

Aus der Tierärztlichen Klinik für Pferde,
Dres. H. Lutz, U. Heidbrink, Aschheim

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Prof. Dr. H. Gerhards,
Lehrstuhl für Innere Medizin und Chirurgie des Pferdes
sowie Gerichtliche Tiermedizin

**Vergleich der röntgenologischen und
computertomographischen Darstellung pathologischer
Veränderungen am Tarsalgelenk des Pferdes**

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der
Tierärztlichen Fakultät der Ludwig- Maximilians-Universität München

von
Melanie Bareth
aus
Leutkirch im Allgäu

München 2009

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Gerhards

Korreferent/en: Priv.-Doz. Dr. Maierl

Tag der Promotion: 17.Juli 2009

**Meinen Eltern
Theresia und Gerhard**

Vergleich der röntgenologischen und computertomographischen Darstellung pathologischer Veränderungen am Tarsalgelenk des Pferdes

Inhaltsverzeichnis:	Seite
I. Einleitung	2
II. Literaturübersicht	3
2.1. Geschichte der Computertomographie	3
2.2. Funktionsprinzip der Computertomographie	3
2.2.1. Zusammenfassung der häufigsten CT-Artefakte	5
2.2.2. Allgemeines zur Computertomographie	7
2.3. Computertomographie in der Pferdeheilkunde	7
2.4. Anatomie des Tarsus	9
III. Material und Methode	9
3.1. Untersuchungsmaterial / Patientengut	9
3.2. Der Computertomograph	12
3.3. Einleitende Untersuchung	13
3.3.1. Klinische Untersuchung	13
3.3.2. Röntgen	13
3.3.3. Durchführung der Computertomographie	15
3.3.4. Bewertung der Röntgen-/ und CT-Aufnahmen	17
IV. Ergebnisse	17
4.1. Vergleich der Befunde im Röntgen und in der Computertomographie	18
4.2. Ausgewählte Fallbeispiele mit Bilddarstellung computertomographischer und röntgenologischer Befunde	21
V. Diskussion	49
5.1. Diskussion der Methode	49
5.2. Diskussion der Ergebnisse	51
5.3. Diskussion der Literatur	52
5.4. Grenzen und Möglichkeiten der angewandten Verfahren	53
VI. Zusammenfassung	56
VII. Literaturverzeichnis	58
VIII. Anhang	64

I. Einleitung

Die Computertomographie hat sich seit Ende des vergangenen Jahrhunderts als diagnostisches Mittel in der Pferdemedizin etabliert. In der Lahmheitsdiagnostik spielt sie bei der Ursachenforschung von nicht eindeutigen Lahmheiten eine immer größere Rolle. Trotz des großen organisatorischen und finanziellen Aufwands hat sich das Schnittbildverfahren immer mehr durchgesetzt. Voraussetzung für eine optimale Therapie ist eine exakte Diagnose. Pferdebesitzer sind daher eher bereit, in diese kostenintensive und durch die Vollnarkose auch risikoreichere Diagnostik einzuwilligen.

Die Anwendung der Computertomographie im Gliedmaßenbereich wurde von wenigen Autoren beschrieben. Unter anderen von: DIEHL und CORDY (1983), BARBEE und ALLEN (1986), TIETJE (1994, 1995, 1996a), MÄULE (2002), DE BUHR (2002), HATAMI FARIDI (2001), MAYRHOFER (2005).

Über den Einsatz der Computertomographie (CT) zur Lahmheitsdiagnostik im Bereich des Tarsus beim Pferd wurde bisher nur wenig geschrieben (TRAENCKNER 1998). Die Gründe liegen dafür auch an dem großen Aufwand und an der mit Schwierigkeiten verbundenen Lagerung bei einem Tarsus-CT. Der Vorteil der Computertomographie liegt jedoch an der überlagerungsfreien Darstellung, was bei komplex aufgebauten Gelenken und Strukturen mit der konventionellen Röntgentechnik oft nur undeutlich darstellbar ist.

In der vorliegenden Arbeit sollen die Möglichkeiten der Darstellung pathologischer Veränderungen im und am Tarsus des Pferdes aufgezeigt werden. Dazu wird die Darstellung der Strukturen mittels konventioneller Röntgentechnik mit der Darstellung der Strukturen per Computertomographie verglichen.

II. Literaturübersicht

2.1. Geschichte der Computertomographie

Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts wurde die Computertomographie Teil der Radiologie (WEGENER 1996). Dieses Röntgenschnittaufnahmeverfahren, die Computertomographie, liefert überlagerungsfreie Transversalschnittbilder (1973). Der erste Computertomograph wurde von HOUNSFIELD für die Anwendung in der Humanmedizin entwickelt (HOUNSFIELD 1973). Diese neuartige Technik wurde am Anfang ausschließlich zur Untersuchung des menschlichen Gehirns eingesetzt (AMBROSE 1973; PAXTON und AMBROSE 1974). Schnell fand die Computertomographie ihren Einsatz auch in anderen Regionen des menschlichen Körpers, z. B. am Auge (MMOMOSE et al. 1975) und Abdomen (STANLEEEY et al. 1976). Ein äußerst wichtiges Einsatzgebiet fand die Computertomographie in der genaueren Diagnostik bei Tumorerkrankungen (SHEEDY et al. 1976). Es wurde weiterhin möglich, bei bestimmten diagnostischen Fragestellungen, den Informationsgehalt weiter zu steigern, durch den Einsatz von Röntgenkontrastmittel, z.B. Bariumsulfat oder Jodpräparate, die intravenös injiziert werden (MAYERHOFER et al.1995).

In der Veterinärmedizin kam die Computertomographie erst zu Beginn der 90ziger Jahre zum Einsatz. Am Anfang lediglich bei Kleintieren und Primaten (JANSSEN et al. 1981; Le COUTEUR et al. 1981; SWENGELER 1982; WEBB et al. 1984).

2.2. Funktionsprinzip der Computertomographie

Die in der Medizin eingesetzten Computertomographen werden nach verschiedenen Generationen unterschieden.

- Translation-/Rotationsscanner (2. Generation)
Bei diesem Gerätetyp sind die Röntgenröhre und der Detektor mechanisch miteinander verbunden. Die einzelnen Aufnahmen entstehen durch eine Dreh- und Verschiebebewegung der Röhre und des Detektors. Diese neuere Generation verwendet bereits bis zu 10 Röntgenstrahlen.
- Rotate-/Rotategeräte (3. Generation)
Die Röhre muss hier keine translatorische Bewegung mehr durchführen, da ein Fächer von Strahlen ausgesendet wird, welcher den gesamten Bereich durchleuchtet. Sie wird nur noch um den Patienten gedreht. Ein auf der gegenüberliegenden Seite des drehenden Teiles angebrachten Kreissegment von Detektorzellen nimmt den Strahlenfächer auf.
- Rotate-/Stationary-Geräte (4. Generation)
Bei diesen Geräten rotiert nur noch die Röntgenröhre um den Patienten herum, während die Detektoren in einem vollen 360 Grad Kreis um den Patienten angebracht sind.

Die Computertomographie gliedert sich in vier Arbeitsschritte:

- Messvorgang
- Bildkonstruktion
- Bilddarstellung auf dem Monitor
- Archivierung der Daten.

Das Herzstück des Computertomographen stellt die sog. Gantry dar. In der Gantry befindet sich einerseits das Detektorensystem sowie andererseits die Strahlungsquelle. Beim Messvorgang tastet ein dünner, flächenartiger Röntgenstrahl das Untersuchungsobjekt ab, die Detektoren auf der gegenüberliegenden Seite erfassen die Strahlungsintensität (Braun 2001). In der tunnelförmigen 60 cm großen Öffnung in der Gantry wird der Patient während der Untersuchung auf dem Untersuchungstisch platziert. Während der Untersuchung rotiert das Röhren-/Detektoren-System um die Längsachse des Objektes (Tellhelm 1993). Die Strahlenabsorption wie dabei in jedem Winkel des Kreisbogens von den Detektoren gemessen. Die Detektoren sind Kristall- oder Edelgas-Detektoren, die mit Photonenfallen und Photomultipliern gekoppelt sind (BARBEE und ALLEN 1986), so dass eintreffende Röntgenstrahlen in den Kristallen der Detektoren Lichtblitze erzeugen, die wiederum als elektronische Impulse dem Computer zugeleitet werden (MAYERHOFER und HENNINGER 1995).

Der Schwächungskoeffizient (oft physikalisch ungenau als Dichte oder Röntgendichte bezeichnet) ist abhängig von der Atomzahl, dem spezifischen Gewicht und der Schichtdicke eines Gewebes. Dieser Schwächungskoeffizient wird in der Computertomographie in Grauwerten dargestellt und auf der sogenannten Hounsfield-Skala (HOUNSFIELD 1979) angegeben. Diese dimensionslose Skala hat als Einheit die sog. Hounsfield-Einheit (HE) benannt nach seinem Erfinder. Als Referenzwerte werden herangezogen: destilliertes Wasser (0 HE), Luft (-1000 HE) und die relative Dichte von Metall (+3000 HE). Übertragen auf die verschiedenen Körpersubstanzen erhalten Strukturen je nach Gewebedichte hohe CT-Werte (dichtes Knochengewebe um 1000 HE), wohingegen Strukturen mit niedrigerer Gewebedichte im Bereich von -100 bis +100 HE liegen.

Bei der anschließenden Bildrekonstruktion wird das Körperschnittbild in eine Matrix mit einzelnen Quadraten „Pixel“ bzw., entsprechend der Schichtdicke, in Volumenelemente „Voxel“ aufgeteilt. Von den einzelnen Elementen werden jeweils die Schwächungswerte ermittelt (TELLHELM 1993). Die heutigen Computertomographen arbeiten mit einer Rekonstruktionsmatrix von 256 x 256 bis 1024 Pixel. Je größer die Bildmatrix ist, desto feiner ist die Ortsauflösung (BARBEE et al. 1987a). Dem eigentlichen Vorgang der Bildrekonstruktion vorgeschaltet sind die Strahlengeometrie betreffende Korrekturen wie z.B. Reduktion der Streustrahlung und Kalibrierungen. Diese Schritte werden üblicherweise von einem programmierbaren Array-Prozessor ausgeführt.

Im letzten Schritt der Bildwiedergabe erfolgt die Umsetzung der zahlreichen Dichtewerte des Untersuchungsobjektes in Grauwerte. Die Computertomographie bietet bis zu 4000 mögliche Graustufen an, wobei zu beachten ist, dass das menschliche Auge maximal nur 20 Graustufen auzulösen vermag. Um die begrenzte Graustufenerkennung des Auges auszugleichen, bedient man sich einer elektronischen Manipulation, nämlich der Fenstertechnik (TELLHELM 1993). Hierbei werden die Graustufen nur auf den Bereich der Skala verteilt, der für den Untersucher interessant erscheint, was bedeutet, dass den verfügbaren Grauwerten ein begrenzter Ausschnitt (Fenster) der Dichteskala zugeordnet wird. Somit ist es dem Betrachter möglich, mit seiner Fensterwahl, je nach Art des ihn interessierenden Gewebes, den Kontrast des Bildes zu optimieren. Alle Werte oberhalb des interessanten Bereichs werden automatisch weiß, die Werte unterhalb schwarz dargestellt.

2.2.1. Zusammenfassung der häufigsten CT-Artefakte

Artefakte sind Abbildungsfehler, die zu einer Verfälschung des rekonstruierten Bildes führen. Durch diese Abbildungsfehler ist oft keine ausreichende bzw. eine fehlerhafte Bilddarstellung möglich. Artefakte können sowohl apparate- als auch patientenbedingt sein. Nachfolgend werden die am häufigsten in der klinischen Praxis auftretenden Bildfehler erläutert, wobei die zahlreichen gerätespezifischen Artefakte hierbei keine Erwähnung finden sollen.

a) Bewegungsartefakte

Um korrekte Messdaten zur Bildrekonstruktion zu erhalten, darf sich während der CT-Aufnahme die Organposition nicht verändern, da ansonsten dem abtastenden Strahlenbündel während der Rotation ein variiertes Objektmuster zur Aufnahme angeboten würde. Die Bewegungsartefakte entstehen durch Atem-, Peristaltik- oder Pulsationsbewegungen und stellen sich abhängig von den Bewegungsamplituden im Tomogramm durch streifenförmige Dichtenminderungen (Hypodensitäten) bzw. Dichteerhöhungen (Hyperdensitäten) dar (HUEBNER 1985). Im Bereich der Kleintierradiologie kann dies bei der Beurteilung thoraxaler oder abdominaler Schnittbilder zu Schwierigkeiten führen. Insgesamt jedoch spielen die Bewegungs-Artefakte in der Veterinärmedizin eine eher untergeordnete Rolle, da die CT-Untersuchung in Allgemeinanästhesie erfolgt. Seit Verwendung der CT-Geräte der 3. und 4. Generation, sind wesentlich kürzere Messzeiten möglich, da diese im Sekundenbereich arbeiten. Dadurch hat sich das Risiko der Bewegungsartefakte minimiert.

b) Abtastfehler (Aliasing artifact)

Dieser Effekt tritt in Erscheinung, wenn ein Scannersystem Frequenzen abtastet, die größer sind als die halbe Abtastfrequenz bzw. über einem definierten Grenzwert (Nyquist-Frequenz) liegen. Das Ergebnis ist die Erzeugung niedriger Frequenzen, die nicht in den abgetasteten Daten enthalten sind (PHILIPS 1994). Dies kann dann zu Streifenartefakten führen, die sich abwechselnd in schwarz und weiß darstellen (BARBEE et al. 1987a). Solche Abtastfehler treten vor allem an kontraststarken Kanten – beispielsweise an Übergängen Knochen-Luft in Erscheinung, so dass sich für die Untersuchung dieser Übergangszonen eine Erhöhung der Projektionszahl (Umläufe der Röntgenröhre pro Scan) empfiehlt (BRAUN 2001).

c) Strahlenaufhärtungseffekt (Beam hardening)

Beim Durchgang durch Materie werden die langwelligen Anteile des Röntgenstrahlenspektrums stärker als die kurzwelligen (höher energetischen) Anteile geschwächt (PHILIPS 1994). Somit entsteht mit zunehmender Schichtdicke eine Energieverschiebung zugunsten der „harten“ Röntgenstrahlen, was als „Aufhärtung“ bezeichnet wird. Diese Artefakte treten dann auf, wenn neben sehr dichten Organstrukturen weniger dichte Gewebe liegen (z.B. zwischen den Felsenbeinen liegt Hirngewebe), oder künstliche Dichtesprünge erzeugt werden, wie z.B. bei der Anwendung von Kontrastmitteln. Die überproportionale Aufhärtung der Röntgenstrahlung kann bei der Rekonstruktion des Bildes trotz Korrekturfilter nicht vollständig ausgeglichen werden, so dass die dichte Knochenstruktur in die angrenzenden Gewebe etwas verschmiert erscheint. Das beschriebene Phänomen wird als „Overshoot“ bezeichnet (HUEBNER 1985).

d) Teilvolumeneffekt (partial volume averaging)

Der Partialvolumeneffekt entsteht, wenn innerhalb einer Schichtdicke (innerhalb desselben Voxel) Organstrukturen unterschiedlicher Dichte vorhanden sind. Da bei der Bildrekonstruktion jedes Volumenelement (Voxel) als homogen strukturiert angenommen wird und somit bei unterschiedlich dichtem Material im Volumenelement ein gemittelter Wert registriert wird. Dadurch kann es zu artifiziellen Darstellung von Densitätsstrukturen kommen, die im Körper in Wirklichkeit nicht vorliegen (HUEBENER 1985). Verstärkt wird der Partialvolumeneffekt bei der Abbildung von kontrastreichen Gewebeabschnitten oder von Grenzflächen (TIETJE 1996a, PHILIPS 1994). Zur Reduzierung des Effektes ist es daher erforderlich, dünnere Schichtaufnahmen anzufertigen oder die Randgebiete densitometrisch nicht auswerten (HUEBENER 1985). Zur Untersuchung von feinen Knochenstrukturen an den Extremitäten ist deshalb eine Schichtdicke zwischen 2-5 mm ratsam.

e) Positionierungsfehler

Für die klinische Aussagekraft eines CT-Bildes ist die korrekte Lagerung des Untersuchungsobjektes im Messfeld von zentraler Bedeutung. Als Einstellhilfe der gewünschten Schichtebene des Patienten ist in einigen CT-Geräten in der Gantryöffnung ein Lichtvisier integriert (HUEBENER 1985). Zusätzlich sollte eine Befestigung durch Fixieren/Festschnüren von Extremität oder Kopf auf dem Untersuchungstisch erfolgen, um die exakte Lagerung während der gesamten Untersuchung zu gewährleisten. Als Grundregel für die Positionierung gilt eine senkrechte Ausrichtung der Scanebene (Transversalebene) zur Längsachse des Objektes (BARBEE et al. 1987a.) Bereits bei geringfügigen Verschiebungen der Achse entsteht ein Symmetrieverlust, so dass ein Seitenvergleich der Organstrukturen auf den Transversalschnitten nicht mehr möglich ist.

2.2.2. Allgemeines zur Computertomographie

Die Computertomographie liefert überlagerungsfreie Schnittbilder (Substitutionsbilder), mehrheitlich in axialer (transversaler) Schnittebene (PETERSON und BOWMANN 1988, DIK 1993, MAYERHOFER und HENNINGER 1995, TIETJE 1995, KLEITER 1996). Die Röntgentechnik liefert lediglich Superpositionenbilder. Mit Hilfe von Serienschnitten ist es möglich, die genaue Länge und Größe und das Aussehen von Läsionen darzustellen. Dies ist häufig bei chirurgischen Eingriffen von großem Wert. Ein weiterer Vorteil der Computertomographie ist eine abgestufte Weichteildarstellung, ebenso wie die quantitative Bildauswertung mit Hilfe der „Hounsfield-Skala“. Auch eine dreidimensionale Rekonstruktion der Objekte (DIK 1993) ist möglich. Die Computertomographie erreicht jedoch bei zu geringen Dichteunterschieden einzelner Gewebe oder die Überstrahlung durch den angrenzenden Knochen ihre Grenzen (MAYERHOFER und HENNINGER 1995) Um die Gesamtausdehnung einer Veränderung darzustellen, sind oft mehrere Aufnahmen mit dementsprechend langen Expositionszeiten nötig. Dies führt zu einer nicht unerheblichen Strahlenbelastung (NEUBERTH 1993). Im Großtierbereich kommt es zu einer Einschränkung der zu untersuchenden Bereiche da diese in der Röhrenöffnung Platz finden müssen. Durch die notwendige Allgemeinanästhesie ist jede computertomographische Untersuchung, mit einem Narkoserisiko verbunden. Der hohe apparative-, personelle- und finanzielle Aufwand, der durch eine Computertomographie verursacht wird, ist gegenüber dem diagnostischen Nutzen abzuwägen und zu bedenken.

2.2.3. Computertomographie in der Pferdeheilkunde

Im Gegensatz zur Humanmedizin hielt die Computertomographie in der Veterinärmedizin erst mit Beginn der neunziger Jahre ihren Einzug. Zu Beginn beschränkte sich die Anwendung nur auf den Kleintierbereich sowie zu wissenschaftlichen Zwecken. Damit die Anwendungen auch im Großtierbereich möglich wurde, mussten weitreichende Veränderungen vorgenommen werden. So wurde z.B. der Untersuchungstisch soweit modifiziert, dass ein millimetergenauer Vorschub auch bei einem Patientengewicht von über 600 kg reibungslos funktioniert. Beim Pferd beschränken sich die Einsatzbereiche meist auf den Schädel, die kraniale Abschnitte des Halses, sowie die distale Hälfte der Extremitäten auf Grund einer Gantryöffnung von maximal 60 cm. Lediglich bei jungen Fohlen oder sehr kleinen Ponys ist der Einsatz der Computertomographie auch über die oben genannten anatomischen Grenzen hinaus möglich

Die Washington State Universität in Amerika unternahm 1987 die erste klinische Untersuchung am Pferd. In Utrecht wurde 1991 die erste Computertomographie in Europa installiert. In Deutschland stehen der Pferdemedizin seit 1993 CT-Anlagen zur Verfügung (TIETJE 1994). Damit galt die Computertomographie in der Pferdeheilkunde als gesichertes Diagnostikum.

Bislang wurde in der Pferdemedizin am häufigsten die CT- Untersuchung im Kopfbereich in der Literatur erwähnt. Hier hat die Computertomographie eindeutige Vorteile gegenüber der Röntgendiagnostik, den hier beeinträchtigen die in der Röntgendiagnostik unvermeidbaren Überlagerungen eine korrekte Bildinterpretation. Weiter entziehen sich im Kopfbereich Erkrankungen des Weichteilgewebes vollständig der konventionellen, bildgebenden Diagnostik (BRAUN 2001). Die CT-Untersuchung der Halswirbelsäule des Pferdes erfolgte bisher nur in Form von Fallbeschreibungen (TIETJE 1996). Hier wird weiter eine röntgenologische Abklärung durchgeführt, da problemlos seitliche Röntgenaufnahmen am stehenden Pferd durchgeführt werden können. Weiter sind zusätzliche Schrägaufnahmen in

mehreren Ebenen am kurzzeitig narkotisierten Pferd möglich. Für die Betrachtung dieser Körperregion ist die CT auf Grund ihrer begrenzten Gantryöffnung keine diagnostische Alternative.

In der Lahmheitsdiagnostik gewinnt sie zur Klärung spezieller orthopädischer Probleme zunehmend an Bedeutung. Die ersten „in vitro“ Studien an Strahlbeinen fanden 1983 in Bern statt (DIEHL und CORDEY 1983a). HERTSCH et al. (1988b) verglichen bereits die unterschiedlichen Darstellungsmöglichkeiten (Röntgen, CT, MRT etc.) vom Strahlbein. Vor allem TIETJE lieferte kontinuierlich wertvolle Beiträge zur Integration der Computertomographie in die Lahmheitsdiagnostik beim Pferd (1994, 1995, 1996a+c, 1997).

Die am häufigsten per Computertomographie abgebildeten Strukturen sind die des Carpus und Metacarpus/-tarsus (BARBEE und ALLEN 1990). KASER-HOTZ et al. verdeutlichen 1994 pathologische Prozesse am Os carpale tertium anhand von CT-Untersuchungen, während BARBEE und ALLEN 1990 vor allem die Palmarfläche des Metacarpus und der Ossa sesamoidea des Fesselgelenkes darstellen.

Die CT-Untersuchung erlaubt sowohl Aussagen zur Beschaffenheit des Knochen-/ als auch des Weichteilgewebes (BARBEE und ALLEN 1986, O'CALLAGHAN 1991a, KASER-HOTZ et al. 1994, MAYERHOFER und HENNINGER 1995, TIETJE 1995, SINSBECK 1997), dennoch gilt die Weichteildarstellung in der Computertomographie als nicht ideal (BARBEE und ALLEN 1986, PETERSON und BOWMAN 1988, DIK 1993). Jedes bildgebende Verfahren zeichnet sich durch unterschiedliche Vor- und Nachteile aus. So weisen die CT-Bilder im Vergleich mit den konventionellen Röntgenbildern eine höhere Konturauflösung auf (HERTSCH et al. 1988a., TELLHELM 1993). Hinsichtlich der Kontrastauflösung ist die Computertomographie zwar der Röntgentechnik überlegen, im Vergleich zum Magnetresonanzverfahren jedoch unterlegen. Obwohl die Kontraste bei der Darstellung von Weichteilgewebe besser in der Kernspintomographie (MRT) zum Ausdruck kommen, vertreten KASER-HOTZ et al. (1994) die Ansicht, dass dies kein Entscheidungsgrund gegen die Computertomographie sei, da sie die Weichteildarstellung bei der CT für gut genug erachten. Auch TIETJE (1995) bestätigt der Computertomographie einen befriedigenden Weichteilkontrast, um Sehnen, Bänder und Synovialräume darzustellen.

Bei Gelenkerkrankungen ermöglicht erst die Computertomographie integriert in andere diagnostische Methoden eine exakte Diagnose. Durch die überlagerungsfreie Darstellung können sehr kleine Defekte an den Gelenken identifiziert, und über die genaue Lagebestimmung kann die Möglichkeit des operativen Zugangs geklärt werden (TIETJE 1997, BARBEE und ALLEN 1990, KLEITER 1996, BRAUN 2001). Zur Abklärung komplizierter Frakturen und deren Behandlung, bei Fissurverdacht sowie bei hochgradig lahmen Patienten gilt die Computertomographie als Diagnosemittel der Wahl (O'CALLAGHAN 1991b, HANSON et al. 1996). Bereits kleine Knochenumbauprozesse wie feine Exostosen, Sklerosierung, Knochenabbau und Zubildungen oder metaplastische Verkalkungen an Insertionsstellen, die mit Insertionsdesmopathie einhergehen, sind in der CT-Untersuchung feststellbar (TIETJE 1994, O'CALLAGHAN 1991b, KLEITER 1996). Außerdem können durch die Differenzierung mitbeteiligter Strukturen genauere Prognosen erfolgen.

2.4. Anatomie des Tarsus

Die Untersuchungen beschränken sich auf das Tarsalgelenk des Pferdes. Dieses besteht aus den proximalen Abschnitten der Ossa metatarsalia, den Ossa tarsi sowie des distalen Abschnittes der Tibia. Ebenfalls miteinbezogen in die Untersuchung wurden außer den knöchernen Strukturen des Tarsus auch die Bänder- und Bandstrukturen der Gelenksverbindungen.

Die detaillierte Darstellung der Anatomie dieses Abschnittes kann unter anderem bei NICKEL et al. (1992), WISSDORF et al. (1998 a. b. und c.) sowie bei KÖNIG et al. (2004) entnommen werden.

Die vergleichende Darstellung bestimmter Abschnitte mit der computertomographischen Untersuchung und der konventionellen Röntgenuntersuchung waren bereits Thema unter anderem bei: PETERSON und BOWMAN (1998), KASER-HOTZ et al. (1994), TIETJE (1995), KLEITER (1996), SINSBECK (1997), TRAENCKNER (1998), HORSTMANN (2000), RADEMACHER-SÜß (2001), FREY (2002), de BUHR (2002) und TOMLINSON et al (2003).

III. Material und Methode

3.1. Untersuchungsmaterial / Patientengut

Im Rahmen dieser Arbeit wurden von 50 Pferden röntgenologische und computertomographische Befunde im Zeitraum von 01.01.2007 bis zum 21.03.2009 verglichen. Alle Tiere gehörten zum Patientengut der Tierärztlichen Klinik für Pferde in Aschheim. Alle Pferde wurden auf Grund einer Erkrankung des Bewegungsapparates bzw. zur Klärung der Ursache in die Klinik überwiesen. Bei den untersuchten Tieren handelte es sich um 24 Stuten, 3 Hengste und 23 Wallache, deren durchschnittliches Alter 10,1 Jahre betrug. Das Untersuchungsmaterial spiegelt das durchschnittliche Klientel der Pferdeklinik Aschheim wieder, welches vornehmlich aus Warmblutpferden mit verschiedenen Nutzungsbereichen von Hochleistungssport bis Freizeit sowie einigen Trab- und Galopprennpferden besteht.

Tab. 1: Patientendaten

Nr.	Rasse	Geschl.	Alter	Nutzung	Seite	Röntgenbefund	BP	LH Grad
1	engl. VB	Hengst	2	Rennsport	Ta.re.	obB	pos.	mgr StbLH, rez.
2	WB	Wallach	9	Springen	Ta.re.	Knorpelabsprengung	neg.	ohne LH
3	WB	Wallach	22	Freizeit	Ta.re.	ggr osteolyt. Veränderungen	neg.	ggr HbLH
4	WB	Wallach	11	Dressur	Ta.re.	obB	pos.	mgr StbLH, rez.
5	dt. Reitpony	Stute	8	Dressur	Ta.re.	obB	pos.	ggr HbLH, rez.
6	WB	Stute	7	Springen	Ta.li.	obB	pos.	ggr StbLH
7	WB	Stute	3	i.A.	Ta.re.	Med. Talus Zubildung	pos.	mgr-hgr HbLH
8	Haflinger	Wallach	12	Dressur	Ta.li.	ggr osteolyt.Veränd.kl.TG	pos.	mgr HbLH, rez.
9	WB	Stute	6	Dressur	Ta.re.	obB	pos.	mgr HbLH
10	WB	Wallach	13	Springen	Ta.li.	obB	pos.	hgr HbLH
11	Quater H.	Wallach	11	Western	Ta.li.	obB	pos.	mgr HbLH
12	WB	Wallach	6	Dressur	Ta.li.	ggr Verschattung lat.Talus	pos.	mgr HbLH
13	Traber	Wallach	6	Rennsport	Ta.li.	ggr osteolyt.Veränd. kl.TG	pos.	ggr HbLH
14	WB	Stute	9	Dressur	Ta.li.	obB	pos.	mgr StbLH
15	WB	Wallach	9	Dressur	Ta.li.	ggr osteobl.Veränd. kl.TG	pos.	ggr HbLH
16	Friese	Hengst	10	Dressur	Ta.li.	obB	pos.	mgr StbLH
17	WB	Wallach	17	Dressur	Ta.re.	ggr osteolyt.Veränd. kl.TG	pos.	ggr HbLH rez.
18	Pony	Stute	14	Freizeit	Ta.re.	ggr osteobl.Veränd. kl.TG	pos.	mgr-hgr HbLH
19	WB	Wallach	17	Freizeit	Ta.li.	obB	pos.	mgr HbLH
20	WB	Wallach	12	Dressur	Ta.li.	ggr osteolyt.Veränd. kl.TG	neg.	hgr HbLH
21	WB	Stute	8	Dressur	Ta.li.	obB	pos.	mgr HbLH
22	WB	Wallach	4	Dressur	Ta.li.	obB	neg.	ggr HbLH
23	WB	Wallach	16	Freizeit	Ta.re.	ggr osteolyt.Veränd. kl.TG	pos.	ggr HbLH rez.
24	Isländer	Wallach	19	Freizeit	Ta.li.	Verd.OCD med. Rollkamm	neg.	ggr-mgr HbLH
25	WB	Wallach	6	Springen	Ta.re.	ggr Zubildung kl. SG	pos.	mgr HbLH
26	Appaloosa	Wallach	7	Western	Ta.re.	Abspr. am lat. Rollkamm	pos.	mgr HbLH
27	WB	Wallach	13	Freizeit	Ta.li.	mgr osteolyt. Veränd.	pos.	mgr HbLH
28	Quater H.	Stute	5	Western	Ta.re.	obB	neg.	ggr HbLH
29	WB	Wallach	8	Springen	Ta.bds.	Verschattung FT Ursprung	pos.	ggr SbLH links
30	WB	Wallach	16	Freizeit	Ta.re.	obB	pos.	ggr HbLH
31	Traber	Hengst	6	Rennsport	Ta.re.	obB	pos.	hgr HbLH
32	WB	Stute	6	Freizeit	Ta.re.	Verd. Zystoid Os t. centr.	neg.	ggr HbLH
33	WB	Wallach	6	Dressur	Ta.re.	obB	neg.	ggr StbLH
34	WB	Stute	5	Dressur	Ta.bds.	obB	pos.	ggr HbLh
35	WB	Wallach	8	Voltigieren	Ta.li.	ggr osteolyt.Veränd. kl.TG	pos.	mgr HbLh
36	WB	Stute	14	Dressur	Ta.li.	obB	neg.	ggr StbLH
37	WB	Wallach	13	Springen	Ta.re.	ggr osteobl.Veränd. kl.TG	pos.	mgr HbLH
38	Araber	Wallach	10	Freizeit	Ta.li.	obB	pos.	ggr StbLH
39	Haflinger	Wallach	14	Freizeit	Ta.li.	obB	pos.	ggr HbLH
40	WB	Wallach	16	Freizeit	Ta.re.	ggr osteolyt.Veränd. kl.TG	neg.	ggr StbLH
41	WB	Stute	16	Freizeit	Ta.re.	obB	pos.	ggr StbLH
42	Pony	Stute	10	Dressur	Ta.bds.	ggr osteobl.Veränd. kl.TG	pos.	mgr HbLH bds rez.
43	Traber	Wallach	8	Rennsport	Ta.re.	ggr osteolyt.Veränd. kl.TG	pos.	ggr StbLH rez.
44	WB	Stute	17	Freizeit	Ta.li.	obB	pos.	mgr. HbLH
45	WB	Stute	10	Dressur	Ta.re.	obB	pos.	Taktunreinheit rez.
46	WB	Stute	9	Dressur	Ta.li.	obB	pos.	ggr StbLH
47	Haflinger	Stute	18	Freizeit	Ta.li.	ggr osteobl.Veränd. kl.TG	pos.	ggr StbLH
48	Quater H.	Wallach	5	Western	Ta.li.	obB	pos.	ggr HbLH
49	WB	Stute	9	Vielseitig.	Ta.re.	obB	pos.	ggr StbLH
50	WB	Wallach	22	Freizeit	Ta.re.	mgr osteolyt. Veränd.	pos.	mgr HbLH

Nr.	CT-Befund	Therapie
1	Insertionsdesmopathie Ansatz Achillessehne	Konservativ
2	OCD med. dist. Tibia, ggr Arthropathia deformans kl. Tarsalgelenke	A´Kopie
3	Mgr osteolyt. Veränderungen, ggr. Insertionsdesmopathie lat/med am Metatarsus	Konservativ
4	Ggr Arthropathia deformans kl. TG, Ausziehung dist. am med. Rollkamm	Konservativ
5	Ggr Arthropathia deformans kl. Tarsalgelenke	Konservativ
6	keine bes. Befunde ->alleiniges Kronbeinproblem	
7	Med. Talus dtl. knöch. Zub., osteolyt. Veränd., BSS hgr gefüllt i.B. des Tarsus	A´Kopie
8	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. und gr. Tarsalgelenke	Konservativ
9	Ggr osteolyt. Veränderungen am Os tarsale centrale und kl. Tarsalgelenke	Konservativ
10	Fraktur Os tarsale centrale	Konservativ
11	Ggr Arthropathia deformans kl. Tarsalgelenke, ggr Insertionsdesmopathie FTU	Konservativ
12	Hgr Zystoid lat. Rollkamm, mgr zystoider Defekt distolat. Talus	Konservativ
13	Metaplasie med. Kollateralband, hgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	Exitus
14	Med. Os centrale kl. Ausriss, ggr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	Konservativ
15	Mgr osteobl. Veränderungen Os tarsale centrale und kl. Tarsalgelenke	Konservativ
16	Ggr Osteolyt. Veränderungen. kl. Tarsalgelenke	Konservativ
17	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. u. gr. Tarsalgelenke, Insertionsdesmopathie FTU	Konservativ
18	Os t.c. Knorpel-/Knochenschaden, Os t.III Zystoid, mgr osteobl. Veränd. kl. TG	A´Kopie
19	Ggr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke, FTU ggr. Rauhigkeit	Konservativ
20	Hgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	Konservativ
21	Mgr osteolyt. Veränderungen Os tarsale centrale	Konservativ
22	Tarsitis	A´Kopie
23	Hgr osteolyt. Veränderungen	Konservativ
24	keine OCD, mgr osteolyt. Veränderungen	Konservativ
25	Mgr Arthropodia deformans kl. Tarsalgelenke, Ausziehung am FTU	Konservativ
26	Lageabklärung/Prognose/Tarsitis	A´kopie
27	Hgr osteolyt. Veränderungen, multiple Gelenke betr., Zystoid Os tarsale centrale	Euthanasie
28	kl. Knorpel-/Knochendefekt Talocuralgelenk	Konservativ
29	Bds. Insertionsdesmopathie FTU, links größer als rechts	OP
30	Mgr Arthropodia deformans kl. Tarsalgelenke und Talocuralgelenk	Konservativ
31	Arthropathia deformans am Talus	OP
32	Dtl. zystoider Defekt Os tarsale centrale	Konservativ
33	Ggr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	Konservativ
34	Ggr osteolyt. Veränderungen kl. TG u. bds kl. Knorpeldefekt med. Rollkamm	Konservativ
35	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
36	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
37	Hgr osteobl. Veränderungen kl. und gr. Tarsalgelenk	konservativ
38	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. TG u. dtl. zystoider Defekt Os tarsale centrale	konservativ
39	kl. Knorpel-/Knochendefekt Talocuralgelenk	konservativ
40	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
41	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
42	Hgr osteobl. Veränderungen kl. Tarsalgelenke, Kl. Zystoid Os tarsale centrale	konservativ
43	Hgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
44	Hgr osteolyt. u. osteobl. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
45	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
46	Ggr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
47	Hgr Arthropodia deformans kl. Tarsalgelenke	konservativ
48	Mgr osteolyt. Veränderungen kl. Tarsalgelenke	konservativ
49	kl. Zyste Os tarsale centrale	konservativ
50	Hgr Arthropodia def. kl. Tarsalgelenke	konservativ

3.2 Der Computertomograph

Grundlagen dieser Arbeit sind die mit dem TOMOSCAN M/EG von der Firma Philips durchgeführten Untersuchungen. Bei oben genanntem Gerät handelt es sich um einen Ganzkörpertomographen der 3. Generation, aus der Humanmedizin. Das Gerät besteht aus einer beweglichen Messeinheit, der sog. Gantry, sowie dem Patientenlagerungstisch, welche mit Hilfe eines Andocksystems miteinander verbunden sind.

Die Gantryöffnung hat einen Durchmesser von 60 cm, wobei der Durchmesser des Messfeldes lediglich bei 46 cm liegt. In der Gantry befindet sich eine Abtasteinheit, welche zu Beginn einer jeden Untersuchung die Daten des zu untersuchenden Bereiches über eine Länge von 35 cm und einer horizontalen Positionsgenauigkeit von 0,25mm scannt und das für die Orientierung sehr wichtige sog. Scanogramm erstellt. Anhand des Scanogrammes werden die gewünschten Bereiche für die Schnittbilder positioniert. Um eine möglichst genaue Beurteilung vornehmen zu können besteht außerdem noch die Möglichkeit die Gantry in der Vertikalen von +30 bis -25 Grad zu kippen („tilten“) und somit die Schnitte möglichst parallel zu der zu untersuchenden Einheit laufen zu lassen (z.B. Schnitte parallel zum Gelenksspalt). Auch der Patientenlagerungstisch lässt sich in der Höhe von 57 bis 97 cm verstellen. Der horizontal mögliche Abtastbereich liegt bei 130 cm.

Mit Hilfe eines kontinuierlichen Rotationsscanner, welcher mit 384 Detektoren ausgestattet ist, erfolgt die Messdatenerfassung. Der erzeugte Fächerstrahl hat einen Winkel von 48 Grad bei einer Brennfleckgröße von 2,0mm x 0,6 mm. Die Rekonstruktionsmatrix sowie die Anzeigematrix des Video-Sichtgerätes haben 512 x 512 Pixel (Brennpunkte). Der Abstand zwischen den einzelnen Scans (Schichtdicke) kann variiert werden (2/3/5 oder 10 mm). Die Aufnahme der einzelnen Scans erfolgt über eine automatische Scaneinleitung wobei die Aufnahmezeiten bei 2/4 oder 6 Sek. Die CT-Bilder werden kurzfristig auf einer „Ein-Gigabyte-Festplatte“ gespeichert. Die Kapazität umfasst circa 1200 Einzelscans. Zur Langzeitarchivierung ist es möglich die Bilder auf Röntgenfilm auszudrucken. Als besseres Speichermedium hat sich jedoch die CD durchgesetzt. Die CT Bilder werden gemeinsam mit der Lesesoftware (z.B. E-Film) auf CD gebrannt.

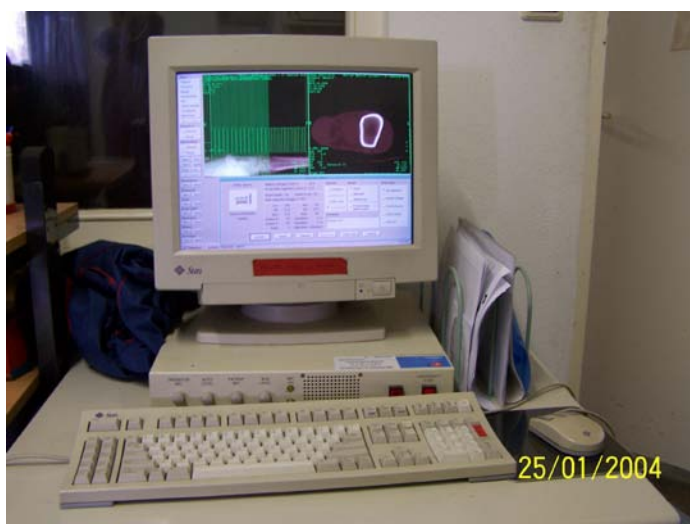


Abb.1:

Die Abbildung zeigt den Computerbildschirm mit der Darstellung des Scanogrammes (links) und den eingezeichneten Scan Linien. Rechts im Bild ist ein Transversalschnitt erkennbar.

3.3. Einleitende Untersuchung

3.3.1. Klinische Untersuchung

Der Lahmheitsgrad der untersuchten Patienten reichte von undeutlich geringgradig bis hochgradig. Der computertomographischen Untersuchung gingen eine allgemeine klinische Untersuchung des Pferdes sowie eine spezielle Untersuchung des Bewegungsapparates voraus. Die Lahmheitsuntersuchung hatte folgendes Schema:

- Adspektion des Pferdes in Ruhe,
- Vorführen im Schritt und Trab, auf weichem und hartem Boden.
- Palpation auf Schmerzempfinden und Umfangsvermehrungen.
- Provokationsproben
- Röntgenologische und/oder sonographische Untersuchung
- Diagnostische Leitungs- / bzw. Gelenkanästhesien

3.3.2. Röntgen

Von den 40 Patienten wurden zwischen 2 und 4 Röntgenaufnahmen gemacht. Standardaufnahmen waren die Bilder der Projektionsebenen 70° und 110° sowie ergänzende Aufnahmen mit 90° und 0°. Weiter wurden die „Fremd-Röntgenbilder“ der überwiesenen Patienten in die Diagnostik mit einbezogen. Die Röntgenaufnahmen wurden digital bzw. konventionell angefertigt.

Die in der Pferdeklinik verwendete Anlage ist ein Computer-Lumineszenz-Radiographie-Gerät (CLR). Diese besteht aus:

- einem transportablen HochfrequenzRöntgengerät der Fa. Gierth (HF 300) und
- lumineszierende Filmfolien
(Fuji imaging Plate Typ III) in verschiedenen großen Röntgenkassetten (18 x 24 cm oder 24 x 30 cm)

Die Expositionswerte variierten zwischen 70 und 85 kV bei einem selbstgewählten mAs Produkt. Der Film-Fokusabstand betrug jeweils 90 cm. Das digitale Auslesen der Filmfolien erfolgte über ein Auslesegerät der Firma Fuji (Typ Fujix FVR AC-2) sowie eine Bearbeitung mit Hilfe einer Workstation, ebenfalls von der Fa. Fuji (Gerätetyp CRT Image Console HI-C654). Es gäbe zwar die Möglichkeit die Bilder über den Nasslaser der Fa. Fuji (Typ Fuji FL-IM 3543) auf Fuji CR -Filmen (Typ633A) auszudrucken, jedoch wird in der Pferdeklinik Aschheim die Speicherung auf CD mit Bearbeitungssoftware/Lesesoftware bevorzugt. Dies ermöglicht bei einer späteren Betrachtung der Bilder eine weitere Bearbeitung und somit eine genauere Beurteilung der Aufnahmen. Bei Bedarf z.B. OP können die Bilder auf Papier über einen Drucker der Firma FUJI (FUJI Photo Film und Co) ausgedruckt werden.



Abb. 2:

Links im Bild ist die Entwicklerstation der Firma Fuji (Typ Fujix FVR AC-2) für die CLR –Platten zu sehen. Dazu passenden zeigt der Bildschirm rechts im Bild das Betrachtungs-/ und Bearbeitungsprogramm ebenfalls von der Fa. Fuji (Gerätetyp CRT Image Console HI-C654).

Die konventionellen Röntgenbilder der überweisenden Kollegen wurden in der Außenpraxis mit transportablen Röntgengeräten diverser Firmen angefertigt. Wenn die Qualität der extern gefertigten Aufnahmen eine Beurteilung nicht zuließ, wurden die Aufnahmen in der Pferdeklinik Aschheim mit dem oben beschriebenen CLR-System wiederholt.

3.3.3 Durchführung der Computertomographie (CT)

Die CT-Untersuchung eines Pferdes ist nur in Allgemeinanästhesie möglich (Infusion plus Inhalationsnarkose). Nach Niederlegen des Pferdes wird dieses in Seitenlage positioniert, so dass die hinteren Extremitäten so weit als möglich vom Tisch überstehen. Die Lagerung erfolgt so, dass die zu untersuchende Extremität unten liegt, um atembedingte Bewegungen möglichst gering zu halten. Um ein Abrutschen des Pferdes vom Tisch zu verhindern, wird der Vorhandbereich des Pferdes so weit als möglich auf dem Tisch gelagert. Anschließend wird mit Hilfe der aufblasbaren Luftkissen des Tisches das Pferd in die gewünschte Höhe gebracht. Der Tisch mit dem Patienten wird über die freie Gantryseite an den Computertomographen manuell herangefahren und gebremst, so dass die zu untersuchende Gliedmaße auf dem Original-CT-Patiententisch fixiert werden kann. Die kontralaterale Gliedmaße muss mit Hilfe des Krans so positioniert werden, dass sie weder im Messfeld Artefakte hervorruft noch mit der Gantry in Berührung kommt. Dies stellt beim Tarsus-CT eine große Herausforderung dar, da die oben liegende Gliedmaße extremen angewinkelt werden muss, um der fahrbaren Gantry genügend Raum zu geben, für ein schrittweises Abtasten des zu untersuchenden Tarsus. Die in der Gantry montierten Lichtvisiere erleichterten eine exakte Positionierung des relevanten Beinabschnitts im Messfeld.



Abb.3: Der Patient liegt in Vollnarkose in Seitenlage auf der Seite der zu untersuchenden Gliedmaße. Die zu untersuchende Gliedmaße liegt in der Gantry möglichst gestreckt und wird fixiert um Bewegungsartefakt zu minimieren.

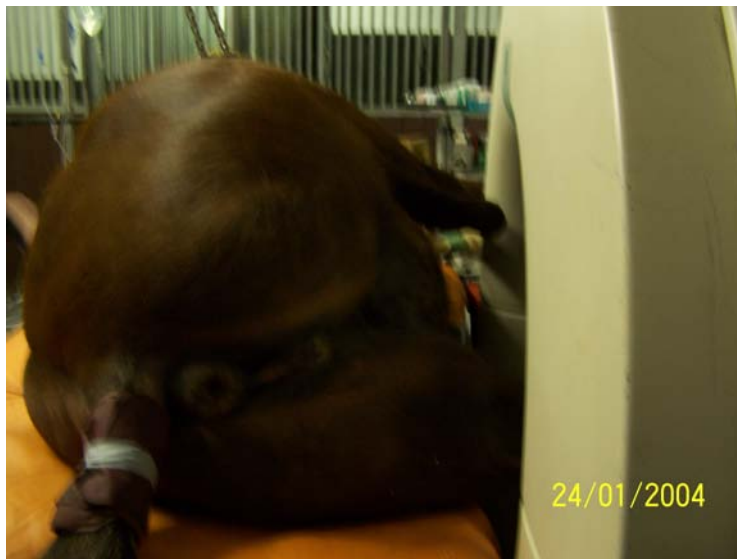


Abb. 4: In dieser Abbildung wird deutlich, warum die Lagerung bei einem Tarsus –CT aufwendiger ist. Der Patient liegt mit der Hinterhand möglichst nahe an der Kante des Tisches und die oben liegende Gliedmaße muss so ausgebinden werden, dass sie weder in das Untersuchungsfeld kommt, noch die Gantry berührt. Dies würde eine Fehlermeldung auslösen.

Um den gewünschten Aufnahmebereich genau festzulegen, wird zu Beginn jeder CT-Untersuchung vom jeweiligen Untersuchungsabschnitt eine Übersichtsaufnahme (Topogramm oder Scanogramm) angefertigt. Mit Hilfe dieses Referenzbildes konnten nun am Bildmonitor Markierungen gesetzt werden, welche den zu untersuchenden Bereich definieren in dem die einzelnen Scans durchgeführt werden. Die CT-Untersuchungen wurden in der Regel mit einer Schichtdicke von 2 mm erstellt. Um die Narkosezeiten möglichst kurz zu halten, wurde auf eine überlappende Schichtdicke verzichtet, das heißt, dass die Schichtabfolge angrenzend war und somit der Gantryvorschub der Schichtdicke entsprach. Die Wahl des Filters bzw. des Modus in welchem das CT gefahren wurde, hing von der Art des zu untersuchenden Gewebes und der diagnostischen Fragestellung ab. Am Tarsus spielte die Darstellung der knöchernen Strukturen und deren Veränderungen eine große Rolle. Deshalb wurde der Knochenmodus (sharp: geeignet für scharfe Kantenanhebung bei Knochendarstellung), und ein spezieller Knochenfilter (SF 8 bzw. SF 10) eingesetzt. Zur Vollständigkeit der Untersuchung gehörte auch das Miteinbeziehen der Weichteilstrukturen welche im Weichteilmodus (soft: geeignet zur Darstellung von Bänder und Sehnen) in einem zweiten Scandurchlauf aufgezeichnet wurden. Die Scandauer betrug 2 Sekunden bei einer Röhrenspannung von 120 kV und einem Röhrenstrom von 20 bis 50 mA. Bei der kurzen Rekonstruktionszeit von 5 Sekunden konnte im Verlauf der CT Untersuchung lediglich ein erster Eindruck am Bildmonitor vom untersuchten Gliedmaßenabschnitt gewonnen werden. Im Anschluss der Untersuchung erfolgte eine gründliche diagnostische Beurteilung und Auswertung durch mindestens 2 fachkompetente Personen. Die Dokumentation und Speicherung der Untersuchungsergebnisse erfolgte in der Regel auf Optical-Discs (CD) auf die bis zu 1000 Bilder mit Leseprogramm gespeichert werden können.

3.3.4 Bewertung der Röntgen- und CT-Aufnahmen

Die Auswertung der Röntgen- und CT-Aufnahmen erfolgte getrennt voneinander an einem geeichten Röntgenbildbetrachter und wurde von mehreren Orthopäden durchgeführt. Als Grundlage für die Beurteilung der Röntgenaufnahmen diente die zweite Überarbeitung des Röntgenleitfadens von 2007 (RöLF07), welche 2007 beim Treffen der dritten Röntgenkommission entstand. Die dritte Röntgenkommission bestand aus Prof. Gerhards, München, Prof. Hertsch, Berling, Dr. Jahn, Bargteheide und R. Brunken, Verden. Von ihnen wurden verschiedene Standardprojektionen und Bewertungen von Röntgenbildern festgelegt, um bei Ankaufsuntersuchungen eine einheitlich Beurteilung zu erzielen. Diese Standardeinstellungen machen ein Vergleichen von Röntgenbildern mit den Aufnahmen der Computertomographie möglich.

IV Ergebnisse

In dem Patientengut der Pferdeklinik Aschheim wurde in dem Zeitraum vom 01.01.2007 bis 21.03.2009 bei 50 Pferden eine computertomographische Untersuchung am Tarsus durchgeführt. Alle Patienten wurden auf Grund von Lahmheiten in der Klinik vorgestellt, wobei bei 48 Tieren die Ursache für die Lahmheit im Tarsus lokalisiert war, bei den verbleibenden zwei Tieren bestanden andere Erkrankungen des Skelettsystems als Ursache der Lahmheit und die Befunde am Tarsus können als Zufalls- bzw. Nebenbefunde eingeordnet werden.

In drei Fällen (Fall 2, 7 und 26) wurde die computertomographische Untersuchung trotz eindeutigem röntgenologischen Befund durchgeführt um anhand der besseren Darstellung des Ausmaßes des Schadens eine genauere Prognose zu stellen. In diesen drei Fällen wurden die Patienten dann mit Hilfe der Ergebnisse direkt im Anschluss an die computertomographische Untersuchung operiert. In vier weiteren Fällen (Fall 18, 22, 29 und 31) wurde auf Grund der Ergebnisse der computertomographischen Untersuchung ein operativer Eingriff vorgenommen. Von den untersuchten Tieren verstarb lediglich ein Tier (Fall 13) an den Folgen der Vollnarkose noch in der Aufwachbox. In einem Fall (Fall 27) wurde das Tier auf Grund der Menge der Gesamtbefunde und der schlechten Prognose euthanasiert. Von den verbleibenden 41 Tieren wurden alle mit konservativen Therapien behandelt, abhängig von den jeweiligen Befunden.

Auffällig an der Untersuchungsreihe ist jedoch, dass ausnahmslos bei allen Patienten in der computertomographischen Untersuchung Befunde zu finden waren, auch wenn durch diese keine oder zumindest zum Zeitpunkt der Untersuchung noch keine eindeutige Lahmheit verursacht wurde.

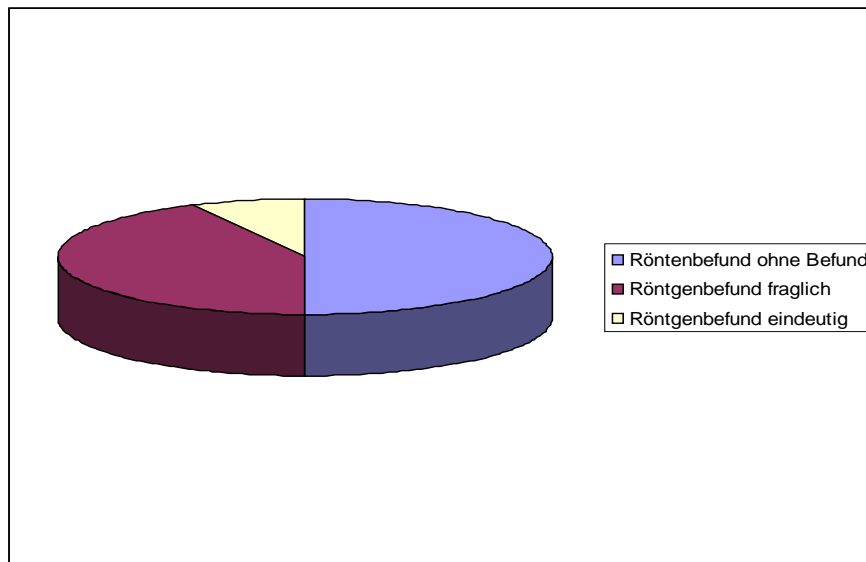
4.1. Vergleich der Befunde im Röntgen und in der Computertomographie

Ziel dieser Studie ist es, den diagnostischen Wert der Computertomographie am Tarsus darzustellen. Im Verlauf der Untersuchung wurde von 50 Tieren nur bei 3 Tieren (7.5%) mit einem bereits eindeutigen Röntgenbefund eine Computertomographie durchgeführt. Bei 21 Tieren (42,5%) konnten aus einem fraglichen und nicht eindeutigen Röntgenbefund mit Hilfe der Computertomographie eindeutige Befunde erhoben und eine gezielte Therapie sowie eine genaue Prognose gestellt werden.

Bei 26 Tieren (50%) war mit Hilfe der röntgenologischen Darstellung kein Befund zu erheben. Erst in der computertomographischen Darstellung war ein Befund darstellbar. Lediglich bei einem Tier war röntgenologisch und computertomographisch kein Befund zu erheben. Die Ursache der Lahmheit wurde im Verlauf der computertomographischen Untersuchung weiter distal an der Gliedmaße gefunden.

Röntgenaufnahme ohne Befund	26	50%
Röntgenbefund fraglich	21	42,5%
Röntgenbefund eindeutig	3	7,5%

Tab. 2: Röntgenbefunde der Gesamtpatienten aufgeschlüsselt nach Befunden

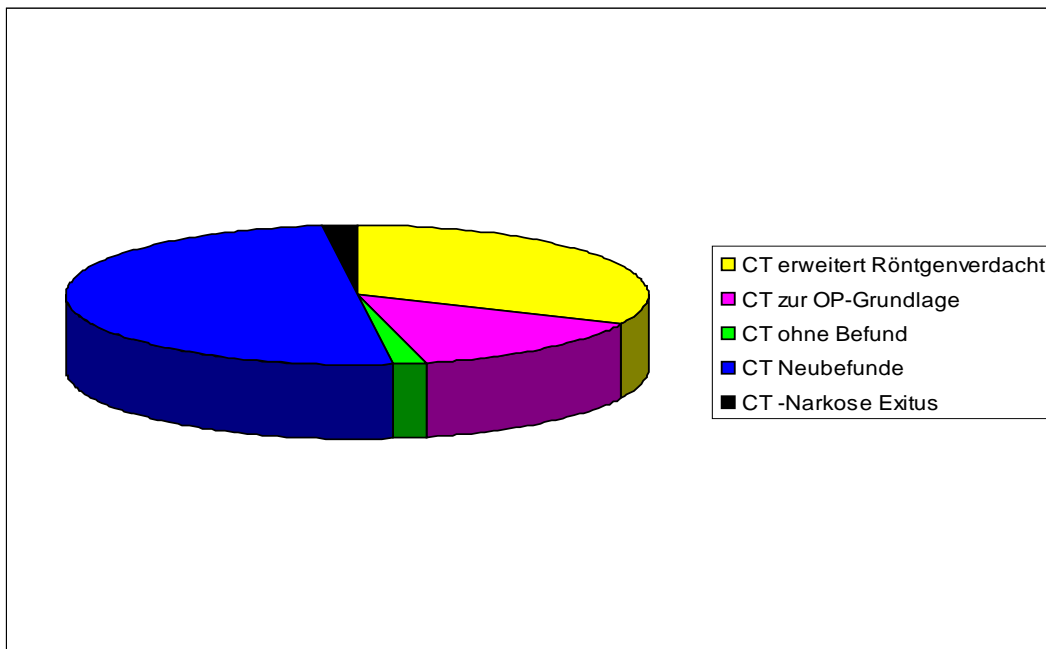


Graphik 1: Graphische Darstellung des Patientengutes, aufgliedert in die röntgenologische Befunderhebung

Um einen besseren Vergleich der beiden Untersuchungsmethoden zu bekommen, wurden die Befunde der einzelnen Untersuchungen gegenüber gestellt. Dabei hat sich gezeigt, dass in 16 Fällen (32%) der röntgenologische Verdacht nicht nur bestätigt, sondern auch erweitert wurde. Dadurch waren die Beurteilung der Prognose und Therapieaussichten eindeutiger. In 7 Fällen (14 %) wurde die computertomographische Untersuchung als Vorbereitung für einen operativen Eingriff herangezogen. Dies ermöglichte eine bessere Vorbereitung, da genauere Aussagen über Lage, Größe und Ausdehnung des Befundes gemacht werden konnten. Ebenso erleichterte es die Entscheidung für eine OP, da die Prognose auf Genesung eindeutiger war. In 25 Fällen (50%) hat sich gezeigt, dass obwohl röntgenologisch keine Veränderungen zu erkennen waren, in der Computertomographie eindeutige Befunde gestellt werden konnten. Lediglich in einem Fall (2%) war weder röntgenologisch noch computertomographisch eine Veränderung zu erkennen. Trotz dem immer wieder angesprochenen Risiko der Allgemeinanästhesie kam es lediglich in einem Fall (2%) zu einem Narkosezwischenfall und dem Exitus in der Aufwachbox.

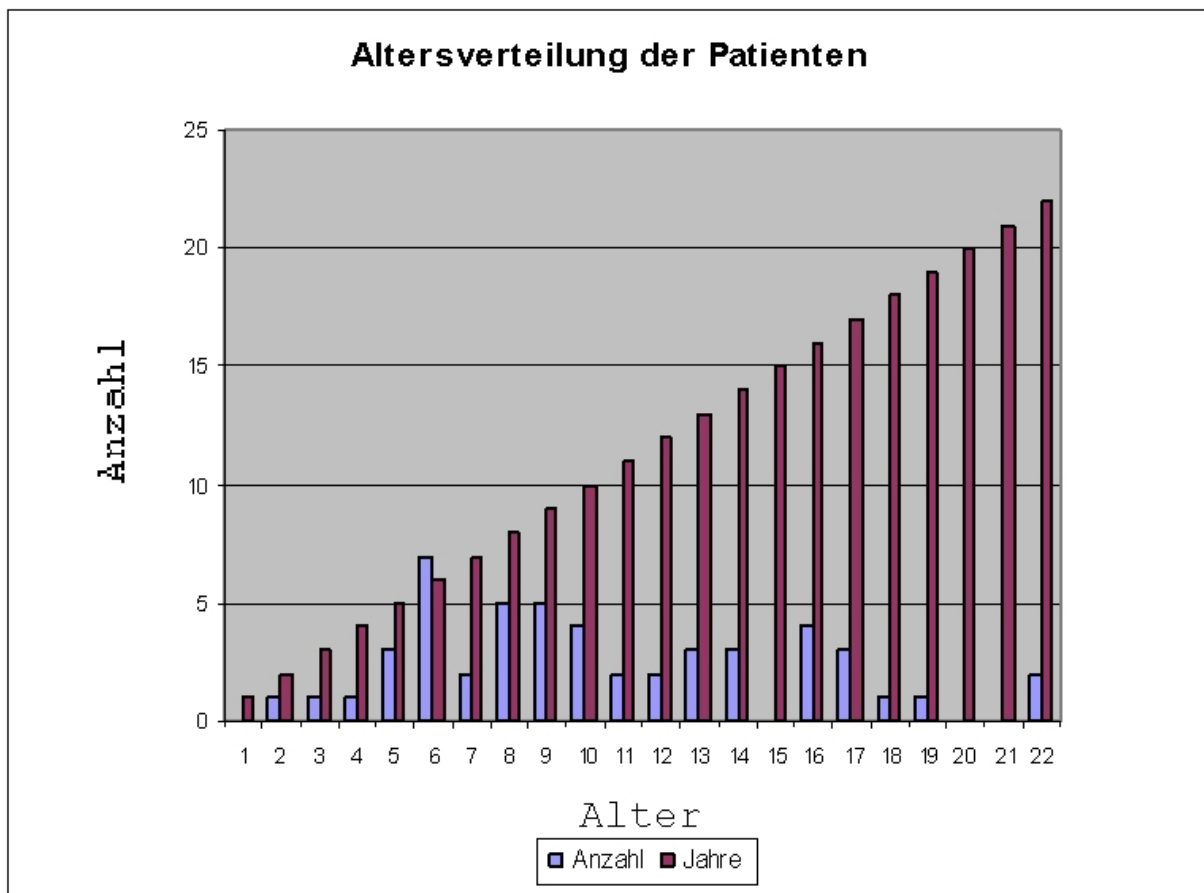
CT erweitert Röntgenverdacht	16	32%
CT zur OP-Grundlage	7	14%
CT ohne Befund	1	2%
CT Neubefunde	25	50%
CT -Narkose Exitus	1	2%

Tab.3: Vergleich der röntgenologischen Befunde und der Befunderhebung in der Computertomographie



Graphik 2: Graphische Darstellung der Wertung der computertomographischen Befunderhebung

Das Durchschnittsalter der Patienten lag bei 10,6 Jahren. Die Altersverteilung der Patienten entspricht dem Alter der durchschnittlichen Klientel der Pferdeklunik Aschheim. Auch hinsichtlich des Narkoserisikos im Bezug auf das Alter zeigt die Studie, dass auch bei Pferden über 10 Jahren eine Allgemeinanästhesie für eine Computertomographie kein besonders erhöhtes Risiko darstellt. In Verlauf der Studie starb nur ein Patient (Fall 13) an den Folgen der Narkose, jedoch nicht in der Narkose selbst, sondern bei einem Aufstehversuch.



Graphik 3: Graphische Darstellung der Altersverteilung der Patienten in der Studie

4.2. Ausgewählte Fallbeispiele mit Bilddarstellung computertomographischer und röntgenologischer Befunde

Bei der Betrachtung der CT Bilder sind zu berücksichtigen, dass alle Pferde zu Erstellung der CT-Schnitte in Seitenlage positioniert werden. Die zu untersuchende Gliedmaße liegt in der Regel jeweils unten, wodurch sich für den Betrachter die mediale Beinseite im oberen und die lateralen Gliedmaßenanteile entsprechend im unteren Bildausschnitt befinden.

Fall 7:

Zubildung am med. Talus nach Trauma bei einer 3-jährigen Warmblutstute, Abklärung der Prognose bei evtl. OP

Alter, Geschlecht, Rasse:	3-jährige Warmblutstute
Nutzung:	in Ausbildung
Klinik:	dtl. mgr. Hangbeinlahmheit hinten rechts, BP positiv
Röntgen:	knöchernerne Zubildung am med. Talus
CT:	dtl. größer als vermutete knöchernerne Zubildung am med. Talus mit osteolyt. Veränderungen, sowie hgr. gefüllte Beugesehnscheide im Bereich des gesamten Tarsus
Therapie:	Arthroskopie: Entfernung der Zubildung und Lavage; Tendovaginoskopie mit Lavage

Die dreijährige Stute wurde in der Pferdeklinik Aschheim mit einer dtl. mgr. Hangbeinlahmheit vorgestellt. In der Anamnese gab der Besitzer an, dass die Stute sich am Beginn der Ausbildung befindet, jedoch nach einem Tritt auf den rechten Tarsus vor einigen Wochen eine dtl. Lahmheit sowie eine hgr. Schwellung im Bereich des Tarsus zeigte. Nach einer Ruhepause und Schonung ging die Schwellung etwas zurück, der Grad der Lahmheit verstärkte sich hingegen. Auf der Röntgenaufnahme des Haustierarztes war im Bereich des med. Talus eine knöchernerne Zubildung zuerkennen, woraufhin die Stute zur weiteren Abklärung und Therapie in die Klinik überwiesen wurde. Das klinische Bild zeigte sich in einer dtl. mgr. Hangbeinlahmheit hinten rechts sowie eine hgr. Füllung des Tarsalgelenkes. Die Provokationsprobe des Tarsalgelenkes war mit ggr. Beugehemmung sowie dtl. Beugeschmerz dtl. positiv. Die Röntgenbilder wurden in der Klinik wiederholt und ergänzt, wobei eine eindeutige Aussage über die Größe, Lage, das Ausmaß und die Heilungsprognose nicht möglich war. Auf eine Gelenkanästhesie wurde in diesem Fall verzichtet. Zur weiteren Abklärung wurde eine computertomographische Untersuchung angesetzt. Im Verlauf der computertomographischen Untersuchung wurde schnell deutlich, dass sich die knöchernerne Zubildung am med. Talus deutlich größer als vermutet darstellte und es bereits in einem geringen Grad zu osteolytischen Prozessen gekommen ist. Weiter stellte sich die Beugesehnscheide im gesamten Bereich des Talus als hgr. gefüllt dar. Um der Stute eine weitere Narkose zu ersparen wurde direkt im Anschluss an die computertomographische Untersuchung mit Hilfe einer Arthroskopie des Tarsus die Zubildung entfernt sowie eine Lavage des Gelenkes vorgenommen. Ebenso wurde an der Beugesehnscheide eine Tendovaginoskopie mit Lavage vorgenommen. Die Stute blieb noch ca. eine Woche in der Klinik zur Beobachtung und wurde dann mit relativ guter Prognose nach Hause entlassen.

Fall 7:

Zubildung am med. Talus nach Trauma bei einer 3-jährigen Warmblutstute,
Abklärung der Prognose bei evtl. OP

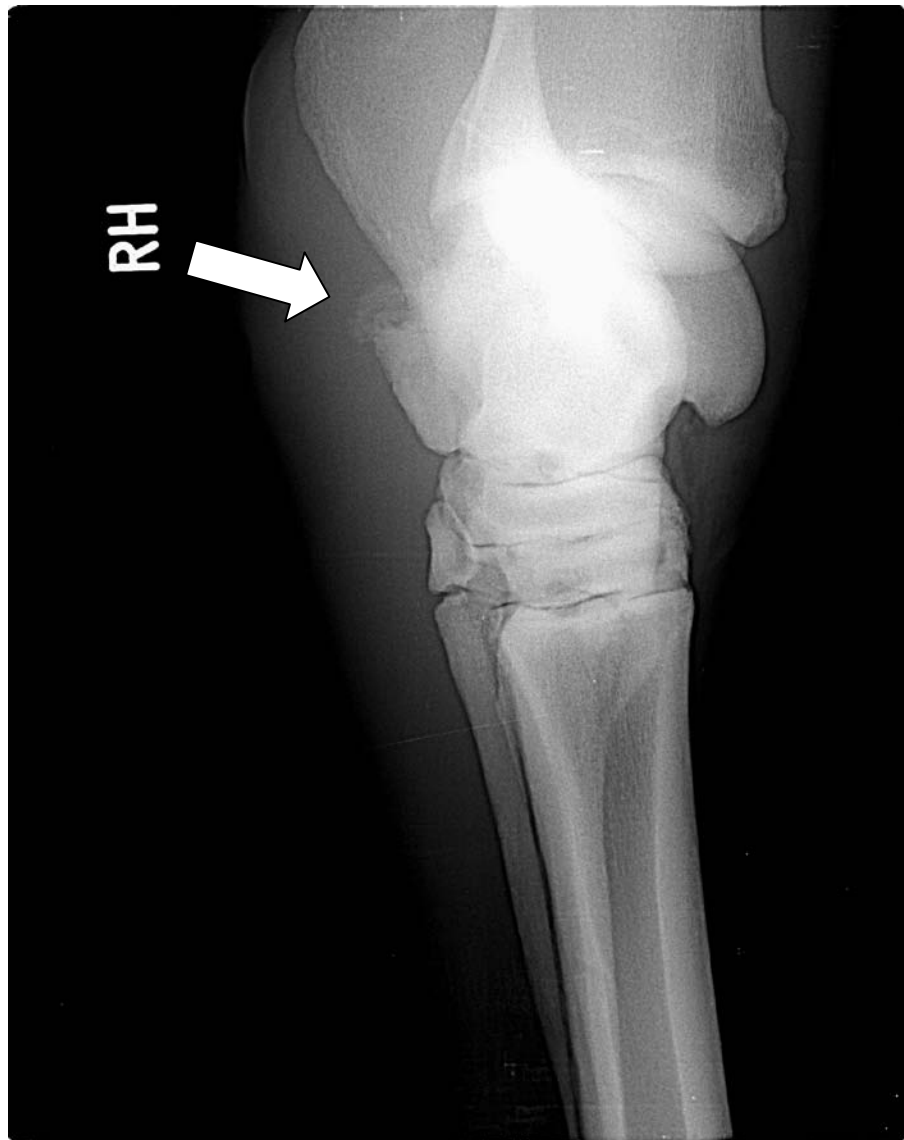
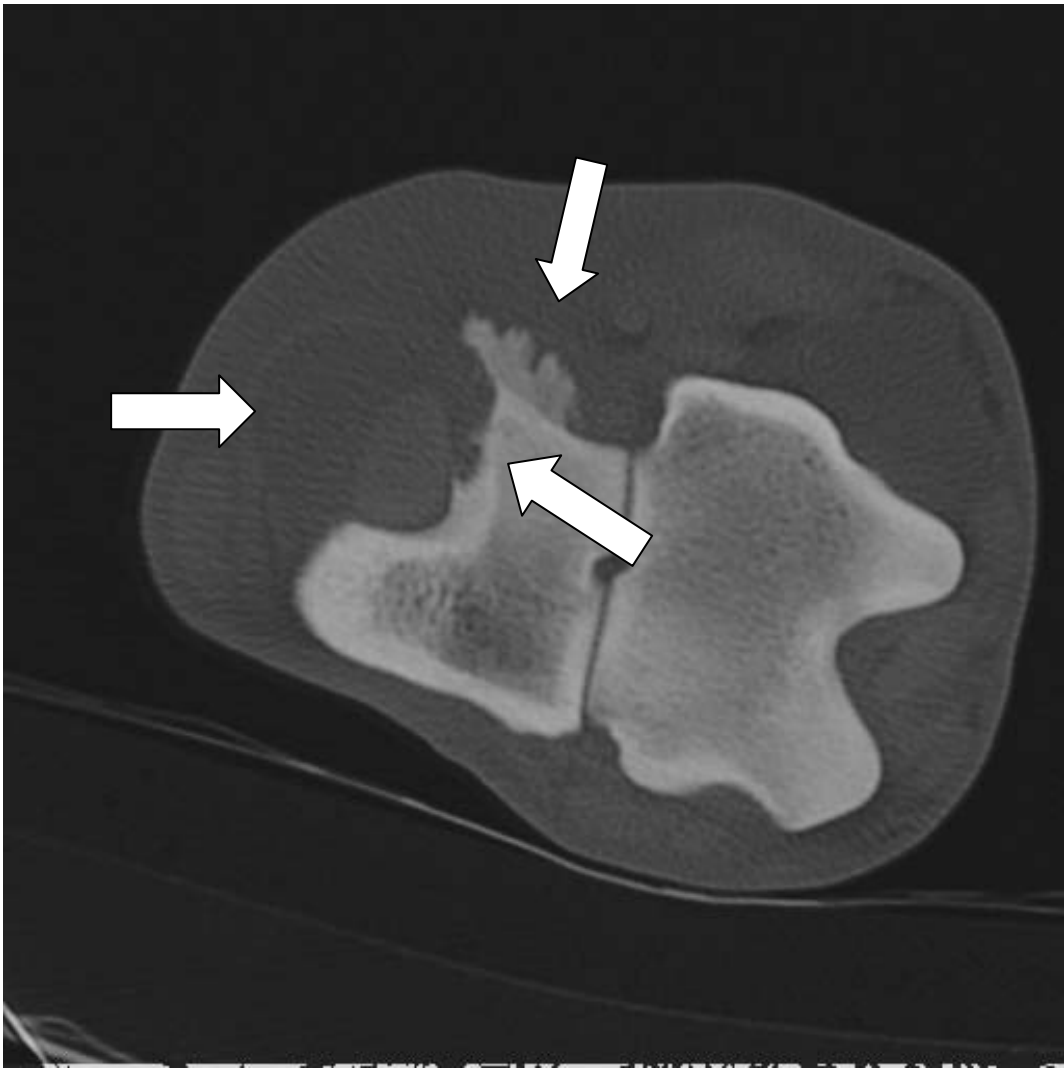


Abb. 5a (Fall 7):

Röntgenbild (CLR) hinten re.: röntgenologisch ist bereits eine knöcherne Zubildung am med. Talus erkennbar, über die Ausmaße ist jedoch keine eindeutige Aussage möglich.



*Abb:5b (Fall 7):
Computertomographischer Transversalschnitt durch den rechten Tarsus eine dreijährigen Warmblutstute auf Höhe des großen Sprunggelenkes: Die knöcherne Zubildung am med. Talus, sowie die osteolyt. Veränderungen und die hgr. gefüllte Beugesehnnenscheide sind deutlich erkennbar.*

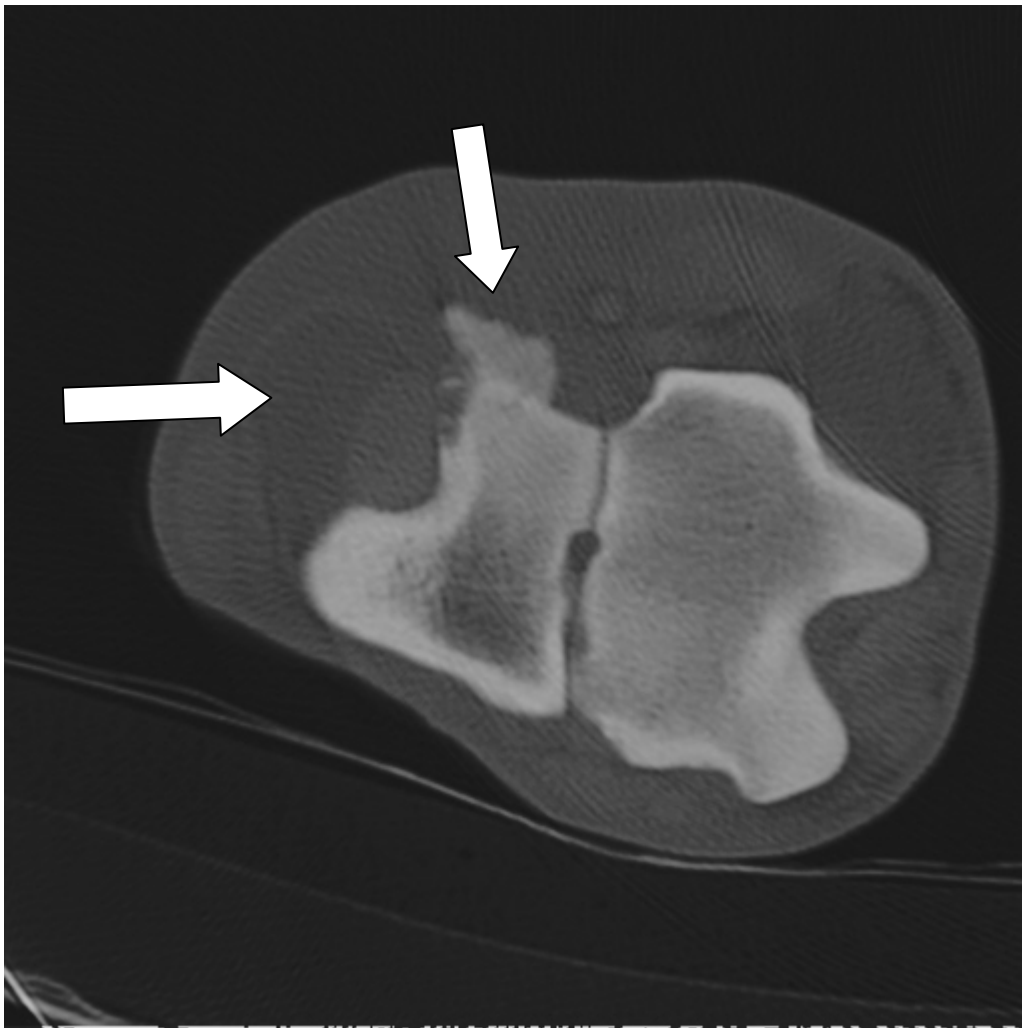


Abb. 5c (Fall7):

Computertomographischer Transversalschnitt durch den rechten Tarsus einer dreijährigen Warmblutstute am distalen Ende des großen Sprunggelenkes: die knöcherne Zubildung am med. Talus läuft aus, die Beugesehnenscheide ist weiter im Verlauf hgr. gefüllt.

Fall 10:**Fraktur des Os tarsale centrale am linken Tarsus bei einem 13-jährigen Warmblutwallach**

Alter, Geschlecht, Rasse:	13-jähriger Warmblutwallach,
Nutzung:	Springen (M/S)
Klinik:	dtl. mgr. Hangbeinlahmheit, BP positiv
Röntgen:	o.b.B.
CT:	Fraktur des Os tarsale centrale am linken Tarsus
Therapie:	Konservativ, Boxenruhe und Bewegungstherapie (Kontroll-CT nach 6 Monaten)

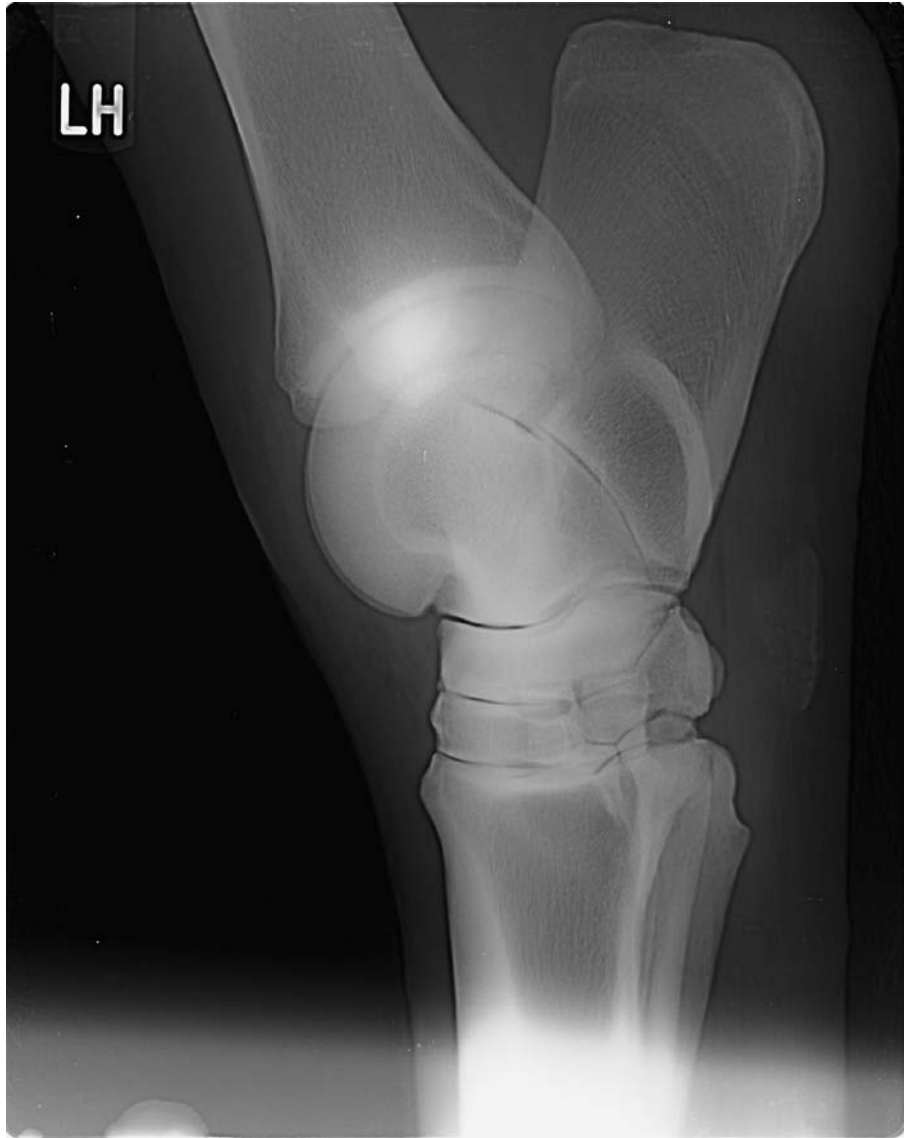
In diesem Fall wurde ein 13-jähriger Warmblutwallach mit dtl. mgr. Hangbeinlahmheit hinten links in der Pferdeklinik Aschheim vorgestellt. Der Wallach wird im Springsport vorwiegend in den Klassen M und S eingesetzt. Laut Vorbericht des Besitzers hatte der Wallach noch nie Probleme mit Hinterhand Lahmheiten. Im Verlauf einer Springstunde trat eine plötzliche ggr. Lahmheit hinten links auf, die bei Bewegung eine Verschlechterung zeigte. Die Röntgenologische Untersuchung brachte keine Ergebnisse. Trotz Ruhepause und oraler NSAID Gabe durch den Haustierarzt war keine Besserung erkennbar.

Bei der orthopädischen Untersuchung in der Pferdeklinik wurde eine ggr. Füllung des linken Tarsalgelenkes festgestellt. Die Provokationsprobe des Tarsalgelenkes war dtl. positiv. Die diagnostische Anästhesie des großen Sprunggelenkes erbrachte eine leichte Besserung mit dtl. Restlahmheit. Die Anästhesie der kleinen Sprunggelenke war negativ. In der röntgenologischen Untersuchung waren keine Veränderungen erkennbar. Zur weiteren Untersuchung und Abklärung der Lahmheitsursache wurde eine computertomographische Untersuchung des linken Hinterbeines durchgeführt. Im Verlauf der Untersuchung stellte sich heraus, dass das Os tarsale centrale frakturiert war.

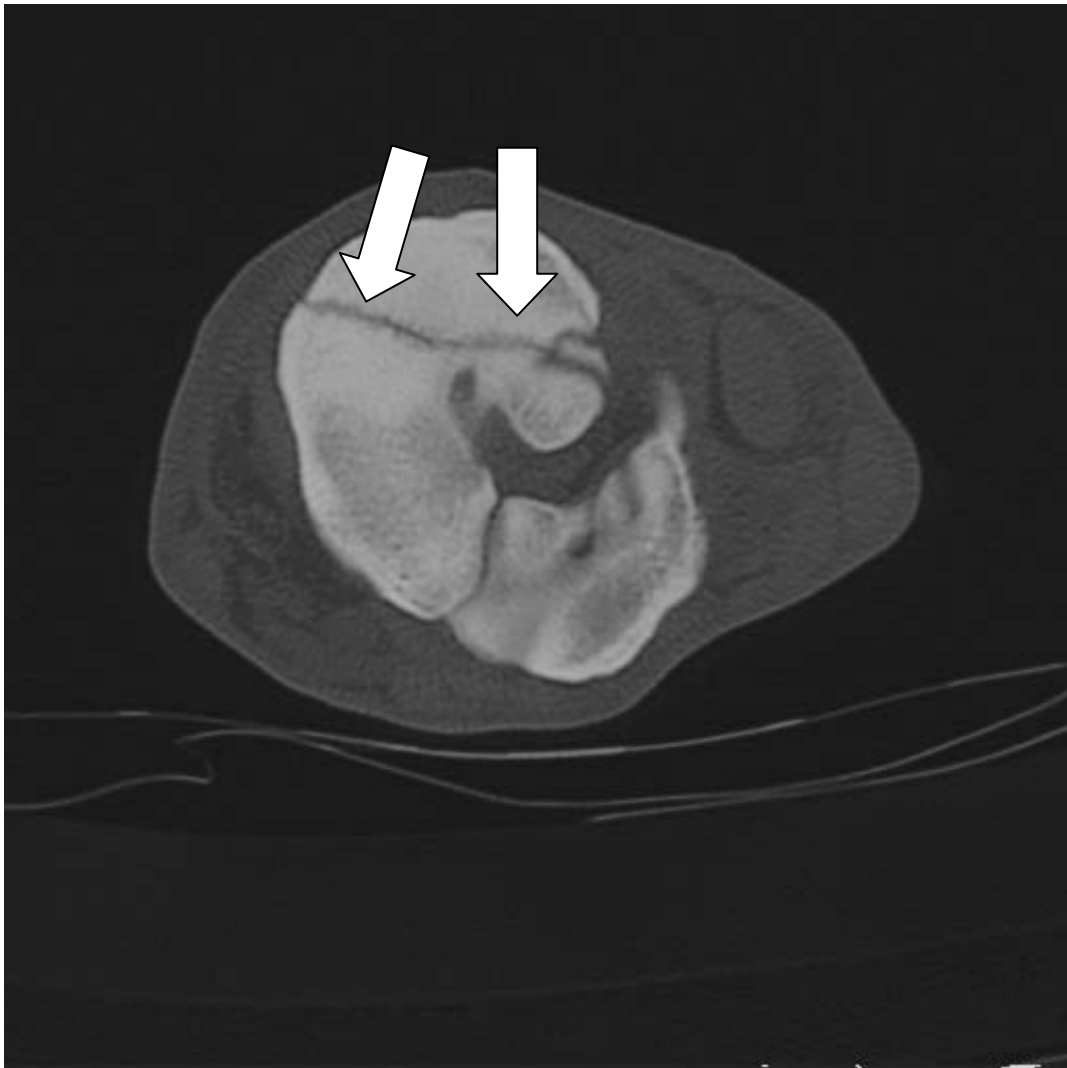
Die Therapie der Fraktur erfolgte konservativ. Der Wallach wurde am nächsten Tag entlassen mit der Anweisung zur Boxenruhe, nach sechs Wochen vorsichtiger Bewegungstherapie langsam steigend und je nach klinischem Bild weiter aufbauend. Nach sechs Monaten wurde von dem linken Tarsalgelenk eine Kontrolluntersuchung mittels der Computertomographie durchgeführt, welche eine dtl. fortgeschrittene Ossifikation der Fraktur zeigte. Auch klinisch war keine Lahmheit mehr erkennbar. Der Wallach konnte in der nächsten Saison wieder im Sport eingesetzt werden.

Fall 10:

Fraktur des Os tarsale centrale am linken Tarsus bei einem 13-jährigen Warmblutwallach



*Abb. 6a (Fall 10):
Röntgenbild (CLR) des linken Tarsus eines 13-jährigen Warmblutwallachs; röntgenologisch ist kein Hinweis auf eine Fraktur zu erkennen.*



*Abb. 6b (Fall 10):
Computertomographischer Transversalschnitt durch den linken Tarsus eines 13-jährigen Warmblutwallachs, Frakturlinie im med. Bereich des Os tarsale centrale.*

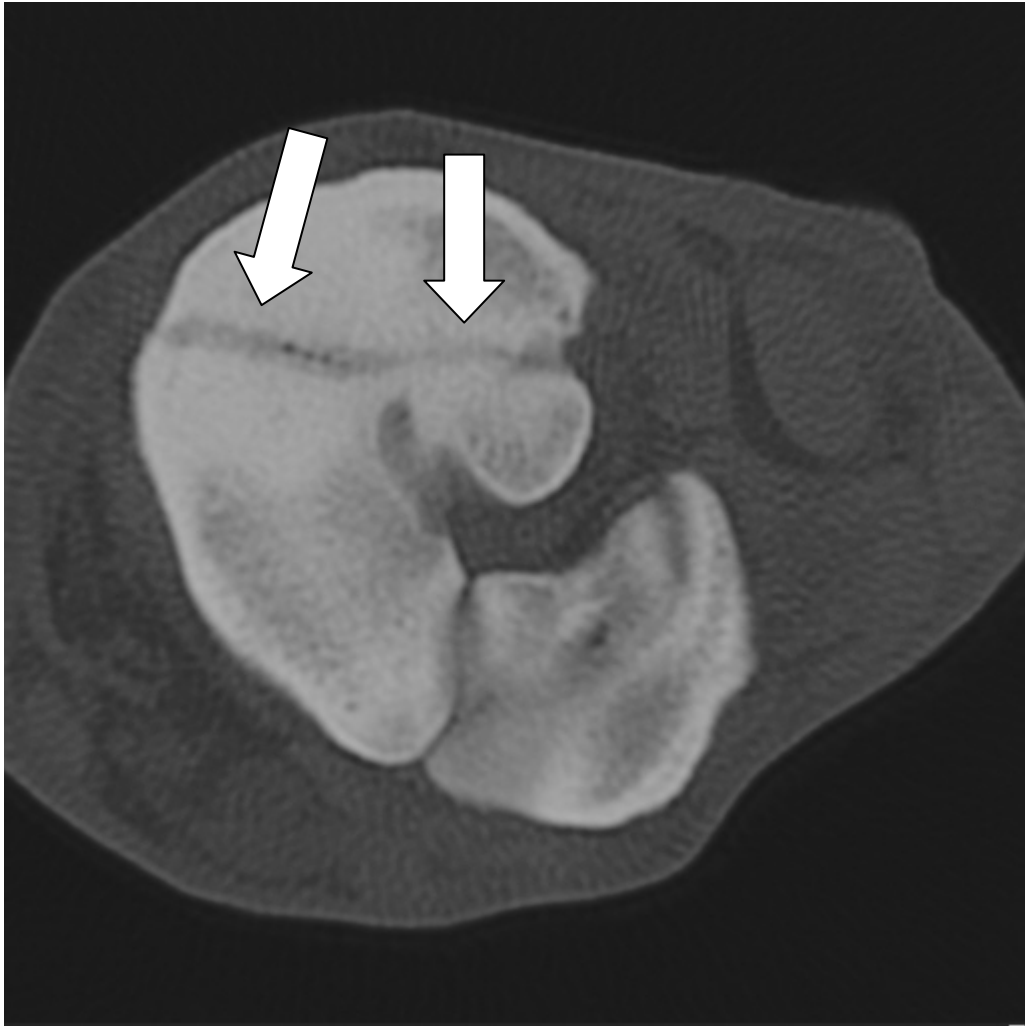


Abb. 6c (Fall 10):

Computertomografischer Transversalschnitt durch den linken Tarsus eines 13-jährigen Warmblutwallachs im Kontroll-CT nach 6 Monaten, deutliche Frakturlinie im Os tarsale centrale mit dtl. Ossifikation

Fall 14:**knöcherner Ausriss medial am Os tarsale centrale des linkes Tarsus einer 9-jährigen Warmblutstute**

Alter, Geschlecht, Rasse:	9-jährige Warmblutstute,
Nutzung:	Dressur (L/M)
Klinik:	undtl. ggr. Stützbeinlahmheit hinten links, BP positiv
Röntgen:	o.B.
CT:	knöcherner Ausriss medial am Os tarsale centrale des linken Tarsus, sowie osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke.
Therapie:	Konservativ mit Gelenksinjektionen und Bewegungsprogramm

In diesem Fall wurde eine 9-jährige Warmblutstute mit undtl. ggr. Stützbeinlahmheit in der Pferdeklinik Aschheim vorgestellt. Die Stute wurde schwerpunktmäßig in der Dressur eingesetzt und hatte einen Leistungsstandard der Klasse L bis M. Im Vorbericht gab die Besitzerin an, dass die Stute seit mehreren Wochen hinten unsauber läuft. Eine gravierende Lahmheit war ihr nie aufgefallen. Die Besitzerin konnte auch keine genaue Zeitangabe über das erste Auftreten der Symptome nennen, da die von ihr bemerkte Taktunreinheit sich wohl langsam gesteigert hatte.

Die Stute zeigte im Trab eine undtl. ggr. Stützbeinlahmheit hinten links. Die Provokationsprobe der Zehengelenke war negativ, die Beugeprobe des Tarsalgelenks war positiv. An dem linken Tarsalgelenk war palpatorisch nur eine ggr. Füllung festzustellen. Die Gelenksanästhesie der kleinen Sprunggelenke ergab eine ggr. Besserung mit Restlahmheit. Die Anästhesie des großen Sprunggelenkes fiel ebenso aus, ggr. Besserung mit Restlahmheit. Bei der röntgenologischen Untersuchung waren keine Auffälligkeiten im Bereich des Tarsus erkennbar. Die Stute wurde einer computertomographischen Untersuchung unterzogen in deren Verlauf ein knöcherner Ausriss medial am Os tarsale centrale des linken Tarsus erkennbar wurde. Ebenso waren bereits kleinere osteolytische Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke erkennbar. Es erfolgte eine konservative Therapie bestehend aus Gelenksinjektionen und einem gezielten Bewegungsprogramm.

Die Stute konnten nach 3 Monaten wieder antrainiert werden und bewegte sich ohne Taktfehler.

Fall 14:

knöcherner Ausriss medial am Os tarsale centrale des linkes Tarsus einer 9-jährigen Warmblutstute



Abb. 7a (Fall 14):
Röntgenbild (CLR) Tarsus links einer 9-jährigen Warmblutstute: Röntgenologisch sind bei der Stute keine Auffälligkeiten erkennbar.

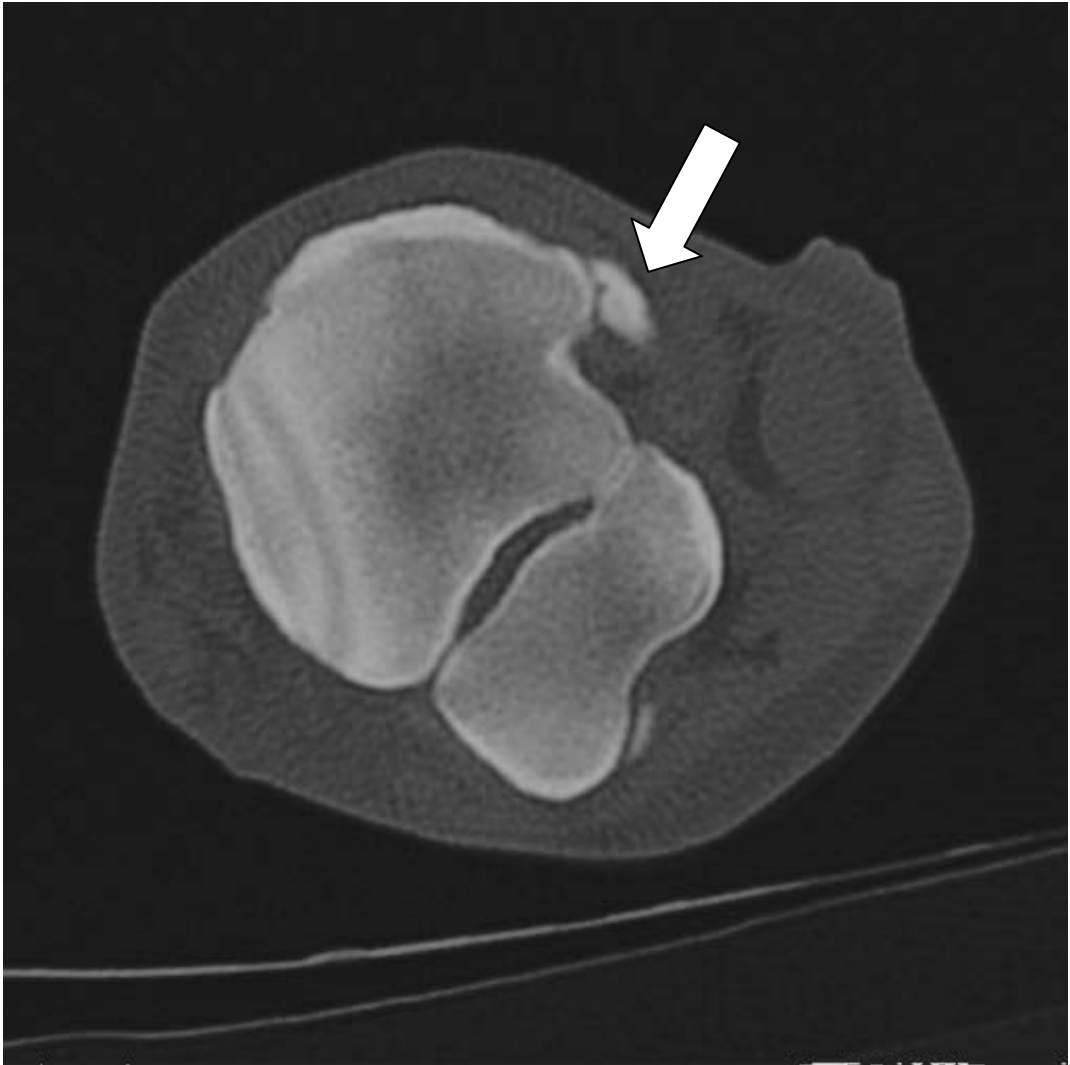


Abb. 7b (Fall 14):
Computertomographischer Transversalschnitt durch den linken Tarsus auf Höhe des Os tarsale centrale bei einer 9-jährigen Warmblutstute: Ein knöcherner Ausriss med. am Os tarsale centrale ist erkennbar.

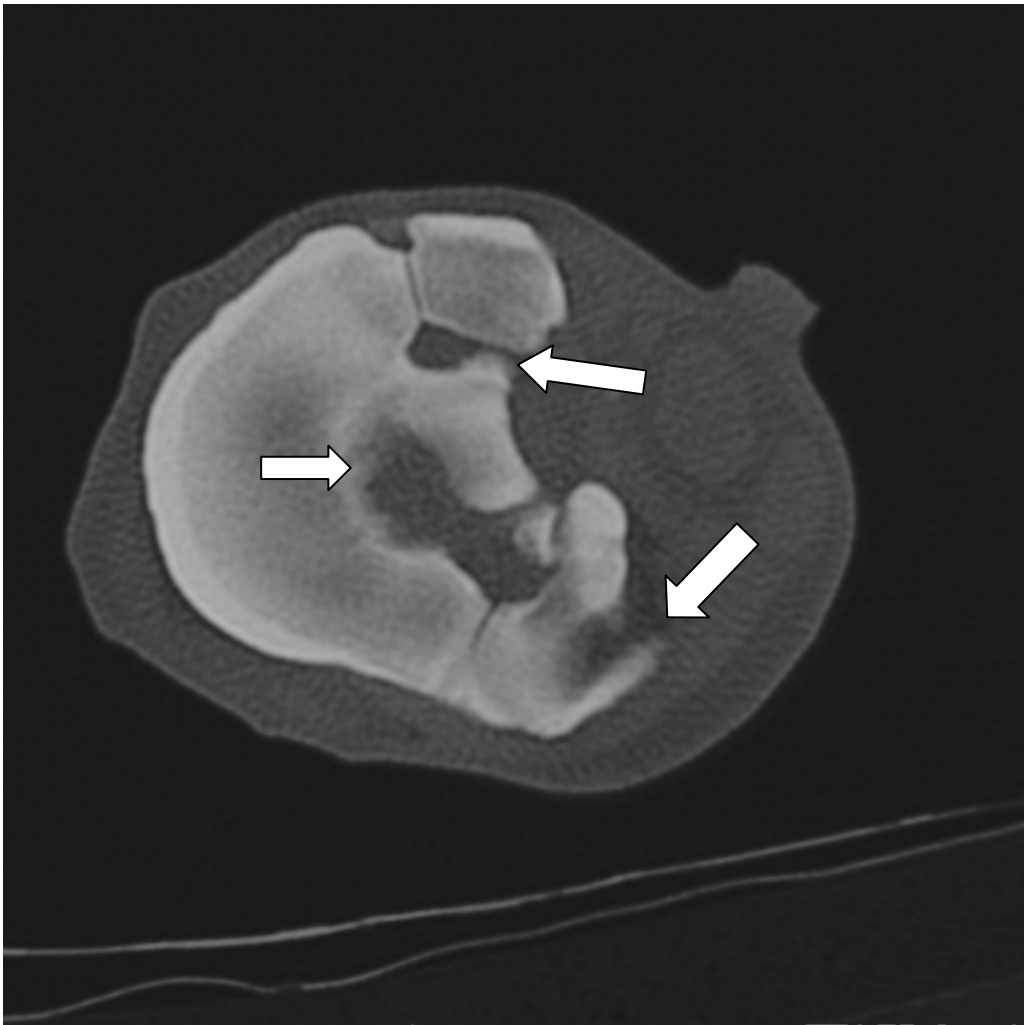


Abb. 7c (Fall 14):
Computertomographischer Transversalschnitt durch den linken Tarsus im auf Höhe der kleinen Sprunggelenke einer 9-jährigen Warmblutstute. Hier sind im Bild ggr. osteolyt. Prozesse erkennbar.

Fall 20:**Hgr. osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke mit zystoiden Defekten im linken Tarsus eines 12-jährigen Warmblutwallachs**

Alter, Geschlecht, Rasse:	12-jähriger Warmblutwallach
Nutzung:	Dressur (M/S)
Klinik:	dtl. mgr.-hgr. Hangbeinlahmheit hinten links, BP negativ
Röntgen:	ggr.-mgr. osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke.
CT:	hgr. osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke mit zystoiden Defekten
Therapie:	Konservativ, Gelenksinjektionen , Nutzung: Koppelpferd

In diesem Fall wurde ein 12-jähriger Warmblutwallach mit einer dtl. mgr.-hgr. Hangbeinlahmheit hinten links in der Pferdeklinik Aschheim vorgestellt. Der Wallach wurde im Dressursport bis Klasse M und S eingesetzt. Laut Besitzer war bereits zwei Wochen zuvor eine leichte Taktunreinheit beim Reiten bemerkbar. Diese steigerte sich innerhalb weniger Tage zu einer mgr.-hgr. Lahmheit. Bei der orthopädischen Untersuchung in der Klinik zeigte der Wallach bereits im Schritt eine dtl. Hangbeinlahmheit hinten links, welche sich im Trab als hgr. Lahmheit darstellte. Bei der Provokationsprobe fielen die Probe der Zehengelenke sowie die Provokationsproben des Tarsus und des Knies negativ aus. Auch die Zangenprobe des Hufes war negativ. Im Verlauf der weiteren Untersuchung fielen alle Leitungsanästhesien sowie die Gelenksanästhesien der Zehengelenke und des Knies negativ aus. Lediglich die Anästhesie der kleinen Tarsalgelenke erbrachte eine ggr. Verbesserung aber mit dtl. Restlahmheit.

Die röntgenologische Untersuchung zeigte lediglich einige ggr.-mgr. osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Tarsalgelenke. Dieser röntgenologische Befund war aber mit dem Schweregrad der Lahmheit nicht in Einklang zu bringen. Um weitere Befunde zu erhalten wurde bei dem Wallach eine computertomographische Untersuchung angeordnet.

In der computertomographischen Untersuchung wurde deutlich, dass die im Röntgen als ggr.-mgr. eingestuft osteolyt. Veränderungen sich als hgr. Veränderungen darstellten. Außerdem konnten mehrere zystoide Defekte unterschiedlicher Größe im Bereich der kleinen Sprunggelenke dargestellt werden welche im Röntgen nicht zu erkennen waren. Die Prognose war vorsichtig bis schlecht im Hinblick auf die weitere Nutzung des Pferdes im Dressursport. Der Wallach wurde konservativ mit Gelenksinjektionen sowie einer Tiludronat Infusion therapiert und hat als Koppelpferd den Besitzer gewechselt.

Fall 20:

Hgr. osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke mit zystoiden Defekten im linken Tarsus eines 12-jährigen Warmblutwallachs

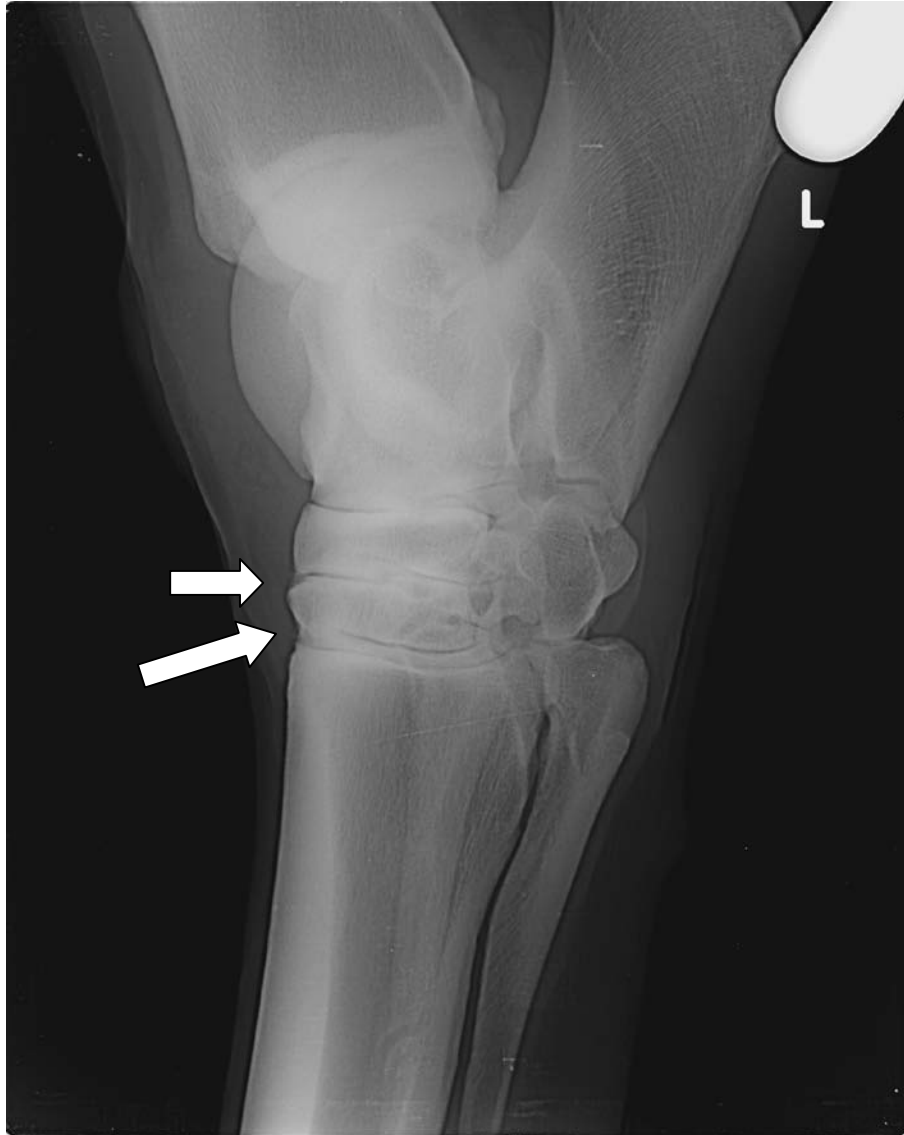


Abb. 8a (Fall 20):
Röntgenbild (CLR) vom linken Tarsus eines 12-jährigen Warmblutwallachs mit ggr-mgr. osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke

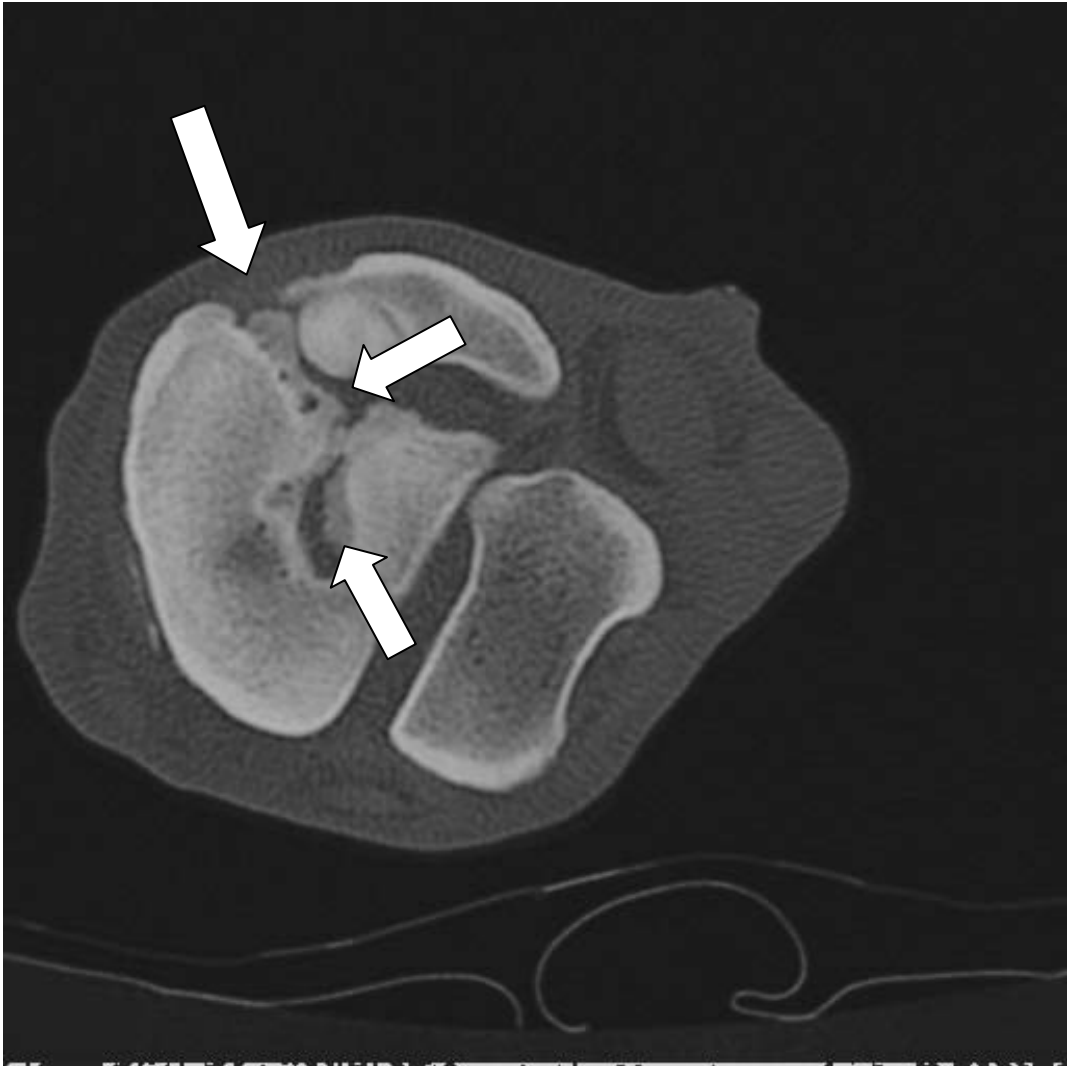


Abb. 8b (Fall 20):
Computertomographischer Transversalschnitt durch den linken Tarsus eines 12-jährigen Warmblutwallachs mit hgr. osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke

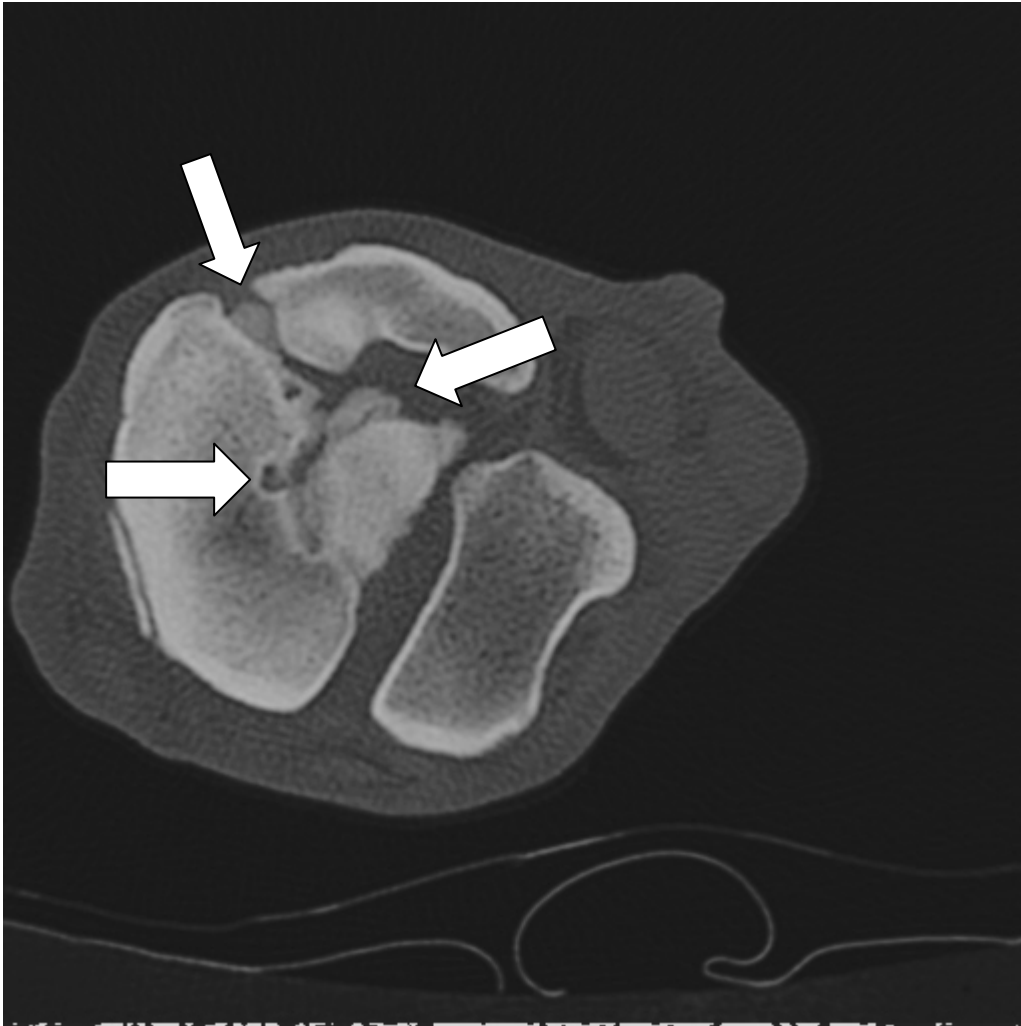


Abb. 8c (Fall 20):
Computertomographischer Transversalschnitt durch den linken Tarsus eines 12-jährigen Warmblutwallachs mit osteolyt. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke sowie einem zentral gelegenen zystoiden Defekt

Fall 26:**Absprengungsfraktur am med. Rollkamm des rechten Tarsus bei einem 7-jährigen Appaloosa Wallach, CT zur Abklärung der Lage und Prognose nach Operation**

Alter, Geschlecht, Rasse:	7-jähriger Appaloosa Wallach
Nutzung:	Western (Freizeit)
Klinik:	dtl. mgr. Hangbeinlahmheit hinten rechts, BP negativ, Tarsitis
Röntgen:	Absprengungsfraktur am lateralen Rollkamm
CT:	solitäre Absprengungsfraktur am med. Rollkamm mit ggr./mgr. osteolyt. Prozessen
Therapie:	Arthroskopische Entfernung des Fragmentes, Lavage

In diesem Fall wurde ein 7-jähriger Appaloosa Wallach mit dtl. mgr. Hangbeinlahmheit hinten rechts in der Pferdeklinik Aschheim vorgestellt. Der Wallach wurde im Freizeitbereich als Western-Pferd eingesetzt. Laut Besitzer erlitt der Wallach vor etwa vier Monaten durch einen Sturz ein Trauma am rechten Tarsalgelenk. Seither war eine deutliche Schwellung im Bereich des rechten Tarsus sowie eine dtl. mgr. Lahmheit erkennbar. Durch die Röntgenaufnahmen des Haustierarztes war bereits eine Absprengungsfraktur am medialen Rollkamm diagnostiziert.

In der orthopädischen Untersuchung zeigte der Wallach eine dtl. mgr. Hangbeinlahmheit hinten rechts, die Provokationsprobe war negativ jedoch war eine dtl. Beugehemmung im Tarsalgelenk, sowie eine hrg. Tarsitis offensichtlich. Auf diagnostische Anästhesien wurde verzichtet, da die computertomographische Untersuchung die bereits gestellte Diagnose der Absprengungsfraktur erweitern sollte, hinsichtlich der genauen Lage des Fragmentes, sowie der Prognose im Falle einer operativen Entfernung.

In der computertomographischen Untersuchung stellte sich die Absprengung als solitäres Fragment am lateralen Rollkamm dar, in dessen Umgebung sich ggr.-mgr. osteolyt. Prozesse gebildet hatten. Dem Wallach wurde im Verlauf der Narkose mittels Arthroskopie das Fragment entfernt, sowie die Knochenkante geglättet. Des Weiteren wurde eine Lavage am Tarsalgelenk vorgenommen. Der Wallach wurde nach Nachsorgebehandlung und Therapie der Tarsitis 2 Wochen später aus der Klinik entlassen.

Fall 26:

Absprengungsfraktur am med. Rollkamm des rechten Tarsus bei einem 7-jährigen Appaloosa Wallach, CT zur Abklärung der Lage und Prognose nach Operation

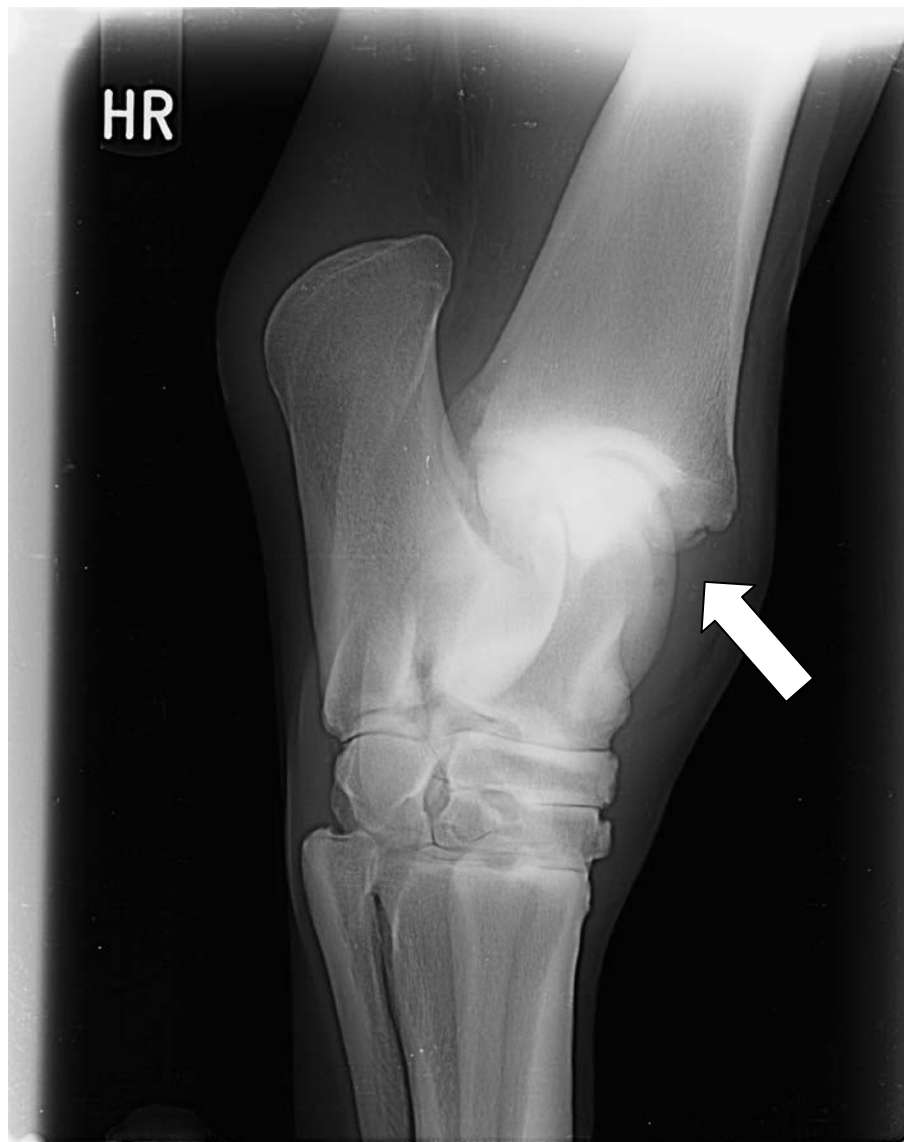


Abb. 9a (Fall 26):
Röntgenbild vom rechten Tarsus eines 7-jährigen Appaloosa Wallachs mit alter Absprengungsfraktur am medialen Rollkamm

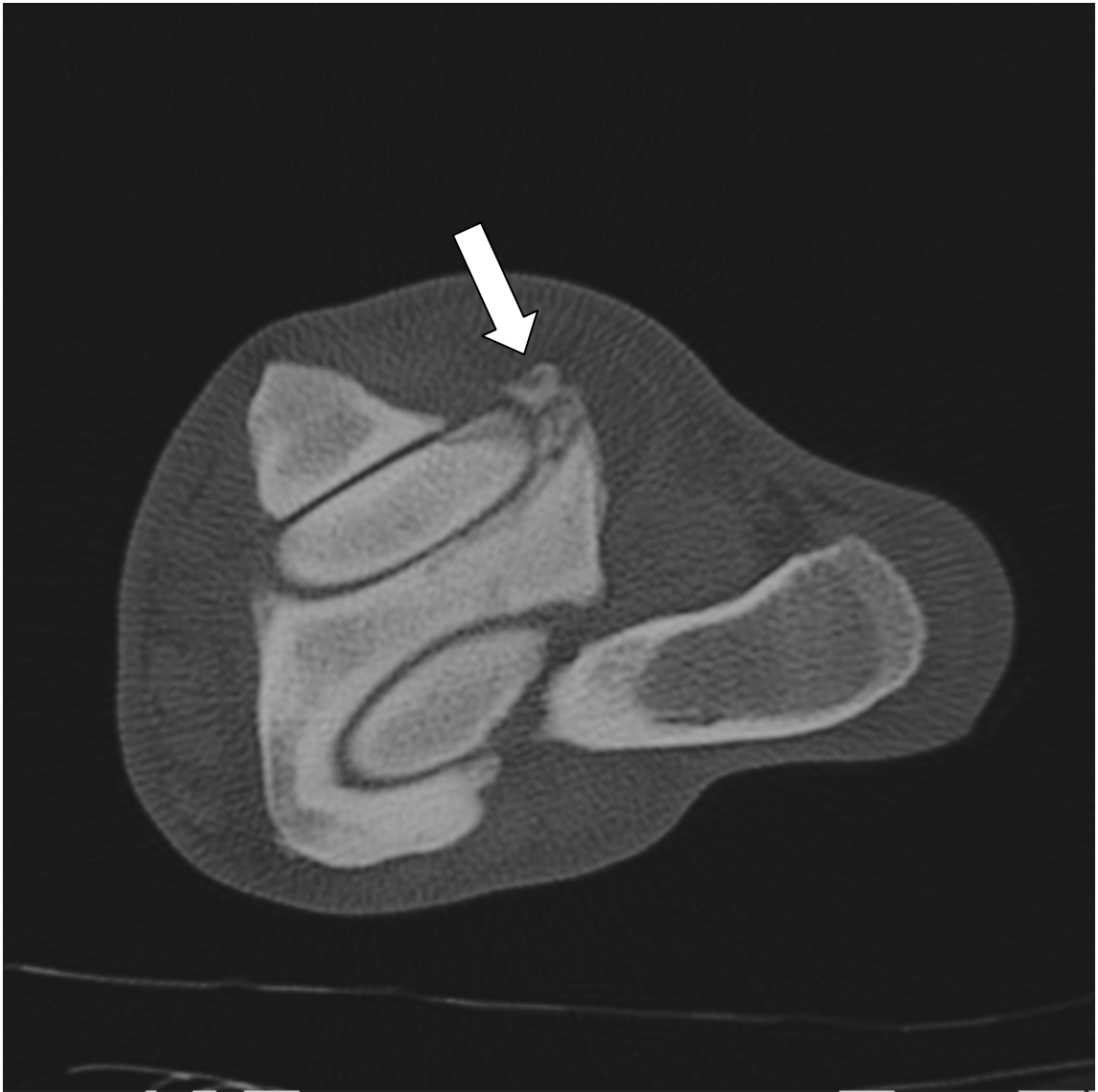


Abb. 9b (Fall 26):
Computertomographischer Transversalschnitt vom rechten Tarsus eines 7-jährigen Appaloosa Wallachs mit solitärer Abspengungsfraktur am medialen Rollkamm mit ggr. osteolyt. Prozessen.

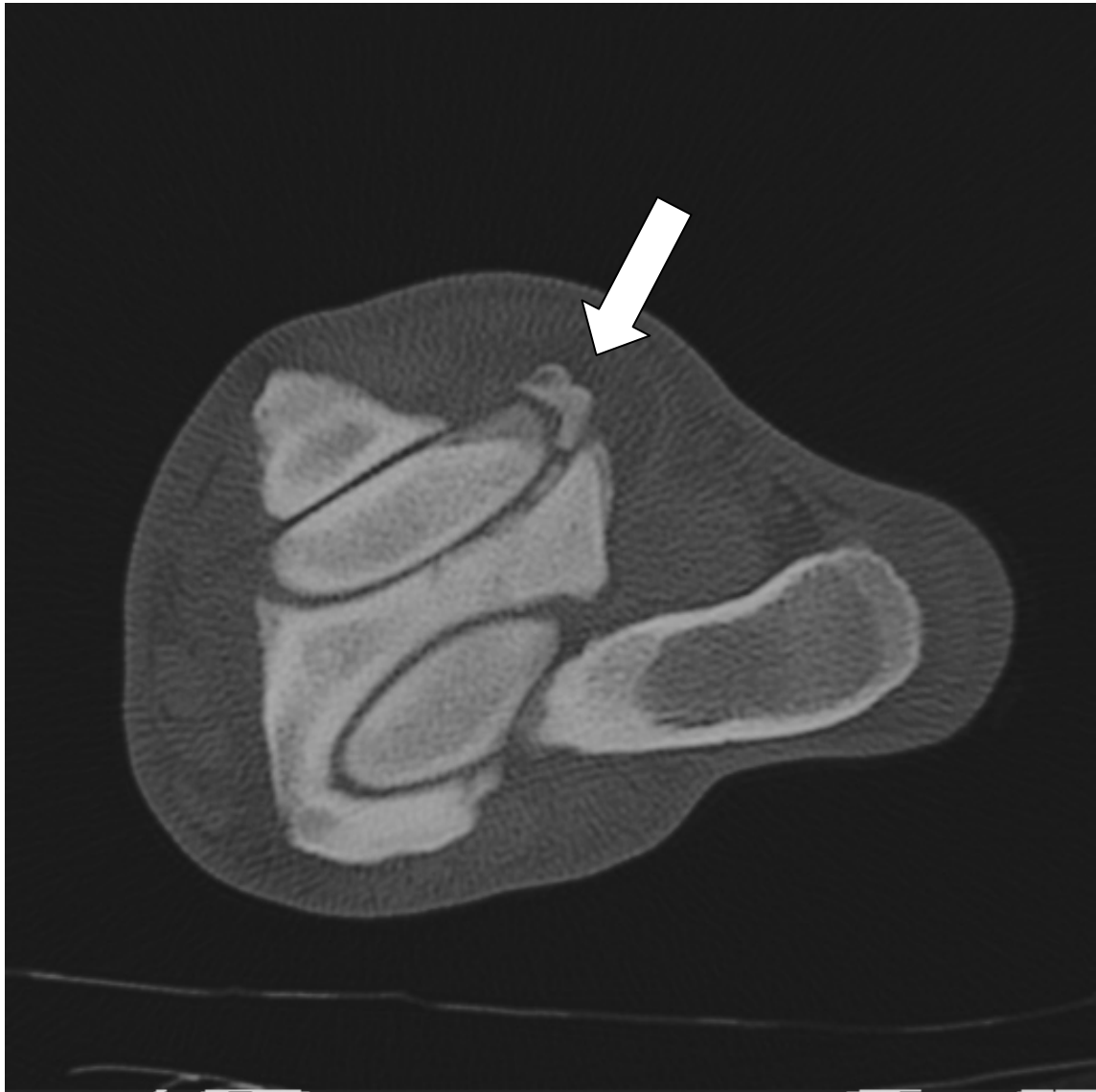


Abb. 9c (Fall 26):

Im weiteren Verlauf ein computertomographischer Transversalschnitt vom rechten Tarsus eines 7-jährigen Appaloosa Wallachs mit solitärer Absprengungsfraktur am medialen Rollkamm. Auf dieser Abbildung ist die Größe und Lage der Absprengungsfraktur deutlich zu erkennen

Fall 29:**Insertionsdesmopathie am Fesselträgerursprung mit Knochenausriss am linken Tarsus bei einem 8-jährigen Warmblutwallach**

Alter, Geschlecht, Rasse:	8-jähriger Warmblutwallach
Nutzung:	Springen (M/S)
Klinik:	undtl. ggr. Stützbeinlahmheit hi. li.
Röntgen:	Verschattung im Bereich des Fesselträgerursprungs
CT:	Insertionsdesmopathie mit Knochenausriss am Fesselträgerursprung
Therapie:	Operative Entfernung des Fragmentes

In diesem Fall wurde ein 8-jähriger Wallach mit undtl. ggr. Stützbeinlahmheit hinten links in der Pferdeklinik Aschheim vorgestellt. Der Wallach wurde im Springsport in den Klassen M und S eingesetzt. Laut Besitzer zeigte der Wallach seit einigen Wochen ggr. Taktunreinheiten hinten links, sowie eine Schwäche am Absprung.

In der orthopädischen Untersuchung zeigte der Wallach eine undtl. ggr. Stützbeinlahmheit hinten links. Die Zangenprobe war negativ, ebenso wie die Provokationsprobe der Zehengelenke. Die Provokationsprobe des Tarsus war positiv, jedoch mit schnellem Einlaufen. Die Gelenksanästhesien sowie Leitungsanästhesien im Zehenbereich waren negativ. Die Anästhesie der kleinen Sprunggelenke und die N. tibialis Anästhesie ergaben eine ggr. Verbesserung mit Restlahmheit.

In der röntgenologischen Untersuchung war eine Verschattung im Bereich des Fesselträgerursprungs erkennbar, jedoch war eine genaue Diagnosestellung an Hand der Röntgenbilder nicht möglich.

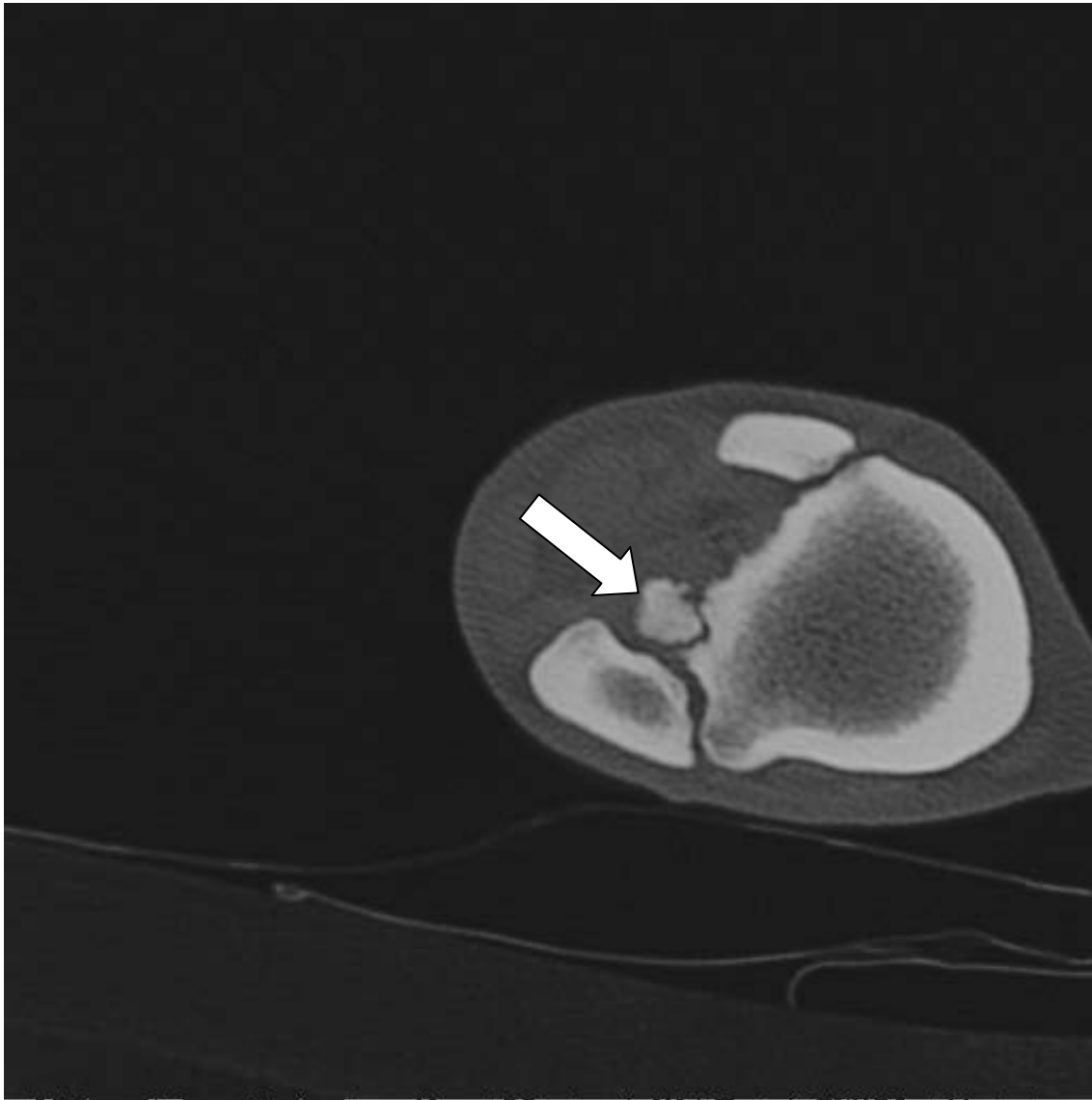
Zur weiteren Diagnostik wurde bei dem Wallach eine computertomographische Untersuchung durchgeführt. Im Verlauf der Untersuchung wurde im Bereich des Fesselträgerursprungs eine Insertionsdesmopathie mit Ausriss eines Knochenfragmentes diagnostiziert. Um einen besseren Seitenvergleich zu bekommen wurde auch das rechte Tarsalgelenk des Wallaches mittels Computertomographie untersucht. Auch auf dieser Seite konnte im Bereich des Fesselträgerursprungs eine Insertionsdesmopathie mit Knochenausriss festgestellt werden, wenn auch dieses Fragment deutlich kleiner war als das Fragment der linken Seite. Auf Grund der langen Narkosezeit wurde auf eine anschließende Operation verzichtet. Das größere Fragment, welches auch die Lahmheitsursache darstellte wurde wenige Tage nach der computertomographischen Untersuchung operativ entfernt. Die Prognose für den weiteren Einsatz im Sport war wenige Tage nach der OP bei der Entlassung noch vorsichtig zu stellen.

Fall 29:

Insertionsdesmopathie am Fesselträgerursprung mit Knochenaustriss am linken Tarsus bei einem 8-jährigen Warmblutwallach



Abb. 10a (Fall 29):
Röntgenbild (CLR) vom linken Tarsus eines 8-jährigen Warmblutwallachs mit leichter Verschattung im Bereich des Fesselträgerursprungs



*Abb. 10b (Fall 29):
Computertomographischer Transversalschnitt vom linken Tarsus (medial unten) eines 8-jährigen
Warmblutwallachs mit Insertionsdesmopathie und Knochenauriss im Bereich des Fesselträgerursprungs*

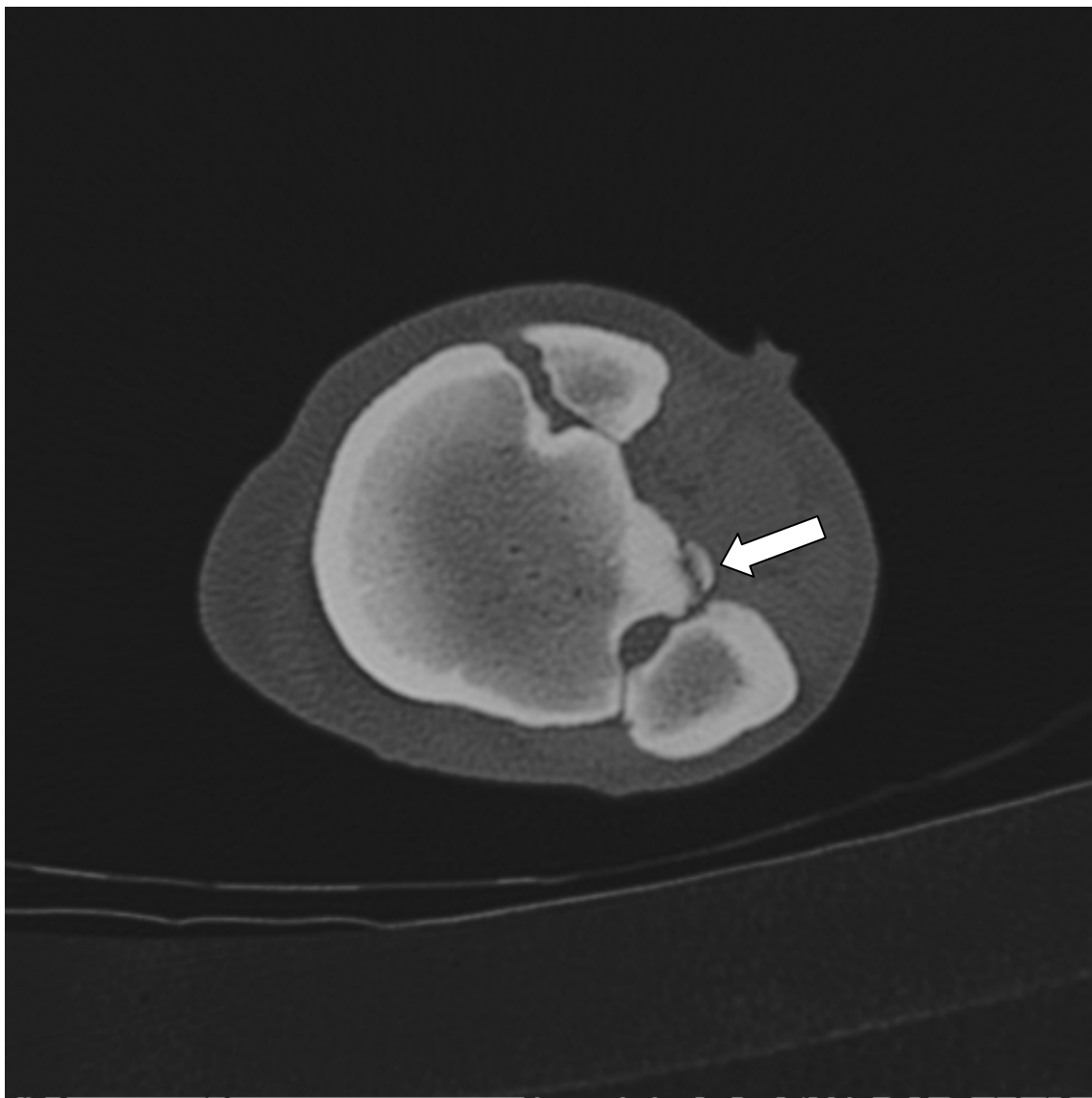


Abb. 10c (Fall 29):

Im Verlauf der computertomographischen Untersuchung des 8-jährigen Wallaches wurde zum Seitenvergleich auch der rechte Tarsus untersucht. Auch hier konnte am Fesselträgerursprung eine Insertionsdesmopathie mit einem Knochenaussriss diagnostiziert werden, welcher aber im Vergleich, wie auf der Abbildung zu sehen, deutlich kleiner war.

Fall 44:**Hgr. osteolyt. und osteobl. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke bei einer 17-jährigen Warmblutstute**

Alter, Geschlecht, Rasse:	17-jährige Warmblutstute
Nutzung:	Dressur/Freizeit
Klinik:	rez. mgr.-hgr. Hangbeinlahmheit
Röntgen:	o.b.B.
CT:	mgr. osteolyt. und osteobl. Veränderungen der kl. Sprunggelenke
Therapie:	konservativ

In folgendem Fall wurde in der Pferdeklinik Aschheim eine 17-jährige Warmblutstute mit mgr.-hgr. Hangbeinlahmheit hinten links vorgestellt. Die Stute wurde bis vor einem Jahre Dressur bis Klasse L geritten, seither wurde sie lediglich freizeitmäßig geritten.

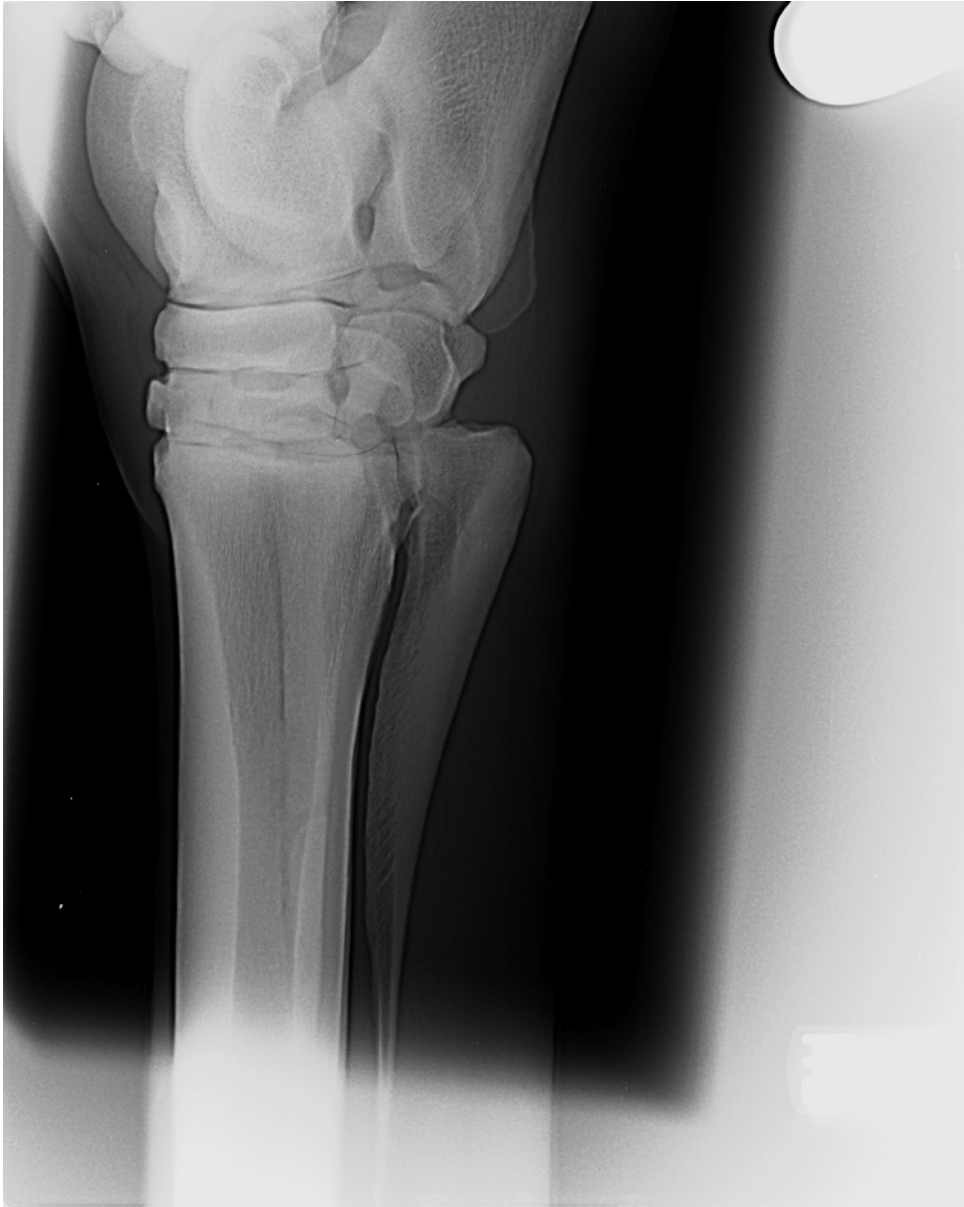
In der Anamnese gab die Besitzerin an, dass die Stute bereits 4 Monate zuvor plötzlich eine hgr. Lahmheit hinten links zeigte. Die Stute wurde mit Verdacht auf Hufabszess behandelt ohne Verbesserung. Im Anschluss wurde die Stute mit NSAID's und Ruhe auf eine Entzündung des Tarsalgelenks behandelt. Die Behandlung zeigte Erfolg. Jedoch erfolgte etwa 2 Wochen vor Vorstellung in der Pferdeklinik ein erneuter Rückfall mit hgr. Lahmheit.

Die Stute zeigte bei der orthopädischen Untersuchung eine mgr.-hgr. Hangbeinlahmheit hinten links. Das Tarsalgelenk hinten links war mgr. gefüllt. Die Provokationsprobe der Zehengelenke war negativ. Bei der Beugeprobe des Tarsalgelenks fiel eine ggr. Beugehemmung auf, die Provokationsprobe war deutlich positiv. Die diagnostische Anästhesie der kleinen Sprunggelenke war negativ, ebenso wie die Anästhesie des großen Sprunggelenkes. Bei der röntgenologischen Untersuchung waren keine besonderen pathologischen Befunde erkennbar, weder an den Zehengelenken, dem Tarsalgelenk noch dem Kniegelenk.

Zur weiteren Diagnostik wurde bei der Stute eine CT-Untersuchung durchgeführt. Im Verlauf der computertomographischen Untersuchung konnten im Bereich der kleinen Sprunggelenke deutliche mgr. osteolyt. und osteobl. Veränderungen diagnostiziert werden. Die Stute wurde konservativ mit Gelenksinjektionen behandelt und mit einem gezielten Aufbauplan nach Hause entlassen. Die Prognose für einen weiteren Turniereinsatz wäre vorsichtig gewesen. Die Prognose für eine vorsichtige freizeitmäßige Nutzung war deutlich besser zu stellen.

Fall 44:

Mgr. osteolyt. und osteobl. Veränderungen im Bereich der kleinen Sprunggelenke bei einer 17-jährigen Warmblutstute



*Abb. 11a (Fall 44):
Röntgenbild (CLR) vom linken Tarsus einer 17-jährigen Warmblutstute ohne besondere pathologische Befunde auch angesichts des Alters des Patienten.*

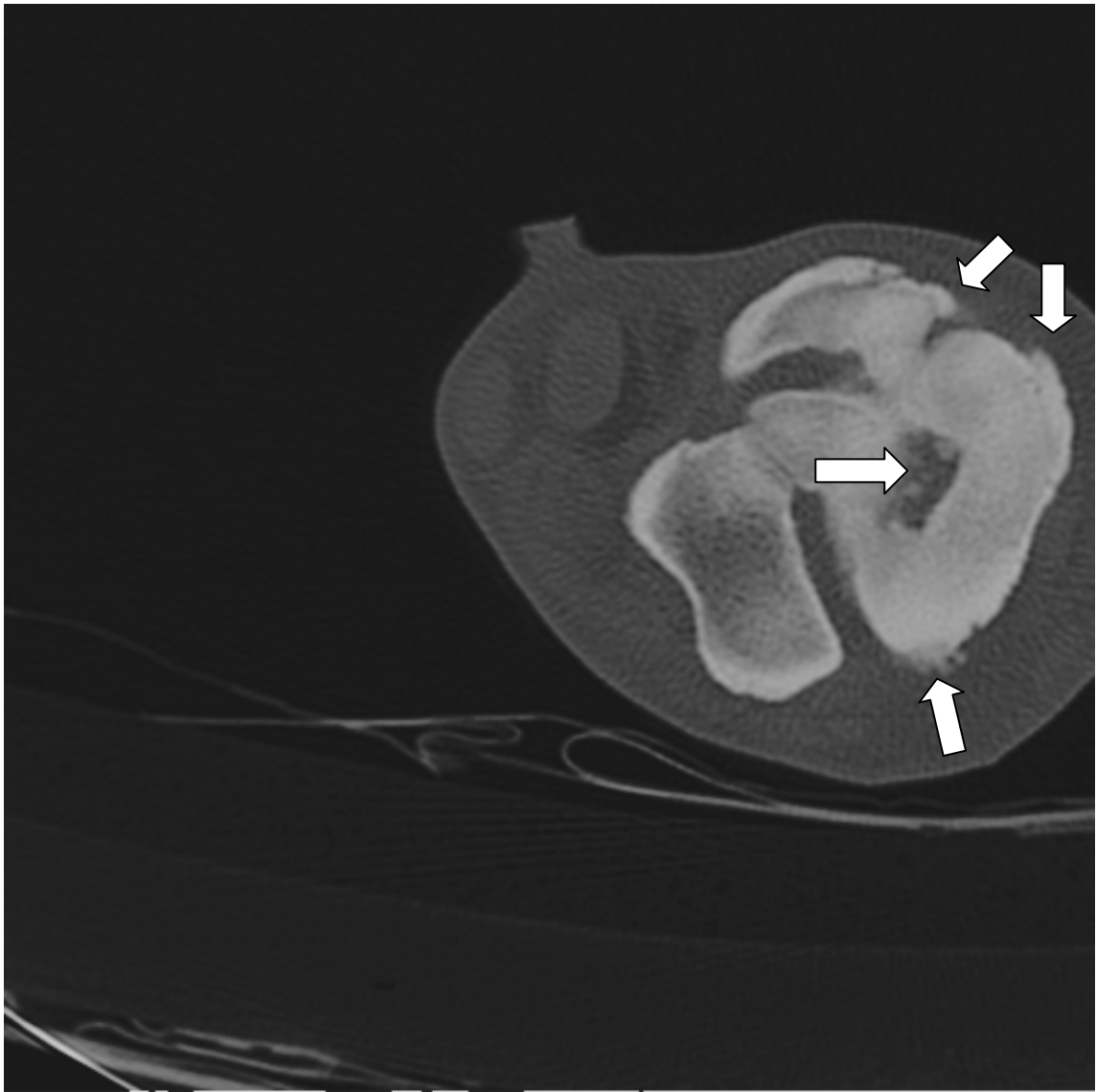


Abb. 11b (Fall 44):
Computertomographischer Transversalschnitt auf Höhe der kleinen Sprunggelenke bei einer 17-jährigen Stute. Deutlich zu sehen sind die osteolyt. und osteobl. Veränderungen im Randbereich sowie die im Zentrum gelegenen Veränderungen.

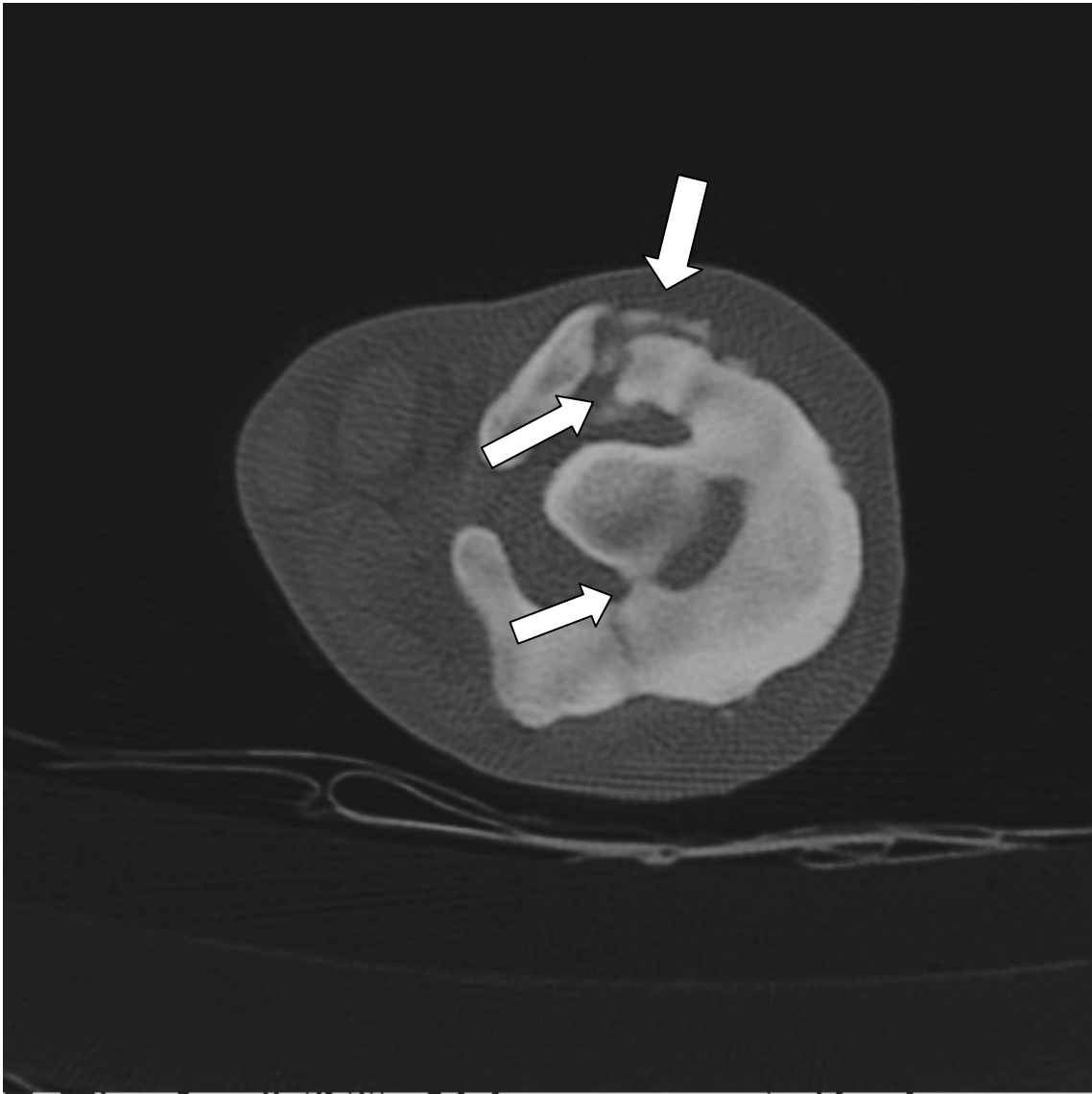


Abb. 11c (Fall 44):
Computertomographischer Transversalschnitt durch das Tarsalgelenke einer 17-jährigen Stute im Bereich der kleinen Sprunggelenke. Auch in dieser Abbildung sind die deutlichen osteolyt. und osteobl. Veränderungen erkennbar.

V. Diskussion

Bei der vorliegenden Arbeit wurde in 50 Fällen die klinische Diagnostik durch eine computertomographische Untersuchung ergänzt. In allen Fällen wurde im Vorfeld eine genaue röntgenologische Befunderhebung vorgenommen. Ziel der Arbeit war es, die Einsetzbarkeit der Computertomographie in der klinischen Befunderhebung als ergänzendes diagnostisches Mittel darzustellen. Um den erfolgreichen Einsatz der Computertomographie in der Lahmheitsdiagnostik darzustellen, wurden die Ergebnisse in mehrere Kategorien unterteilt ausgehend von der Befunderhebung anhand der Röntgenbilder. Die erste Kategorie umfasste die Fälle, in denen bereits eine eindeutige Diagnose an Hand der Röntgenbilder zu stellen war. Der zweiten Kategorie wurden alle Befunde zugeordnet, die an Hand der Röntgenbilder nicht als eindeutige Diagnose bewertet werden konnten. In die dritte Kategorie fielen alle Fälle, bei denen an Hand der Röntgenbilder keine Befunde erhoben werden konnten.

Durch die Durchführung der computertomographischen Untersuchung konnten die Befunderhebungen der vorangegangenen röntgenologischen Untersuchungen nachträglich verifiziert, präzisiert oder auch korrigiert werden. Bei 50 % der Fälle war ausschließlich mit Hilfe der Computertomographie die Erhebung eines pathologischen Befundes möglich.

5.1. Diskussion der Methode

Im Rahmen dieser Untersuchung wurden von 50 Pferden mit Problemen im gesamten Bereich des Tarsalgelenks die beiden bildgebenden Verfahren – Röntgenologie und Computertomographie - hinsichtlich der Darstellbarkeit und der diagnostischen Möglichkeit verglichen.

Die Tatsache, dass es sich bei dieser Studie um eine klinische Arbeit handelt bietet grundsätzlich einen Anhaltspunkt für Kritik. Eine exakte wissenschaftliche Auswertung wie in einem Experiment wird in dieser Form der Arbeit mangels einheitlicher Parameter und dem Fehlen einer Kontrollgruppe erschwert. Die Untersuchungen waren jedoch hinsichtlich der Praktikabilität im Rahmen einer klinischen Studie nicht anders umzusetzen.

Die Röntgenbilder wurden in der Pferdeklinik Aschheim nach den allgemeinen Regeln der Radiologie angefertigt. Die Röntgentechnik muss daher hier nicht weiter besprochen werden. Eine einheitliche Röntgentechnik war aber wünschenswert, so wurde bei Patienten, die mit bereits vorhandenen Röntgenbildern von den überweisenden Tierärzten in die Klinik kamen in Rahmen der Untersuchung in den meisten Fällen die Aufnahmen im wissenschaftlichen Interesse wiederholt um einen besseren Vergleich zu erhalten. Ebenso wurden falsch negativ bewertete Röntgenaufnahmen, soweit sich die Möglichkeit dazu bot, im Anschluss an die CT-Untersuchung in der Klinik mit dem CLR-Gerät wiederholt. Trotz der bereits gewonnenen Erkenntnisse durch die CT-Untersuchung war die Darstellung der veränderten Strukturen röntgenologisch nicht möglich.

Selbst der erfahrenen Untersucher hat gelegentlich in der Röntgenuntersuchung mit einer Grauzone zu kämpfen, da auch ihm keine eindeutige oder vollständige Diagnosestellung möglich ist.

Folgende Fälle sollten in eine gewisse Grauzone eingestuft werden:

1. Der Patient zeigt klinische Symptomatik und einen spezifischen Röntgenbefund, welcher evtl. mit Hilfe eines operativen Eingriffes eine dtl. Verbesserung der Prognose erhalten könnte.
2. Der Patient zeigt klinische Symptomatik und einen unspezifischen Röntgenbefund. In diesem Fall geben die Provokationsproben und die diagnostischen Anästhesien Aufschluss über die klinische Relevanz der röntgenologisch darstellbaren Veränderungen.
3. Trotz klinischer Symptome sind bei dem Patienten keinerlei röntgenologische Veränderungen zu finden. Auch die klinische Untersuchung lässt einen Befund in dem röntgenologisch unauffälligen Bereich vermuten. Ursächlich dafür kann sein, dass über eine längere Zeitspanne hin die funktionelle Störung noch nicht in Form einer strukturellen Veränderung sichtbar war. HANSON et al. (1994) fordert z.B. eine möglichst kurze Zeitspanne zwischen röntgenologischer und computertomographischer Untersuchung. Im Verlauf dieser Arbeit wurde versucht, die Untersuchungen möglichst zeitnah zueinander durchzuführen.
4. Der Patient weist klinisch keine Symptomatik auf, obwohl ein eindeutiger röntgenologischer Befund darstellbar ist. In dieser Studie betrifft dies keinen Fall.

In den oben genannten Fällen ist eine computertomographische Untersuchung Voraussetzung für gesicherte und vollständige Diagnostik. Um die CT-Untersuchung bestmöglich auswerten zu können, muss der Untersucher die Fehlerquellen des Gerätes und der Technik genau kennen. Nur so kann verhindert werden, dass Bildartefakte, die zu Fehldiagnosen führen könnten entstehen. ZECHMEISTER (1998) berichtet über die Vermeidung solcher Fehler.

Der Fortschritt in der Technik ermöglicht eine immer mehr erweiterte Darstellung von Defekten und pathologischen Prozessen. In der Pferdemedizin hat als jüngstes diagnostisches Mittel die Kernspintomographie Einzug gehalten. Diese erlaubt neben der Darstellung des Kopf- und Halsbereiches sowie die distalen Abschnitte der Extremitäten ebenso die Darstellung der Wirbelsäule und der proximalen Extremitäten. Ein Vergleich der Befunde aus der CT mit einer Untersuchung im MRT wäre interessant, jedoch in diesem Falle nicht durchführbar, da es zu einem erheblichen höheren Kostenaufwand gekommen wäre, ebenso wäre ein Einverständnis der Besitzer erforderlich gewesen. Des Weiteren handelt es sich in dieser Studie teilweise um Befundvergleiche aus der Retrospektive.

5.2. Diskussion der Ergebnisse

In der vorliegenden Arbeit wird deutlich, dass mit der Computertomographie (CT) im Vergleich zur klassischen Radiologie viele zusätzliche Informationen gewonnen werden können. Ziel der Arbeit war es darzulegen, ob der Einsatz der Computertomographie in der alltäglichen Lahmheitsdiagnostik sinnvoll und notwendig ist. Im Verlauf der Arbeit wurde deutlich, wie sehr viel mehr und genauer die Diagnostik mit Hilfe der Computertomographie möglich ist. Von den 50 untersuchten Patienten wurden bei 50% (26 Patienten) die röntgenologische Untersuchung mit unauffällig bzw. ohne besonderen Befund abgeschlossen. Bei 8% (3 Patienten) war mit der röntgenologischen Untersuchung eine eindeutige Diagnose zu stellen. Bei den verbleibenden 43% (21 Patienten) waren bei der röntgenologischen Untersuchung zumindest Verdachtsdiagnosen an Hand der Befunde zu stellen. Die Beurteilung der Röntgenbilder erfolgte ausschließlich durch erfahrene Tierärzte und immer unter Beachtung des Röntgenleitfadens.

Im Vergleich dazu waren die Ergebnisse bei der Computertomographischen Untersuchung ebenso eindeutig. Lediglich bei 2% (1 Patient) konnte kein Befund im Bereich des Tarsus erhoben werden. Bei 14% (7 Patienten) diente die CT-Untersuchung als Grundlage und Orientierung für einen operativen Eingriff. In diesen 14% sind auch die 8% mit eindeutigem röntgenologischem Befund enthalten, da alleine an Hand des röntgenologischen Befundes ein operativer Eingriff sehr viel risikoreicher gewesen wäre.

Bei immerhin 32% (16 Patienten) erweiterte sich die Verdachtsdiagnose aus der Röntgenuntersuchung im Verlauf der CT-Untersuchung und lieferte meist ein etwas schwerwiegenderes Problem als aus der Röntgendiagnose heraus zu vermuten war. Bei 50% (26 Patienten) den Patienten, welche in der Röntgendiagnostik ohne Befund hervorgegangen waren, konnten mit Hilfe der CT-Untersuchung Befunde erhoben werden und daraufhin auch therapiert werden. Im Verlauf der ganzen Arbeit verstarben lediglich 2% (1 Patient) an den Folgen der Vollnarkose.

Ziel dieser Arbeit war es, den klinischen Nutzen der CT im Bereich des Tarsus darzustellen. Daher wurden auch nur Patienten einer CT-Untersuchung unterzogen, die einen begründeten Verdacht und /oder eine klinische Problematik im Bereich des Tarsus aufwiesen. Bei einem Großteil von Pferden über einem Alter von 13 Jahren würde wohl bei der Durchführung einer CT-Untersuchung im Bereich des Tarsus eine Befunderhebung möglich sein, wenn auch nur im kleineren Ausmaß. Im Bereich der kleinen Sprunggelenke und deren Bänderverbindungen kommt es meist ab einem gewissen Alter oder einer Veranlagung zu pathologischen Veränderungen, welche dann im CT oder einer pathologischen Untersuchung dargestellt werden könnten (TRAENCKNER 1998).

Die Patienten in dieser Studie wurden in der Pferdeklinik Aschheim immer einer genauen Lahmheitsdiagnostik unterzogen, um sie nicht unnötigerweise einer CT-Untersuchung am Tarsus zu unterziehen. Durch die aufwendige Lagerung wurden die meisten bisherigen Studien am Tarsalgelenk oder auch Fallstudien an Präparaten der Extremitäten zusammen mit pathologischen Untersuchungen durchgeführt (z.B. TRAENCKNER 1998). Für eine vollständige und allumfassende Studie wäre eine histopathologische Untersuchung der betroffenen Gelenke von Interesse gewesen. Dies war im Verlauf dieser Arbeit nicht möglich, da es sich um eine klinische Studie handelt, ohne Präparate und die Tiere in der Regel nach Therapie wieder nach Hause entlassen wurden. Weiter handelt es sich um eine zum Teil retrospektive Studie. Ein entscheidender Punkt für die Relevanz des Einsatzes der Computertomographie im Bereich des Tarsus ist eine sehr gründliche und ausführliche Lahmheitsdiagnostik im Vorfeld. Im Verlauf dieser Untersuchung sollte eine präzise Eingrenzung des Gebietes der Lahmheitsursache erfolgen, denn nur dann macht auch eine computertomographische Untersuchung Sinn.

5.2. Diskussion der Literatur

In der Veterinärmedizin ins besondere in der Großtiermedizin war der Einsatz der Computertomographie wegen verschiedenster praktischer Schwierigkeiten lange Zeit sehr begrenzt. Jedoch wird auch in der Veterinärmedizin, ähnlich wie in der Humanmedizin eine bildliche Analyse pathologischer Veränderungen mit Hilfe moderner medizinischer Untersuchungsverfahren angestrebt (NEUBERTH 1993). Durch den technischen Fortschritt in den letzten Jahren hat die CT nun auch in der Pferdeheilkunde an klinischer Relevanz gewonnen. Auf Grund der recht begrenzten Einsetzbarkeit und der hohen Kosten war bzw. ist die Computertomographie bis heute in der Pferdepraxis noch nicht sehr verbreitet. Dies erklärt auch, weshalb es in den letzten Jahren nur wenige Veröffentlichungen auf diesem Gebiet gegeben hat. In der amerikanischen Literatur gab es schon recht früh Veröffentlichungen, welche aber auf Grund der technischen Fortschritte und der Weiterentwicklung der computertomographischen Anlagen heute als überholt bezeichnet werden. Sehr viele Veröffentlichungen zur Computertomographie erschienen z.B. von BARBEE und ALLEN (1986) oder auch von TITJE (1994,1995, 1996a). Jedoch beliefen sich die meisten Studien auf experimentelle Studien mit Hilfe von Präparaten. Durch den technischen Fortschritt lässt die verbesserte Qualität eine differenzierte Diagnostik zu, welche zu vielen neuen Informationen führten. Hierdurch gewinnt die Computertomographie als modernes Schnittbildverfahren auch in der orthopädischen Diagnostik weiter an Bedeutung.

Der Bereich des Tarsus beim Pferd wurde bisher in der Literatur oft nur an Einzelfällen erwähnt (DE BUHR 2002, BARBEE et al. 1987). Einzelne Veröffentlichung und Fallstudien aus den USA beschäftigten sich nur experimentell an Hand von Präparaten mit dem Tarsalgelenk des Pferdes (BRANCH et al. 2005, Tomlinson et al. 2003). Auch TRAENKNER (1998) beschäftigte sich mit den Verbindungen und pathologischen Veränderungen der kleinen Tarsalgelenke beim Pferd. TRAENCKER verglich nicht nur die röntgenologische Darstellung mit der Darstellung im CT sondern erbrachte weitere aufschlussreiche Erkenntnisse durch die darauf folgende histopathologische Untersuchung.

Die Erkenntnis, dass viele Studien und Veröffentlichungen sich zwar mit dem Vergleich von Röntgendiagnostik und Computertomographie beschäftigten, das Tarsalgelenk jedoch häufig nur als Zufallsbefund oder in experimentellen Studien erwähnt wurde, war der Anlass für diese klinische Studie.

5.4. Möglichkeiten und Grenzen der beiden angewandten bildgebenden Verfahren

Das Röntgen

In der heutigen Lahmheitsdiagnostik ist die Radiologie bereits ein unverzichtbarer Bestandteil. Die Radiologie ermöglicht bei einem relativ geringen Aufwand schnelle Ergebnisse und Überblicke des zu untersuchenden Bereiches. Ferner ist die Radiologie gegenüber der Computertomographie nicht nur deutlich kostengünstiger, sondern der Umgang ist auch mit deutlich weniger Strahlenbelastung für Untersucher und Patienten verbunden und darüber hinaus ist sie ohne Allgemeinanästhesie anwendbar. Die Weiterentwicklung der Röntgenologie brachte zudem mit der Digitalisierung eine deutliche Steigerung und Verbesserung der Darstellung. Die bedeutet einen enormen Informationsgewinn gegenüber der herkömmlichen Folientechnik.

Je nach Lokalisation und Ausmaß der vermuteten Erkrankung stößt die Röntgenologie jedoch an Ihre Grenzen hinsichtlich der Nachweisgenauigkeit. Bei der Diagnostik im Bereich des Tarsus ist es auf Grund der Komplexität der vielen Gelenksverbindungen nur schwer möglich auch mit verschiedenen Aufnahmen aus mehreren Winkeln eine überlagerungsfreie Aufnahme zu bekommen. Es ist in der Regel nur möglich die äußeren Kanten der Gelenkebenen der kleinen Sprunggelenke sowie den äußeren Gelenkspalt des großen Sprunggelenkes zu beurteilen.

Die Computertomographie

Die Nachteile der Computertomographie beim Pferd sind vielfältig und wurden schon von mehreren Autoren beschrieben (z.B. DIK 1993, TELLHELM 1993 und TIETJE 1995).

Der häufigste Kritikpunkt an der Computertomographie auch von Seiten der Besitzer ist die notwendige Vollnarkose, welche je nach Untersuchung oft schon von erheblicher Dauer ist, vor allem auf einen evtl. im Anschluss folgenden operativen Eingriff. Mit dem heutigen Kenntnisstand ist es zwar möglich die Narkose relativ flach zu halten um den Kreislauf des Pferdes zu schonen, doch bedarf es einem erfahrenen Anästhesisten die Tiefe richtig einzuschätzen um die Narkose nur so tief zu halten, damit es nicht zu Bewegungsartefakten kommt, welche eine exakte Beurteilung oft nicht mehr möglich machen. Doch selbst unter optimalen Bedingungen sind eine Vollnarkose und die folgende Aufstehphase für ein Pferd immer mit einem nicht zu unterschätzendem Risiko verbunden. Der Zeitaufwand der Untersuchung kann durch routinemäßiges Arbeiten und genaue klinische Voruntersuchungen in Grenzen gehalten werden ist jedoch im Hinblick auf die Aussagekraft der Bilder und für die Bestätigung einer Verdachtsdiagnose gerechtfertigt.

Weiter ist es notwendig, dass Vollnarkose während der Untersuchung von einem Anästhesisten genau überwacht wird, was zur Folge hat, dass dieser sich während der gesamten Untersuchung am Kopf des Pferdes und somit in unmittelbarer Nähe zur Gantry befindet. Im Verlauf der langen Untersuchung wird mit einer hohen Strahlendosis von über 100 kV und hohen mA-Werten gearbeitet, wodurch der Anästhesist einer lang anhaltenden Streustrahlung ausgesetzt ist. Es scheint sinnvoll zu untersuchen, wie hoch die Streustrahlung tatsächlich ist, welcher der Anästhesist ausgesetzt ist.

Laut Hersteller Angaben ist bei dem hier verwendeten Gerät die Streustrahlung bereits bei einem Abstand von 2,5 m von der Gantry nicht mehr nachweisbar. Dennoch ist es unabdingbar notwendig, eine entsprechende strahlenschützende Einrichtung nahe der Gantry zu platzieren, ebenso wie die zusätzliche Ausstattung des Anästhesisten mit einer Bleischürze.

Auf Grund der begrenzten Weite der Gantry wird die Streustrahlung etwas minimiert, jedoch stellt die Weite der Gantry eine deutliche Einschränkung in den Anwendungsbereichen der Computertomographie dar. Im Kopf und HWS Bereich des Pferdes ist eine Darstellung bis zu den ersten 2-3 Halswirbel möglich. Im Gliedmaßenbereich sind lediglich die distalen Gliedmaßenabschnitte ohne großen Aufwand darstellbar. Im Carpal-/und Tarsalbereich erfordert es ein sehr genaues und exaktes Arbeiten um die zu untersuchende Gliedmaße optimal und ohne Spätschäden des Patienten in der Gantry zu lagern.

Ein weiterer Kritikpunkt sind die mit der Untersuchung verbundenen hohen Kosten für den Besitzer meist sind Pferdehalter erst geneigt in diese aufwendige Diagnostik zu investieren wenn zuvor bereits alle anderen diagnostischen Möglichkeiten und evtl. sogar Therapien erfolglos waren. Jedoch konnte in den letzten Jahren beobachtet werden, dass immer häufiger die Pferdebesitzer in die Untersuchung einwilligen um Kosten durch evtl. erfolglose Therapien einzusparen.

Die Kosten spielen aber nicht nur für den Tierhalter eine entscheidende Rolle, sondern insbesondere auch für den Betreiber des Computertomographen. Der hohe Anschaffungswert eines Computertomographen sowie die Kosten für die regelmäßige Wartung sind zu bedenken. Des Weiteren muss der Betreiber einen geeigneten Standort schaffen, der nicht nur die speziellen Strahlenschutzauflagen erfüllt, sondern auch eine Temperaturkonstanz für den Hochleistungsrechner bietet. Somit sind die Kosten nur tragbar, bei einer möglichst hohen betrieblichen Auslastung des Gerätes. Im Vergleich zur Humanmedizin wird in der Tiermedizin, insbesondere bei reinen Pferdekliniken, auch in den nächsten Jahren lediglich ein Bruchteil der möglichen Auslastung des Gerätes zu erwarten sein. Auf Grund der relativ hohen Kostenintensivität wird die Computertomographie wohl auch weiterhin ein diagnostisches Verfahren bleiben, welches nur von wenigen privaten Pferde- und Kleintierkliniken betrieben werden kann. Auch in wissenschaftlich arbeitenden Einrichtungen wird die Computertomographie in naher Zukunft sicher nicht zur Standardausstattung gehören.

Auch hängt die Qualität der Diagnostik entscheidend von der Kompetenz des Anwenders ab. So sollten genaue anatomische Kenntnisse des zu untersuchenden Gebietes ebenso notwendige Voraussetzungen sein wie auch die technische Vertrautheit und der geschulte Umgang mit dem Computertomographen. Denn eine möglichst schnelle und optimale Bildeinstellung tragen ebenso wie ein reibungsloser Ablauf zur Reduzierung der Narkosedauer bei. Auch ein möglichst schnelles Erkennen und Eingreifen bei gerätebedingten Artefakten sollte gewährleistet sein. Denn die schnelle und exakte Durchführung einer Computertomographischen Untersuchung mit einer dadurch möglichst kurzen Narkosedauer ist oberste Priorität, insbesondere wenn sich an die CT-Untersuchung noch ein chirurgischer Eingriff anschließt.

Auch wenn hier bereits eindeutige Nachteile der Computertomographie erläutert wurden, so ist sie doch der konventionellen Röntgentechnik in mehrfacher Hinsicht eindeutig überlegen.

Die Darstellung der Strukturen in Form von Transversalschnitten liefert nicht nur überlagerungsfreie Bilder sondern ermöglicht ebenso die gleichzeitige Darstellung von Knochen- und Weichteilgewebe. Durch die Verwendung von unterschiedlichen Filtern ist es möglich die einzelnen Gewebestrukturen noch eindeutiger und genauer darzustellen. Zweifelsohne ist ein weiterer Vorzug der Computertomographie auch die abgestufte Darstellung der Radiodensität sowie ihre Quantifizierung durch Bestimmung der Hounsfield-Einheiten (BARBEE et al. 1987a).

Es besteht ebenso die Möglichkeit das zu untersuchende Objekt im Ganzen oder in Teilen in einer dreidimensionalen Darstellung zu rekonstruieren, was z.B. bei einer exakten Bestimmung eines operativen Zugangs sehr hilfreich ist. Die Weiterentwicklung der Computertomographie liefert immer neue Geräte, die auf Grund bessere Bildauflösung und Bildqualität bei dünnerer Schichtdicke immer

mehr Detailinformationen liefern. So ist heute der sog. Einzeiler, welcher immer nur einen Schnitt liefert bereits in der Technik überholt von sog. Mehrzeilern, die bis zu 64 Schnitte pro Strahlungsexposition liefern. Diese Technik ist in der Humanmedizin bereits Standard, es ist jedoch fraglich ob die sog. Mehrzeiler auf Grund des noch höheren Anschaffungswertes in der Tiermedizin in den nächsten Jahren je zum Einsatz kommen.

Die computertomographische Untersuchung stellt in der Tiermedizin ein bildgebendes Verfahren dar, welches die konventionelle Radiologie lediglich komplettieren kann. Als Standardmethode ist die Computertomographie nicht geeignet (BARBEE u. ALLEN 1986). Der Einsatz der Computertomographie ist jedoch empfehlenswert, wenn Verdachtsdiagnosen oder unklare Befunde endgültig abgeklärt werden sollten. Jedoch sollte immer die Verhältnismäßigkeit der Mittel und Methoden gewahrt werden, d.h. dass der Einsatz der Computertomographie erst nach sorgfältiger Voruntersuchung und möglichst genauer Festlegung des zu untersuchenden Bereiches eingesetzt werden sollte.

Bei sinnvoller Kombination der herkömmlichen Röntgenologie mit der Technik der Computertomographie ist es möglich schnell und präzise eine spezifische Diagnose zu stellen. Dies ist auch ein Argument für den Besitzer zur Entscheidungshilfe für eine Computertomographie, denn durch eine schnelle und präzise Diagnosestellung ist es möglich die Kosten gering zu halten und somit den Tierhalter vor all zu großen Enttäuschungen zu bewahren (O'CALLAGHAN 1991a).

Meiner Ansicht nach überwiegen die in dieser Arbeit gewonnenen zusätzlichen diagnostischen Informationen anhand der CT-Untersuchung gegenüber den Nachteilen wie erhöhtes Risiko durch Vollnarkose, Aufwand und Kosten der CT. Es ist jedoch eine genaue vorhergehende orthopädische Untersuchung unabdingbar um eine konkrete Fragestellung zu erhalten. Auch die Kosten für den Patientenbesitzer lassen sich gut argumentieren, insbesondere wenn es sich bei der Erkrankung bereits um einen längeren Krankheitsverlauf handelt, oder konventionelle Untersuchungsmethoden zu keinem Ergebnis geführt haben. Bereits 10-15 CLR Aufnahmen nähern sich dem Kostenaufwand einer CT-Untersuchung. Ebenso übersteigen 3 nutzlose Monate Boxenmiete für ein lahmes Pferd ohne Befund meist die Kosten einer CT-Untersuchung. Somit überwiegen für mich die Vorteile der CT-Untersuchung bei konkreter Indikationsstellung gegenüber den Nachteilen.

VI. Zusammenfassung

Melanie Bareth

Vergleich der röntgenologischen und computertomographischen Darstellung pathologischer Veränderungen am Tarsalgelenk des Pferdes

Die Computertomographie hat in den letzten Jahren in der Lahmheitsdiagnostik als bildgebendes Verfahren immer mehr an Bedeutung gewonnen. Bisher gibt es nur wenige klinische Arbeiten am Tarsalgelenk des Pferdes, welche den diagnostischen Gewinn der CT im Vergleich zum Röntgen untersuchen.

Ziel dieser Arbeit war es daher, den klinischen Nutzen der CT im Vergleich des Röntgens am Tarsalgelenk des Pferdes in der Lahmheitsdiagnostik zu untersuchen. Im Rahmen dieser Arbeit wurden von 50 Pferden röntgenologische und computertomographische Befunde im Zeitraum vom 01.01.2007 bis zum 21.03.2009 erhoben und verglichen. Alle Tiere gehörten zum Patientengut der Tierärztlichen Klinik für Pferde in Aschheim. Eine Selektion nach Alter, Rasse oder Geschlecht fand nicht statt. Die CT Untersuchungen erfolgten mit dem TOMOSCAN M/EG von der Firma Philips - einem Gerät der 3. Generation. Die Patienten wurden im Rahmen einer klinischen Lahmheitsdiagnostik untersucht, in deren Verlauf auch die Röntgenaufnahmen angefertigt wurden. Erst im Anschluss erfolgte die Untersuchung mittels CT. Um die Aussagekraft der beiden bildgebenden Verfahren vergleichen zu können, fand die Einteilung der Untersuchungsergebnisse in die Kategorien „Röntgenbefund eindeutig“, „Röntgenbefund fraglich“ und „röntgenologisch ohne Befund“ statt. In die erste Kategorie fielen 3 der 50 Patienten (8%), in die zweite Kategorie 21 Patienten (43%) und in der dritten Kategorie waren es deutliche 26 Patienten (50%). Um eine weitere Differenzierung und Vergleichbarkeit des Einflusses der CT-Untersuchung zu erhalten, wurden die CT-Ergebnisse in folgende Kategorien eingeteilt: „Röntgenverdacht erweitert“, „CT als OP-Grundlage“, „Neubefundung im CT“, „ohne Befund“ und da es sich um eine klinische Studie handelt „Exitus in Folge der CT Untersuchung“.

In die erste Kategorie fielen 16 der 50 vorgestellten Patienten (32%), bei denen bereits röntgenologisch eine Veränderung erkennbar war. In der zweiten Kategorie waren es 7 Patienten (14%), bei welchen die CT-Untersuchung die Grundlage für einen operativen Eingriff lieferte. Die dritte Kategorie umfasste 25 Patienten (50%), deren röntgenologische Untersuchung ohne Befund war. Bei diesen 50% war erst anhand der CT-Untersuchung eine Befunderhebung möglich. Der Patient in Kategorie vier zeigt, dass bei klinischen Studien ein kleiner Prozentsatz (2%) als Ausreißer betrachtet werden kann. Der Patient aus der letzten Kategorie spiegelt das Risiko der Vollnarkose und die damit verbundenen Risiken wider, die allerdings mit 2% als sehr gering einzustufen sind.

Auf Grund der hier gewonnenen Ergebnisse wird deutlich, dass sich der Einsatz der Computertomographie insbesondere bei unklaren oder bei nicht vorhandenen Röntgenbefunden bewährt, ebenso wie zur genauen Vorbereitung von operativen Eingriffen. Die Computertomographie ermöglicht eine genauere Beurteilung und trägt dadurch zu einer gesicherten Diagnosestellung bei. Dennoch ist eine präzise klinische Voruntersuchung unabdingbar um den zu untersuchenden Bereiche genau einzugrenzen, welcher als Sitz der Lahmheitsursache in Frage kommt.

Der hohe finanzielle und technische Aufwand ebenso wie das erhöhte Risiko durch die erforderliche Vollnarkose werden gerechtfertigt durch das deutlich erhöhte diagnostische Potential.

Summary

Melanie Bareth

Comparison of differential imaging of pathological changes in the equine tarsal joint - radiologic and computertomographic examinations

Computertomography has become a valuable imaging instrument in the equine lameness diagnostic. So far there are only few clinical studies regarding the diagnostic advantages of computertomography compared to radiology.

Therefore, aim of this study has been to evaluate the clinical advantage of CT compared to radiology of the equine tarsus in lameness examinations. 50 horses, examined between the first of January, 2007 and the 21st of March 2009, were included in this study, comparing the radiological and computertomographic findings. All patients were clients in the "Aschheim Equine Hospital". There has been no selection for age, breed or sex. The CT exam has been performed with a TOMOSCAN M/EG by Philips, so called 3rd generation CT. All patients have been examined by thorough lameness exam with following radiographs. Just in the end the examination was concluded by the CT. For grading both imaging procedures they were splitted in different categories: „obvious radiological findings“, „insecure radiological findings“, and „no pathological findings on radiology“. At last there were 3 of 50 patients (8%) in the first category, there were 21 (43%) in the second and obvious 26 patients (50%) in the last category. For further differentiation of the CT influencing the following procedure there has been another categorization in „suspicious radiological findings confirmed“, „CT used as guide for following surgical procedure“, „change of diagnosis after CT“, „no pathological findings“, as this study has been performed under clinic conditions also another category „lethal outcome of CT“ needed to be included.

16 of 50 patients (32%) were counted in the first category; here were already radiological findings evident. In 7 patients (14%) of the second category the CT was used as a guide for surgical procedures. The third category included 25 patients (50%) who had no pathological findings on radiographs but pathological changes found in the CT exam. The single patient in the last category shows that in clinical studies low percentages should be seen as side effects. The patient of the last category represents the standard risks of general anaesthesia, which is not been put too high regarding the 2% result.

Following these results it becomes evident that Computertomography has been proven to be very useful, especially in insecure findings or cases without pathological findings on radiographs, as well as a preparation for surgical procedures. CT enables the user to perform a thorough examination and to secure the diagnosis. However, a precise clinical examination of the patient is essential for determination of the affected area causing the lameness problems.

Higher financial and technical efforts as well as the risk caused by the need for general anaesthesia are equalized by the definitely higher diagnostic potential.

VII. Literaturverzeichnis

- BARBEE, D.D. (1996)
Computed tomography (CT): a dip into the future
Equine vet. J. 28(2), 92
- BARBEE, D.D. und ALLEN, J.R. (1986)
Computed tomography (CT) in the horse: General principles and clinical applications.
Proc. Ann. Conv. AAEP 32, 27-29
- BARBEE, D.D. und ALLEN, J.R. (1990)
Computed tomography und gamma scintigraphy
In WHITE, N.A. und MOORE, J.N.: Current practice of equine surgery
Lippincott Company, Philadelphia, 43-47
- BARBEE, D.D., ALLEN, J.R. und GARVIN, P.R. (1987a)
Computed tomography in horses: Technique.
Vet. Radiol. 5, 144-151
- BOYDELL, P. und CROSSLEY, D. (1997)
CT scanner: toy or tool?
In Practice 19, 572-574
- BRANCH, M.V., MURRAY, R.C. und DYSON, S.J. (2007)
Alteration of distal tarsal subchondral bone thickness pattern in horses with tarsal pain.
Equine vet. J. 39(2), 101-105
- BRANCH, M.V., MURRAY, R.C. und DYSON, S.J. (2005)
Is there a characteristic distal subchondral bone plate thickness pattern in horses with no history of hindlimb lameness?
Equine vet. J. 37(5), 450-455
- BRAUN, A. (2001)
Computertomographische Untersuchung von Erkrankungen der Kopforgane und der Nackenregion des Pferdes
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, LMU München
- BUDRAS, K.-D. und RÖCK, S. (1994)
Atlas der Anatomie des Pferdes
Schlütersche Verlagsanstalt, 2. Auflage, Hannover
- CHEUNG, T.K. und THOMPSON, K.N. (1993)
A quantitative study of the proximal sesamoid bones in thoroughbred horses using computed tomography.
J. Biomech. 27(6), 794-798
- DAFFNER, R.H. (1980)
Visual illusion in computed tomography: Phenomena related to mach effect.
Am. J. Roentgenology 134(2), 261-264

- DE BUHR, W. (2002)
Vergleich der röntgenologischen und computertomographischen Darstellbarkeit subchondraler Knochenzysten beim Pferd
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, LMU München
- DIEHL, M. und CORDEY, J. (1983a)
Knochendensitometrie: Mittels axialem Tomograph „Isotom“ am gesunden und kranken Strahlbein beim Pferd „in vitro“.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 96, 305-307
- DIEHL, M. und CORDEY, J. (1983b)
Die Computertomographie des Strahlbeines.
In: KNEZEEVIC, P. „Orthopädie bei Huf- und Klautentieren.“
Verlag Schlüter, Hannover
- DIK, K.J. (1993)
Möglichkeiten und Grenzen der Computertomographie: Tagung über Pferdekrankheiten
Equitana Essen 10, 23
- FREY, M.A.H. (2002)
Zur Computertomographie am Karpalgelenk des Pferdes
Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover
- HATAMI FARIDI, M. (2001)
Diagnostische Genauigkeit der CT-Untersuchung an Präparaten der Gleichbeinregion von Pferden im Vergleich zur konventionellen Röntgendarstellung und Sektion mittels exemplarischer Gegenüberstellung und eines personell unabhängig bewerteten Scores.
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, LMU München
- HAYES, C.W. und CONWAY, W.F. (1992)
Evaluation of articular cartilage: Radiographic and Cross-sectional imaging techniques.
Radio Graphics 12, 409-428
- HENNINGER, W. und MAYRHOFER, E. (1998)
3D-Reconstruction of CT-Images in Horses
Vet. Radiology & Ultrasound 40(2), 184
- HERTSCH, B., HAACK, D., TRUMMER, R., DÖHRING, W. und DE LAAT, F.L.M.A.H. (1988b)
Ein Vergleich der Darstellung des Strahlbeins beim Pferd mit Hilfe der herkömmlichen Röntgenübersicht nach Oxspring, der konventionellen Verwischungstomographie, der digitalen Lumineszenzradiographie, der Computertomographie und der Kernspintomographie.
Pferdeheilkunde 4(2), 67-72
- HERTSCH, B. und ZELLER, R. (1976)
Röntgenologische Veränderungen am Strahlbein und Ihre Beurteilung.
Der Prakt. Tierarzt, Collegium veterinarium 1976, 14-19
- HOFMANN, R. und SCHÖNBAUER, M. (1982)
Zur Diagnose der Osteochondrosis Dissecans des Pferdes.
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 95, 26-30

-
- HORNOF, W.J., O'BRIEN, T.R. und POOL, R.R. (1981)
Osteochondrosis dissecans of the distal metacarpus in the adult racing thoroughbred horse.
Vet. Radiol. 22(3), 98-106
- HORSTMANN, W. (2000)
Computertomographische Untersuchung des Strahlbeins und des Hufgelenks der Pferdezehe.
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, LMU München
- HOUNSFIELD, G.N. (1979)
Computed Medical Imaging
J. Comp. Ass. Tomography 4(5), 665-674
- HUEBNER, K.H. (1985)
Computertomographie
2. Auflage, Thieme Verlag, Stuttgart
- JELDEN, G., SUFKA, B., ARNOLD, J., RODRIGUEZ-ANTUNEZ, A., DOERING, E., LAVIK, P. und
TURNBULL, R. (1977)
New dimensions in computed tomography.
Radiology 123, 213-215
- KASER-HOTZ, B. SARTORETTI-SCHEFER, S. und WEISS, R: (1994)
Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging of the normal Equine Carpus.
Vet. Radiology & Ultrasound 35(6), 457-461
- KLEITER, M. (1996)
Vergleich der Computertomographie, Magnetresonanz und der konventionellen Röntgenuntersuchung
an der Zehe des Pferdes.
Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien
- KÖNIG, H.E. und LIEBICH, H.G.
Anatomie der Haussäugetiere, Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis
3. Auflage, Schattauer Verlag
- KRÜGER, K. (1996)
Beispiele von Knochenszintigraphie und Computertomographie aus der Praxis.
Der Prakt. Tierarzt 3, 196-201
- LEHR, J.L. (1983)
Truncated view artefacts: Clinical importance on CT
Am. J. Röntgenol. 141, 183-191
- LUTZ, H. (2007)
Indikationen für den Einsatz von Schnittbildverfahren (Computertomographie) bei der
Lahmheitsdiagnostik beim Pferd.
Vortrag anl. d. Bayr. Tierärztetages 2007

- MÄULE, M. (2002)
Densitometrische Untersuchungen anhand der Computertomographie an der distalen Vordergliedmaße beim Pferd.
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, LMU München
- MARTENS, P. und ASBJÖRN, T. (2000)
Identification by Computed Tomography of Radiographically Occult Lesion in the Distal Phalanx of a Standardbred Racehorse.
Equine Practice 22:3, 13-15
- METTHIESEN, G. (1984)
Die Arthrographie des Kniegelenks beim Pferd.
Dissertation, Tierärztliche Hochschule Hannover
- MAYERHOFER, E. und HENNINGER, W. (1995)
Computertomographie in der Veterinärmedizin: Eine Revolution in der bildgebenden Diagnostik.
Vet. Spiegel 1, 14-22
- MAYRHOFER, W. (2005)
Wertigkeit klinischer, radiologischer und computertomographischer Befunde bei der Diagnostik von Karpalgelenkserkrankungen beim Pferd.
Dissertation, Veterinärmedizinische Universität Wien
- NEUBERTH, M. (1998)
Bildgebende Verfahren in der Veterinärmedizin.
Tierärztl. Praxis, Sonderheft 68-72
- NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E: (1992)
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere.
Verlag Paul Parey, Band 1, 7. Auflage, Berlin
- O`CALLAGHAN, M.W. (1991a)
The integration of radiography and alternative imaging methods in the diagnosis of equine orthopaedic disease.
Equine Practice 7(2), 339-364
- O`CALLAGHAN, M.W. (1991b)
Future diagnostic methods: A brief look at new technologies and their potential application to equine diagnosis.
Equine Practice 7(2), 467-479
- PETERSON, P.R. und BOWMAN, K.F. (1988)
Computed tomographic anatomy of the distal extremity of the horse.
Vet. Radiology 29, 147-156
- PHILIPS (1994)
Computertomographie: Grundlagen und Anwendung
Philips Medizin Systeme Unternehmensbereich der Philips GmbH, Hamburg

RADEMACHER-SÜß, R. (2001)

Die computertomographische Untersuchung der distalen Zehenregion des Pferdes unter besonderer Berücksichtigung des Hufgelenkes und der Hufrolle.

Dissertation, Universität Giessen

RIGGS, C.M., WHITEHOUSE, G.H. und BOYDE, A. (1999a)

Pathology of the distal condyles of the third metacarpal and third metatarsal bones of the horse.

Equine vet. J. 31(2), 140-148

RIGGS, C.M., WHITEHOUSE, G.H. und BOYDE, A. (1999b)

Structural variation of the distal condyles of the third metacarpal and third metatarsal bones in the horse.

Equine vet. J. 31(2), 130-139

RÖNTGENKOMMISSION: HERTSCH, B. GERHARDS, H., JAHN, BRUNKEN, R. (2007)

Röntgenuntersuchung im Rahmen der Ankaufsuntersuchung

Ergebnisprotokoll des 3. Treffens

ROSENSTEIN, D.S. (1996)

Computed tomography: What it can do and cannot do.

Proc. Ann. ACVS Symposium, Large Animal, California, 83-85

SINSBECK, H. (1997)

Die computertomographische Untersuchung des Fesselgelenks beim Pferd im Vergleich zur konventionellen Röntgenuntersuchung.

Dissertation, Veterinärmedizinische Fakultät der Universität Bern

STASHAK, T.S. (1989)

Adam's Lahmheiten bei Pferden

Verlag Scharper, 4. Auflage, Hannover

TELLHELM, B. (1993)

Die Computertomographie – technische Grundlagen und diagnostische Möglichkeiten

Vortrag anl. d. 4. Pferdefachtagung der Tierklinik Kerken und der Auwald Tierklinik am 4.12.1993, Straelen

TIETJE, S. (1994)

Die Computertomographie im Ursprungsgebiet des Musculus interosseus beim Pferd.

Hungarian vet J. 50, 305-309

TIETJE, S. (1995)

Die Computertomographie im Strahlbeinbereich des Pferdes: ein Vergleich mit der konventionellen Röntgendarstellung.

Pferdeheilkunde 11, 51-62

TIETJE, S. (1996a)

Die Integration der Computertomographie in die Lahmheitsdiagnostik beim Pferd.

Bundesverband Prakt. Tierärzte, Kongress 58-59

TIETJE, S. (1996b)

Zur Bedeutung der Computertomographie beim Pferd Teil 1: Erkrankungen an Kopf und Hals.
Der Prakt. Tierarzt 77(12), 1090-1098

TIETJE, S. (1996c)

Zur Bedeutung der Computertomographie beim Pferd (243 Fälle). Teil 2: Erkrankungen an den Gliedmaßen.
Der Prakt. Tierarzt 78(1), 35-43

TIETJE, S. (1997)

Computertomographie (CT) und Kontrast-CT bei orthopädischen Erkrankungen des Pferdes.
Proc. Int. Symp. Diagnostik beim Pferd, Bad Homburg, 21-26

TOMLINSON, J.E., REDDING, W.R., BERRY, C. und SMALLWOOD, J.E. (2003)

Computed tomographic anatomy of the equine tarsus.
Vet. Radiol. & Ultrasound, 44(2), 174-178

TRAENCKNER, C.M. (1998)

Vergleich radiologisch und computertomographisch erhobener Befunde an den straffen Tarsalgelenken des Pferdes.
Dissertation, Justus-Liebig-Universität Gießen

UELTSCI, G. (1993)

Zur Röntgendiagnostik von degenerativen Gelenkserkrankungen beim Pferd.
Wien. Tierärztl. Mschr. 80, 81-87

WHITTON, R.C., BUCKLEY, C., DONOVAN, T., WALES, A.D. und DENNIS, R. (1998)

The Diagnosis of Lameness Associated with Distal Limb Pathology in a Horse: A Comparison of Radiography, Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging.
The Vet J. 155, 233-229

WISSDORF, H., OTTO, B., HERTSCH, B. und HUSKAMP, B. (1998c)

Kapitel: Tarsalgelenk
Praxisorientierte Anatomie des Pferdes, Scharper Verlag

ZECHMEISTER, R. (1998)

Die computertomographische Darstellung der Kopforgane des Pferdes unter besonderer Berücksichtigung der Nasennebenhöhlen und Zähne
Dissertation, Tierärztliche Fakultät, LMU München

VIII. Anhang

Abkürzungsverzeichnis

Abspr.	Absprengung
A´kopie	Athroskopie
Ausz.	Ausziehung
bds	beidseits
BSS	Beugesehnenscheide
dt.	deutsches
dist.	distal
dtl.	deutlich
engl. VB	englisches Vollblut
FT	Fesselträger
FTU	Fesselträgerursprung
Gel.	Gelenk
ggr.	geringgradig
gr.	groß
HbLH	Hangbeinlahmheit
hgr.	hochgradig
i. Ausb.	In Ausbildung
i.B.	Im Bereich
kl.	klein
lat.	lateral
li.	links
med.	medial
mgr.	mittelgradig
neg.	negativ
o.b.B.	ohne besonderen Befund
osteobl.	osteoblastisch
osteolyt.	osteolytisch
pos.	positiv
prox.	proximal
Quarter H.	Quarter Horse
Re.	rechts
Rez.	rezidivierend
SG	Sprunggelenk
StbLH	Stützbeinlahmheit
TG	Tarsalgelenk
TA	Tarsus
undtl.	undeutlich
Veränd.	Veränderung
Verd.	Verdacht
WB	Warmblut

Danksagung

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. Hartmut Gerhards, möchte ich herzlich für die Überlassung des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Anfertigung dieser Arbeit danken.

Ein besonderer Dank gilt der Tierärztlichen Klinik für Pferde in Aschheim. Hier hatte ich die Möglichkeit den praktischen Teil der Arbeit durchzuführen. Ich danke allen Kolleginnen und Kollegen in der Klinik, die mich bei der Durchführung der Untersuchungen unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt Frau Dr. Anja Schütte, die mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand und bei Hindernissen die richtigen Worte fand.

Für die Möglichkeit, die Tücken der Textverarbeitung zu überwinden, sowie für die Benutzung der Büroräume und der technischen Geräte, danke ich ganz herzlich Gerhard und dem Büroteam in Stuttgart. Danke für die vielen freundlichen und aufmunternden Worte.

Mein ganz besonderer Dank gilt jedoch meiner Mutter, die mich in allen Phasen dieser Arbeit sehr geduldig unterstützt hat. Ohne ihren Einsatz wäre weder das Studium der Tiermedizin noch diese Arbeit möglich gewesen.

Lebenslauf

Name: Bareth, geb. Merz*
Vorname: Melanie Kristina
Geboren: 28.04.1979
Ort: Leutkirch im Allgäu

Vater: Franz Merz, 21.01.1950 Elektriker
Mutter: Theresia Bareth-Lugert, 17.12.1952
Beruf: Sozialversicherungsfachangestellte

Schulen: Grundschule Bad Wurzach
 09/1985 – 07/1986
 Grundschule Leutkirch im Allgäu
 09/1986 – 07/1989
 Salvatorkolleg Bad Wurzach
 09/1989 – 12/1989
 Anna-Essinger-Gymnasium Ulm
 01/1990 – 06/1998

Abitur: 22.06.1998

Ausbildung: Pferdewirtin Z/H im Haupt- und Landgestüt Marbach
 09/1999 – 09/2000
 Davor verschiedene Auslandsaufenthalte u.a. in USA (3 Monate)
 und Frankreich (3 Monate)

Beginn des Studiums der Tiermedizin an der LMU
 (Ludwig-Maximilians-Universität) in München
 10/2000 – Abschluss 02/2007

Staatsexamen: 08.02.2007

Approbation: 09.03.2007

Dissertation: seit Oktober 2007 an der Chirurgischen Tierklinik der
 Ludwig –Maximilians-Universität, Pferdeabteilung
 Vorstand: Prof. Dr. H. Gerhards

Tierärztl. Tätigkeit: seit 01.03.2007 Angestellte als Assistenztierärztin in der
 Pferdeklunik Aschheim, Dr. Lutz, Dr. Heidbrink

*seit der Scheidung meiner Eltern, trage ich den Geburtsnamen meiner Mutter