

# Computertomographische Densitometrie an der distalen Vordergliedmaße des Pferdes

Michael Mäule und Hartmut Gerhards

Chirurgische Tierklinik der Ludwig-Maximilians-Universität München und Pferdeklinik in Kirchheim/Teck

## Zusammenfassung

Die Computertomographie hat sich als weiterführende Untersuchungsmethode in der Pferdemedizin etabliert. Knöcherne Skelettanteile und Weichteilstrukturen können qualitativ sehr gut bildlich dargestellt werden und nur durch geringe Modifikation der Betriebssoftware ist es möglich auch objektive Aussagen über ein bestimmtes Gewebe zu machen. Mittels Quantitativer Computertomographie (QCT) können verschiedene Gewebe durch ihre relative Dichte in Hounsfield-Units (HU) ausgedrückt werden. Ziel dieser Studie ist, herauszufinden ob eine Aussage über physiologische bzw. pathologische Zustände an der Zehe nur anhand von Dichtemessungen an axialen Schnittbildern distaler Abschnitte der Vordergliedmaße von Pferden gemacht werden kann. Für die Untersuchungen wurde Bildmaterial von 41 Vordergliedmaßen lebender Pferde herangezogen. Die Patienten unterschiedlichen Alters, Rasse und Nutzung wurden im Zeitraum vom 01.08.2000 bis zum 01.09.2001 in der Pferdeklinik in Kirchheim/Teck vorgestellt. Die Untersuchungen wurden an einem mobilen Computertomographen der vierten Generation (Firma Philips, Modell Tomoscan M<sup>®</sup>) durchgeführt. Die Zahlenwerte deuten speziell bei knöchernem Gewebe auf eine erhebliche Schwankungsbreite hin. Die Aussagekraft der Dichtewerte als alleiniges Kriterium für das Vorliegen eines physiologischen oder pathologischen Zustandes ist somit gering. Um tatsächliche Referenzwerte für jede einzelne anatomische Struktur bestimmen zu können, müssten anhand eines einheitlichen Patientenmaterials, und zwar hinsichtlich des Alters, Geschlechts, der Körpergröße und des Gesundheitszustandes der Pferde, weitere detaillierte Untersuchungen gemacht werden. Eine ganz entscheidende Bedeutung für die Dichteverhältnisse wird der jeweiligen Nutzungsart und dem Trainingszustand der Pferde beigemessen.

**Schlüsselwörter:** Pferd, Computertomographie, Dichte, Vordergliedmaße, TBS

## Densitometrical study of the distal thoracic limb of the horse by means of quantitative computed tomography

An important breakthrough in the field of equine medicine is represented by the advanced imaging technique of computed tomography. Only minor manipulation of the operating system software is required to objectively describe both the bony structures as well as soft tissues. Quantitative computed tomography (QCT) utilizes the effect of varying x-ray beam attenuation within different tissues in relation to their relative density and is expressed in Hounsfield-Units (HU). The objective of this study is to determine if densitometrical measurements on axial images of the equine distal thoracic limb can be used exclusively to draw conclusions about physiological or pathological alterations. The study was carried out using preexisting data from 41 distal forelimbs of living horses. The group of horses, of varying age, breed and use valuated in this study, were presented for examination to the horse clinic in Kirchheim/Teck, Germany. The densitometrical examinations were performed utilizing a computed tomograph, model Tomoscan M<sup>®</sup> manufactured by Philips. The results show substantial deviation of density, particularly in the cross section of the bone. There is little evidence to support the usefulness of density values as the sole criterion to differentiate between physiological and pathological conditions. To obtain more detailed reference fields of average Hounsfield-Units for each anatomical structure it may prove advantageous to analyse the density profiles considering the horses age, sex, height and physical condition. The particular usage and the level of training of the horse are considered to have a significant influence on the density ratios.

**Keywords:** Horse, computed tomography, density, thoracic limb, DDF

## Einleitung

Über vergleichende Darstellungen der Anatomie und Pathologie bestimmter Abschnitte der Gliedmaße mit der konventionellen Röntgenuntersuchung und der computertomographischen Untersuchung berichteten unter anderem Frey (2002) (Karpalgelenk), Horstmann (2000) (Hufgelenk), Kaser-Hotz et al. (1994), Kleiter (1996) (Zehe), Sinsbeck (1997) (Fesselgelenk) und Tietje (1995) (Strahlbein). Bisher wurden jedoch nur wenige Studien veröffentlicht, die sich bei Pferden mit der Darstellung normalanatomischer und pathologischer Dichteverhältnisse mittels quantitativer Computertomographie beschäftigen. Auf der qualitativen und quantitativen

Beschreibung verschiedener Gewebe an der Pferdezehe anhand der Computertomographie (CT) soll in dieser Abhandlung das Hauptaugenmerk liegen. Die mittleren Dichten in HU und flächenhaften Ausdehnungen in mm<sup>2</sup> mit Standardabweichungen ( $\bar{x} \pm y$ ) von insgesamt 33 verschiedenen anatomischen Strukturen können im einzelnen Mäule (2002) entnommen werden.

Waite et al. (2000) zeigten in einer Studie, dass die Quantitative Computertomographie eine Möglichkeit darstellt, um den Mineralgehalt des Hauptmittelfußknochens zu bestimmen. Sie vergleichen CT-Schnittbilder hinsichtlich ihres geschätzten Mineralgehaltes mit Aschebestimmungen der

gleichen Region. In gewisser Weise ist durch vorausgehende Dichteuntersuchungen eine Aussage möglich, ob ein bestimmtes Pferd für den Rennsport geeignet ist oder ob die Gefahr einer Ermüdungsfraktur zu hoch ist. Es wurden schon diverse Untersuchungen durchgeführt, um das Vorliegen von sowohl stressinduzierten als auch durch erzwungene Ruhephasen induzierten Umbauvorgängen im Knochen nachweisen zu können und die Wahrscheinlichkeit von stressinduzierten Frakturen bei Vollblut-Rennpferden voraussagen zu können (Jeffcott 1990, Martens et al. 1999, O'Brian et al. 1986, O'Callaghan 1991, Riggs 2002, Riggs und Boyde 1999, Riggs et al. 1999, Rose et al. 1997). Studien über die Beeinflussung der biomechanischen Eigenschaften der Knochen von Vollblütern wurden schon vor Jahren von z.B. Jeffcott und McCartney (1985) und Young et al. (1991) durchgeführt.

Einerseits wird natürlich das Wachstum des Skelettsystems durch die Ernährung und Versorgung mit wichtigen Mineralien und Spurenelementen beeinflusst, andererseits ist die Art der Bewegung bzw. des Trainingsprogramms von ganz entscheidender Bedeutung für die Ausbildung des Skelettsystems (Cornelissen et al. 1999, Huskamp et al. 1996, Jeffcott et al. 1987, Kawcak et al. 2000).

Auch die qualitative Beschreibung von Weichteilgewebe kann bei bestimmten Fragestellungen von Vorteil sein. Tietje et al. (2001) beschrieben computertomographische Dichte- und Größenmessungen am distalen Abschnitt von Vordergliedmaßen klinisch unauffälliger tiefer Beugesehnen von 30 Warmblutpferden. Sie stellten eine gute Korrelation der ermittelten Dichten innerhalb der Probanden fest und beurteilen die CT als eine geeignete Methode für die Darstellung des distalen Abschnitts der TBS. Sie weisen pathologische Befunde, wie z.B. Tendinitiden der TBS anhand computertomographischer Schnittbilder nach und verifizieren die erhobenen Befunde durch post mortem Untersuchungen der gleichen Regionen. Die Ergebnisse der pathologischen Untersuchung korrelierten mit den Dichteuntersuchungen am CT. Nach Nowack (2002) resultiert eine im Krankheitsgeschehen des Podotrochlosesyndroms auftretende Tendinitis der TBS in einer messbaren Reduzierung der mittleren Dichte des Sehngewebes. Hinweisend auf eine Tendinitis wäre demnach eine Dichteabweichung von zwei Standardabweichungen von der mittleren Dichte. Als Beweis für eine geschädigte Sehne dient Nowack (2002) eine Reduzierung der mit einem Computertomographen gemessenen mittleren Dichte um 2 – 68 HU.

## Material und Methode

Die computertomographischen Schnittbilder wurden von Pferden unterschiedlicher Rasse, Alter, Geschlecht und Nutzung im Zeitraum vom 01.08.2000 bis zum 01.09.2001 in der Pferdeklinik in Kirchheim/Teck angefertigt und repräsentieren einerseits ein relativ umfangreiches, andererseits ein relativ inhomogenes Material. Es wurde eine Einteilung in 2 Gruppen vorgenommen: Die 1. Gruppe umfasst 27 Pferde der Warmblutrassen, die 2. Gruppe umfasst 10 Pferde der Rassen Quarter Horse, Araber, Isländer, Criollo, Spanier und Haflinger. In die Untersuchung flossen sowohl erkrankte als auch gesunde Gliedmaßen ein. Die Ermittlung der Dichtewerte erfolgte anhand von 12 festgesetzten Schnittebenen durch die Vordergliedmaßen der Pferde. Die untersuchten

Ebenen erstreckten sich in einem Topogramm des distalen Gliedmaßenabschnittes von der Hornkapsel bis zur proximalen Karpalgelenkreihe. Innerhalb jeder Untersuchungsebene wurden die mittleren Dichten relevanter Strukturen und pathologische Zufallsbefunde in HU und die mittleren flächenhaften Ausdehnungen in mm<sup>2</sup> gemessen.

Die Untersuchungen wurden an einem mobilen Computertomographen (Tomoscan M®, Philips) mit einer Gantryöffnung von 60 cm durchgeführt. Die Schichtdicke und Schichtfolge der einzelnen Bilder betragen 2 mm.

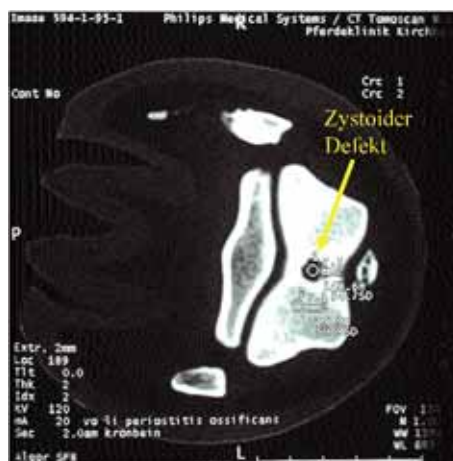
## Ergebnisse

Es konnten die mittleren Dichten vieler Gewebearten, ausgedrückt in HU, beschrieben werden und für einige Weichteilgewebe die tatsächliche Ausdehnung im Flächenquerschnitt ermittelt werden. Die mittleren Dichtewerte der TBS eines Warmblutpferdes erstrecken sich von  $97,5 \pm 5$  HU bis  $131,3 \pm 3$  HU, die durchschnittliche flächenhafte Ausdehnung von  $79,1 \pm \gamma$  mm<sup>2</sup> bis  $261,9 \pm \gamma$  mm<sup>2</sup>. Die durchschnittliche Knochendichte des Kronbeins eines Warmblutpferdes beträgt ca.  $850 \pm \gamma$  HU, der Mittelwert des Querschnitts ca.  $1360 \pm \gamma$  mm<sup>2</sup>. Weitere Dichte- und Flächenwerte klinisch bedeutsamer anatomischer Strukturen können Mäule (2002) entnommen werden.

Im Folgenden soll die computertomographische Densitometrie anhand von Bildern normalanatomischer und pathologischer Befunde beispielhaft erläutert werden.

## Diskussion

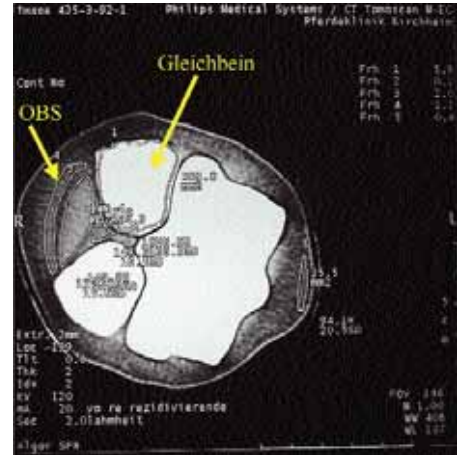
Die Zahlenwerte deuten speziell bei knöchernem Gewebe auf eine erhebliche Schwankungsbreite hin. Die Aussagekraft der Dichtewerte als alleiniges Kriterium ist somit gering. Nur erhebliche Dichteabweichungen sind als pathologisch zu beurteilen. Auf Grund fehlender signifikanter Dichteunterschiede zwischen den 2 Gruppen wird eine Unterteilung in



**Abb 1** Zystoider Defekt (143,6 HU) im Kronbein im Gegensatz zu physiologischem Knochengewebe (719,9 HU) mit angeschnittenem Strahlbein und Hufbeinästen.  
Cystic degeneration of the middle phalanx (143,6 HU) as compared to physiological bone tissue (719,9 HU) of the navicular bone and palmar process of the distal phalanx



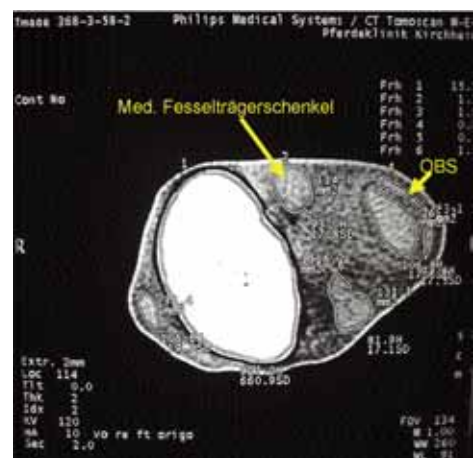
**Abb 2** Verknöcherung im Lig. sesamoideum rectum (891,6 HU im Gegensatz zu 173,2 HU des eigentlich kollagenen Gewebes) auf Höhe des Krongelenkes.  
*Ossification of the straight sesamoidean ligament (891,6 HU) as opposed to normal collagen tissue (173,2 HU) at the level of the proximal interphalangeal joint.*



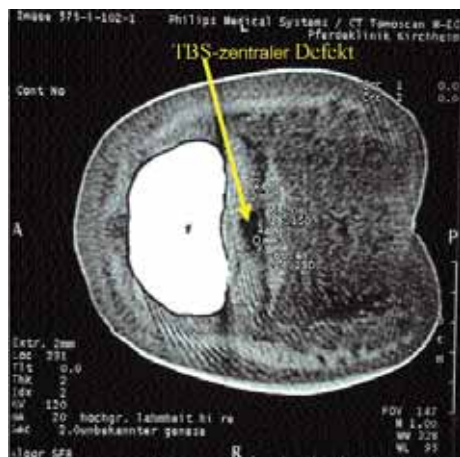
**Abb 5** Darstellung der Dichten eines Gleichbeins, des Fesslingbandes, der OBS, TBS und der gemeinsamen Strecksehne auf Höhe der Gleichbeinbasis.  
*Densitometrical visualisation of the proximal sesamoid bones, palmar annular ligament, SDFT, DDFT and common digital extensor at the level of the fetlock joint.*



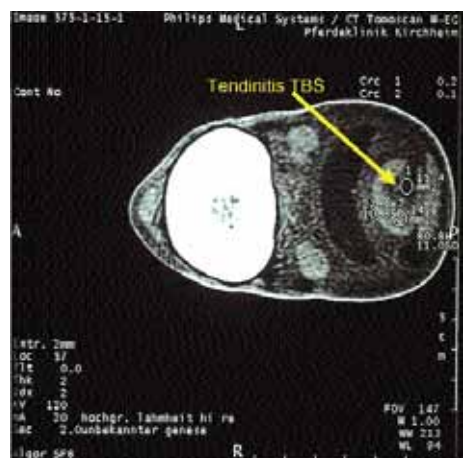
**Abb 3** Kronbeinfraktur am lateralen Bandhöcker mit Gelenkbeteiligung. Dichte von 62,6 HU im Frakturspalt im Gegensatz zu Dichte des umliegenden Kronbeins von 1334 HU.  
*Fracture of the middle phalanx extending into the joint near the origin of the collateral ligaments. Density of the fracture site (62,6 HU) as compared to surrounding bone tissue (1334 HU)*



**Abb 6** Beispielhafte Darstellung der Dichte der Fesselträgerschenkel, der OBS, TBS und des gemeinsamen Zehenstreckers.  
*Demonstration of the various densities of the interosseus, SDFT, DDFT and common digital extensor*

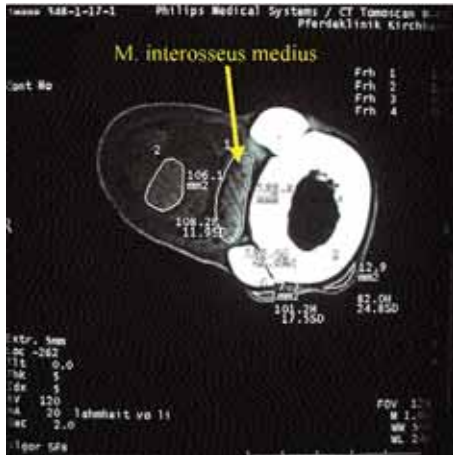


**Abb 4** Zentraler Defekt (-60,4 HU) in der TBS auf Höhe des Kronbeins.  
*Core lesion of the deep digital flexor tendon (-60,4 HU) level with the middle phalanx.*

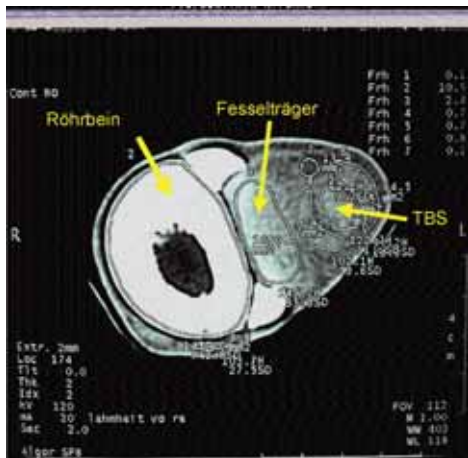


**Abb 7** Tendinitis der TBS mit randständigem Defekt oberhalb der Gleichbeine (27,9 HU anstatt 104-156 HU einer gesunden TBS).  
*Tendinitis of the DDFT with peripheral core lesion located above the proximal sesamoid bones (27,9 HU) versus 104-156 HU of the surrounding tendon*





**Abb 8** Beispielhafte Darstellung der Dichten der TBS (108,2 HU) und des M. interosseus medius (128,4 HU) auf Höhe des proximalen Viertels des Röhrens.  
*Demonstration of the density of the DDFT (108,2 HU) and the interosseus (128,4 HU) at the level of the proximal metacarpus*



**Abb 9** Darstellung der verschiedenen Dichten des Röhrens, des Fesselträgers, des Lig. accessorium, der TBS, OBS und der Mittelfußvene.  
*Densitometrical visualisation of the metacarpus, interosseus, accessory ligament, DDFT, SDFT and medial digital palmar vein.*



**Abb 10** Dichten verschiedener Strukturen auf Höhe der proximalen Reihe der Karpalknochen.  
*Various densities of anatomical structures at the level of the proximal row of metacarpal bones.*

Untersuchungsgruppen zur Ausarbeitung rassebedingter Unterschiede nur bei einer ausreichenden Anzahl gleichartiger Probanden als sinnvoll erachtet. Die Schwankung der minimalen und maximalen Dichtewerte ist speziell bei knöchernen Querschnitten sehr hoch, da, wenn man den kompletten Knochenquerschnitt einer Dichtemessung unterzieht, die sehr hohe Dichte der Kompakta mit derjenigen des Knochenmarks zu einem Mittelwert verrechnet wird. Um genauere Referenzbereiche zu erhalten, müssten spezifische Bereiche bezüglich ihrer Dichte untersucht und mit anderen verglichen werden. Bei der Beschreibung von z.B. Knochenzysten weist die erheblich niedrigere Dichte auf einen pathologischen Prozess hin. Auch Verknöcherungen innerhalb der subchondralen Knochenplatte eines Knochens oder z.B. der Spongiosa des Strahlbeins können ermittelt werden. Sehnen und Bänder mit Kalzifikationen weisen eine signifikant höhere Dichte auf als nicht erkrankte. Tietje et al (2001) ermittelten Referenzwerte für die mittlere Dichte klinisch unauffälliger tiefer Beugesehnen an verschiedenen Stellen, anhand derer Aussagen über Tendinitiden möglich sind. Laut der vorliegenden Untersuchung ist die Schwankungsbreite der physiologischen Referenzbereiche mit den zugehörigen Standardabweichung zu groß, um eine bestimmte Abweichung des mittleren HU-Wertes schon als erkrankt oder noch als "normale" Varianz gelten lassen zu können.

Es sei nur erwähnt, dass mit Hilfe der ultrasonographischen Densitometrie sehr interessante Ergebnisse bei der Knochendichtemessung erzielt wurden (Buckingham und Jeffcott 1986, Buckingham et al. 1992, Carstanjen et al. 2002, Jeffcott 1990, Jeffcott und McCartney 1985, Lepage et al. 2001, Lepage und Carstanjen 2000, McCarthy et al. 1990).

### Klinische Schlussfolgerung

Densitometrische Untersuchungen an computertomographischen Schnittbildern sind als eine zusätzliche diagnostische Maßnahme zu werten. Es wird lediglich in Ausnahmefällen möglich sein, nur anhand einer Dichtemessung eines bestimmten Gewebes eine Diagnose stellen zu können. Die Schwankungsbreite der Referenzwerte ist zu groß, als dass eine Abweichung von zum Beispiel 10 HU auf einen pathologischen Prozess hinweisen könnte. Es werden demnach weitere Studien an einem umfassenden und vor allem einheitlichen Patientenmaterial nötig sein, um Dichte-Referenzwerte für spezifische Gruppen wie z.B. Vollblut-Rennpferde, Spring- oder Freizeit-Pferde zu erstellen.

Da es sich jedoch bei der computertomographischen Dichteuntersuchung um ein nichtinvasives Verfahren handelt, welches im Anschluß an eine computertomographische Untersuchung durchgeführt werden kann und dadurch keine Mehrkosten und auch keine verlängerte Narkose verursacht, kann der zusätzliche Informationsgewinn über die Abschätzung einiger Gewebedichten als positiv beurteilt werden.

### Literatur

Buckingham S. H. W. und Jeffcott L. B. (1986): Changes in bone strength and density in standardbreds from weaning to onset of training. Equine Exercise Physiology 2. Davis, CA, ICEEP Publications, Gillespie, J.R., Robinson, R.E. (eds), 631-643

- Buckingham S. H. W., McCarthy R. N., Anderson G. A. und McCartney R. N. (1992): Ultrasound speed in the metacarpal cortex. A survey of 347 thoroughbreds in training. *Equine Veterinary Journal, Supplements* 24, 191-195
- Carstanjen B., Langlois P., Detilleux J., Amory H. und Lepage O. M. (2002): Speed of sound measurements of the third metacarpal bone in young exercising thoroughbreds. 1th World Orthopaedic Veterinary Congress, Munich, 60
- Cornelissen B. P. M., van Weeren P. R., Ederveen A. G. H. und Barnefeld A. (1999): Influence of exercise on bone mineral density of immature cortical and trabecular bone of the equine metacarpus and proximal sesamoid bone. *Equine Veterinary Journal, Supplement* 31, 79-85
- Frey M. (2002): Die Computertomographie des Karpus beim Pferd. *Vet. Med. Diss. Tierärztliche Hochschule Hannover*
- Horstmann W. (2000): Computertomographische Untersuchung des Strahlbeins und des Hufgelenks der Pferdezehe im Vergleich zur herkömmlichen Röntgendarstellung. *Vet Med. Diss. Universität München*
- Huskamp B., Dämmrich K., Erbslöh J. und Jeffcott L. B. (1996): Skelettreife und Trainingsbeginn bei Vollblutpferden unter besonderer Berücksichtigung des Tierschutzgesetzes. *Wak-Verlag und Kunstberatung, München, Germany*
- Jeffcott L. B. (1990): Training effects on bone and joints. *Proceedings of the ICESM, Stockholm*, 14-17
- Jeffcott L. B. und McCartney R. N. (1985): Ultrasound as a tool for assessment of bone quality in the horse. *Veterinary Record* 116, 337-342
- Jeffcott L. B., Buckingham S. H. W. und McCartney R. N. (1987): Noninvasive measurement of bone quality in horses and changes associated with exercise. *Equine Exercise Physiology* 2. Davis, CA, ICEEP Publications, Gillespie, J.R., Robinson, R.E. (eds), 615-630
- Kaser-Hotz B., Sartoretti-Schiefer S. und Weiss R. (1994): Computed tomography and magnetic resonance imaging of the normal equine carpus. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 35, 457-461
- Kawcak C. E., McIlwright C. W., Norrdin R. W., Park R. D. und Steyn P. S. (2000): Clinical effects of exercise on subchondral bone of carpal and metacarpophalangeal joints in horses. *American Journal of Veterinary Research* 61, 1252-1258
- Lepage O. M. und Carstanjen B. (2000): Quantitative ultrasound and biomechanical markers for equine bone assessment. *Proceedings of the 10th Annual ESVOT Congress*, 127
- Lepage O. M., Carstanjen B. und Uebelhart D. (2001): Non-invasive assessment of equine bone: an update. *Veterinary Journal* 161, 10-22
- Mäule M. (2002): Densitometrische Untersuchungen anhand der Computertomographie an der distalen Vordergliedmaße beim Pferd. *Vet. Med. Diss. Universität München*
- Martens P., Ihler C. und Rennesund J. (1999): Detection of a radiographically occult fracture of the lateral palmar process of the distal phalanx in a horse using computed tomography. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 40, 346-349
- McCarty R. N., Jeffcott L. B. und McCartney R. N. (1990): Ultrasound speed in equine cortical bone: Effects of orientation, density, porosity and temperature. *Journal of Biomechanics* 23, 1139-1143
- Nowack M. (2002): The role of DDFT tendinitis in navicular syndrome – a CT perspective. 1th World Orthopaedic Veterinary Congress, Munich, 155-156
- O`Brian T. R., de Haan C. E. und Arthur R. (1986): Third carpal bone lesions of racing Thoroughbred. *Proc. of the American Association of Equine Practice* 31, 515-525
- O`Callaghan M. W. (1991): The integration of radiography and alternative imaging methods in the diagnosis of equine orthopedic disease. *Equine Practice* 7, 339-364
- Riggs C. M. (2002): Fractures – a preventable hazard of racing thoroughbreds? *Veterinary Journal* 163, 19-29
- Riggs C. M. und Boyde A. (1999): Effect of exercise on bone density in distal regions of the equine third metacarpal bone in 2-year-old Thoroughbreds. *Veterinary Journal, Supplements* 30, 555-560

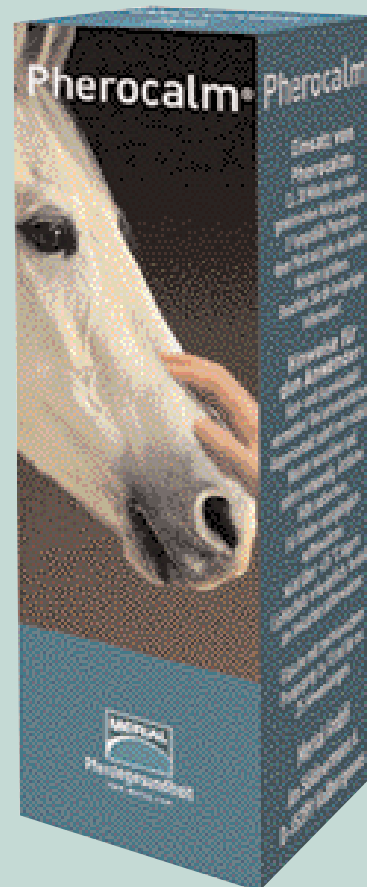
# Pherocalm<sup>®</sup>



## Beruhigendes Pheromon für Pferde (synthetisch)

- Der Natur abgeschauter Hilfe im Umgang mit nervösen Pferden
- Einfache Handhabung: nur 2 Pumpstöße pro Nüsterregion
- Pferdefreundlich anwendbar, da nahezu geräuschlos

**Nur beim Tierarzt erhältlich!**



Pferdegesund  
www.merial.com

- Riggs C. M., Whitehouse G. H. und Boyde A. (1999): Structural variation of the distal condyles of the third metacarpal and third metatarsal bones in the horse. *Equine Veterinary Journal* 31, 130-139
- Rose P., Seehermann H. und O'Callaghan M. (1997): Computed tomographic evaluation of comminuted middle phalangeal fractures in the horse. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 38, 424-429
- Tietje S. (1995): Die Computertomographie im Strahlbeinbereich des Pferdes: Ein Vergleich mit der konventionellen Röntgendarstellung. *Pferdeheilkunde* 11, 51-62
- Tietje S., Nowack M., Petzold S. und Weiler H. (2001): Die computertomographische Darstellung des distalen Abschnitt der tiefen Beugesehne (TBS) des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 17, 21-29
- Waite K. L., Nielsen B. D. und Rosenstein D. S. (2000): Computed tomography as a method of estimating bone mineral content in horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 20, 49-52

- Young S. W., Nunamaker D. M. und Markel M. D. (1991): Quantitative evaluation of the remodeling response of the proximal sesamoid bones to training related stimuli in Thoroughbreds. *American Journal of Veterinary Research* 52, 1350-1356

Dr. Michael Mäule  
Chirurgische Tierklinik - Pferdeabteilung  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Veterinärstr. 13  
D-80539 München  
H.Gerhards@chir.vetmed.uni-muenchen.de

# Pferdeheilkunde Forum 2004

## Seminarprogramm Donnerstag 10.Juni

### Vormittagsseminare (11 bis 14 Uhr)

- |           |   |
|-----------|---|
| Seminar 1 | Die gutachterliche Bewertung des Tierarztes |
| Seminar 2 | Der Röntgenleitfaden                        |
| Seminar 3 | Neurologie                                  |
| Seminar 4 | Finanzmanagement und Controlling            |
| Seminar 5 | Sonographie von Hals, Rücken und Becken     |
| Seminar 6 | Ösophagus, Magen und Duodenum               |
| Seminar 7 | Osteotherapie/Physiotherapie                |

### Nachmittagsseminare (15 bis 18 Uhr)

- |            |   |
|------------|---|
| Seminar 8  | Der Tierarzt als Gutachter              |
| Seminar 9  | Biomechanik der Wirbelsäule             |
| Seminar 10 | Röntgendiagnostik von Kopf und Hals     |
| Seminar 11 | Ophthalmologische Diagnostik            |
| Seminar 12 | Mitarbeiterführung und Kommunikation    |
| Seminar 13 | Sonographie des Abdomens                |
| Seminar 14 | Einführung in die Akupunktur beim Pferd |
| Seminar 15 | Die diagnostischen Anästhesien          |

### Abendseminar (18.30 bis 21 Uhr)

- |            |  |
|------------|--|
| Seminar 16 | Erfolgsstrategien in der tierärztlichen Praxis |
|------------|--|

(Die Seminare 1 bis 7 bzw. 8 bis 15 finden zeitgleich im Hilton-Kongresszentrum oder an der Humboldt-Universität statt. Es können demnach nur 3 Seminare gebucht werden, ein Vormittags-, ein Nachmittags- sowie das Abendseminar)