

Die wissenschaftliche Grundlage der Klasseneinteilung des Röntgenleitfadens – Teil II: Das Fesselbein und die Gleichbeine

Nicole Schulze und Christoph Lischer

Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin

Zusammenfassung: Das Fesselgelenk des Pferdes weist aufgrund seiner relativ kleinen Gelenkfläche im Verhältnis zum hohen Körpergewicht eine hohe Anfälligkeit für degenerative Veränderungen auf und wird deshalb im Rahmen von Ankaufsuntersuchungen oft geröntgt. Im Röntgenleitfaden 2007 (RöLF 2007) sind verschiedene Befunde, die man auf einer seitlichen Aufnahme erheben kann, aufgelistet und klassifiziert. Das Ziel dieser Arbeit war es, die Klassifikation dieser Befunde in Hinblick auf ihre wissenschaftliche Grundlage zu überprüfen. Durch eine systematische Literaturrecherche in CAB und PubMed konnten 44 Publikationen (28 peer reviewed Veröffentlichungen und 16 Dissertationen) gefunden werden, die hinsichtlich der Prävalenz des jeweiligen Befundes und der dazugehörigen klinischen Bedeutung ausgewertet wurden. Zusätzlich erfolgte eine Evidenzklassifizierung der verwendeten Arbeiten gemäß der AHCPR (Agency for Health Care Policy and Research). Hierbei erreichten 29 Arbeiten die Evidenzklasse II b und 15 Arbeiten die Evidenzklasse III. Publikationen, die auf Berichten von Experten-Ausschüssen oder Expertenmeinungen basierten und somit der Evidenzklasse IV zugeordnet werden, wurden nicht berücksichtigt. Die Prävalenz der untersuchten Röntgenbefunde am Fesselbein und Gleichbein ist in der Literatur für lahme und gesunde Warmblüter, Vollblüter und Traber nur unzureichend dokumentiert. Ausnahmen bildeten isolierte Verschattungen, welche als Knochenlösung am Fesselbein gedeutet werden (Befund 1.14.4), mit einer Prävalenz von 0,25%–1,8% und Zubildungen an der palmaren/plantaren Kontur der Gleichbeine (1.16.4/1.16.5) mit einer Prävalenz von 0%–4,2%. Hinsichtlich der klinischen Bedeutung der Befunde am Fesselbein und den Gleichbeinen bzw. deren Risikoeinschätzung sind in der Literatur keine Angaben vorhanden. Die Klasseneinteilung beruht demnach einzig auf Expertenmeinung der Röntgenkommission. Hinterfragt werden sollte die Klassifizierung von Zubildungen dorso-proximal am Fesselbein (II-III), da es sich hierbei auch um Hinweise auf Fissuren/Frakturen und/oder subchondrale Knochenzysten handeln kann. Zudem ist zu beachten, dass viele der untersuchten Befunde auf der latero-medialen Aufnahme allein nur unzureichend dargestellt werden können. Für eine abschließende Beurteilung und Klassifizierung wären Zusatzaufnahmen dringend erforderlich.

Schlüsselwörter: Kaufuntersuchung, Röntgenleitfaden, Fesselbein, Gleichbeine, Röntgenbefunde, klinische Relevanz

The scientific background for the classification of findings in the german guidelines of scoring prepurchase radiographs in the horse - Part II the proximal phalanx and the proximal sesamoid bones

The fetlock joint is fragile for degenerative joint diseases because of its small weight bearing surface and the high load. Therefore it is often x-rayed during prepurchase examination. The german guidelines for scoring prepurchase radiographs lists and classifies findings that are visible on a latero-medial projection of the proximal interphalangeal joint. However, the guidelines are often criticized for their lack of scientific background. The aim of this study was to evaluate the scientific background of the classification of findings of the proximal phalanx and the proximal sesamoid bones of the RöLF 2007. The literature research was done by CAB and PubMed. Together 44 studies have been identified which included 16 doctoral thesis and 28 peer-reviewed papers. These studies were all classified regarding to their evidence which was based on the recommendations of AHCPR (Agency for Health Care Policy and Research). Furthermore they were evaluated for prevalence and clinical significance. Altogether 29 of the 44 studies were classified as II b and 15 as III. Studies with evidence class IV were not included because they are only based on expert opinions. In addition four relevant reference text books were reviewed. The prevalence for lame and sound warmblood horses, standardbred trotters and thoroughbreds is in not very well documented in literature. For new bone formation at the dorsal aspect of the proximal phalanx (1.14.2) no data for sound horses could be found. For the ununited palmar/plantar eminences enough data could be collected (0,25%–1,8%). The prevalence of enthesiophytes of the proximal sesamoid bones/abnormal shape of the proximal sesamoid bones (1.16.4/1.16.5) are very well documented (0%–4,2%), while the other findings of the proximal sesamoid bones are not. There is a general lack of published information about the clinical relevance of the findings of the proximal sesamoid bones and the proximal phalanx. The classification is mostly based on expert opinions. The findings 1.14.2 and 1.14.3 which both describe new bone formation at the dorsal aspect of the proximal phalanx are classified as normal or acceptable. An aspect that deserves particularly critical observation is that these periosteal new bone formations might be associated with an incomplete fracture or a subchondral cyst-like lesion at the proximal aspect of the first phalanx. Furthermore it needs to be discussed that most of the findings might not be detectable on the recommended latero-medial projection. Additional radiographs are needed. Subchondral bone cysts for example were not described in any reviewed study which only considered latero-medial radiographs. While studies which included dorso-palmar/plantar projections presented cystic lesions proximal in the first phalanx on a regular basis. Considering these facts it is required to perform at least an additional dorso-palmar/plantar projection in cases with unclear findings. If the latero-medial view shows an abnormality further oblique views are recommended.

Keywords: pre-purchase, Roentgenleitfaden, proximal phalanx, proximal sesamoid bones, radiographic findings, clinical relevance, guideline, code of practice

Zitation: Schulze N, Lischer C. (2016) Die wissenschaftliche Grundlage der Klasseneinteilung des Röntgenleitfadens – Teil II Das Fesselbein und die Gleichbeine. Pferdeheilkunde 32, 595-605

Korrespondenz: Nicole Schulze, Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin, Oertzenweg 19 b, 14163 Berlin; E-Mail: Nicole.schulze@fu-berlin.de

Einleitung

Das Fesselgelenk des Pferdes ist wegen seiner hohen Belastung und der relativ kleinen Gelenkfläche anfällig für degenerative Veränderungen (Denoix 1996, Pool und Meagher 1990, Pool 1991, Pool 1996), wie zum Beispiel Läsionen des hyalinen Knorpels, Sklerosen des subchondralen Knochens und/oder die Ausbildung von Osteophyten im Randbereich der Gelenkflächen (Raker 1966, Altman et al. 1990). Diese Veränderungen, die im fortgeschrittenen Stadium zum Teil auch röntgenologisch darstellbar sind, werden unter dem Begriff Osteoarthritis zusammengefasst (Altman et al. 1990).

Die Prädispositionsstellen für degenerative Veränderungen des Knorpels und des subchondralen Knochens sind die proximo-dorsale und die proximo-palmar/plantare Gelenkfläche des Fesselbeins, wobei bei Rennpferden typischerweise der palmar/plantare Anteil der Gelenkfläche am stärksten betroffen ist (Pinchbeck et al. 2013). Häufig treten diese Veränderungen anfangs medial im Gelenk und erst im fortgeschrittenen Stadium der Erkrankung auch lateral auf (Richardson und Dyson 2011, Nixon 2012, Brommer et al. 2003, Petterson und Ryden 1982).

Das Fesselgelenk des Pferdes ist ein zusammengesetztes Scharniergelenk, welches eine geringgradige Seitwärtsbewegung nur in extremer Beugstellung zulässt (Nickel et al. 2004, Clayton et al. 2007). Es zählt zu den „high motion“ Gelenken und befindet sich bei physiologisch belasteter Gliedmaße in Hyperextensionsstellung. Anatomisch setzt sich das Gelenk aus vier knöchernen Anteilen zusammen: dem distalen Teil des Röhrbeins, dem proximalen Anteil des Fesselbeins und den beiden Gleichbeinen (Wissdorf et al. 2010, Nickel et al. 2004). Die Gelenkfläche wird axial durch den Sagittalkamm des Röhrbeins und die Sagittalrinne des Fesselbeins, abaxial von den konkaven Anteilen des Fesselbeins und palmar/plantar von den beiden Facies articularis der Gleichbeine gebildet (Britt und Tucker 2013). Der dorsale Anteil des Gelenkes, bestehend aus dem Röhrbein und dem Fesselbein, ist gewichtstragend. Der palmar/plantare Abschnitt stellt allein die Gelenkfläche zu den Gleichbeinen dar (Britt und Tucker 2013). Der Übergangsbereich dieser beiden Gelenkanteile erscheint auf dem seitlichen Röntgenbild oft abgeflacht, was fälschlicherweise als Läsion in der Gelenkfläche und/oder des subchondralen Knochens interpretiert werden kann (Britt und Tucker 2013). Der Sagittalkamm teilt das Gelenk in einen medialen und lateralen Anteil, wobei der stärker belastete mediale Anteil der Gelenkfläche größer ist (Britt und Tucker 2013).

Von dorso-lateral wird das Fesselgelenk von der Sehne des M. extensor digitalis communis überspannt. Im Bereich des Fesselgelenks zweigt ein Schenkel des gemeinsamen Zehenstreckers ab, dessen Insertionsstelle in den Anatomiebüchern unterschiedlich beschrieben wird: Gemäß Getty (1975) und Taylor (1959) inseriert dieser Schenkel dorso-lateral und proximal am Fesselbein, während andere Autoren nur eine feine Verbindungen der Sehne mit der Gelenkkapsel finden konnten (Weaver et al. 1992, Kainer 1987, Sack 1991). Nickel et al. (2004) bestätigen diese Verbindung mit der Gelenkkapsel, beschreiben aber einen zusätzlichen Schenkel, der am Kronbein inseriert. Unbestritten ist die Insertion des Schenkels der Sehne des M. extensor digitalis lateralis dorso-lateral am pro-

ximalen Fesselbein (Nickel et al. 2004). Die Insertionsstelle (Abb. 1) befindet sich distal des Ansatzes der Gelenkkapsel (Weaver et al. 1992).

Die Gelenkkapsel des Fesselgelenkes setzt sich aus dem Recessus dorsalis und dem Recessus palmaris/plantaris zusammen (Abb. 1). Letzterer reicht ca. 20mm nach dorsal am Röhrbein, während die palmar/plantare Ausbuchtung 40–50mm nach proximal zwischen dem distalen Ende des Röhrbeins und den Endschenkeln des M. interosseus medius reicht (Nickel et al. 2004).

Medial und lateral wird das Fesselgelenk von den Seitenbändern fixiert (Ligamenta collateralia mediale und laterale). Diese setzen sich jeweils aus einem oberflächlichen und tiefen Anteil zusammen. Der oberflächliche Anteil verläuft zwischen der Bandgrube des Röhrbeins und dem Bandhöcker des Fesselbeins, während der tiefe Anteil von der Bandgrube des Röhrbeins bis zur Eminentia palmaris des Fesselbeins zieht (Nickel et al. 2004, Wissdorf et al. 2010) (Abb. 1). Die Seitenbänder der Gleichbeine (Ligamenta sesamoidea collateralis lateralis und medialis) verlaufen jeweils von den abaxialen Flächen der Sesambeine zu den Bandgruben des Röhrbeins sowie den Bandhöckern des Fesselbeins (Nickel et al. 2004).

Proximo-palmar/plantar an den Gleichbeinen inseriert der M. interosseus mit jeweils einem Schenkel abaxial (Abb. 1). Eben-



Abb. 1 Latero-mediale Aufnahme des Fesselgelenks mit Ansätzen der Weichteilstrukturen im Bereich des Fesselgelenks (modifiziert nach Weaver et al. 1992): 1 = oberflächlicher Anteil der Ligg. collateralia laterale und mediale, 2 = Ansatz des M. interosseus medius am Gleichbein, 3 = Ansatz des Fesslingbandes am Gleichbein, 4 = tiefer Anteil der Ligg. collateralia laterale und mediale, 5 = Gelenkkapsel, 6 = Ansatz des M. extensor digitalis lateralis, 7 = Ligg. sesamoidea collateralis laterales/medialis
Latero-mediale projection of the fetlock joint illustrating the sites of attachment for soft-tissue structures (modified after Weaver et al. 1992): 1 = Superficial part of the collateral ligaments of the metacarpophalangeal joint, 2 = Suspensory ligament, 3 = Palmar/plantar annular ligament, 4 = Deep part of the collateral ligament of the metacarpophalangeal joint, 5 = fetlock joint capsule, 6 = Lateral digital extensor tendon 7 = Collateral sesamoidean ligaments of the proximal sesamoid bones

falls palmar/plantar an den Gleichbeinen inseriert das Fesselringband (Ligamentum palmare/plantare anulare) (Nickel et al. 2004). Die distalen Gleichbeinbänder bestehend aus den Ligamenta sesamoidea obliqua, dem Ligamentum sesamoideum rectum und den schiefen, kurzen und gekreuzten Sesambeinbändern reichen palmar bzw. plantar über das Fesselgelenk. Alle entspringen an der Gleichbeinbasis. Die schrägen Gleichbeinbänder inserieren medial bzw. lateral an der Fesselbeinleiste, das gerade Gleichbeinband setzt mit einem stärkeren Anteil an der Kronbeinlehne und mit einer schwächeren, tiefen Portion am Fesselbeindreieck an und die kurzen Bänder proximal an der Fesselbeinlehne (Nickel et al. 2004).

Aufgrund der großen klinischen Bedeutung des Fesselgelenkes (Pool und Meagher 1990, Denoix 1996) muss der röntgenologischen Beurteilung im Rahmen einer Ankaufuntersuchung besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Hierbei muss grundsätzlich zwischen der klassischen Diagnose und der radiologischen Diagnose unterschieden werden. Bei der klassischen Diagnose im Rahmen einer Lahmheitsuntersuchung werden klinische Befunde berücksichtigt, welche im Rahmen der Kaufuntersuchung nicht gestellt werden können, da es sich grundsätzlich um lahmfreie Pferde handelt. Bei der Beurteilung von Röntgenbildern im Kontext einer Kaufuntersuchung können jedoch radiologische Differentialdiagnosen auf Grundlage der röntgenologischen Befunde erhoben werden.

Mit der röntgenologischen Untersuchung sind die Gelenkflächen, die periartikulären knöchernen Anteile und zum Teil die angrenzenden Weichteilstrukturen darstellbar (Britt und Tucker 2013). Zur optimalen röntgenologischen Darstellung dieser Strukturen werden eine lateromediale Aufnahme, eine dorsopalmar/plantare Aufnahme und zwei Schrägaufnahmen (D45°L-PaMO/D45°M-PaLO) des Fesselgelenkes empfohlen (Britt und Tucker 2013, Butler et al. 2008). Nicht selten sind zudem weitere Spezialaufnahmen erforderlich (Butler et al. 2008, Hornof und O'Brien 1980, Pilsworth et al. 1988).

Eine eindeutige Unterscheidung zwischen Vorder- und Hintergliedmaßen sowie zwischen linker und rechter Fessel ist röntgenologisch nicht möglich (Britt und Tucker 2013). Bei der Beurteilung der Weichteilstrukturen sind der Röntgentechnik Grenzen gesetzt (Kraff und Gavin 2001). Lediglich in den Ansatzbereichen von Sehnen, Bändern und der Gelenkkapsel können sich röntgenologisch erkennbare Veränderungen entwickeln (Weaver et al. 1992) (Abb.1).

Der Röntgenleitfaden von 2007 (RöLF) hat zur Beurteilung des Fesselgelenkes eine latero-mediale (90°) Übersichtsaufnahme der Zehe definiert, auf welcher Hufkapsel, Fesselgelenk und Gleichbeine abgebildet sein müssen. Auf dieser Standardaufnahme soll das Fesselgelenk beurteilt und klassifiziert werden. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Befunde des Fesselbeins und der Gleichbeine sowie ihre Klasseneinteilung im RöLF 2007 in Hinblick auf ihre wissenschaftliche Grundlage zu untersuchen.

Material und Methode

Von der Version 2007 des Röntgenleitfadens wurden 14 Befunde unter der Rubrik Fesselbein (1.14) und Gleichbein (1.16) in Hinblick auf Prävalenz und klinische Bedeutung anhand von wissenschaftlichen Arbeiten überprüft (Tab. 1). Die Literaturrecherche erfolgte über die Datenbank CAB der FU Berlin und PubMed. Für die Suche wurden als Stichwörter sowohl die deutschen Begriffe: Fesselbein, Gleichbeine, Röntgenleitfaden, Kaufuntersuchung, Zubildungen am Fesselbein und Gleichbein und Osteoarthritis, als auch die englischsprachigen Begriffe: pre-purchase, proximal phalanx, proximal sesamoid bones, radiographic findings und clinical relevance verwendet. Artikel aus nicht peer-reviewed Zeitschriften wurden nicht berücksichtigt. Zusätzlich wurden Dissertationen und die aktuellste Version von vier einschlägigen veterinärmedizinischen Fachbüchern berücksichtigt: The Clinical Radiology

Tab. 1 Übersicht über die bearbeiteten Röntgenbefunde des Röntgenleitfadens von 2007 | *Survey about the processed finding of the LF*

Röntgenbefund	Bezeichnung	Röntgenklasse
Fesselbein		
1.14.1	Zugbildung palmar/plantar (Leist)	II-III
1.14.2	Zubildung dorsal (dorsolateraler Ansatz des lateralen Zehenstreckers)	II-III
1.14.3	Zubildung dorsal periostal, periartikulär	II-III
1.14.4	Isolierte Verschattung palmar / plantar des Fesselbeins, Deutung als Knochenlösung am Fesselbein	III
1.14.5	Isolierte Verschattungen palmar / plantar des Fesselbeines, Deutung als Ossifikation in der tiefen Beugesehne	III-IV
1.14.7	Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV
Gleichbein		
1.16.1	Randexostosen Facies articularis distal oder proximal	II-III
1.16.4	Zubildungen an der palmaren /plantaren Kontur (Fesselringband), geringgradig	II-III
1.16.5	Zubildungen an der palmaren /plantaren Kontur (Fesselringband), mittel- bis hochgradig	III-IV
1.16.8	Zubildung Basis, klein und glatt	II
1.16.9	Zubildung Basis, deutlich oder rau	II-III
1.16.14	Aufhellungslinie Fissur/Fraktur	III-IV
1.16.15	deutlicher Größenunterschied der Gleichbeine im Vergleich lateral – medial mit glatter Kontur und gleichmäßiger Struktur	II-III
1.16.16	deutlicher Größenunterschied der Gleichbeine im Vergleich lateral – medial mit unregelmäßiger Kontur und ungleichmäßiger Struktur	III-IV

gy of the Horse (Butler et al. 2008), Diagnosis and Management of Lameness in the Horse (Ross und Dyson 2011), Adams und Stashaks Lameness in the Horse (Baxter 2011) und Equine Surgery (Auer und Stick 2012). Die zur Verfügung stehenden Arbeiten wurden gemäß der AHCPR (Agency for Health Care Policy and Research) in vier Evidenzklassen eingeteilt. Die Klasse I hat hierbei die höchste und die Klasse IV die niedrigste Evidenz (Tab. 2).

Ergebnisse

Für die vorliegende Arbeit konnten 44 Arbeiten davon 16 Dissertationen und 28 Veröffentlichung (peer-reviewed) gefunden werden. Die Anforderungskriterien für die Evidenzklasse Ia, Ib und IIa wurde von keinem der vorliegenden Arbeiten erfüllt. Insgesamt erreichten 29 von 44 Arbeiten (14 Veröffentlichungen und 15 Dissertationen) die Evidenzklasse IIb. Hierbei handelte es sich um nicht randomisierte und nicht kontrollierte klinische Studien, wie z.B. Kohortenstudien. In die Evidenzklasse III wurden 15 Arbeiten (14 Veröffentlichungen und 1 Dissertation) eingeteilt, die als Vergleichsstudien, Korrelationsstudien und Fall-Kontroll-Studien bezeichnet werden können. Publikationen, die auf Berichten von Experten-Ausschüssen oder Expertenmeinungen basierten und somit der niedrigsten Evidenzklasse (IV) angehören, wurden definitionsgemäß nicht berücksichtigt.

Fesselbein

1.14.1 Zubildung palmar/plantar (Leist), Klasse II–III

Die Prävalenz von Zubildungen palmar/plantar am Fesselbein (Abb. 2), in der deutschsprachigen Fachliteratur auch als Leist (Dietz und Huskamp 1999) bezeichnet, wird bei klinisch gesunden Pferden mit 0,3% (Howard et al. 1992) bis 4,1% (Fuhrmann 2015) angegeben. Leist wird definitionsgemäß als chronisch ossifizierende Knochenhautentzündung bezeichnet, welche an der palmaren bzw. plantaren Fläche des Fesselbeins im Bereich des „Fesselbeindreiecks“ vorkommt (Dietz und Huskamp 1999). Hierbei handelt es sich um Insertionsdesmopathien der schrägen distalen Gleichbeinbänder und/oder der Ligamenta palmaria/plantaria (Butler et al. 2008, Dietz und Huskamp 1999). Enthesiophyten solcher Art kommen vor allem bei älteren und größeren Pferden vor (Butler et al. 2008). Oft handelt es sich hierbei um Zufallsbefunde, die selten eine Lahmheit verursachen (Wissdorf et al. 2010, Smith 1996).

1.14.2 Zubildung dorsal (dorsolateraler Ansatz des Zehenstreckers), Klasse II–III

Die Prävalenz bei klinisch gesunden Pferden ist in der Literatur mit 1,5% (Fuhrmann 2015) dokumentiert. Bei diesen Zubildungen dorsolateral am Fesselbein, kann es sich um Enthesiophyten ausgehend vom Ansatz des lateralen Zehenstreckers handeln (M. extensor digitales lateralis) (Butler et al. 2008, Weaver et al. 1992). Diese können sich klinisch durch eine Lahmheit äußern, vor allem wenn sie nach einem Trauma auftreten (Butler et al. 2008). Oftmals remodelliert sich das Fesselbein an dieser Stelle und die klinischen Symptome verschwinden (Butler et al. 2008).

1.14.3 Zubildung dorsal periostal, periartikulär, Klasse II–III

Bei klinisch gesunden Pferden wird dieser Befund mit einer Prävalenz von 1,5% (Fuhrmann 2015) bis 1,7% (Müller 1994) angegeben. Bei periostalen Reaktionen distal der Gelenkkapsel am Fesselbein (Abb. 3) handelt es sich meist um Knochenumbauprozesse, welche charakteristisch für eine inkomplette Fraktur des Fesselbeins sind (Butler et al. 2008, Smith und Wright 2014). Am häufigsten verlaufen die Frakturen/Fissuren parallel zur Sagittalfurche. Seltener ist auch ein schräger Frakturverlauf möglich. Auf der latero-medialen Aufnahme ist die Fraktur zumeist nicht sichtbar, sondern nur die periostalen Zubildungen dorsal am Fesselbein. Differentialdi-



Abb. 2 Zubildung palmar/plantar (Leist) (1.14.1) (enthesiophytes at the region of insertion of the oblique distal sesamoidean | Ligaments on the palmar aspect of the proximal phalanx)

Tab. 2 Einteilung der Literatur in Evidenzklassen gemäß AHCPR (Agency for Health Care Policy and Research) | Classification of the literature after AHCPR (Agency for Health Care Policy and Research)

Evidenzklasse	Anforderungen an die Studie
I a	Evidenz aufgrund von Metaanalysen randomisierter, kontrollierter Studien
I b	Evidenz aufgrund mindestens einer randomisierten, kontrollierten Studie
II a	Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, kontrollierten Studie ohne Randomisation
II b	Evidenz aufgrund mindestens einer gut angelegten, nicht randomisierten und nicht kontrollierten klinischen Studie, z.B. Kohortenstudie
III	Evidenz aufgrund gut angelegter, nicht experimenteller, deskriptiver Studien, wie z.B. Vergleichsstudien, Korrelationsstudien und Fall-Kontroll-Studien
IV	Evidenz aufgrund von Berichten der Experten-Ausschüsse oder Expertenmeinungen und/oder klinischer Erfahrungen anerkannter Autoritäten

agnostisch müssen Knochenzubildungen als Folge von Verletzungen der Knochenhaut in Erwägung gezogen werden (Butler et al. 2008).

Pferde mit kurzen, inkompletten Frakturen sagittal am Fesselbein, wie sie im Zusammenhang mit diesem Befund auftreten, zeigen meist eine geringgradige Lahmheit (Brünisholz et al. 2015, Kuemmerle et al. 2008). Palpationsschmerz, positive Beugeproben und eine vermehrte Füllung des Fesselgelenkes sind selten zu finden (Smith und Wright 2014, Ramzan und Powell 2009). Oft zeigen die Pferde unmittelbar nach dem Trauma eine Lahmheit, die jedoch nach wenigen Tagen stark reduziert ist. Auch können die Pferde nach längeren Ruhephasen klinisch unauffällig sein und keine Lahmheit mehr aufweisen (Dyson und Ross 2011, Brünisholz et al. 2015, Smith und Wright 2014, Ramzan und Powell 2009, Kuemmerle et al. 2008).

1.14.4 Isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins, Deutung als Knochenlösung am Fesselbein, Klasse III

Isolierte Verschattungen palmar/plantar des Fesselbeins (Abb. 4), die als Knochenlösung gedeutet werden beschreiben intra- oder extraartikulär gelegene Fragmente, welche von der lateralen oder medialen Eminentia palmaris/plantar des Fesselbeins ausgehen (Carlsten et al. 1993). Sie treten bei klinisch gesunden Pferden mit einer Häufigkeit von 0,25% (Mül-



Abb. 3 Zubildung dorsal periostal, periartikulär (1.14.3) | *Periosteal new bone formation at the dorsal aspect of the proximal phalanx.*



Abb. 4 Isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins, Deutung als Knochenlösung am Fesselbein (1.14.4) | *Ununited palmar/plantar eminences.*

ler 1994) bis 0,9% (Fuhrmann 2015) auf. Das Vorkommen der Fragmente an den Vordergliedmaßen (0,4%) (Kane et al. 2003) ist deutlich geringer als an den Hintergliedmaßen (1,8%) (Kane et al. 2003).

Häufig kommen diese nicht-artikulären Fragmente bei Fohlen und Jährlingen vor, wo sie nur vorübergehend oder gar keine Lahmheit hervorrufen (Richardson und Dyson 2011, Ross und Dyson 2011). Zudem geht der Befund oft mit einer Schwellung im Bereich des Fesselgelenkes einher (Ross und Dyson 2011, Bertone 2011). Die Beugeprobe des Fesselgelenkes ist in diesen Fällen meist positiv (Bertone 2011). Von 77 Fohlen, die im Zeitraum von einem Monat bis achtzehn Monaten regelmäßig röntgenologisch und klinisch untersucht wurden, wiesen 14,3% eine isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins auf. Keines dieser Fohlen zeigte in diesem Zeitraum eine Lahmheit, die der Lokalisation des Befundes zugeordnet werden konnte (Carlsten et al. 1993).

1.14.5 Isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins, Deutung als Ossifikation in der tiefen Beugesehne, Klasse III–IV

Bei klinisch gesunden Pferden wird dieser Befund (Abb. 5) mit einer Häufigkeit von 0,3% (Fuhrmann 20165) bis 1,52% (Müller 1994) angegeben. Zur klinischen Bedeutung sind in der Literatur keine Angaben gemacht.

1.14.7 Aufhellung (zystoider Defekt), Klasse IV

Aufhellungen im Bereich des Fesselbeins (Abb.6) konnten bei klinisch gesunden Pferden mit einer Häufigkeit von 0% (Contino et al. 2012) bis 0,2% (Kane et al. 2003) an der Hintergliedmaße und 0,3% (Contino et al. 2012) bis 0,7% (Kane et al. 2003) an der Vordergliedmaße gefunden werden. Bei beiden Studien wurden neben der latero-medialen (90°) auch die dorso-palmar bzw. -plantare Aufnahme (0°) verwendet. In der Arbeit von Kane et al. (2003) wurden zusätzlich die beiden Schrägaufnahmen und bei der Vordergliedmaße auch eine abgebeugte latero-mediale Aufnahme angefertigt.

Rundliche Aufhellungen im Sinne von Zysten werden oft als subchondrale Knochenzysten bezeichnet und können zu degenerativen Veränderungen im Bereich des Gelenkes führen (von Rechenberg et al. 2012). Vor allem ältere Warmblüter mit diesem Befund haben oft zusätzlich Anzeichen von Osteoarthritis und damit verbunden eine schlechtere Prognose (Howard et al. 1995). Nicht selten werden bei diesen zystoiden Defekten im subchondralen Knochen auch dorso-proximale Zubildungen am Fesselbein beschrieben (Brünisholz et al. 2015). Typischerweise sind die radioluzenten Bereiche von einem Sklerosesaum umgeben. Sie werden vermehrt im Alter von 2–3 Jahren festgestellt und können zu einer Lahmheit führen (von Rechenberg et al. 1998). Tritt eine Lahmheit auf, so ist meist auch eine vermehrte Füllung des Gelenkes damit verbunden (Howard et al. 1995). Während früher angenommen wurde, dass diese zystoiden Defekt keinen klinischen Einfluss haben, (Howard et al. 1995, Petterson und Sevelius 1968) wird nun eher von einer Beeinflussung der Leistung ausgegangen (McIlwraith 1983, Nixon 2012), weil meistens eine Verbindung zum Gelenk besteht (Brünisholz et al. 2015)

Gleichbeine

1.16.1 Randexostosen Facies articularis distal oder proximal, Klasse II–III

Randexostosen (Osteophyten) distal oder proximal an der Facies articularis der Gleichbeine (Abb. 7) werden bei klinisch gesunden Pferden mit einer Prävalenz von 1,2% (Fuhrmann 2015) angegeben. An der Vordergliedmaße kommen sie mit einer Häufigkeit von 0,3% (Kane et al. 2003) bis 1,4% (Contino et al. 2012) und an der Hintergliedmaße von 0% (Kane et al. 2000) bis 2,5% (Contino et al. 2012) vor. Osteophyten an den Gleichbeinen gelten als Anzeichen einer Osteoarthritis und sind prognostisch als vorsichtig zu werten (Richardson und Dyson 2011). In einer Studie von 339 Warmblutpferden kamen Randzacken proximal an den Gleichbeinen bei lahmen Pferden mit positiver Fesselgelenkbeugeprobe signifikant häufiger ($p < 0,025$) vor als bei gesunden (Stöckli und Ueltschi 1992).

Zubildungen an der palmaren/plantaren Kontur (Fesselringband): 1.16.4 geringgradig (Klasse II–III, 1.16.5, mittel-bis hochgradig (Klasse III–IV)

Die Befunde 1.16.4 und 1.16.5 werden in der Auswertung in einem Kontext aufgeführt, da in der vorhandenen Literatur nur in einem Fall eine Unterscheidung gemacht wurde. Zubildungen an der palmaren/plantaren Kontur des Gleichbeins



Abb. 5 Isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins, Deutung als Ossifikation in der tiefen Beugesehne (1.14.5) | *Isolated mineral opacity palmar to the first phalanx consistent with mineralization (ossification) within the DDFT.*



Abb. 6 Aufhellung (zystoider Defekt) (1.14.7) | *Subchondral cystic lesion.*

(Abb. 8) wurden bei gesunden Pferden für die Vordergliedmaße mit einer Häufigkeit von 0% (Contino et al. 2012) bis 4,2% (Kane et al. 2003) und für die Hintergliedmaße mit 0% (Contino et al. 2012) bis 3,4% (Kane et al. 2003) gefunden. Bei diesem Befund handelt es sich um Konturveränderungen im Form von enthesiophytären Zubildungen am Ansatz des Fesselringbandes. Eine Untersuchung von 1.162 einjährigen Vollblut Rennpferden, die im Rahmen einer Auktion geröntgt wurden, ergab, dass Pferde mit diesen Befunden an der Hintergliedmaße im Alter von 2 bis 3 Jahren eine signifikant geringere Anzahl an Starts aufwiesen als Pferde ohne diese Befunde (Kane et al. 2003). In einer ähnlichen Arbeit mit 487 Vollblut Jährlingen, die zum Verkauf geröntgt wurden, konnte kein signifikanter Unterschied in der Anzahl an Starts zwischen Pferden mit und ohne diesen Zubildungen festgestellt werden (Spike-Pierce und Bramlage 2003).

Zubildungen an der Basis der Gleichbeine: 1.16.8 klein und glatt (Klasse II), 1.16.9 deutlich oder rau (Klasse II–III)

Die Befunde 1.16.8 und 1.16.9 werden in der Auswertung in einem Kontext aufgeführt, da in der vorhandenen Literatur nur in einem Fall eine Unterscheidung gemacht wurde. Zubildungen an der Basis der Gleichbeine in Form von Enthesiophyten kommen bei klinisch gesunden Pferden mit einer Häu-



Abb. 8 Zubildungen an der palmaren/plantaren Kontur (Fesselringband) | *Enthesiophytes of the proximal sesamoid bone.*



Abb. 7 Randexostosen Facies articularis proximal (1.16.1) | *Osteophytes of the facies articulates proximal.*

figkeit von 3% (Fuhrmann 2015) vor. An der Vordergliedmaße ist die Häufigkeit mit 0,5% (Müller 1994) bis 1,2% (Kane et al. 2003) und an der Hintergliedmaße mit 0,5% (Müller 1994) bis 1,3% (Kane et al. 2003) beschrieben. Bei diesen Veränderungen an der Basis, handelt es sich um enthesiophytäre Zubildungen der distalen Gleichbeinbänder. Zwei- bis dreijährige lahmfreie Vollblutpferde ($n=1.162$) hatten eine signifikant geringere Anzahl an Starts, wenn im Alter von einem Jahr eine Zubildung an der Basis des Gleichbeins vorhanden war, im Vergleich zu Pferden ohne diesen Befund (Kane et al. 2003).

1.16.14 Aufhellungslinie Fissur/Fraktur, Klasse III–IV

Aufhellungslinien im Sinne von Fissuren/Frakturen konnten an klinisch gesunden Pferden mit einer Prävalenz von 0,3% (Fuhrmann 2015) bis 1,27% (Müller 1994) festgestellt werden. Bei klinisch gesunden Pferden wird dieser Befund an der Vordergliedmaße mit einer Prävalenz von 1% (Howard et al. 1992, Kane et al. 2003) gefunden, an den Hintergliedmaße von 0,6% (Howard et al. 1992) bis 2,9% (Kane et al. 2003).

In der Studie von Contino et al. (2012) wurde neben der latero-medialen (90°) auch die dorsopalmar bzw. -plantare Aufnahme (0°) verwendet, während bei Müller (1994) allein die latero-mediale Aufnahme beurteilt wurde. In der Arbeit von Kane et al. (2003) wurden zusätzlich die beiden Schrägaufnahmen und bei der Vordergliedmaße auch eine abgebeugte latero-mediale Aufnahme angefertigt.

Pferde mit diesem Befund zeigen meist eine vermehrte Füllung des Gelenkes, eine positive Fesselgelenksbeugeprobe, vermehrte Wärme im Bereich des Fesselgelenkes und eine Verdickung im Bereich des Fesselträgerschenkels (Johnston und Nickels 2011). In der Regel tritt akut eine deutliche Lahmheit (Grad 3–5/5) auf und eine volle Lastaufnahme ist nicht mehr möglich (Bertone et al. 2011). Die Lahmheit ist dabei unabhängig von der Art der Fraktur. Prinzipiell ist hier eine vorsichtige Prognose zu stellen (Nixon 2012).



Abb. 9 Schrägaufnahme zur besseren Darstellung einer isolierten Verschattung palmar des Fesselbeins (1.14.4) | *Oblique view of the fetlock joint for identification of ununited palmar eminences*

Deutlicher Größenunterschied der Gleichbeine im Vergleich lateral – medial: 1.16.15 mit glatter Kontur und gleichmäßiger Struktur (Klasse II–III), 1.16.16 mit unregelmäßiger Kontur und ungleichmäßiger Struktur (Klasse III–IV)

Die Befunde 1.16.15 und 1.16.16 werden in der Auswertung in einem Kontext aufgeführt, da in der vorhandenen Literatur nur Angaben zu Größenunterschieden zu finden sind, aber keine Unterscheidung bezüglich der Struktur.

Bei klinisch gesunden Pferden konnte dieser Befund mit einer Häufigkeit von 0,3% (Fuhrmann 2015) gefunden werden. Mit 0% (Contino et al. 2012) bis 2,6% (Kane et al. 2003) ist die Prävalenz an der Schultergliedmaße und mit 0% (Contino et al. 2012) bis 0,7% (Kane et al. 2003) an der Beckengliedmaße beschrieben.

Eine Einschätzung zur klinischen Bedeutung dieses Befundes wird nur in einschlägigen Fachbüchern gemacht. So gibt es Rennpferde, die mit unterschiedlich großen Gleichbeinen erfolgreich starten, jedoch können diese Vergrößerungen auch eine Lahmheitsursache darstellen (Richardson und Dyson 2011).

Diskussion

Fesselbein

Zubildung palmar/plantar (Leist) (1.14.1)

Mit einer latero-medialen Aufnahme des Fesselbeines können die Enthesiophyten palmar bzw. plantar am Fesselbein (Leist) weder bezüglich Ausmaß noch genauer Lokalisation erfasst werden (Butler et al. 2008, Dietz und Huskamp 1999). Dazu wären zusätzliche Aufnahmen und gegebenenfalls eine sonographische Untersuchung notwendig. Ätiopathogenetisch müssten diese Enthesiophyten als eine Insertionsdesmopathie der schrägen, distalen Gleichbeinbänder oder der Ligamenta palmaria/plantaria gedeutet werden (Stäbler und Steinborn 2005). Bei einem Pferd ohne klinische Befunde (Palpationsschmerz, positive Beugeprobe, Lahmheit) ist jedoch nicht davon auszugehen, dass der Prozess noch aktiv ist, weil klinische Symptome eher während der akuten Umformungsphase der knöchernen Strukturen zu erwarten sind (Butler et al. 2008). Demzufolge wird das Risiko einer späteren Lahmheit bei diesem Befund als sehr gering eingeschätzt.



Abb. 10 Aufhellungslinie proximal im Gleichbein (1.16.14) | *Apical fracture of the proximal sesamoid bone*

Zubildung dorsal (dorsolateraler Ansatz des Zehenstreckers) (1.14.2), Zubildung dorsal periostal, periartikulär (1.14.3)

Die Häufigkeit von periostalen Zubildungen dorsoproximal am Fesselbein ist sehr schlecht dokumentiert. Lediglich in zwei Arbeiten (Müller 1994 und Fuhrmann 2015) wird in einer größeren Population von Pferden bei 1,5% und 1,7% eine periostale, periartikuläre Zubildung (Befund 1.14.3) beschrieben.

Der RÖLF 2007 unterscheidet bei (periostalen) Zubildungen dorsal am Fesselbein zwischen periartikulären (1.14.2) und solchen, die im Insertionsbereich des Zehenstreckers erwartet (1.14.3) werden. Bei letzterem ist vermutlich die Insertion des lateralen Zehenstreckers gemeint, welcher an zwei Stellen unmittelbar distal des Ansatzes der Gelenkkapsel dorsolateral am Fesselgelenk endet (Weaver et al. 1992). Für eine eindeutige Abgrenzung der beiden Befunde (1.14.2 und 1.14.3) gibt es auf dem latero-medialen Röntgenbild keine objektiven Bewertungskriterien. Auch nicht für den Befund 1.15.2, welcher unter dem Abschnitt Fesselgelenk als „Zubildung Randexostose dorso-proximal“ beschrieben ist (Schulze und Lischer 2016). Theoretisch kann zwischen Randexostosen, d.h. intraartikulär liegenden, knöchernen Ausziehungen am Rand von Gelenkflächen (Osteophyten) und periartikulären Zubildungen im Bereich der Insertion der Gelenkkapsel (Enthesiophyten) unterschieden werden. Treten knöcherne Reaktionen an der Insertionsstelle von Bänder und Sehnen auf, so werden diese ebenfalls als Enthesiophyten bezeichnet (Butler et al. 2008, Thrall et al. 2013). Selbst auf einer perfekten seitlichen Röntgenaufnahme des Fesselgelenkes, was bei einer Übersichtsaufnahme der Zehe selten erreicht wird, können die drei oben genannten Befunde oftmals nicht eindeutig voneinander unterschieden werden. Dazu wären zusätzliche Aufnahmen oder eventuell sogar eine CT Untersuchung nötig (Vanderperren et al. 2008).

Alle drei Befunde werden nach dem RÖLF von 2007 in die Röntgenklasse II-III eingeteilt, was bei Enthesiophyten am Ansatz des lateralen Zehenstreckers gerechtfertigt erscheint. Bei allen anderen periostalen, peri- oder intraartikulären Zubildungen dorsal am Fesselbein kann diese Klasseneinteilung der Pathologie unter Umständen nicht gerecht werden. Periostale Zubildungen werden nach einer Verletzung der Knochenhaut oder im Rahmen der Heilung von Fissuren oder Frakturen beobachtet. Dorsoproximal am Fesselbein sind knöcherne Zubildungen charakteristisch für eine inkomplette Fraktur/Fissur des Fesselbeins oder einer subchondralen Zyste (Brünisholz et al. 2015). Auf der seitlichen Röntgenaufnahme sind diese Veränderungen meist nur sehr diskret zu sehen (Butler et al. 2008, Smith und Wright 2008). Oftmals kann eine dorso-palmar bzw. -plantare Aufnahme des Fesselgelenkes (0°), oder mit geringer Abweichung von der Sagittalebene (+/- 10°), die Verdachtsdiagnose bestätigen. Wesentlich sensitiver als die Radiographie ist jedoch die Computertomographie (Brünisholz et al. 2015). Am häufigsten verlaufen die Fissuren/Frakturen parallel zur Sagittalfurche, seltener ist auch ein schräger Frakturverlauf möglich.

Auch die Klinik des Befundes kann sehr stark variieren, was die Diagnose oftmals erschwert (Kuemmerle et al. 2008). Sie treten sowohl beim Rennpferd, als auch beim Freizeitpferd auf und können, aber müssen keine Lahmheit hervorrufen (Smith und Wright 2012, Ramzan und Powell 2009).

Aufgrund der Tatsache, dass die drei Befunde (1.14.2, 1.14.3 und 1.15. 2) dorsoproximal am Fesselbein auf einer seitlichen Aufnahme in den wenigsten Fällen eindeutig voneinander zu unterscheiden sind und das Vorliegen einer inkompletten Fraktur/Fissur bzw. subchondralen Zyste schwerwiegende Konsequenzen haben könnte, ist die Beschreibung wie auch die Klassifizierung dieser Befunde dringend zu überdenken. Zudem ist eine Klassifizierung ohne das Vorliegen von mindestens einer dorsopalmar bzw. -plantaren Röntgenaufnahme nicht möglich.

Isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins, Deutung als Knochenlösung am Fesselbein (1.14.4)

Der Befund isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins (1.14.4) ist im RÖLF 2007 der Obergruppe „Fesselbein“ zugeordnet. Im Gegensatz zu dem Befund 1.15.9 isolierte Verschattung palmar/plantar (intraartikulär), welche der Obergruppe „Fesselgelenk“ zugeteilt ist. Diese Einteilung legt nahe, dass der Befund 1.14.4 vollständig extraartikulär liegt und somit eindeutig von den intraartikulären (1.15.9) isolierten Verschattungen abgegrenzt werden muss. In der englischsprachigen Literatur werden diese als „united palmar/plantar eminences“ bezeichneten Knochenlösungen vom Fesselbein je nach Größe sowohl extra- als aber auch intraartikulär beschrieben (Carlsten et al. 1993). Diese beiden Befunde sind nicht eindeutig voneinander abgrenzbar und eine Differenzierung, ob die isolierte Verschattung intra- und extraartikulär liegt, ist auf einem seitlichen Röntgenbild nicht immer möglich. Auch hier sind weitere Röntgenaufnahmen gefordert (Abb.9).

Die Pathogenese ist wie bei den Verschattungen palmar/plantar im Fesselgelenk (1.15.9) unklar. Ursächlich werden auch hier die Osteochondrose dissecans und Alvsionsfrakturen diskutiert (Sandgren et al. 1993, Roneus und Carlsten 1989, Roneus et al. 1998). Im Weiteren ist die Möglichkeit eines separaten Ossifikationszentrums beschrieben (Markel und Richardson 1985).

Isolierte Verschattungen palmar/plantar des Fesselbeins mit der Deutung als Knochenlösung vom Fesselbein werden aktuell der Klasse III (RÖLF 2007) zugeordnet. Es stellt sich hierbei die Frage, ob mit dieser Pathogenese der Befund als Akzeptanzzustand bezeichnet werden kann. Insbesondere dann, wenn als Ursache Frakturen oder Osteochondrose dissecans möglich ist und die Verschattungen so groß sind, dass sie eindeutig intraartikulär zu liegen kommen.

Isolierte Verschattung palmar/plantar des Fesselbeins, Deutung als Ossifikation in der tiefen Beugesehne (1.14.5)

Auf einer latero-medialen Aufnahme ist eine isolierte Verschattung im Weichteilgewebe palmar/plantar des Fesselbeins gut zu identifizieren. Eine abschließende Aussage, ob sich diese aber in der oberflächlichen Beugesehne, tiefen Beugesehne, den Gleichbeinbändern oder dem subkutanen Gewebe befindet, ist röntgenologisch nicht möglich. Aussagen zur klinischen Bedeutung auf Basis der Röntgenuntersuchung sind somit nicht möglich und werden in der Literatur auch nicht getätigt. Trotz fehlender Aussage in der Literatur, wird dieser Befund mit der Röntgenklasse III-IV bewertet. Das Auftreten von klini-

schen Erscheinungen wird in unbestimmter Zeit somit auf 20% bis 50% geschätzt. Der Einteilung des RöLF (2007) fehlt somit jegliche Basis und dieser Befund kann ohne weiterführende Untersuchungen nicht klassifiziert werden.

Aufhellung (zystoider Defekt) (1.14.7)

Das Vorkommen von Aufhellungen im Bereich des Fesselbeins ist in der Literatur sehr einheitlich mit unter 1% dokumentiert. In Arbeiten bei denen lediglich eine latero-mediale Aufnahme angefertigt wurde, konnte der Befund nicht gefunden werden (Müller 2008, Kirchner 1996) im Gegensatz zu Untersuchungen bei denen auch dorso-palmare/-plantare Aufnahmen (Kane et al. 2003, Contino et al. 2012) ausgewertet wurden. Als Ursache für Aufhellungen im Sinne von Zysten werden mehrere Theorien diskutiert. Zum einen kann es sich um subchondrale Knochenzysten handeln, welche wie die Osteochondrose, eine Manifestation der Störung der enchondralen Ossifikation darstellt (Auer and Stick 2012, McIlwraith 1983) und zum anderen können sich Knochenzysten nach einem Trauma im Bereich des subchondralen Knochens entwickeln (Baxter 2011). Beiden Theorien gemeinsam sind entzündliche Prozesse, die durch Anreicherung von Cytokinen innerhalb des Zystenmaterials für eine Vergrößerung der Zyste sorgen (von Rechenberg et al. 2000). Eine weitere Theorie (Hydraulik-Theorie) besagt, dass in dem Gewichts tragenden Bereichen des Gelenkknorpels, der mechanische Druck erhöht ist und so Synovia in einen Knorpeldefekt bzw. -läsion gepresst wird (Kold et al. 1986). Vermutlich deshalb kommen subchondrale Knochenzysten auch in Kombination mit inkompletten proximalen Frakturen am Fesselbein vor (Brünisholz et al. 2015). Bei älteren Pferden korrelieren Knochenzysten oft mit einer Osteoarthritis des betroffenen Gelenkes (Howard et al. 1995, Smith 1996), was prognostisch als vorsichtig zu bewerten ist. Der RöLF (2007) bewertet diesen Befund mit der Röntgenklasse IV, was den Aussagen in der Literatur entspricht.

Gleichbeine

Randexostosen Facies articularis distal oder proximal (1.16.1)

Bei dem Befund Randexostosen an der Facies articularis der Gleichbeine distal oder proximal handelt es sich um Osteophyten, die zum Krankheitskomplex der Osteoarthritis gehören. Knöcherne Umbauprozesse am dorso-medialen Gelenkrand werden als frühe Anzeichen von degenerativen Fesselgelenksveränderungen angesehen. In fortgeschrittenen Stadien können sich Randexostosen proximal und distal an der Facies articularis der Gleichbeine zeigen (Butler et al 2008). Hinsichtlich der Größe der Veränderungen werden im RöLF 2007 keine Unterscheidungen gemacht. Geringgradige, kleine und glatte Zubildungen werden mit der gleichen Röntgenklasse (II–III) bewertet, wie hochgradige, ausgeprägtere und raue Formen. Die Prävalenz des Befundes ist mit 11,4% bei lahmen Pferden (Stöckli und Ueltschi 1992) deutlich höher als bei lahmfreien (<2,5%). Dies lässt den Umkehrschluss zu, dass Pferde mit diesem Befund deutlich häufiger klinische Probleme haben, als Pferde ohne diesen Befund. Da Osteophyten als Anzeichen einer Osteoarthritis gewertet werden, muss kritisch hinterfragt werden, ob dies der Klasseneinteilung als Norm- und Akzeptanzzustand gerecht wird.

Zubildungen an der palmaren/plantaren Kontur (Fesselringband) geringgradig (1.16.4) / mittel- bis hochgradig (1.16.5)

Bei dem vorliegenden Befund handelt es sich gemäß RöLF 2007 um Zubildungen im Bereich des Ansatzes des Fesselringbandes. Der RöLF 2007 unterscheidet in Bezug auf die Ausprägung der Enthesiophyten in geringgradige (II–III) und mittel- bis hochgradige (III–IV) Formen. Hinsichtlich der klinischen Bedeutung konnten in der Literatur keine einheitlichen Angaben gefunden werden. Zudem ist das genaue Ausmaß der Zubildungen auf der latero-medialen Röntgenaufnahme nicht möglich und erschwert die Auswertung. Auch hier wären Schrägaufnahmen gefordert. Die prognostische Einschätzung scheint nicht nur abhängig vom Ausmaß der knöchernen Veränderungen am Gleichbein, sondern auch von den Veränderungen innerhalb des Weichteilgewebes, wie zum Beispiel dem Fesselringband und der Fesselbeugesehnscheide (Butler et al. 2008). So besteht die Gefahr, dass bei einer Klasseneinteilung des Befundes nur basierend auf einer seitlichen Aufnahme, das Ausmaß der Pathologie nicht immer korrekt erfasst wird und somit unter- oder überschätzt wird.

Zubildungen an der Basis der Gleichbeine klein und glatt (1.16.8) / deutlich oder rau (1.16.9)

Der Befund Zubildungen an der Basis der Gleichbeine wird in der englischsprachigen Literatur nicht immer von dem Befund Zubildungen an der palmaren/plantaren Kontur (1.16.4/1.16.5) abgegrenzt. Beide Veränderungen werden als Enthesiophyten an den Gleichbeinen zusammengefasst. Gemäß RöLF 2007 handelt es sich bei den Befunden 1.16.8/1.16.9 um Zubildungen an der Basis der Gleichbeine. Hier entspringen die distalen Gleichbeinbänder zu denen die Ligg. sesamoidea obliqua, Lig. sesamoideum rectum und die tiefen distalen Sesambeinbänder (Ligg. sesamoidea brevia, Ligg. sesamoidea cruciata) zählen. Auch hier ist die genaue Zuordnung allein durch die latero-mediale Aufnahme nicht möglich, sodass bei einem Verdachtsbefund Spezialaufnahmen erforderlich wären.

Eine Unterscheidung in kleine/glatte und raue/ausgeprägtere Formen wird in der Literatur nicht vorgenommen. Der Röntgenleitfaden differenziert zwischen diesen beiden Ausprägungsformen und bewertet die kleinen, glatten (II) besser als die rauhen, ausgeprägten (II–III). Dies erscheint sinnvoll, weil raue Zubildungen meist für einen aktiven Prozess sprechen, während bei glatten Zubildungen der Prozess zur Ruhe gekommen ist (Thrall 2013).

Aufhellungslinie Fissur/Fraktur (1.16.14)

Fissuren und/oder Frakturen der Gleichbeine sind häufig bei Rennpferden und vermehrt an der Hintergliedmaße zu finden (Bertone et al. 2011, Schnabel et al. 2007). Zumeist handelt es sich um apikale Frakturen der Gleichbeine, seltener sind axiale, abaxiale, sagittale, mittlere, basale und Trümmerfrakturen zu finden (Bertone et al. 2011). Eine Unterscheidung zwischen einer Aufhellungslinie im Sinne einer Fissur/Fraktur (Abb. 10) und der Ausbildung von erweiterten Gefäßkanälen ist auf der latero-medialen Aufnahme nicht immer möglich. Liegt die Aufhellungslinie im Bereich der Gleichbeinspitze

muss sie gegen eine isolierte Verschattungen abgegrenzt werden, was ebenfalls nur mit zusätzlichen Röntgenaufnahmen gelingen kann. Je nach Interpretation eines Befundes kann dann die Bewertung zwischen II–III und III–IV schwanken. Vor allem bei der Beurteilung von Veränderungen an der Gleichbeinspitze hängt eine Risikoeinschätzung auch vom Zustand des M. interosseus medius ab, welcher an den Gleichbeinen inseriert. Hinsichtlich der Prognose spielt dies eine große Rolle (Richardson und Dyson 2011), weshalb eine Risikobeurteilung ohne zusätzliche Röntgenaufnahmen und sonographische Untersuchung des Fesselträgerschenkels die Pathologie nur in seltenen Fällen erfassen kann.

Deutlicher Größenunterschied der Gleichbeine im Vergleich lateral – medial mit glatter Kontur und gleichmäßiger Struktur (1.16.15) / mit unregelmäßiger Kontur und ungleichmäßiger Struktur (1.16.16)

Die Ursache von Größenunterschieden zwischen medialem und lateralem Gleichbein ist unklar und eine mögliche klinische Bedeutung ist in der Literatur nur mangelhaft hinterlegt. Eine Vergrößerung bzw. Verlängerung eines Gleichbeines mit glatter Struktur wird nach einer verheilten Fraktur im Fohlenalter beobachtet. Vergrößerungen mit unregelmäßiger Struktur könnten die Folge einer Sesamoidose sein. Enthesiophyten, wie sie bereits beschrieben wurden (1.16.4/1.16.5) sind in der Regel für eine Vergrößerung mit unregelmäßiger Kontur verantwortlich. Welche Bedeutung dabei die unterschiedliche Größe der Gleichbeine hat, bleibt jedoch fraglich. Zu beachten ist, dass es bei leichten Verkippungen bzw. nicht ganz orthograd getroffenen latero-medialen Röntgenaufnahmen zu Unterschieden in der Größe zwischen medialem und lateralem Gleichbein kommen kann. Zusätzlich muss auch die projektionsbedingte Vergrößerung beachtet werden, bei welcher das kassettenferne Gleichbein umso größer erscheint je näher der Röntgengenerator an der Gliedmaße ist. So kann schnell der Eindruck entstehen, dass ein deutlicher Größenunterschied zwischen medialen und lateralen Gleichbein vorhanden ist. Im RÖLF 2007 werden zudem keine Vorgaben hinsichtlich des Film-Fokus-Abstandes gemacht. Eine eindeutige Aussage bezüglich der Größe der Gleichbeine kann nur mit einer dorso-palmaren/plantaren Aufnahme getroffen werden.

Limitationen

Die Prävalenz der untersuchten Röntgenbefunde am Fesselbein und den Gleichbeinen ist für gesunde Populationen von Vollblütern und Trabern teilweise unzureichend dokumentiert. Auch sind in der Literatur kaum Angaben zu Warmblütern zu finden, für die der RÖLF eigentlich entwickelt wurde. Für lahme Pferde waren nahezu keine Angaben zur Prävalenz zu finden und die klinische Bedeutung der einzelnen Befunde ist kaum belegt. Ein wichtiger limitierender Faktor ist jedoch die Tatsache, dass die Mehrheit der zitierten Arbeiten nicht nur die latero-mediale Aufnahme sondern auch dorso-palmar/plantare und Schrägaufnahmen für die Befundung verwendet hat. Somit bleibt fraglich, in wieweit die aufgeführten Befunde im Rahmen einer Kaufuntersuchung überhaupt darstellbar sind. Zudem sind die meisten Veränderungen auf der latero-medialen Aufnahme alleine nicht vollständig erkennbar, sodass dort immer Spezialaufnahmen erforderlich werden.

Schlussfolgerung

Die Mehrheit der bearbeiteten Befunde zum Fesselbein und Gleichbein sind in der Literatur sowohl bezüglich der Prävalenz als auch der klinischen Bedeutung nur unzureichend dokumentiert. Hinsichtlich der klinischen Bedeutung der Befunde treffen meist nur die Fachbücher eine Aussage. Die verschiedenen Befunde, welche Zubildungen dorsoproximal am Fesselbein beschreiben, sollten in Anbetracht der Tatsache, dass es sich hierbei um Hinweise auf Fissuren/Frakturen und/oder subchondrale Knochenzysten handeln kann, dringend überarbeitet werden. Fast alle untersuchten Befunde sind mit einer latero-medialen Aufnahme alleine nicht vollständig erkennbar, sodass bei bestehendem Verdacht mindestens eine dorsopalmar bzw. plantare Aufnahme und bei Veränderungen an der Fesselbeinlehne und der Gleichbeine auch Schrägaufnahmen erforderlich werden.

Literatur

- Altmann R., Alcaron G., Appelrouth D., Bloch D., Bordstein D., Brandt K., Brown C., Cooke T. D., Daniel W., Gray R. (1990) The American College of Rheumatology criteria for the classification and reporting of osteoarthritis of the hand. *Arthritis Rheum.* 33, 1601-1610
- Auer J. A., Sticik J. A. (2012) *Equine Surg.* 4th edn., Eds Auer J. A., Sticik J. A., Saunders
- Baxter G. M. (2011) *Adam s & Stashak s Lameness in the Horse*, 6th edn., Eds: G.M. Baxter, Wiley-Blackwell
- Bertone A. L. (2011) *The fetlock. Adam s & Stashak s Lameness in the Horse*, 6th edn., Eds: G.M. Baxter, Wiley-Blackwell
- Britt L. G., Tucker R. L. (2013) The Equine Metacarpophalangeal and Metatarsophalangeal Articulation. In: *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. Eds: D. E. Thrall, Elsevier, Raleigh, North Carolina
- Brommer H., Weeren P. R., Brama P. A. J., Barneveld A. (2003) Quantification and age-related distribution of articular cartilage degeneration in the equine fetlock joint. *Equine Vet. J.* 35, 697-701
- Butler J. A., Colles C. M., Dyson S. J., Kold S. E., Poulos P. W. (2008) Foot, pastern, fetlock. *Clinical Radiology of the Horse*, 3rd edn., Eds: Butler J. A., Colles C. M., Dyson S. J., Kold S. E., Poulos P. W., Wiley-Blackwell
- Brünisholz H. P., Hagen R., Fürst A. E., Kuemmerle J. M. (2015) Radiographic and Computed Tomographic Configuration of Incomplete Proximal Fractures of the Proximal Phalanx in Horses Not Used for Racing. *Vet. Surg.* 44, 809-815
- Carlsten J., Sandgren B., Dalin G. (1993) Development of osteochondrosis in the tarsocrural joint and osteochondral fragments in the fetlock joints of Standardbred trotters I. A radiological survey. *Equine Vet. J. Suppl.* 16, 42-47
- Clayton H. M., Sha D., Sticik J., Elvin N. (2007) 3D kinematics of the equine metacarpophalangeal joint at walk and trot. *Vet. Comp. Orthopaed.* 20, 86-91
- Contino E. K., Park R. D., McIlwraith C. W. (2012) Prevalence of radiographic changes in yearling and 2-year-old Quarter Horses intended for cutting. *Equine Vet. J.* 44, 185-195
- Denix J. M. (1996) US examination in the diagnosis of joint disease. In: *Joint Disease in the Horse*. Eds: C.W. McIlwraith and G.W. Trotter, Saunders, St. Louis, Philadelphia
- Diez O., Huskamp B. (1999) *Handbuch Pferdepraxis*. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart
- Fuhrmann B. (2015) Untersuchungen zur Häufigkeit von Röntgenbefunden der Röntgenklassen 1-4 (nach dem Röntgenleiffaden 2007) bei der Kör-, Auktions-, und Kaufuntersuchung. *Diss. Med. Vet. München*
- Getty R. (1975) *Session and Grossmann's The Anatomy of the Domestic Animals*. Vol. I Part II-Articulations and Muscular System. Simpkin Marshall and Co., London
- GPM/BTK (2007) Röntgenleiffaden (Rö LF 07). Leiffaden für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes – überarbeitete Fassung 2007

- Hornof W. J., O'Brien T. R. (1980) Radiographic examination of the palmar aspect of the equine metacarpal condyles: a new projection. *Vet. Radiology* 21, 161-167
- Howard B. A., Embertson R. M., Rantanen N. W., Bramlage L. R. (1992) Survey Radiographic Findings In Thoroughbred Sale Yearlings. *Proc. Annu. Conv. Am. Ass. Equine Pract.* 38, 397-402
- Howard R. D., McIlwraith C. W., Trotter G. W. (1995) Arthroscopic surgery for subchondral cystic lesions of the medial femoral condyle in horses: 41 cases (1988-1991). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 206, 842-850
- Johnston K., Nickels F. A. (2011) The Standardbred Racehorse. Adams & Stashak's Lameness in the Horse, 6th edn., Eds: G.M. Baxter, Wiley-Blackwell
- Kane A. J., McIlwraith C. W., Park R. D., Rantanen N. W., Morehead J. P., Bramlage L. R. (2003) Radiographic changes in Thoroughbred yearlings. Part 2: Associations with racing performance. *Equine Vet. J.* 35, 366-374
- Kane A. J., Park R. D., McIlwraith C. W., Rantanen N. W., Morehead J. P., Bramlage L. R. (2003) Radiographic changes in Thoroughbred yearlings. Part 1: Prevalence at the time of the yearling sales. *Equine Vet. J.* 35, 354-365
- Kainer R. A. (1987) Functional anatomy of equine locomotor organs. In: Adams's Lameness in Horses, 4th edn., Ed. T.S. Stashak. Lea & Febiger, Philadelphia
- Kirchner R. (1996) Röntgenologische Reihenuntersuchung an den Zehen und Sprunggelenken Holsteiner Zweijähriger (eine Verlaufsstudie). *Vet. Med. Diss.* FU Berlin
- Kold S. E., Hickman J., Melsen F. (1986) An experimental study of the healing process of equine chondral and osteochondral defects. *Equine Vet. J.* 18, 18-24
- Kraft S. L., Gavin P. (2001) Physical principles and technical considerations for equine computed tomography and magnetic resonance imaging. *Vet. Clin. N. Am. Equine Pract.* 17, 115-130
- Kuemmerle J. M., Auer J. A., Rademacher N., Lischer C. J., Bett-schart-Wolfensberger R., Fürst A. E. (2008) Short incomplete sagittal fractures of the proximal phalanx in ten horses not used for racing. *Vet. Surg.* 37, 193-200
- Markel M., Richardson D. (1985) Non comminuted fractures of the proximal phalanx in 69 horses. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 186, 573-579
- McIlwraith C. W. (1983) Subchondral cystic lesions. *Vet Clinics North Am Large Anim Pract* 5, 350-355
- Müller T. (1994) Auswertung einer röntgenologischen Reihenuntersuchung an den Zehen und Sprunggelenken von 402 dreijährigen Holsteiner Stuten. *Vet. Med. Diss.* Hannover
- Müller A. (2008) Zur Entwicklung und klinischen Relevanz röntgenologisch erfassbarer Befunde an der Pferdezehe – Eine Verlaufsstudie an Auktionsanwärtern in Anlehnung an den Röntgenleitfaden. *Vet. Med. Diss.* FU Berlin
- Nickel R., Schummer A., Seiferle E. (2004) Lehrbuch der Anatomie der Haustiere, Band I Bewegungsapparat. Hrsg. J. Freien, K.-H. Wille, H. Wilkens, 8. Auflage, Parey, Stuttgart
- Nixon A. J. (2012) Phalanges and the Metacarpophalangeal and Metatarsophalangeal Joints. *Equine Surgery*, 4th edn., Eds: Auer, J.A., Stick, J.A., Saunders
- Petterson H., Ryden G. (1982) Avulsion fragments of the caudoproximal extremity of the first phalanx. *Equine Vet. J.* 14, 333-335
- Petterson H., Sevelius F. (1968) Subchondral Bone Cysts in the Horse: a Clinical Study. *Equine Vet. J.* 1, 75-82
- Pilsworth R. C., Hopes R., Greet T. R. C. (1988) A flexed dorso-palmar projection of the equine fetlock in demonstrating lesions of the distal 3rd metacarpus. *Vet. Rec.* 122, 332-333
- Pinchbeck G. L., Clegg P. D., Boyde A., Riggs C. M. (2013) Pathological and clinical features associated with palmar/plantar osteochondral disease of the metacarpo/metatarsophalangeal joint in Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 45, 587-592
- Pool R. R., Meagher D. M. (1990) Pathological findings and pathogenesis of racetrack injuries. *Veterinary Clinica of North America Equine Practice* 6, 1-30
- Pool R. R. (1991) Pathology of secondary joint disease of the fetlock. In: Proceedings of the 13th Bain - Fallon Lectures: Athletic Injuries in the Performance Horse, 61-67.
- Pool R. R. (1996) Pathologic manifestations of joint disease in the athletic horse. In: Joint Disease in the Horse, Eds: C.W. McIlwraith and G.W. Trotter, W.B., Saunders Co., Philadelphia, 87-104.
- Raker C. W. (1966) Pathophysiology of equine degenerative joint disease and lameness. *Proc. Am. Ass. Equine Pract.* 12, 229-241.
- Ramzan P. H. L., Powell S. E. (2010) Clinical and imaging features of suspected prodromal fracture of the proximal phalanx in three Thoroughbred racehorses. *Equine Vet. J.* 42, 164-169
- Richardson D. W., Dyson S. (2011) The Metacarpophalangeal Joint. Diagnosis and Management of Lameness in the Horse, 2nd edn., Eds: M.W. Ross and S.J. Dyson, Saunders, St. Louis, Missouri
- Roneus B., Carlsten J. (1989) Losa benbitar i kotoch hasleder hos unga travhastar. *Sve. Vet. Tidsskr.* 7, 417-422
- Roneus B. T., Arnason E., Collinder M., Rasmussen M. (1998) Arthroscopic Removal of Palmar/Plantar Osteochondral Fragments (POF) in the Metacarpo- and Metatarsophalangeal Joints of Standardbred Trotters - Outcome and Possible Genetic Background to POF. *Acta Vet. Scand.* 39, 15-24
- Ross M. W., Dyson S. (2011) Diagnosis and Management of Lameness in the Horse. 2nd edn., Saunders, St. Louis, Missouri
- Sack W. O. (1991) Rooney's Guide to the Dissection of the Horse, 6th edn., Veterinary Textbooks, Ithaca, New York
- Schnabel L. V., Bramlage L. R., Mohammed H. O., Embertson R. M., Ruggles A. J., Hooper S. A. (2007) Racing performance after arthroscopic removal of apical sesamoid fracture fragments in Thoroughbred horses age <2 years: 151 cases (1989-2002). *Equine Vet. J.* 39, 64-68
- Schulze N., Lischer C. J. (2016) Wissenschaftliche Grundlage der Klasseneinteilung von Befunden des Röntgenleitfadens – Teil I: Das Fesselgelenk. *Pferdeheilkunde* 32, 231-240
- Smith R. K. W. (1996) Radiography of the equine metacarpo-/metatarsophalangeal joint. *Equine Vet. Educ.* 8, 221-229
- Smith M. R. W., Wright I. M. (2014) Are there radiologically identifiable prodromal changes in Thoroughbred racehorses with parasagittal fractures of the proximal phalanx? *Equine Vet. J.* 46, 88-91
- Spike-Pierce D. L., Bramlage L. R. (2003) Correlation of racing performance with radiographic changes in the proximal sesamoid bones of 487 Thoroughbred yearlings. *Equine Vet. J.* 35, 350-353
- Stäbler A., Steinborn M. (2005) *Erkrankungen der Sehnenansätze*. In: Handbuch diagnostische Radiologie - Muskuloskelettales System 3, Hrsg. J. Freyschmidt, A. Stäbler, A., Springer Verlag, Heidelberg
- Stöckli M., Ueltschi G. (1992) Radiologische Untersuchungen am Fesselgelenk klinisch gesunder und lahmer Pferde. *Pferdeheilkunde* 8, 209-214
- Taylor J. A. (1959) Regional and Applied Anatomy of the Domestic Animals. Part II Thoracic Limb. Oliver and Boyd, Edinburgh
- Thrall D. E. (2013) In: Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology. 6th edn., Eds: D. E. Thrall, Elsevier, Raleigh, North Carolina
- Torre F., Motta M. (2000) Osteochondrosis of the Tarsocrural Joint and Osteochondral Fragments in the Fetlock Joints: Incidence and Influence on Racing performance in a selected group of Standardbred Trotters. *AAEP Proceedings* 46, 287-294
- Vanderperren K., Ghaye B., Snaps F., Saunders J. H. (2008) Evaluation of computed tomographic anatomy of the equine metacarpophalangeal joint. *Am. J. Vet. Res.* 69, 631-638
- von Rechenberg B., McIlwraith C. W., Auer J. A. (1998) Cystic lesions in horses and humans; literature review. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 11, 8-18
- von Rechenberg B., Guenther H., McIlwraith C. W., Leutenegger C., Frisbie D. D., Akens M. K., Auer J. A. (2000) Fibrous tissue of subchondral cystic lesions in horses produce local mediators and neutral metalloproteinases and cause bone resorption in vitro. *Vet. Surg.* 29, 420-429
- Weaver J. C. B., Stover S. M., O'Brien T. R. (1992) Radiographic anatomy of soft tissue attachments in the equine metacarpophalangeal and proximal phalangeal region. *Equine Vet. J.* 24, 310-315
- Wissdorf H., Gerhards H., Huskamp B., Deegen E. (2010) Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes, 3. Auflage, M. & H. Schaper, Hannover