellung von DIT zu MTIII^{+}; o = Stellung von TMT zu MTIII^{+}; **erster Tabellenabschnitt**: alle Pferde OHNE DODDT; **zweiter Tabellenabschnitt**: alle Pferde MIT DODDT; *zum Zeitpunkt der radiologischen Untersuchung, $^{+}$Werte angegeben in Grad

Erster Tabellenabschnitt:

a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o
Warmblut	14	Stute	rechts	0	0	1	95,1	103	89,8	94,4	1	-0,8	102,2	102,9
			links	1	0	1	85,6	91,3	83,7	94,4	-5,5	-2,3	104,5	100,7
Haflinger	15	Wallach	rechts	1	1	1	101,8	107,7	134,4	101,7	-5,6	0,1	95,8	96,1
			links	1	1	1	89,4	91,3	119,1	111,8	-5,3	-3,3	97,1	94,1
Warmblut	7	Wallach	rechts	1	0	2	94,4	106,1	90,6	110,3	5,1	5	97,7	106,7
			links	0	0	1	95,7	97,3	89	101,1	7,7	-0,5	103,3	103,9
Warmblut	9	Wallach	rechts	1	1	0,5	88,6	98,1	86,1	103,2	2,3	-0,1	101,6	103
			links	0	0	0,5	94,6	95	85,6	97,5	3,6	-1,2	103	102,2
Andalusier	7	Wallach	rechts	1	-	0,5	100,6	116	101,2	96,9	2,9	-1,6	100,3	96
			links	0	-	0	105,9	111,4	105,6	91,4	6	4,1	97,2	96,5
Araber	19	Stute	rechts	0	-	1	94,4	96,4	107,9	109,5	-1	3,2	103,9	102,4
			links	0	-	1	96	122,8	86,9	98,5	-0,9	0,5	104,5	104,2
Sonstige Pferde	5	Stute	rechts	1	1	1	102,3	116,1	82,5	95,6	5,4	1	104,8	101,9
			links	1	-	1	114,9	99,6	106,8	97,3	7,9	-1,5	103,9	101,7
Warmblut	3	Wallach	rechts	1	-	1	94,5	100,9	104,1	102,1	3,6	-0,5	107,9	107,2
			links	0	-	1	84,6	98,8	86,8	111,1	-0,7	-1,3	105,1	107,3
Warmblut	10	Wallach	rechts	1	0	0,5	83,5	98,6	93,2	103,6	-4,1	2,7	98,2	99,9
			links	0	-	0,5	82,5	91,7	98,6	105,7	0,2	3,3	98,3	100,7
Warmblut	13	Stute	rechts	0	-	1	96,2	113,4	89,2	102,4	4,3	4,2	103,9	105,1
			links	1	1	1	90,1	89,1	95	97,2	2,2	0,6	102,5	103,8
Warmblut	16	Stute	rechts	0	-	1	107	116,9	113,3	103,7	2	1,2	99	102,2
			links	1	1	1	90,8	103	105,6	102,4	0	-3,5	101,9	98,1

Sonstige Pferde	10	Wallach	rechts	0	-	1	88,4	108,6	83,8	94,7	2,5	-2,2	97,6	95,9
			links	1	0	1	81,4	106,1	99,7	98,7	-6,4	-4,5	96,2	92,6
Warmblut	23	Wallach	rechts	0	-	2	102,2	131,5	119,8	120,1	4	-1	102,7	98,1
			links	1	1	3	104,3	77,9	83,9	98,4	-2,7	-0,8	100,3	100,7
Warmblut	5	Wallach	rechts	1	0	1	100,7	131,2	94,3	93,9	-2,5	0,6	102,1	100,4
			links	0	-	1	92	110,9	97,6	97,4	-2	5,1	102	103,9
Furioso	15	Stute	rechts	1	1	1	99,8	97,1	90,6	93,2	0,8	-3,7	107,1	104
			links	0	-	1	93,4	92,9	98,3	99,8	-3,7	-2	99,7	100,6
Warmblut	13	Wallach	rechts	1	1	1	108,7	92,4	94,1	100,7	-0,1	3	102,3	103
			links	1	-	1	93,2	97,1	88,5	92,8	-2,9	-4,2	106,9	100
Traber	2	Wallach	rechts	-	-	1	87	132,4	83,3	101,5	3,4	-2,7	97,4	95,3
			links	-	-	0	102,3	106	82,9	98,9	2,6	-6,3	105,8	101,2
Englisches Vollblut	18	Stute	rechts	1	-	0	116,6	108,8	91,4	109,5	4,3	-0,3	101,4	103,2
			links	1	0,5	2	105,1	101,4	115,2	101,6	1,8	3,6	98,1	98,8
Warmblut	5	Wallach	rechts	1	0,5	0,5	92	101,2	89,5	92,1	-0,4	1,8	102,1	102,4
			links	0	-	0,5	107,8	93,6	100,6	108,6	0,2	4,3	104,2	105,9
Sonstige Pferde	1	Hengst	rechts	0	-	0,5	88	103,7	98,7	105,1	6,3	-1,2	102,2	102,4
			links	1	0	0,5	85,6	112,5	106,8	106,6	6,6	-0,9	105,8	106,6
Warmblut	16	Wallach	rechts	1	-	3	97,8	140,9	134,8	119,7	-1,7	4,6	99,7	101,7
			links	0	-	2	100,7	129,8	105	106,4	3,6	3,2	97,4	100,5
Andalusier	10	Wallach	rechts	0	0	1	110,9	97,1	75,8	105,1	0,2	-0,5	97,8	98,5
			links	0	0	2	103,5	105,9	113	91,3	1,1	-6,7	103	95,5
Quarter Horse	16	Stute	rechts	0	-	2	110,8	138,2	98,1	114,6	0,3	-2,9	99,6	97,2
			links	1	0	1	116,7	94,2	89,9	100,3	3,5	6,6	104,8	100,9
Lusitano	12	Wallach	rechts	0	1	2	101	96,4	88,2	100,7	3,4	8,3	95,3	105,8
			links	1	1	2	100,1	106,9	81,5	132,3	8,4	7,7	101,5	106,2
Warmblut	11	Wallach	rechts	1	1	3	92	134,8	81	94,6	-3,4	-3,7	94,1	96,3
			links	1	0	1	90,6	128,8	92,1	99,1	-3,2	-1,8	99,8	98,5
Island Pferd	20	Wallach	rechts	1	1	1	100,2	99,9	99,3	107,7	-1,5	-0,8	101,7	99,9
			links	0	-	1	99	102,5	111	109,8	3,2	0,8	101,4	101
Warmblut	10	Wallach	rechts	0	-	1	103,5	116,7	103,5	114,3	6,7	5,9	100,5	103,7
			links	1	1	1	87,5	110,2	103,5	100,7	3,7	6,4	98,5	95,8
Warmblut	5	Stute	rechts	1	1	0	81,4	106	86	98,8	2,6	-4,7	105,7	97,9
			links	0	-	1	83,6	97,2	87,2	116,4	2,6	5	100,9	103,4
Quarter Horse	18	Wallach	rechts	1	-	3	109	145,4	111,3	98,4	0	-8,8	106,9	93,4
			links	0	-	3	123,3	153,1	143,2	114,5	9,4	-11,7	112,2	96,3
Island Pferd	21	Wallach	rechts	-	-	1	110,3	99,7	96,6	96	6,3	-2,6	101	98,2

			links	-	-	0,5	111,3	105	89,7	95	9	-2	101,3	99,3
Warmblut	9	Stute	rechts	1	1	1	106	100,2	85,7	112	4,4	3,3	104,5	102,9
			links	0	-	1	97,6	109,3	88	97,4	5,1	3,8	94,4	96,7
Lipizzaner	15	Hengst	rechts	0	-	0,5	102,2	122,4	113,1	100,4	5,8	-6,8	102,9	94,5
			links	1	0	0,5	83,1	114,2	94,6	105,1	2,7	-6,1	102,9	100
Pony	16	Stute	rechts	-	-	1	79	112,7	86,9	102,2	6,9	-4,5	107,1	103,7
			links	-	-	1	94,9	100,1	99,9	104,9	2,2	-6,7	106,1	101,7
Warmblut	16	Stute	rechts	1	1	1	107,4	113,4	103,4	111,4	8,5	1,9	99,2	100,1
			links	0	-	1	106,5	103,8	117,8	107,5	7,2	2,9	97,4	96,5
Warmblut	11	Stute	rechts	1	0	1	109,1	121,5	106,3	102,6	-5	-2,5	105,5	100,7
			links	0	-	0,5	101,5	96,8	106,2	99,4	-0,5	1,2	98,5	98,5
Warmblut	7	Stute	rechts	1	1	0,5	101,8	102,8	87,8	103,4	2	-0,4	102,6	103,7
			links	0	-	0,5	91,1	99	103,1	105,6	1,2	1,3	100,9	101,8
Warmblut	11	Stute	rechts	0	-	2	91,1	119,4	116,8	112,4	-1,1	-1,1	104,9	104,7
			links	1	0	2	90,1	98,9	98,3	111,7	-1,8	2,2	103,9	106,7
Warmblut	26	Wallach	rechts	-	-	2	105,8	124	106,6	106	3,5	2,4	98,9	100,8
			links	-	-	2	103,6	103,2	102,9	100,1	-0,9	0,1	106,8	104,8
Warmblut	1	Hengst	rechts	-	-	0	91,7	97,5	95,6	93,9	-6,1	4	102,2	105,6
			links	-	-	0	82	94,6	87,5	91,8	-6	3,6	100,8	104,6
Warmblut	4	Stute	rechts	-	-	1	94,1	99	107,6	119,6	5,5	7,3	103,3	109,6
			links	-	-	1	90,1	97,8	110,3	102,5	5,2	6,1	100,1	104,9
Warmblut	15	Wallach	rechts	0	-	0,5	117	126	122	118,5	1,4	6	95,8	102,6
			links	1	1	0	100,1	100,8	105,6	116,8	1,7	5,6	97,8	101,5
Island Pferd	13	Wallach	rechts	0	-	0,5	95,8	107,1	116,2	94,3	4,3	4,2	105,4	108
			links	0	-	0,5	94,5	94,4	83,9	99,3	-1,6	5,4	100,9	104,4
Warmblut	16	Stute	rechts	0	-	1	93,4	123,4	90,9	114,9	2,8	2,6	102,2	102,3
			links	1	0	2	87,6	125,1	96,9	108,2	6,9	3,9	103,5	105,2
Huzule	7	Wallach	rechts	1	0,5	1	82,7	117,9	81,2	103,7	6,3	0,3	98,3	99,8
			links	0	0	1	89	127,7	103,4	98,3	4,2	2,8	98,1	99,3
Warmblut	7	Wallach	rechts	1	0,5	0,5	88,1	107,6	103,7	101	6	-1,5	104,2	101,3
			links	1	0,5	1	87,9	104,1	95,7	106,1	0,5	-12,2	107,1	97,2
Haflinger	19	Stute	rechts	1	0	1	97,4	101,7	125	105,4	0,2	5,1	99,1	103,7
			links	0	-	1	97,9	97,5	140,9	109,4	3,5	8,1	97,2	103,5
Furioso	24	Hengst	rechts	1	0,5	0,5	92,5	94,2	102,8	100,4	0,1	-3,2	100,4	102,2
			links	1	0	0,5	92,7	104	98,1	102,7	4,1	-5,6	106,8	102,3
Warmblut	11	Wallach	rechts	1	1	1	92,9	111	82,2	104,3	0	3,7	101,8	104,4
			links	0	-	1	87,5	116	84,4	104,5	4,6	4,4	96,5	101,2

Warmblut	4	Wallach	rechts	1	0	0,5	98,8	93,9	105,5	107,3	3,3	5,5	99,5	102,2
			links	0	-	0,5	85,1	118,7	101,2	91,8	1,9	-4,4	104,1	96,7
Warmblut	12	Stute	rechts	-	-	0,5	112,1	99,3	93	103,3	-0,3	1,5	106	108,7
			links	-	-	1	95,4	100,1	91,7	108,9	1,6	9,6	104,1	109,6
Warmblut	25	Wallach	rechts	1	0	1	98,3	113,7	94,9	106,9	-0,9	2,1	100,5	101,8
			links	1	-	2	97,6	103,1	93,6	99	9,1	-3	102,4	101,6
Warmblut	14	Wallach	rechts	0	-	2	99,6	105,7	126,9	104	1,2	3,4	101,3	103,5
			links	1	1	1	89,1	111,4	86,9	98,8	1,5	-1	105,7	108
Warmblut	22	Stute	rechts	1	-	0,5	90,3	109,7	98,4	103,6	1,4	4,1	102,3	104,9
			links	0	-	0,5	114,4	100,6	96,5	107,9	-1,9	1,9	101,9	102,1
Warmblut	8	Wallach	rechts	1	1	0,5	93,3	98,5	93,9	113,4	-0,9	-0,5	98,8	103,8
			links	0	-	0,5	116,9	115	100,2	99	4,2	4	100,4	105,2
Quarter Horse	9	Wallach	rechts	1	0	0,5	88,8	111,3	78,2	106,2	-0,6	-2,1	106,8	101,4
			links	0	0	2	87,1	103,8	98,6	105,3	1	-2,5	102,5	99,1
Friese	15	Wallach	rechts	1	0,5	1	83,4	105	89,5	91,3	1,8	-1,4	102,9	99,7
			links	1	0	3	102,9	136,4	144,3	123,9	4,2	9,6	97,6	107,1
Warmblut	7	Stute	rechts	1	1	2	104	98,4	102,9	93,8	1,6	-6,9	107	98,2
			links	0	-	1	101,3	111,3	103,8	101,8	1,4	3,2	104,3	103,9
Warmblut	10	Wallach	rechts	1	-	1	100,8	123,2	129,7	101,3	-2,2	10,3	94,4	103
			links	1	-	1	102,4	108,9	125,6	109,6	-4,3	9,3	100,3	106,9
Island Pferd	13	Wallach	rechts	1	-	0,5	94,5	100,4	117,2	95	4,8	-6,9	106,3	94,7
			links	0	-	0,5	103,3	102,2	119,8	92,8	0,2	-9,3	97,7	88,9
Warmblut	25	Wallach	rechts	0	-	1	114,4	99,6	78,6	94,3	8,1	-6,8	108	101,8
			links	1	-	1	93,5	89,3	85,5	97,2	4,5	-4,5	105,8	100,8
Warmblut	7	Wallach	rechts	-	0	2	92	120,9	97	104	3,7	6,7	103,4	107,5
			links	-	-	2	105,8	89,6	93,1	104,7	3,8	5	105,6	109,4
Warmblut	9	Wallach	rechts	0	-	1	108	110,1	88,5	100,5	0,1	5,1	90,5	93,9
			links	1	0	0,5	98,4	91,4	98,9	106,9	-1,7	5,9	94,5	99,2
Warmblut	10	Stute	rechts	0	-	0,5	100,1	123,3	99,7	107,6	-0,2	-4,3	99	96,1
			links	1	0	0,5	93,5	102,3	109,7	103,1	-0,2	-0,6	98,7	95,7
Warmblut	16	Wallach	rechts	0	-	0	89,7	95,4	114,2	109,4	3,7	-0,4	100	100,5
			links	1	1	2	96,5	97,9	120,4	98,8	2,8	-5,1	106,5	102,1
Warmblut	15	Stute	rechts	0	-	0	104	115,9	111,6	95,1	2,2	-1,2	105,5	108
			links	1	1	0,5	89,7	101,5	92,6	99,3	0,5	-8	106,6	98,3
Warmblut	15	Wallach	rechts	1	0	0	104,6	105,4	104,9	106,9	2,5	-6	112,3	104,9
			links	0	-	0,5	103,8	108,4	118,7	99,7	-0,9	2,5	97,2	95,7
Warmblut	12	Stute	rechts	-	-	0	102	118,5	92,2	97	-4	0,9	100,3	99,9

			links	-	-	0	101,7	115,1	104,8	108,6	-2,2	4,9	100,6	99,3
Island Pferd	11	Wallach	rechts	1	-	0	93,3	94,2	107,9	99,5	-0,6	-2,4	105,9	106,1
			links	0	-	0	107,4	89	99,7	103,7	2,4	-0,5	103,9	100,3
Warmblut	26	Stute	rechts	0	-	2	105,9	143,9	132,5	118,4	-0,4	5,1	96	96,2
			links	1	-	2	128,2	144,3	135,5	140,1	2,6	0,2	103,2	101,6
Warmblut	18	Stute	rechts	0	-	3	99,9	121,3	124,4	109,8	-0,2	8,1	100,7	107,2
			links	1	1	3	126	134,6	116,9	108,1	6,4	3,9	101,5	104,6

Zweiter Tabellenabschnitt:

Pony	10	Wallach	rechts	1	0	1	104,5	105,5	108,8	99,3	0	-3	102,5	98,9
			links	0	0	0,5	90,1	84,5	88,3	98,5	-2,7	1,9	103,9	102,4
Lipizzaner	3	Stute	links	1	-	2	100,9	107,3	95,1	106,6	1,2	-3,3	105	98,9
Quarter Horse	3	Stute	rechts	1	1	1	95,9	90,1	93,6	101,2	3,3	2,9	97,5	93,5
			links	0	0	0	99,7	91,2	92,5	98,2	0,4	2,4	100,5	98
Warmblut	4	Stute	rechts	0	-	1	93,3	94,7	104,8	92,9	2,1	-5,2	100,5	94,9
Warmblut	12	Stute	rechts	0	-	1	97,2	108,6	90,2	108,8	-4,2	4,1	99,2	99,7
			links	1	-	1	87,8	102,9	125	103	0	7,7	95,2	104,8
Sonstige Pferde	1	Hengst	rechts	0	-	1	99,6	93,8	98,1	109,5	2,9	-0,1	99,7	98,1
			links	1	-	1	85,3	101,7	82,7	106,6	2,2	1,7	105	107,5
Warmblut	3	Stute	rechts	-	-	0	95,2	106,9	89,5	103,6	9	-2,1	99	96
			links	-	-	1	89,6	94,3	99	98,3	-5	4,6	95	100,4
Warmblut	3	Stute	rechts	1	-	1	95,7	92,9	90,6	116,3	5,5	5,4	100,7	101,2
			links	0	-	1	91	102,3	100,3	112,6	1,2	2,8	100,5	103,1
Warmblut	10	Stute	rechts	1	-	3	89,9	103,8	80,9	99,1	1,7	-6,7	102,2	97,6
			links	0	-	3	86,2	120,2	84,3	96,1	-3,1	-4,5	99,4	92,3
Warmblut	15	Wallach	rechts	0	-	1	80,6	98,8	100,4	91	-3,5	-6,6	95,4	98,9
			links	1	0	1	88,5	90,4	90,8	99,5	-0,2	9,1	93,7	103,9
Quarter Horse	1	Hengst	rechts	0	-	2	103,9	90,6	93,3	105,5	3,8	-5,3	95,5	90,9
			links	0	-	2	117	121	93,6	137,3	-15,6	7,4	99,7	107,3
Quarter Horse	11	Wallach	rechts	1	0	3	113,5	145,7	89,8	139,2	6,3	0,5	96,2	98,6
			links	0	-	2	90,2	94,7	127	130	-3,5	-6,8	93,4	90,1
Paint Horse	1	Stute	rechts	-	-	0,5	107,9	109,7	102	107,2	7,8	0,2	99,6	101,2
			links	-	-	1	92,4	105,1	95,6	89,4	8,1	7,6	100,6	104,6
Warmblut	5	Hengst	rechts	1	-	1	81,8	102,1	124,5	113,1	7,3	9,7	93,4	106,2
			links	1	1	1	95,7	96,7	109,2	116,6	-6,2	7	99,4	106,5
Huzule	11	Wallach	rechts	1	-	2	108,1	91	89	114,3	6,2	4,2	94,3	99,4

			links	1	-	1	102	84,1	86,3	102,4	-1,2	5,9	95,8	98,5
Paint Horse	1	Hengst	rechts	1	0,5	2	108,8	103,5	72,3	95,9	2,5	-6,5	98,1	95,2
			links	0	-	1	102,4	90	88,7	101,4	2,1	-6,2	100,7	96,5
Haflinger	10	Wallach	rechts	0	-	2	116,1	131,9	124,4	106,3	2,1	1,2	105,8	106,9
			links	1	1	2	76,5	135	138,5	110,8	4,8	5,5	96,4	98,8
Haflinger	6	Wallach	rechts	1	0	2	96,9	134,1	90,2	98,5	1,8	3,5	97,2	99,6
			links	0	0	2	101	100,7	123	93	3,8	6,7	100,9	95,8
Haflinger	9	Wallach	rechts	1	1	1	95,5	134,3	96,4	119	4,9	8,6	94,7	101
			links	1	1	1	95,6	108,5	104,1	112,1	3,8	4,3	96,9	99,9
Haflinger	9	Stute	rechts	1	0	1	108,5	126,1	110,2	104,6	-1,8	-1	101,8	97,5
			links	0	0	2	107,9	105,2	104,7	105,8	4,5	-2,6	105,1	100,4
Haflinger	18	Stute	rechts	1	0	1	107,5	101,8	124,5	108,5	1,8	9,6	100,8	107,2
			links	0	-	1	97,2	107,7	134,6	121,9	4,7	3,1	99,7	106,6
Haflinger	15	Wallach	rechts	0	-	1	94,4	108,6	141,8	104,1	-2,4	1,3	102,2	101,3
			links	1	1	2	108,8	91	105,2	121	1,1	0,4	106,9	105,2