

# Computertomographische Befunde am Strahlbein und Hufgelenk von Präparaten der Pferdezehe im Vergleich zur herkömmlichen Röntgendarstellung

Wigo Horstmann, Hartmut Gerhards und Monika Hatami-Fardi

Pferdeabteilung der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität-München

## Zusammenfassung

Im Zeitraum Januar 1998 bis März 1999 wurden 84 Gliedmaßenpräparate von 29 Pferden computertomographisch und konventionell röntgenologisch untersucht. Die Präparate stammten von Pferden aus dem Patientengut der Chirurgischen Tierklinik der Universität München, die aus anderen Gründen als einer Lahmheit euthanasiert worden waren. Es wurden vornehmlich mittelalte Warmblüter in die Studie einbezogen (1-23 Jahre, im Mittel 10,4 Jahre, 12 Wallache, 13 Stuten, 4 Hengste). Die insgesamt 34 pathologischen Zufallsbefunde der untersuchten Präparate präsentierten sich sowohl im computertomographischen Bild als auch im Röntgenbild nahezu identisch. Nur in einem Fall konnte durch die computertomographischen Untersuchungen ein pathologischer Befund (Chip-Fragment im Ligamentum distale impar) erhoben werden, der sich in den konventionellen Röntgenaufnahmen nicht dargestellt hatte. Die Vorteile der Computertomographie lagen im wesentlichen in der besseren Detailauflösung und der guten Darstellbarkeit der Knochenstruktur.

**Schlüsselwörter:** Hufgelenk, Strahlbein, Pferdezehe, Computertomographie, Röntgendarstellung

## Computed tomography in the navicular bone and in the distal interphalangeal joint of equine digit specimen compared to conventional radiography

From January 1998 to March 1999, 84 cadaver limbs of 29 horses were examined by computed tomography and by conventional radiography. All horses had been patients of the Department of Equine Surgery of the Ludwig-Maximilians-University of Munich. Mostly middle aged Warmbloods (1 to 23 years, 10.4 years in middle, 12 geldings, 13 mares, 4 stallions) were included in this study. Some exemplary pathological alterations are demonstrated and commented upon. The benefits and disadvantages of this technique are weighed in comparison to standard radiography. It is a methodical comparison of radiographic techniques on horse cadaver limbs. The specimen were scanned with a computer tomograph (Siemens, AR.T). The scans and radiographs obtained by the traditional x-ray method were evaluated and the results compared. The specimen with pathological findings were prepared in order to show morphologic alterations. Most of the accidentally found pathological alterations were seen on both radiography and CT. In one of the 34 accidentally found pathological findings, a chip fragment in the distal impar ligament was obvious, only when CT was used. The more detailed and high resolution pictures of the bony structures may be an advantage of the CT images. CT is a highly differentiated tool for the diagnosis of bone alterations of the coffin joint and, with certain restrictions, could even show the findings of the adjacent structures. With respect to the technical and financial expenditure, and the risks for the patient, caused by general anaesthesia, CT cannot be recommended as a routine diagnostic tool for examining the coffin joint, due to the poor advantage. Thus, conventional radiography of the distal horse's limb seems to be preferable when compared with CT. Especially when the inadequate ratio between effort and efficacy is considered. In some borderline cases and in scientific research it has a legitimation as a very highly specific method, as well as presenting a very efficient tool to demonstrate anatomical structures in context with veterinary education. However, according to the literature, there are some indications on other regions of interest in the horse, like the head or collum, where CT is of an higher diagnostic value than any other technique.

**Keywords:** coffin joint, navicular bone, equine digit, computed tomography, radiography

## Einleitung

Das Hufgelenk des Pferdes dient dazu, eventuelle Bodenunebenheiten bei der Fortbewegung auszugleichen, während das Strahlbein die Funktion einer Umlenkrolle für die tiefe Beugesehne besitzt und gleichzeitig den palmaren bzw. plantaren Abschnitt des Hufgelenkes bildet. Obwohl Hufgelenk und Strahlbein durch die Hornkapsel vor äußeren Einwirkungen relativ gut geschützt sind, stellen Erkrankungen des Hufgelenkes und des Strahlbeins einen häufigen Lahmheitsgrund dar (Schröer 1999). Aufgrund der nur begrenzten Möglichkeiten zur klinischen Untersuchung der genannten Strukturen stößt der Untersucher in diesem Bereich schnell auf Probleme. Off

wird für die weiterführende Diagnostik eine röntgenologische Untersuchung notwendig. Aber auch hierbei ist aus anatomischen Gründen eine optimale Darstellung der Hufgelenkregion kaum möglich, da die Anordnung der am Gelenk beteiligten Strukturen keine überlagerungsfreien Projektionen mit der herkömmlichen Röntgen-Technik (Oxspring 1935) zulässt. Im Gegensatz dazu erlaubt die Darstellung mit einem Computertomographen (CT) durch Errechnung von Schnittbildern eine räumliche Zuordnung der untersuchten Strukturen. Es sollen im Folgenden Leistungsfähigkeit und Grenzen der computertomographischen Untersuchung von Hufgelenk und Strahlbein im Vergleich mit qualitativ hochwertigen konven-

tionellen Röntgenbildern dieser Region dargestellt werden und es soll kritisch hinterfragt werden, ob der erheblich größere Aufwand für die Erstellung computertomographischer Bilder gerechtfertigt ist.

## Material und Methode

### Patientengut, Selektionskriterien, Präparate

In der Zeit vom 01.01.1998 bis zum 30.03.1999 wurden in der Chirurgischen Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München insgesamt 84 Gliedmaßenpräparate von 29 Pferden computertomographisch und parallel mit Hilfe konventioneller Film-Folien-Technik röntgenologisch untersucht. Alle Präparate stammten von in der Klinik verstorbenen oder eingeschläferten Tieren, deren Krankengeschichten nachvollziehbar waren. Um eine bessere Vergleichbarkeit zu gewährleisten wurden vornehmlich Präparate von mittelalten Warmblutpferden (1 - 23 Jahre, im Mittel 10,4 Jahre, 12 Wallache, 13 Stuten, 4 Hengste) verwendet. Es wurden sowohl Vorder- als auch Hintergliedmaßen in die Studie einbezogen. Alle Gliedmaßen wurden adspektorisch und palpatorisch auf auffällige Befunde untersucht, im Karpus bzw. Tarsus abgesetzt und gekennzeichnet. Von jedem Präparat wurden im frischen Zustand sowohl CT- als auch Röntgenaufnahmen und, soweit möglich, anatomische Gefrierschnitte angefertigt.

### Aufnahmetechniken

#### Röntgenaufnahmen

Die Präparate wurden in normalanatomischer Position mit einer Haltevorrichtung fixiert und es wurden Standardprojektionen im latero-medialen Strahlengang (90°, 60 kV, 14 mAs) und im dorso-palmaren/plantaren (0°, 66 kV, 40 mAs) sowie Aufnahmen nach der Oxspringtechnik auf einem Oxspring-Klotz mit einem Film-Objekt-Abstand von 100 cm (66 kV, 40 mAs) auf Fuji-Film (Fuji Film, Fuji Medical X-Ray-Film Super HR-E 30) im Format 24 x 30 cm angefertigt. Es fanden ausschließlich Röntgen-Kassetten der Firma Kodak (Modell X-Omatic mit Kodak Lanex fine screen-Verstärkerfolien) Verwendung. Als Röntgenstrahler diente ein an einem Deckenstativ montiertes Gerät der Firma Siemens, Erlangen (Polydoros 80).

#### CT-Aufnahmen

Die CT-Aufnahmen wurden an einem handelsüblichen Computertomographen der dritten Generation (Somatom AR.T, Firma Siemens, Erlangen) angefertigt. Zur Erstellung eines Topogramms (ein dem konventionellen Röntgenbild ähnliches Übersichtsbild) wurde das Untersuchungsobjekt einmal durch die Gantry gefahren, wobei die Röntgen-Detektoreinheit dorso-ventral arretiert war. Danach wurden die einzelnen Scan-Bereiche ("range") und die Parameter Schnittdicke, Tischvorschub, Röhrenspannung und Auslesemodus eingestellt. Das erste entstandene Schnittbild diente als Referenzbild, an dem nachträglich verschiedene Einstellungen optimiert werden konnten. Die Einstellungen wurden jeweils dem einzelnen Objekt angepasst, wobei die Richtwerte nach Tabelle 1 Anwendung fanden.

Die Auswertung der Röntgen- und CT-Aufnahmen erfolgten zeitlich und personell getrennt voneinander an einem einblendbaren Röntgenbildbetrachter. Alle pathologischen

Befunde (Zufallsbefunde) wurden unter Zuhilfenahme eines Beurteilungsbogens durch den jeweiligen Untersucher dokumentiert. Die Beurteilungsbögen wurden an die Beurteilungskriterien des "Ergebnisprotokoll des 1. und 2. Treffens der Röntgenkommission am 14.04.1993 in Utrecht und am 01.07.1993 in Zürich" angelehnt, das verschiedene Standardprojektionen und Bewertungen von Röntgenbefunden vorgibt, die im Hinblick auf eine Kaufuntersuchung beim Pferd als Leitfaden dienen sollten. Anschließend wurden die Ergebnisse der Befundbögen miteinander verglichen. In einzelnen Fällen wurden die röntgenologischen und computertomographischen Befunde mit den anatomischen Schnittbildern der gefrorenen Präparaten verglichen.

## Ergebnisse

In Tabelle 2 sind die röntgenologisch und computertomographisch an den einzelnen Präparaten erhobenen Befunde gegenübergestellt. Diese Untersuchung zeigt, dass die meisten röntgenologischen Befundungskriterien der Hufgelenkregion auf die computertomographischen Befundungskriterien übertragen werden können, und dass sich Art und Lokalisation der mit beiden Untersuchungsmethoden erhobenen Befunde nahezu vollkommen decken. Ferner können ganz-

Tab 1 Richtwerte der verwendeten Computertomographischen Untersuchungsmodi

	Untersuchungen der knöchernen Strukturen	Untersuchungen der Weichteilstrukturen
Röhrenspannung:	110 kV bei 50 mA	110kV bei 100 mA
Belichtungszeit:	3 Sekunden	2 Sekunden
Schnittdicke:	2mm	3mm
Tischvorschub:	1mm (überlappende Darstellung)	3mm
Faltungskern:	AH 8 (adult head)	AB 4 (adult body)
Modus:	sharp (scharfe Kantenaufteilung für Knochendarstellung)	standard (geeignet für Weichteilaufnahmen)
Fensterbreite (width):	2000 HU	500 HU
Fenstermitte (center):	700 HU	40 HU

heitliche Veränderung der Kontur sowie die wirklichen Größenordnungen von Defekten erst durch 3D-Rekonstruktionen und sekundäre Hilfsebenen sichtbar gemacht werden.

## Diskussion

Es konnten im Verlauf der Untersuchungen im Bereich des Strahlbeins und seiner Umgebung folgende pathologische Veränderungen untersucht werden:

### Veränderungen am Strahlbein

#### Erweiterte Canales sesamoidales

Es konnten einzelne stark erweiterte Canales sesamoidales röntgenologisch und computertomographisch nachgewiesen werden. Sie werden von einigen Autoren als das wesentlichste Kriterium für die röntgenologische Beurteilung eines Krankheitsgeschehens im Formenkreis der Podotrochlose herangezogen (Wintzer 1970; Huskamp und Becker 1980). Gegen eine Überbewertung dieses einzelnen Kriteriums plädieren Hertsch und Zeller (1976) sowie Verschooten et al.(1987). Hertsch et al. (1982) wiesen nach, dass die Gefäße nur randständig die knöchernen Kanäle penetrieren und der weitaus größere Anteil des Volumens von Synovia ausgefüllt wird. Sie ziehen eine mechanische auf Flüssigkeitsdruck basierende Pathogenese für die Erweiterung der Löcher in

Betracht. Die von uns gefundenen erweiterten Kanäle kamen zumeist kombiniert mit anderen zum Formenkreis der Podotrochlose gehörenden Veränderungen vor (Abb.1). Anzahl und Ausprägung der Kanäle ließen sich im computertomographischen Bild oft besser beurteilen als auf dem korrespondierenden Röntgenbild. Mittel- und hochgradige Veränderungen konnten aber auch auf dem Röntgenbild gut wahrgenommen werden.

#### Sklerosierung im Bereich der Spongiosa

Die Sklerosierung der Strahlbeinspongiosa kann in allen erdenklichen Stufen vorkommen. Im Endstadium weist die Spongiosa eine ähnliche Dichte wie die Kompakta auf (Branscheid 1977; Diehl und Cordey 1983). Die Knochenlamellen werden massiv verdickt und die Markräume schmelzen bis zum völligen Verschwinden ein. Ein Strukturwechsel zwischen den beiden Kompakten und der Spongiosa ist nicht mehr festzustellen. Oft sind zystoide Defekte und Sklerosierung kombiniert. Dieser sklerotische Saum erschwert die Diagnose im Röntgenbild durch Dichtesummation (Hatami Fardi 2001), wohingegen seine Darstellung computertomographisch genauer und gegebenenfalls früher als auf Röntgenaufnahmen möglich ist. Die Computertomographie zeigt durch ihre Schnittbildtechnologie eindrucksvoll die bestehenden Veränderungen an der knöchernen Matrix und eröffnet damit auch

**Tab 2** Vergleich der Erkennbarkeit der Befunde. + = eindeutig identifizierbarer Befund, +/- = erkennbarer, aber in der Beurteilung schwieriger Befund, - = Befund konnte mit dieser Methode nicht festgestellt werden. Strahlbein (SB), distal (dist.), proximal (prox.)

Veränderung	Computertomogr.	Röntgen	anatomisch-morph.
Chip am Proc. extensorius	+	+/-	+
Chip am dist. SB-Rand	+	+/-	+
Chip am prox. SB-Rand	+	+	+
SB-Fraktur	+	+	+
Hufknorpelverknöcherung	+	+	+
Hufrehe	+	+	+
Zystoide Defekt im SB	+	+	+
Erweiterte Kanäle	+	+	+
Sklerosierung des SB	+	+/-	+
Gelenkflächenveränderung	-	-	+
Hufgelenkschale	+	+	+

neue Möglichkeiten für die Früherkennung der Podotrochlose (Ueltschi 1983a,b; Hornkamp 1991).

#### Zysten in der Spongiosa

Zysten kommen auch am Strahlbein vor, wobei sie sich jedoch wegen der geringeren Schichtdicke des Knochens meistens auch röntgenologisch gut darstellen lassen. Zudem müssen die Defekte auch im computertomographischen Bild eine bestimmte Größe aufweisen, damit der Rechner den Dichteunterschied erkennt und nicht durch Wertmittelung unkenntlich macht. Meist gehen diese zystoiden Defekte mit einer erheblichen Sklerosierung ihrer Umgebung einher, welche sich dadurch röntgenologisch besonders eindeutig diagnostizieren lassen. Es kann sogar zur völligen Lyse der knöchernen Struktur an der Facies flexoria kommen. Im Fachjar-

gon wird dann von einem "zentralen Durchbruch" gesprochen. Ein so schwerwiegend gearteter Defekt führt meistens zu einer sekundären Schädigung der tiefen Beugesehne und einer Verwachsung mit derselben (Hertsch und Zeller 1976). Im Weichteilmodus können solche Veränderungen auch anhand einer CT-Untersuchung sichtbar gemacht werden. Desweiteren scheint sich die Kernspintomographie für die Darstellung solcher Befunde gut zu eignen (Dyson et al. 2003).

#### Frakturen

Strahlbeinfrakturen, sofern sie noch nicht zu alt sind und sich keine großen Dislokationen eingestellt haben, unterliegen röntgenologisch einer besonderen Schwierigkeit bezüglich der Diagnostik, da die Frakturlinie oft mit einer Strahlfurche, die sich in der Oxspringaufnahme ähnlich projiziert, verwechselt werden kann und somit unentdeckt bleibt. Es wurden sowohl spontane, pathologische als auch Zusammenhangstrennungen aufgrund verschiedener Ossifikationszentren beschrieben (Hertsch und Königsmann 1993; Schröer et al. 2000). Während die meisten dieser Veränderungen an den Vorderbeinen beschrieben wurden, gelang es Kaser-Hotz et al. (1991) auch in zwei Fällen Strahlbeinfrakturen traumatischer Ätiologie an den Hintergliedmaßen von Pferden nachzuweisen. Die im Rahmen dieser Studie gefundenen Frakturen



**Abb.1** CT-Darstellung der Hufgelenkregion auf Höhe des Strahlbeins. Zu sehen ist eine Strukturveränderung im Sinne einer Sklerosierung sowie erweiterter Canales sesamoidales insbesondere an der typischen Lokalisation unterhalb des Sagittalkamms. Die Hufknorpel zeigen eine deutliche Verknöcherungstendenz. CT-image of the coffin joint with sclerosis of the navicular bone and a radiolucency at the central flexor eminence. An ossification of the cartilage could be seen too.

konnten sowohl röntgenologisch als auch computertomographisch nachvollzogen werden (Abb. 2).

#### Chip- Fragmente

Isolierte Verschattungen ("Chips" oder Knorpel- Knochenfragmente) lassen sich röntgenologisch meist gut darstellen. Hierzu genügen meist die Standardaufnahmen, jedoch können bei einigen Fällen auch weitere Projektionen nötig werden.

Ein Problem stellt die Überlagerung an versteckten Lokalisationen, wie dem Fragment distal des Strahlbeins, dar. In der computertomographischen Untersuchung lassen sich die knöchernen Kerne der Knorpel-Knochenfragmente dann gut darstellen, wenn sie eine minimal erforderliche Größe überschritten haben. Zudem ist es von Vorteil, wenn sie sich in der Dichte deutlich vom umgebenden Weichteilgewebe absetzen. Rein knorpelige "Chips", die nur im Weichteilfenster dargestellt werden können, werden leicht übersehen. Bei genauer Verfolgung zwischen den einzelnen Schnittebenen, kann jedoch oft auch der Grad der Festigkeit beurteilt werden. Fragmente in nächster Nähe zum Proc. extensorius stehen häufig noch in fester Verbindung mit dem Knochen und sind operativ schwer zu lösen. Letztlich lässt sich eine Diagnose in den meisten Fällen auch anhand herkömmlicher Röntgenbilder stellen. Eine exakte Lokalisierung ist aber nicht immer möglich. In diesem Fall bietet der Computertomograph erhebliche Vorteile, besonders bezüglich der umgebenden Weichteilstrukturen. Anhand von dreidimensionalen Rekonstruktionen kann sich der Operateur ein sehr genaues Bild der Situation machen und damit die Operationsplanung optimieren (Abb.3). Ruohoniemi und Tervahartiala (1999) fanden einen "Chip" distal des Strahlbeins, der sich auch nach Spezialaufnahmen mit Hilfe der konventionellen Röntgen-Technik nicht darstellen ließ.



**Abb 2** CT-Darstellung mit deutlichen Strukturveränderungen des Strahlbeins, sowie zwei Aufhellungs- bzw. Frakturlinien jeweils an den Seitenenden.  
*CT-image of the navicular bone with two radiolucent fracture lines.*

#### Veränderungen am Bandapparat

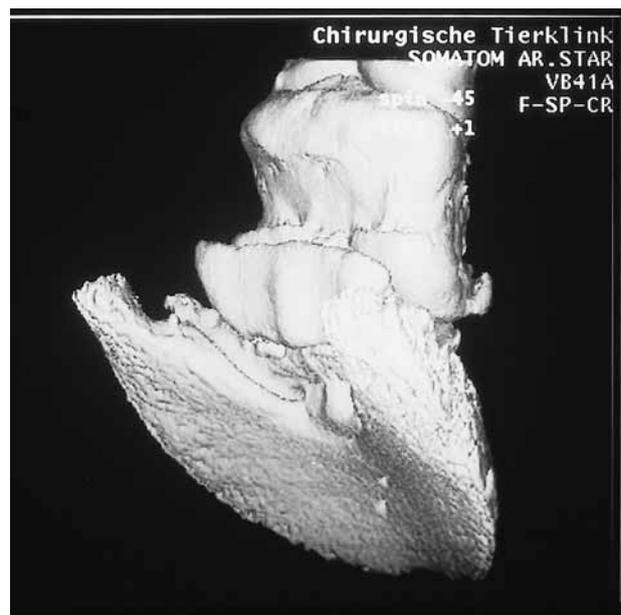
Klinisch bedeutungsvoll und röntgenologisch eindeutig als Veränderung zu bezeichnen sind die Konturveränderungen an den Strahlbeinseitenenden. Besonders im Verlauf der Verbindungszüge zum Hufknorpel kommt es hier zu Veränderungen durch Überbelastung. Sie stellen sich entweder als isolierte Verschattung oder spitzzackige Ausläufer der Seitenenden dar (Hertsch und Zeller 1976). Huskamp und Nowak (1988) rechnen diese Veränderungen zu den Insertionsdesmopathien, die als konsolidierte Insertionsexostose in einen röntgenologischen Befund übergehen können, der klinisch nicht

immer zu einer Lahmheit führen muss. Dik (1993) stellt fest, dass die Computertomographie für die Darstellung von Sehnen- und Bandverletzungen weniger gut geeignet scheint, während Tietje (1994; 1997) die Möglichkeiten der Weichteildarstellung als ausreichend betrachtet.

#### Veränderungen im Bereich des Hufbeins

##### Veränderungen am Processus extensorius

Die hier gefundenen Veränderungen einer isolierten Verschattung in der Nähe des Proc. extensorius stellt eine Erkrankung dar, die bei 6,3 % aller warmblütigen Pferde auftritt (Terberger 1988). Es handelt sich dabei um Veränderungen unterschiedlicher Genese: Sie können das Ergebnis osteochondraler Frakturen des Proc. extensorius sein, genauso wie durch Podarthrose oder metaplastische Kalzifizierung der Gelenkkapsel und der Sehne des Musculus extensor digitalis communis (longus), die am Proc. extensorius inseriert, hervorgehoben werden. Hertsch et al. (1997) betonen, dass ein röntgenologischer Befund nicht in jeden Fall auch mit einer klinischen Beeinträchtigung einhergehen muss. Veränderungen am Proc. extensorius können sowohl computertomographisch als auch mit der herkömmlichen Röntgentechnik dargestellt werden.



**Abb 3** 3-D Rekonstruktion der Hufgelenkregion mit einer isolierten Verschattung bzw. Chip-Fragment distal des Strahlbeins. Am dorsalen Rand des Kronbeins sind Veränderungen im Sinne einer Periostitis ossificans zu sehen.  
*3-D reconstruction of the coffin joint with an isolated chip-fragment distal of the navicular bone. Pathologic changes of periostitis ossificans could be seen at the dorsal side of the 2nd phalanx.*

##### Veränderungen im Sinne einer Arthropathia deformans

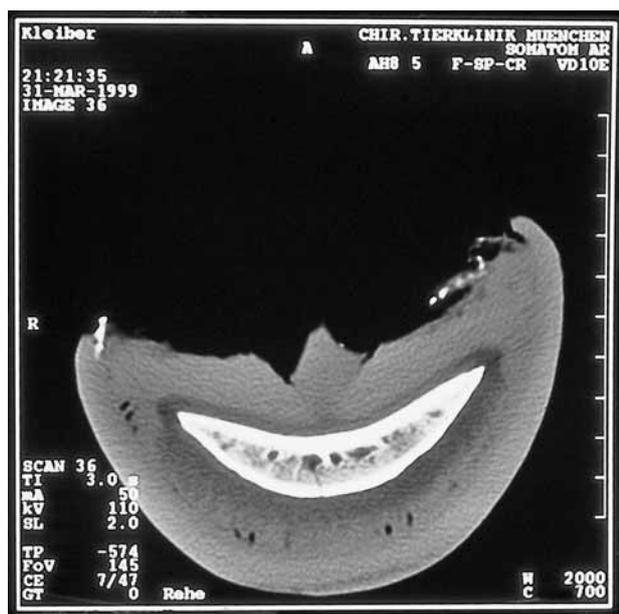
Der röntgenologische Nachweis von Randwülsten am Proc. extensorius kann als Hinweis auf das Bestehen einer Arthropathia deformans des Hufgelenkes angesehen werden. Westhues (1938) konnte die arthrothischen Veränderungen häufiger an den Vorder- als an den Hintergliedmaßen feststellen. Gliedmaßenfehlstellungen, Aufzuchtfehler, genetische Prädisposition und orthopädische Erkrankungen im Fohlenalter würden damit als ätiologische Faktoren dieser degenerativen

Knochenveränderung im besonderen Maße in Frage kommen.

Sehr feine Unregelmäßigkeiten der Gelenkflächen konnten computertomographisch wie röntgenologisch nicht überzeugend dargestellt werden. Diese Veränderungen konnten erst am anatomischen Präparat festgestellt werden. Die Vielzahl der kleinen Erhebungen und Einsenkungen im Millimeterbereich lassen das Bild wieder einheitlich aussehen. Hier zeigen sich die Grenzen der Auflösung der Computertomographie. Veränderungen im Sinne einer Osteochondrosis dissecans, die auch die subchondrale Knochenplatte betreffen, konnten von Schoeborn et al. (2002) mittels CT-Untersuchungen festgestellt werden.

#### Hufrehe

Colles (1983) beschreibt die röntgenologisch sichtbaren Veränderungen, wie Deformation des Hufbeins, Loslösung des Hufbeins aus der Hornkapsel und Luftabschluss in der Hornwand. Die Veränderungen gehen mit Knochenschwund an der palmaren Seite und Knochenzubildung an den kranialen Rändern einher. Das in dieser Studie untersuchte Bein eines an Hufrehe erkrankten Pferdes zeigte die gleichen Veränderungen wie auch von Reese et al. (1997) beschrieben (Abb. 4). Lediglich die diagnostische Relevanz der computertomographischen Untersuchung ist fraglich, da ein an Rehe erkranktes



**Abb 4** CT-Bild eines an Hufrehe erkrankten Pferdes mit Zusammenhangstrennung im Bereich der Verbundschicht der Huflederhaut.

*CT-image of a horses limb with laminitis. A separation of the dermal and epidermal laminae has occurred.*

Pferd wohl nicht der zusätzlichen Belastung einer Vollnarkose unterzogen werden wird, zumal für diese Art der Erkrankung hervorragende Möglichkeiten der Darstellung mit der herkömmlichen Röntgenologie bereitstehen. Das klinische Bild und die individuelle Krankengeschichte leisten hier ebenso wertvolle Dienste, um eine Entscheidung zum weiteren therapeutischen Vorgehen zu fällen.

#### Hufknorpelverknöcherung

Colles (1985) geht davon aus, dass eine Hufknorpelverknöcherung erst dann zur Lahmheit führt, wenn eine Fraktur des

verknöcherten Knorpels eintritt. Den Vorgang der Verknöcherung sieht er als rasse- und gewichtsabhängige Alterserscheinung, die keine pathologische Erscheinung darstellt. Ruohoniemi et al. (1997) konnten bei einer computertomographischen Untersuchung in den Verknöcherungszonen Markräume und Sklerosierungsherde feststellen. Eine Darstellung aller Hufknorpelbänder gelang nicht.

#### Zystoide Defekte des Hufbeins

Verschooten und de Moor (1982) konnten vielfach Zysten des Hufbeins röntgenologisch nachweisen. Nicht immer konnte eine Beziehung zum Hufgelenk festgestellt werden. Es können drei Möglichkeiten der Entstehung angenommen werden: Osteochondrose, Infektion oder traumatische Genese. Die Zysten lagen oft dorsal unterhalb des Proc. extensorius. Solche Veränderungen konnten in dem von uns untersuchten Material nicht gefunden werden. Jedoch ist es anhand der Computertomographie durchaus möglich, zystoide Defekte und deren mögliche Verbindung zum Hufgelenk darzustellen (de Buhr 2002).

#### Veränderungen im Bereich des Kronbeins

##### Hufgelenkschale

Knöcherne Zubildungen wurden im Rahmen dieser Arbeit an den unterschiedlichsten Lokalisationen nachgewiesen (Abb.



**Abb 5** CT-Darstellung mit deutlichen Anzeichen einer Periostitis ossificans (Hufgelenkschale).

*CT-image with pathologic changes of periostitis ossificans.*

5). Die klinisch bedeutendste jedoch ist die Hufgelenksschale (Periarthropathia ossificans). Nicht jede Veränderung der Kontur eines Knochens zieht auch klinische Folgen nach sich, dennoch bleiben sie Indikator für einen chronischen Krankheitsprozess (Ueltschi 1993). Die Abweichungen sind in der Regel auch röntgenologisch nachweisbar, insbesondere durch unkonventionelle Schrägprojektionen. Wichtig für eine sichere Diagnose im Rahmen der computertomographischen Untersuchung, ist die absolut symmetrische Lagerung, da minimale Verschiebungen oft die Knochenkontur nicht mehr beurteilbar machen. Die Verfolgung der Konturabweichung über seinen gesamten Verlauf ist ratsam, da sonst die Zubildungen mit isolierten Fragmenten verwechselt werden können.

## Kritische Schlussbetrachtung

In der amerikanischen Literatur finden sich zwar schon früh einzelne Arbeiten zur Computertomographie bei Pferden, die aber angesichts der technischen Weiterentwicklung der computertomographischen Anlagen schon wieder als überholt bezeichnet werden dürfen. Die Grundlagen bleiben natürlich dieselben, aber die doch erheblich bessere Qualität der Bilder lässt eine sehr viel differenziertere Diagnostik zu. Auch in dieser Studie (Tabelle 1) konnten alle röntgenologischen Defekte computertomographisch wiedergefunden werden. Einige röntgenologischen Verdachtsbefunde konnten computertomographisch verifiziert oder besser ausdifferenziert werden. Es wird festgestellt, dass durch die überlagerungsfreie Darstellung eine härtere Abbildung möglich und eine räumliche Zuordnung von pathologischen Defekten gewährleistet ist. Die Möglichkeit der dreidimensionalen Darstellung computertomographischer Bilder brachte zwar einen größeren Informationsgehalt über die anatomische Situation, konnte jedoch, wie die Kernspintomographie (Kleiter et al. 1999) auch, nicht mit einer höheren Zuverlässigkeit die Frakturen darstellen, als dies mit einer normalen röntgenologischen Untersuchung möglich ist. Rademacher (2001) konnte in einer ähnlichen Arbeit eine deutliche Überlegenheit der Computertomographie gegenüber der herkömmlichen Röntgentechnik feststellen. Es konnten z. B. Zubildungen an der Ansatzstelle der tiefen Beugesehne am Hufbein, eine isolierte knochendichte Struktur an der Ansatzstelle der Kollateralbänder am Hufbein sowie eine isolierte knochendichte Struktur an der Facies solearis des Hufbeins einzig mit der Computertomographie dargestellt werden. Als wertvollen Informationsgewinn bezeichnen Rose et al. (1997) die computertomographische Darstellung bei Trümmerfrakturen. Whitton et al. (1998) konnten in einem Fall sogar Veränderungen an der tiefen Beugesehne feststellen, die sie später auch kernspintomographisch und histopathologisch verifizieren ließen.

Die Studie legt den Schluss nahe, dass die computertomographische Untersuchung des Hufgelenkes des Pferdes oft nur das letzte Werkzeug in einer langen Kette von Voruntersuchungen sein kann. Alle gefundenen pathologischen Veränderungen wurden zumindest verdachtsweise auch im Röntgenbild angesprochen. Natürlich müssen die Röntgenbilder für eine detaillierte Befundung höchsten Qualitätsanforderungen genügen. Insbesondere unter Berücksichtigung, dass für diese Studie nur drei Standard-Röntgenaufnahmen angefertigt wurden und im Verdachtsfall es dem Kliniker aber freisteht, noch weitere Schräg- und Tangentialaufnahmen zu Rate zu ziehen, ist die computertomographische Untersuchungsmethode kritisch zu betrachten. Die überlagerungsfreie Darstellung der Gelenkflächen sowie des Strahlbeins ermöglichen eine eindeutige und klare Diagnosestellung bei knöchernen Veränderungen. Doch durch die Vielzahl der Wege, die zu einer differenzierten Diagnose führen, muss das Risiko einer Vollnarkose beim Pferd gegen eine vorschnelle Forderung nach dieser modernen Technik ins Feld geführt werden. Als Standardmethode erschien die Computertomographie nicht geeignet (Barbee und Allen 1986). Gerade bei der Darstellung des Weichteilgewebes bietet die Computertomographie eine oft unzureichende Bildqualität ("less than ideal", O'Callaghan 1991). Durch die rasante Weiterentwicklung der digitalen Techniken sind jedoch Verbesserungen in der Auflösung und in der Bildqualität zu erwarten, welche die

Bandbreite der möglichen Untersuchungen und die diagnostische Qualität der Methode positiv beeinflussen werden. In schwierigen Fällen bzw. in der Forschung ist die Computertomographie jedoch durchaus eine Bereicherung (Mäule 2002). Bei einem gut durchdachten Zusammenspiel der weiterentwickelten Techniken von Computertomographie, Kernspintomographie, Sonographie, und Szintigraphie mit der herkömmlichen Röntgenologie kann eine sehr spezifische Diagnose gestellt werden. Gleichzeitig gilt es die Kosten so niedrig wie möglich zu halten, auch zum Schutz vor allzu großer Enttäuschung auf Seiten des Tierhalters (O'Callaghan 1991). Bei dem Streben auch in der Tiermedizin ein der Humanmedizin ähnlich hohes Niveau in der Diagnostik zu erreichen, muss die Verhältnismäßigkeit der angewandten Mittel und Methoden immer gewahrt bleiben.

## Literatur

- Barbee D. D. und J. R. Allen (1986): Computed tomography in the horse : General principles and clinical applications. Proc. of the 32nd Ann.Conv.Am.Assoc.Equine Pract., Nashville 1986, 483-493
- Branscheid W. J. (1977): Untersuchungen an der Hufrolle bei Pferden mit und ohne Hufrollenerkrankung (Podotrochlose). Universität Hohenheim, Diss.
- Colles C. M. (1983): Interpreting radiographs 1: The foot. Equine veterinary Journal 15, 297-303
- Colles C. M. (1985): Obscure lameness in the horse's foot. Irish veterinary Journal 39, 162-169
- de Buhr W. (2002): Vergleich der röntgenologischen und computertomographischen Darstellbarkeit subchondraler Knochenzysten beim Pferd. München, Tierärztl. Fakultät, Diss.
- Diehl L. M. und J. Cordey (1983): Die Computertomographie des Strahlbeines. In: Knezevic,P., Orthopädie bei Huf- und Klauentieren, Verlag Schlüter
- Dik K. J. (1993): Möglichkeiten und Grenzen der Computertomographie. Proceedings der 10. Tagung der Fachgruppe Pferdekrankheiten, Equitana, Essen
- Dyson S., R. Murray, M. Schramme und M. Branch (2003): Magnetic resonance imaging of the equine foot: 15 horses. Equine veterinary Journal 35, 18-26
- Fricker C., W. Rieck und J. Hugelshofer (1982): Verschluss der Digitalarterien beim Pferd. Tierärztliche Praxis 10, 81-90
- Hatami-Fardi 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. München, Tierärztl. Fakultät, Diss.
- Hersch B. und D. Königsmann (1993): Die Sagittalfrakturen des Strahlbeines beim Pferd- ein Beitrag zur Diagnose und Therapie. Pferdeheilkunde 9 3-13
- Hersch B. und R. Zeller (1976): Röntgenologische Veränderungen am Strahlbein und ihre Beurteilung. Prakt. Tierarzt, Collegium veterinarium 1976, 14-19
- Hersch B., R. Kirchner, T. Heinz und K. Thomsen (1997): Verlaufuntersuchung der Röntgenologischen Veränderungen am Processus extensorius und der freien Gelenkkörper im Fesselgelenk vom Fohlen bis zum zweijährigen Warmblüter. Pferdeheilkunde 13, 353-360
- Hersch B., H. Wissdorf und R. Zeller (1982): Die sogenannten "Gefäßblöcher" des Strahlbeins und ihre Beziehung zum Hufgelenk. Tierärztliche Praxis 10, 365-379
- Hornkamp M. (1991): Untersuchungen zur Aussagekraft der Tangentialaufnahme des Strahlbeins beim Pferd. Gießen, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Horstmann W. (2000): Computertomographische Untersuchung des Strahlbeins und des Hufgelenkes der Pferdezehe im Vergleich zur herkömmlichen Röntgendarstellung. München, Tierärztl. Fakultät, Diss.

- Huskamp B. und M. Becker (1980): Diagnose und Prognose der röntgenologischen Veränderungen an den Strahlbeinen der Vordergliedmaßen der Pferde unter besonderer Berücksichtigung der Ankaufsuntersuchung. Ein Versuch zur Schematisierung der Befunde. *Prakt. Tierarzt* 10, 858-863
- Huskamp B. und M. Nowak. (1988): Insertionsdesmopathien beim Pferd und einige ihrer Lokalisationen. *Pferdeheilkunde* 4, 3-12
- Kaneps A. J., P. D. Koblik, D. M. Freeman, R. R. Pool und T. R. O'Brien (1995): A Comparison of Radiography, Computed Tomography, and Magnetic Resonance Imaging for the Diagnosis of Palmar Process Fractures in Foals. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 36, 467-477
- Kaser-Hotz B., G. Ueltschi und N. Hess (1991): Navicular Bone Fracture in the Pelvic Limb in two Horses. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 32, 283-285
- Kleiter M. (1996): Vergleich der Computertomographie, Magnetresonanz und konventioneller Röntgenuntersuchung an der Zehe des Pferdes. Universität Wien, Diss.
- Kleiter M., S. Kneissl, C. Stanek, E. Mayerhofer, U. Baulain und E. Deegen (1999): Evaluation of magnetic resonance imaging techniques in the equine digit. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 40, 15-22
- Mäule M. (2002): Densitometrische Untersuchungen anhand der Computertomographie an der distalen Vordergliedmaße beim Pferd. München, Tierärztl. Fakultät, Diss.
- Martens P., C. F. Ihler und J. Rennesund (1999): Detection of a radiographically occult fracture of the lateral palmar process of the distal phalanx in a horse using computed tomography. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 40, 346-349
- O'Callaghan M. W. (1991): The integration of radiography and alternative imaging methods in the diagnosis of equine orthopedic disease. *Veterinary Clinics of North America* 7, 339-364
- Oxspring G. E. (1935): The radiology of navicular disease, with observations on its pathology. *Vet. Rec.* 48, 1433 - 1447
- Rademacher-Süß R. (2001): Die computertomographische Untersuchung der distalen Zehenregion des Pferdes unter besonderer Berücksichtigung des Hufgelenkes und der Hufrolle- Ein Vergleich zur Röntgendiagnostik. Gießen, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Reese S., B. Huskamp, H. Bragulla, K.D. Budras und S. Petzoldt (1997): Computertomographische Untersuchung am Rehehuf des Pferdes. *Prakt. Tierarzt, Sonderausgabe coll. vet.* XXVII, 46-50
- Rose P. L., H. Seeherman und M. O'Callaghan (1997): Computed tomographic evaluation of comminuted middle phalangeal fractures in the horse. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 38, 424-429
- Ruohoniemi M. und P. Tervahartiala (1999): Computed tomographic evaluation of Finnish horse cadaver forefeet with radiographically problematic findings on the flexor aspect of the navicular bone. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 40, 275-281
- Ruohoniemi M., M. Kärkkäinen und P. Tervahartiala (1997): Evaluation of the variably ossified collateral cartilages of the distal phalanx and adjacent anatomic structures in the Finnish horse with Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging. *Veterinary Radiology & Ultrasound* 38, 344-351
- Schoenborn W. C., M. C. Rick und W. J. Hornof (2002): Computed tomographic appearance of osteochondritis dissecans-like lesions of the proximal articular surface of the proximal phalanx in a horse. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 43, 541-544
- Schröer N. J. (1999): Retrospektive Studie über Hufgelenkerkrankungen an 409 Pferden mit positivem Ergebnis der Hufgelenkanästhesie- Diagnostik, Therapie und Verlaufsuntersuchungen Universität München, Diss.
- Schröer N. J., V. Niederacher, W. Horstmann und W. Hermanns (2000): Fallbericht über Strahlbeinveränderungen bei einem 7-jährigen Warmblutpferd-Klinik, Röntgen, Computertomographie und histologische Untersuchung. *Pferdeheilkunde* 16, 474-478
- Terberger M. (1988): Die differentialdiagnostische Abgrenzung der Erkrankungen des Processus extensorius des Hufbeins beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochschule, Diss.
- Tietje S. (1994): Die Computertomographie im Ursprungsgebiet des Musculus interosseus beim Pferd. Proc. 1. Intern. Kongr. über Kleintier- und Pferdekrankheiten. *Hungarian vet. Journal*, 50, 305-309
- Tietje S. (1997): Zur Bedeutung der Computertomographie beim Pferd Teil 2. *Prakt. Tierarzt* 78, 35-43
- Ueltschi G. (1983a): Podotrochlose- Wert und Häufigkeit röntgenologisch nachweisbarer Veränderungen am Strahlbein. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 96, 308-310
- Ueltschi G. (1983b): Die Bedeutung der Strahlbeintangentialaufnahmen für die Beurteilung der Podotrochloseveränderungen. *Prakt. Tierarzt* 2, 150-153
- Verschooten F. und A. De Moor (1982): Subchondral cystic and related lesions affecting the equine pedal bone and stifle. *Equine veterinary Journal* 14, 47-54
- Verschooten F., A. De Moor und K. Peremans (1987): Das Syndrom der Podotrochlose und sein röntgenologischer Aspekt. *Wien. Tierärztl. Mschr.* 74:2, 36-46
- Westhues M. (1938): Ueber das Wesen, die Diagnostik und die Therapie der Podotrochlitits chronica des Pferdes. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 52, 797-802
- Whitton R. C., C. Buckley, T. Donovan, A. D. Wales und R. Dennis (1998): The diagnosis of lameness associated with distal limb pathology in a horse: A comparison of radiography, Computed Tomography and magnetic Resonance Imaging. *The veterinary Journal* 155, 223-229
- Wintzer H. J. (1970): Zur Bewertung des Röntgenbildes vom Strahlbein des Pferdes in der Lahmheitsdiagnostik. *Schweizer Archiv für Tierheilkunde* 112, 471-478

Prof. Dr. Hartmut Gerhards  
Pferdeabteilung der Chirurgischen Tierklinik  
Universität München  
Veterinärstr. 13  
80539 München  
h.gerhards@chir.vetmed.uni-muenchen.de