

Der tiefe Zehenbeuger des Pferdes im Bereich des Acropodium

Horst E. König¹, Rudolf Macher¹, Eva Polsterer-Heindl¹ und Christine Hinterhofer²

Aus dem Institut für Anatomie¹ und der Klinik für Orthopädie der Huf- und Klautentiere² der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Zusammenfassung

Der tiefe Zehenbeuger des Pferdes entsteht sowohl an der Vorder- als auch an der Hintergliedmaße aus drei Köpfen, die sich jeweils zur tiefen Beugesehne vereinigen, die zusätzlich im Bereich des Metapodiums von einem Ligamentum accessorium verstärkt wird. Am Acropodium verläuft die tiefe Beugesehne (TBS) entlang der drei Gleitschilder, Scutum proximale, medium und - distale, wo sie jeweils von synovialen Strukturen geschützt ist. Ohne vorher Sehnenfasern abzugeben, inseriert sie an der Facies flexoria des Hufbeins. In halber Höhe der palmaren beziehungsweise plantaren Seite des Kronbeins treffen die Synovialmembranen der Fesselbeugesehnhöhle, des Hufgelenks und der Bursa podotrochlearis, nur von wenig und lockerem Bindegewebe getrennt, aufeinander, wodurch eine scheinbare Verbindung der TBS mit dem Kronbein entsteht, die aber auf Grund ihrer Beschaffenheit keine Kraft überleiten kann. Einen Kronbeinschenkel der tiefen Beugesehne gibt es nicht.

Schlüsselwörter: Anatomie, M. flexor digitorum profundus, tiefe Beugesehne, Zehe

The deep digital flexor tendon in the equine toe

The deep digital flexor muscles of the fore and hind limb of the horse equally originate in three muscle heads, uniting to the deep digital flexor tendons (DDFT). Half way through the metacarpus /-tarsus the DDFT is joined by its accessory ligament, the inferior check ligament. At the toe, the DDFT passes on through the tendon of the superficial flexor muscle, both being enfolded by the digital synovial sheet, the DDFT more distally being protected by the podotrochlear bursa, to insert at the palmar/plantar aspect of the coffin bone. The digital synovial sheet, the podotrochlear bursa and the palmar/plantar pouch of the coffin joint meet at the palmar/plantar aspect of the middle phalanx, in the so called „T-ligament“, a fibrous partition without tendinous tissue. The T-ligament is not a branch of the DDFT.

Keywords: anatomy, horse, deep digital flexor muscle, T-ligament

Einleitung und Literatur

Der tiefe Zehenbeuger entspringt an der Vordergliedmaße mit einem starken, dreibäuchigen Caput humerale am Epicondylus medialis humeri, mit einem schwächeren Caput ulnare an der Ulna und mit einem sehr schwachen Caput radiale im distalen Drittel des Radius. Die drei Köpfe des tiefen Zehenbeugers vereinigen sich zur tiefen Beugesehne, die palmar am Karpus, gemeinsam mit der oberflächlichen Beugesehne, von der umfangreichen Karpalbeugesehnhöhle umgeben wird.

Ausgehend vom Lig. carpi-radiatum und vom proximalen Ende des Hauptmittelfußknochens wird die tiefe Beugesehne im Metakarpalbereich vom Ligamentum accessorium verstärkt. Das Lig. accessorium besteht zwar aus Sehngewebe, ist aber funktionell ein Halteband zwischen proximalem Metakarpus und dem Hufbein. Es vereinigt sich im mittleren Drittel des Röhrens mit der an dieser Stelle etwa gleich dicken tiefen Beugesehne und wird von Klinikern des öfteren als vierter Kopf des tiefen Zehenbeugers bezeichnet.

Auch an der Beckengliedmaße bildet sich der tiefe Zehenbeuger aus drei Köpfen, die von der Kaudalfläche der Tibia

entspringen. Die Sehnen der beiden stärkeren, des Caput laterale (M. flexor hallucis longus) und des M. tibialis caudalis verschmelzen proximal des Sprunggelenks und verlaufen über das Sustentaculum tali, wo sie von einer geräumigen Sehnhöhle umgeben werden. Die Sehne des dritten, mehr medial gelegenen Kopfes, des Caput mediale (M. flexor digitorum longus), verläuft in einer separaten Sehnhöhle medial des Sprunggelenks und vereinigt sich distal davon mit der Sehne der ersten beiden Köpfe. Die oberflächliche Beugesehne verläuft in Höhe des Tarsus nicht mit der tiefen Beugesehne. Sie bildet die Fersenbeinkappe, inseriert mit je einem lateralen und medialen Schenkel am Fersenbeinhöcker und erreicht erst distal des Tarsus plantar die tiefe Beugesehne, mit der sie ähnlich wie an der Vordergliedmaße das Beugesehnenpaket bildet. Dieses liegt auch an der Beckengliedmaße kaudal des M. intersosseus medius und ist gut tastbar. Das Lig. accessorium der tiefen Beugesehne ist an der Beckengliedmaße schwächer als das der Vordergliedmaße.

Nach dem Verlauf der tiefen Beugesehne über das Fesselgelenk, wo sie das Scutum proximale als Gleitfläche benutzt, zieht die Sehne weiter, am Scutum medium und dem Strahlbein vorbei an die raue Beugesehnenfläche des Hufbeins. In vielen Lehrbüchern der Veterinär-anatomie wird im Bereich der

Zehe von der tiefen Beugesehne ausgehend ein sogenannter Kronbeinschenkel erwähnt (Barone 1968; Dyce et al. 2002; Ghetie und Hillebrand 1971; König und Liebich 2001; Popesko 1979; Seiferle und Frewein 1996, Wissdorf 2002), der in der Mitte der Palmarfläche des Kronbeins seinen Ansatz finden soll. Andere Autoren beschreiben diesen Schenkel nicht (Ashdown und Done 1988; Budras und Röck 2000; Constantinescu 1991; Kainer 1987, Koch und Berg 1992). Dabei soll erwähnt werden, dass Budras und Röck (2000) diesen Schenkel sehr wohl als passive Einrichtung des Gelenkfixationsmechanismus an der Vordergliedmaße graphisch darstellen. Koch und Berg (1992) zeichnen den Schenkel auch ein, ohne aber weiter darauf einzugehen und in der englischsprachigen Literatur wird ein T-Ligament genannt, welches mit fibrösem Gewebe zwischen der tiefen Beugesehne und der Kronbeinhinterfläche verläuft.

Durch Präparation, anhand von nativen Schnitten und mit Hilfe plastinierter, durchsichtiger E-12 Schnitte von Pferdezehen ist die tiefe Beugesehne im Bereich des Zehenendorgans näher untersucht worden, um diese, sich teilweise nicht deckenden Informationen vereinheitlichen zu können.

Material und Methoden

Zur Präparation gelangten 10 Pferdeextremitäten. Sie wurden aus einer größeren Anzahl von Präparaten ausgesucht, die für die anatomischen Präparierübungen gesammelt wurden und die keine sichtbaren Formveränderungen im Hufbereich aufwiesen. Vier Vorder- und vier Hinterextremitäten wurden

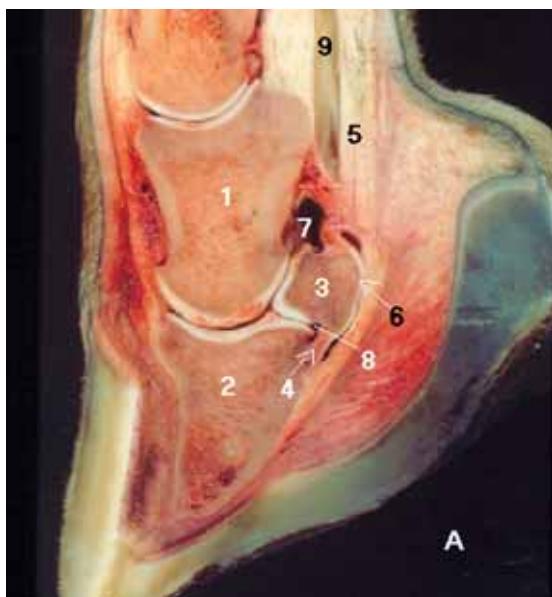


Abb 1 A Medianschnitt durch die Vorderzehe des Pferdes. 1 Kronbein, 2 Hufbein, 3 Strahlbein, 4 Strahlbein-Hufbeinband, 5 tiefe Beugesehne, 6 Bursa podotrochlearis, 7 proximale palmarre Aussackung des Hufgelenks, 9 Fesselbeugesehnenscheide
Sagittal section of an equine digit, B explaining drawing. 1 middle phalanx, 2 distal phalanx, 3 navicular bone, 4 sesamoidean ligament to distal phalanx, 5 deep digital flexor tendon, 6 navicular bursa, 7 proximal palmar pouch of the coffin joint, 8 distal palmar pouch of the coffin joint, 9 digital synovial sheet

seziert. Im Zehenbereich wurde nach Entfernen der Haut, der Hufkapsel und des Hufkissens die tiefe Beugesehne an ihrem

Ansatz am Hufbein durchtrennt. Damit wurde die Bursa podotrochlearis eröffnet, so dass das Strahlbeinhufbeinband und die Palmarfläche des Strahlbeins zu sehen waren. Die tiefe Beugesehne konnte nun sowohl von proximal als auch von distal angehoben und betrachtet werden.

Von einer Vorderzehe wurden Sagittalschnitte angefertigt, die in frischem Zustand beurteilt wurden. Von einer anderen Vorderzehe wurden nach der E-12 Methode (Hagens 1985) durchscheinende Sagittalschnitte zwischen 1-3 Millimeter Dicke angefertigt. Die Schnitte wurden mit einer Leica R 6 und mit einer Lupe M10 der Firma Leitz Heerbrugg Schweiz fotografiert.

Ergebnisse

Im Bereich des Metapodium und am Acropodium verhält sich die tiefe Beugesehne (TBS) an den Vordergliedmaßen in gleicher Weise wie an den Hintergliedmaßen, so dass im Folgenden nur der Ausdruck palmar verwendet wird. Sinngemäß gilt für die Beckengliedmaße das Wort plantar.

Im distalen Abschnitt des Mittelfußes wird die TBS von der oberflächlichen Beugesehne als Manica flexoria manschettenförmig umgeben. In Höhe der Gleichbeine gleitet sie palmar am Gleichbeinschild, dem Scutum proximale, vorbei und gelangt in die Fesselbeuge. Die TBS zieht dort am Scutum medium und dem Scutum distale vorbei und inseriert in einer breitflächigen Aponeurose an der Facies flexoria der Palmarfläche des Hufbeins. Das Scutum proximale besteht aus, zwischen den Gleichbeinen querverlaufenden, derben Faser-

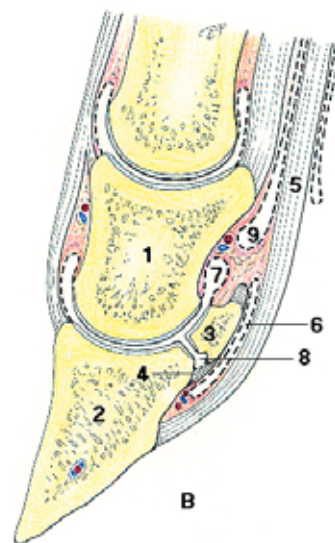


Abb 1 B Erläuternde Zeichnung zu Abb 1 a

strukturen, das Scutum medium wird von der palmarodistalen Fläche der Kronbeinlehne gebildet, proximal funktionell verlängert von den ebendort ansetzenden, langen Gleichbeinbändern. Das Scutum distale ist das Strahlbeinschild, die Gleitfläche des Strahlbeins zusammen mit seiner proximal gerichteten, knorpelig-fasrigen Verlängerung, die aus zunächst horizontal verlaufenden Bandmassen besteht, die dann jeweils seitlich an das Kron- bzw. Fesselbein ziehen. Im Bereich der drei Gleitschilder ist die TBS durch synoviale

Strukturen geschützt. Die Fesselbeugesehnnenscheide beginnt an der Vorderextremität distal der Griffelbeinknöpfechen, an der Hinterextremität, wo die Griffelbeine meist nicht so weit distal ziehen, beginnt sie in entsprechendem Abstand zum Fesselgelenk. Ihr distales Ende ist etwa in halber Höhe der palmaren Kronbeinfläche, wodurch auch der Verlauf der TBS über das Scutum medium abgedeckt ist. Nur durch lockeres Bindegewebe getrennt beginnt palmarodistal gleich anschließend die geräumige Bursa podotrochlearis, welche die Gleitfähigkeit der TBS bis fast zu ihrem Ansatz, also auch distal des Ligamentum impar, gewährleistet. In demselben Bindegewebe endet auch der palmare Hufgelenkrecessus, wodurch die drei synovialen Gebilde sehr nahe aneinander zu liegen kommen.

Das lockere Bindegewebe führt an der Palmarfläche des Kronbeins den arteriellen und den venösen Schenkel des R. palmaris phalangis mediae der A. digitalis palmaris und kann in manchen anatomischen Schnittführungen den Anschein einer Verbindung zwischen der tiefen Beugesehne und dem Kronbein und auch dem Strahlbein geben. Von der tiefen Beugesehne aber gehen in ihrem gesamten Verlauf im Bereich des Acropodium keine Sehnenfasern zum Kronbein. Auf der anderen Seite kann auch auf der Palmarseite des Kronbeins kein Ansatz einer sehnenartigen Struktur gefunden werden.

Diskussion

In der Fachliteratur wird der sogenannte „Kronbeinschenkel“ der tiefen Beugesehne unterschiedlich beschrieben. Seiferle und Frewein (1996) und Wissdorf et al. (2002) bezeichnen

den Kronbeinschenkel als schwach und elastisch. Er wird allerdings von den Autoren in den entsprechenden Zeichnungen sehr stark dargestellt. Popesko (1979), der diesen Schenkel ebenfalls kräftig zeichnen lässt, benennt ihn „Crus coronale mi flexoris digitalis profundi“. Nach Meinung von Dyce et al. (2002) ist der Kronbeinschenkel des tiefen Zehenbeugers lediglich eine bindegewebige Brücke. Von König und Liebich (2001) wird der Kronbeinschenkel als schwacher Ast bezeichnet, der sich bindegewebig nicht nur mit dem Kronbein sondern auch mit dem proximalen Rand des Strahlbeins verbindet, so dass er das Hufgelenk von der Bursa podotrochlearis trennt. Grau (1943) beschreibt die Verbindung zwischen tiefem Zehenbeuger und dem Kronbein als Gewebemasse zwischen distaler Sehnnenscheide der Zehenbeuger einerseits und Hufrollenschleimbeutel andererseits, die als schwacher elastischer Zug „dem Kronbeinschenkel der tiefen Beugesehne“ letztere an der Phalanx II befestigt. Barone (1968) erwähnt zwischen der Sehne des tiefen Zehenbeugers und dem Kronbein eine kräftige fibroelastische Brücke (forte lame), welche die Aussackung der Fesselbeugesehnnenscheide von der palmaren proximalen Aussackung des Hufgelenks trennt, eine Beschreibung die ähnlich auch für das „T-ligament“ (Kainer 1987) zutrifft, worin allerdings quer verlaufende Fasern beschrieben sind.

Ghetie und Hillebrand (1971) sind der Meinung, dass Sehnenfasern des tiefen Zehenbeugers diesen in der Mitte des Kronbeins verlassen um an der palmaren Fläche des Kronbeins anzusetzen (lama transversa = Lamina transversalis). Ghetie und Hillebrand (1971) beschreiben zudem am Proximalrand des Strahlbeins eine fibroelastische Bildung „micul

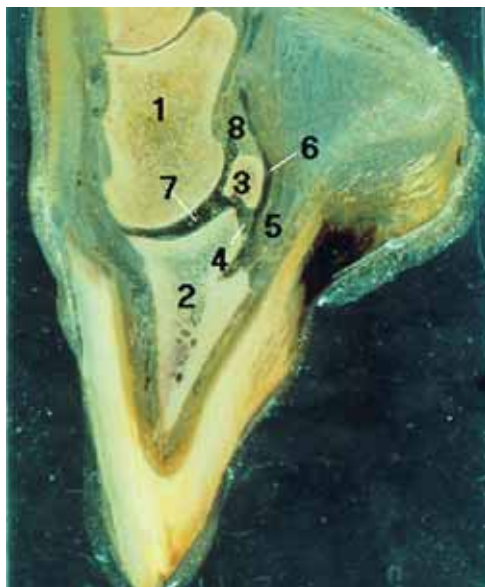


Abb 2a E-12-plastinierter Paramedianschnitt durch die Zehe eines Pferdes. 1 Kronbein, 2 Hufbein, 3 Strahlbein, 4 Strahlbein-Hufbeinband, 5 tiefe Beugesehne, 6 Bursa podotrochlearis, 7 Hufgelenk, 8 Saum am Proximalrand des Strahlbeins

E-12 plastified equine toe specimen in paramedian section, A enlarged demonstration of structures close to the proximal border of the navicular bone, B enlarged demonstration of coffin joint and navicular bursa. 1 middle phalanx, 2 distal phalanx, 3 navicular bone, 4 sesamoidean ligament to distal phalanx, 5 deep digital flexor tendon, 6 navicular bursa, 7 coffin joint, 8 seam of the proximal border of the navicular bone, 9 synovial sheath

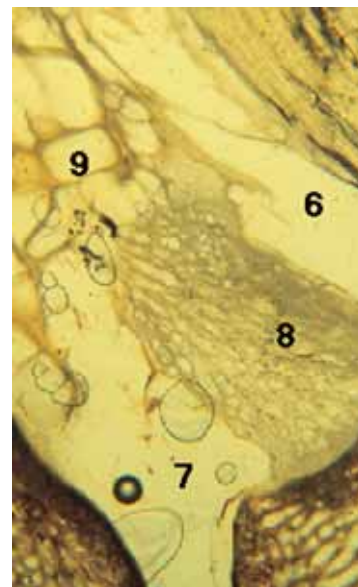


Abb 2 A Lupenvergrößerung der Abb 2 in Höhe des Proximalrandes des Strahlbeins. 6 Bursa podotrochlearis, 7 proximale palmare Aussackung des Hufgelenks, 8 faserknorpeliger Saum am Proximalrand des Strahlbeins, 9 Fesselbeugesehnnenscheide

burelet glenoidian“ = kleines Labrum glenoidale, die aus Fasern des Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinbandes entsteht, die sich von beiden Seiten der Zehe kommend hier miteinander verbinden. Barone (1968) nennt diese Bildung ebenfalls „petit burelet glenoidien“, das die Gleitfläche des Scutum distale für die Endsehne des tiefen Zehenbeugers proximal vergrößert. In den Nomenklaturvorschlägen von Kassianoff und Wissdorf

(1992) werden zwei Gelenkflächen des Strahlbeins berücksichtigt, eine proximale zum Kronbein und eine distale zum Hufbein. Palmar der Hufbeingelenkfläche wölbt sich von der Facies flexoria des Strahlbeins eine als Margo ligamenti bezeichnete Kante vor. Sie dient dem Ansatz des Lig. sesamoideum distale impar. Proximal wölbt sich die Facies flexoria des Strahlbeins ebenfalls vor und bietet nach *Kassianoff* und *Wissdorf* (1992) dem medialen und lateralen Ligamentum sesamoideum collaterale Ansatz. Sie meinen damit das Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinband. Die Autoren erwähnen den Saum am Proximalrand des Strahlbeins nicht, der als Strahlbeinschild gemeinsam mit dem Strahlbein die Gleitfläche für die tiefe Beugesehnenaponeurose bildet. *Kadletz* (1932) erwähnt und zeichnet einen vom tiefen Zehenbeuger ausgehenden starken Schenkel, den er als Ligamentum flexorium bezeichnet, und der vom tiefen Zehenbeuger ausgehend an die Palmarfläche der Mitte des Kronbeins zieht. *Schmaltz* (1928) beschreibt in der Fesselbeuge einen Schenkel des tiefen Zehenbeugers, der an das Strahlbein ziehen soll. Der Autor meint: „Indem die Hufbeinsehne allein weiterzieht, geht sie über die flachere Gleitrinne des Kronbeinschildes, dessen Form sie sich mit einer Verbreiterung und Abplattung anpasst, auf das Strahlbein zu, an dem sie sich mit einer beträchtlichen Schicht ansetzt, während ihr Hauptteil unter dem Strahlbein durchzieht und sich unter gleichzeitiger Verbreiterung an der Hufbeinsohle (facies flexoria) ansetzt“.

Betrachtet man nun an E-12 Präparaten das sagittal durchgeschnittene und durchscheinende Strahlbein so wird deutlich, dass sein proximaler Rand immer von einem proximal rei-



Abb 2 B Lupenvergrößerung des Hufgelenks und der Bursa podotrochlearis aus Abb 2. 1 Kronbein, 2 Hufbein, 3 Strahlbein, 4 Strahlbein-Hufbeinband, 5 tiefe Beugesehne, 6 Bursa podotrochlearis, 7 Hufgelenk, 9 faserknorpeliger Saum am Proximalrand des Strahlbeins

chenden Saum bedeckt wird. Dieser Saum vergrößert proximal die Gleitfläche des Strahlbeins für die tiefe Beugesehne. Die querverlaufenden Fasern in diesem Saum könnten für die Funktion eines T-ligaments, eines Lig. accessorium für das Strahlbein sprechen, die unterschiedlich breite Bindegewebsmasse, die zwischen der TBS, dem Kronbein und dem proximalen Strahlbeinrand imponiert, enthält allerdings keine Seh-

nenfasern. Ein sogenannter Kronbeinschenkel des tiefen Zehenbeugers tritt auch an durchsichtigen, nach der E-12 Methode plastinierten Präparaten, nicht in Erscheinung. Er hätte auch keinerlei Funktion bezüglich der Stabilisierung des Krongelenks. An der palmar gelegenen Kronbeinlehne inserieren das Lig. sesamoideum rectum und die Palmarbänder des Krongelenks, die äußerst kräftig sind und die das Gelenk stabilisieren. Letztendlich kann man in der Mitte der Palmarfläche des Kronbeins keinerlei Rauigkeiten finden, die auf einen kraftaktiven Ansatz von Sehnenfasern des tiefen Zehenbeugers hindeuten würden.

Zusammenfassend kann man den Autoren, die einen Kronbeinschenkel erwähnen oder zeichnen, entgegenhalten, dass es diesen nicht gibt. Die Literaturstellen, welche die bindegewebige Verbindung näher beschreiben, sollen dahingehend unterstützt werden, dass zwischen Kronbein und der tiefen Beugesehne in diesem Bereich keine Sehnenfasern verlaufen, aber auch keine sonstigen Bindegewebsfasern, die eine Kraftüberleitung ermöglichen würden.

Literatur

- Ashdown R. und Done S.* (1988): Topographische Anatomie des Pferdes. Enke Verlag Stuttgart
Barone R. (1968): Anatomie Comparée des Mammifères Domestiques. Bd. 2, Arthrologie et Myologie. Laboratoire d'Anatomie Ecole Nationale Veterinaire, Lyon

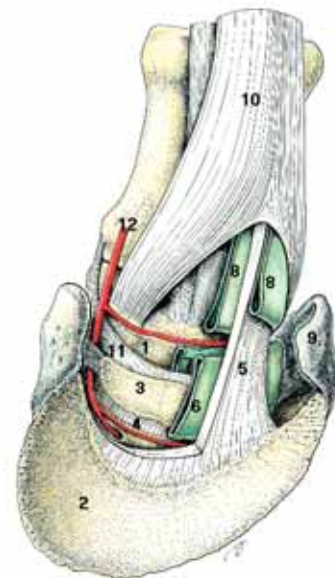


Abb. 3 Räumliche Darstellung der synovialen Einrichtungen im Zehenendorgan des Pferdes. 1 Kronbein, 2 Hufbein, 3 Strahlbein, 4 Strahlbein-Hufbeinband, 5 tiefe Beugesehne, 6 Bursa podotrochlearis, 7 proximale palmare Aussackung des Hufgelenks, 8 Fesselbeugesehnnenscheide, 9 Hufknorpel, 10 oberflächliche Beugesehne, 11 Ansatz des Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinbandes, 12 A. digitalis palmaris

Three-dimensional graph of synovial structures of the equine digit, 1 middle phalanx, 2 distal phalanx, 3 navicular bone, 4 sesamoidean ligament to distal phalanx, 5 deep digital flexor tendon, 6 navicular bursa, 7 proximal palmar pouch of the coffin joint, 8 digital synovial sheet, 9 cartilages of the distal phalanx, 10 superficial digital flexor tendon, 11 collateral sesamoidean ligaments` branch to the distal phalanx, 12 palmar digital artery

- Budras K.-D. und Röck S. (2000): Atlas der Anatomie des Pferdes – Lehrbuch für Tierärzte und Studierende. 4. Auflage, Schlütersche, Hannover
- Constantinescu G.-M. (1991): Clinical Dissection Guide for Large Animals. Mosby, St. Louis, Baltimore, Boston, Chicago, London, Philadelphia, Sydney, Toronto
- Dyce K. M., Sack W. O. und Wensing C. J. G. (2002): Textbook of Veterinary Anatomy. 3th Ed., Saunders, Philadelphia, London, New York, St. Louis, Sydney, Toronto
- Ghetie V. und Hillebrand A. (1971): Anatomia animalelor domestice. Vol. I, Aparatul locomotor. Editura Academiei Republicii Socialiste Romania, Bukarest
- Grau H. (1943): Das Muskelsystem. Der aktive Bewegungsapparat. In: Ellenberger, W. und Baum, H. (Hrsg.) Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 18. Aufl., Springer Verlag Berlin Heidelberg New York
- Kadletz M. (1932): Anatomischer Atlas der Extremitätengelenke von Pferd und Hund. Urban und Schwarzenberg, Berlin und Wien
- Kainer R. A. (1987): In: Stashak, T.S.: Adams` Lameness in Horses: Funktional Anatomy of Equine Locomotor Organs. 4th Ed., Lea & Febiger
- Kassianoff I. und Wissdorf H. (1992): Ergänzungsvorschläge zur Nomenklatur am Strahlbein (Os sesamoideum distale) des Pferdes. Pferdeheilkunde 8, 157-159
- Koch T. und Berg R. ((1992): Lehrbuch der Veterinär-Anatomie, Bd. I Bewegungsapparat, 5. Aufl. Gustav Fischer Verlag, Jena Stuttgart
- König H. E. und Liebich H.-G. (2001): Anatomie der Haussäugetiere – Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. Bd. I Bewegungsapparat. 2. Aufl., Schattauer, Stuttgart New York
- Popesko P. (1979): Atlas der topographischen Anatomie der Haustiere. Bd. III, Becken und Gliedmaßen. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- Schmaltz R. (1928): Anatomie des Pferdes – In den Grenzen der Vorlesung dargestellt. 2. Aufl. Verlagsbuchhandlung Richard Schoetz, Berlin
- Seiferle E. und Frewein J. (1992): Aktiver Bewegungsapparat, Muskelsystem, Myologia. In: Nickel, R., Schummer, A. und Seiferle, E. Herausgegeben von Frewein, J., Wille, K.-H. und Wilkens, H. Band 1, 6. Aufl. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- Wissdorf H., Otto B., Hertsch B. und Keller H. (2002): Hufbereich, Regio unguicularis. In: Wissdorf H., Gerhards H., Huskamp B. und Deegen E. (Hrsg.) Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes. 2. Aufl., Verlag M. u. H. Schaper Alfeld Hannover

Prof. Dr. Dr. h.c. Horst E. König
Institut für Anatomie
Veterinärmedizinischen Universität Wien
Veterinärplatz 1
A 1210 Wien.
Horst.Koenig@vu-wien.ac.at