

# Zur Röntgendiagnostik des Strahlbeins

G. Ueltschi

Abt. Radiologie, Departement Klinische Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Fakultät, Universität Bern

## Zusammenfassung

Für die röntgenologische Untersuchung des Strahlbeins stellen die laterale, die dorsopalmar und die 55° palmaroproximo-palmarodistale Aufnahme die optimalen Projektionen dar. Auf keine der hier geschilderten Aufnahmeebenen kann ohne Einbusse an Information verzichtet werden. Die Technik der Aufnahmeerstellung, sowie die zur Bilderzeugung verwendeten Abbildungssysteme, sind für die Bildqualität und somit für die Aussagekraft der Untersuchung entscheidend.

Gute laterale Aufnahmen sind schwierig herzustellen. Sie lassen aber eine sehr gute Erkennbarkeit der Veränderungen an der Facies flexoria und der Spongiosa zu. Die dorsopalmar Aufnahme gibt vor allem Aufschluss über die Strukturen an den Strahlbeinrändern. Nur größere Dichteveränderungen sind bei dieser Projektion mit Sicherheit nachweisbar. Die 55° palmaroproximo-palmarodistale Schrägaufnahme erlaubt die überlagerungsfreie Darstellung der Gleitfläche des Strahlbeins und der Spongiosa. Sie stellt nach Ansicht des Autors eine sehr wichtige Aufnahme für die Diagnostik dar. Insbesondere lässt sie den Nachweis von frühen Verdichtungsvorgängen am Übergang von Facies flexoria zur Spongiosa zu.

**Schlüsselwörter:** Röntgenuntersuchung, Strahlbein, Strahlbeinerkrankung, Röntgenologische Ergebnisse

## Radiographic examination of the navicular bone

The optimal radiographic examination of the equine navicular bone requires lateral, dorsopalmar and oblique proximopalmaro-palmarodistal projections. All three views are essential, renouncing one results in loss of information. The radiographic technique and the choice of the imaging system are crucial elements for the image quality and the usefulness of the examination.

Good lateral views are difficult to produce, but demonstrate alterations of Facies flexoria and of the navicular interior. The dorsopalmar projection gives above all information on the navicular borders and its adjacent structures. Only well developed bone density changes are clearly demonstrated by this view. The 55°pp-pd projection demonstrates the gliding surface and the interior of the navicular bone without any superposition. It is the opinion of the author that this view is extremely helpful for the radiographic diagnosis of navicular alterations. This projections allows the demonstration of early structural changes (sclerosis) in the transition zone of the Facies flexoria and the navicular spongiosa.

**Keywords:** Radiography, navicular bone, navicular disease, x-ray findings

## Einleitung

Die röntgenologische Darstellung der Strahlbeine bietet wegen ihrer anatomischen Lage technische Schwierigkeiten. Deshalb dauerte es relativ lange bis sich für die dp-Projektion eine anerkannte Methode durchsetzte (*Oxspring 1935*). Die seitliche Abbildung des Strahlbeins ist besonders heikel, weil sie vom Untersucher die korrekte Zentrierung des Zentralstrahls auf das Strahlbein verlangt, um die schiefe Darstellung zu vermeiden. Erst durch die Einführung der palmaroproximalen-palmarodistalen Schrägprojektion mit einem Winkel von 45° und mehr (*Morgan 1972*) ergab sich eine weitere Projektionsmöglichkeit für die überlagerungsfreie Abbildung des Strahlbeins. Gerade diese Abbildungsmöglichkeit stieß vielerorts auf Ablehnung und Nichtbeachtung. Die Gründe hierfür sind unverständlich.

Bei der Ankaufuntersuchung steht für den Käufer die Frage nach der Integrität des Pferdes im Vordergrund. Diese Aufgabe sollte der mit der Untersuchung des Pferdes beauftragte Tierarzt erfüllen. Deshalb würde man meinen, sollten auch alle Verfahren, die für das Lösen der Aufgabestellung nützlich sind, eingesetzt werden. Bei der Röntgenuntersuchung im Rahmen der Ankaufuntersuchung werden diese Forderungen aber sehr häufig nicht beachtet. Sonst wäre es nicht möglich, dass der Käufer bestimmen kann, wie groß der röntgenologische Untersuchungsumfang auszusehen hat. Der Tierarzt sollte hier konsequent sein und entsprechend handeln. Beispielsweise sollte er verlangen, dass es für eine Strahlbeinuntersuchung sechs Aufnahmen braucht, um den Auftrag zu erfüllen. Eine Reihe

von nationalen tierärztlichen Berufsorganisationen in Europa versucht nun zu bestimmen, wie die radiologische Untersuchung des Strahlbeins auszusehen hat. Hierbei wird nicht nach der bestmöglichen Lösung gesucht, sondern das Ziel scheint eine möglichst billige Lösung darzustellen. In jedem radiologischen Lehrbuch ist die Forderung zu finden, dass ein Untersuchungsobjekt in mindestens zwei senkrecht zueinander stehenden Aufnahmeebenen zu erfolgen hat. Dieser Grundsatz wird häufig missachtet. Denn es finden sich sehr oft bei Ankaufuntersuchungen nur zwei dp Aufnahmen für die Beurteilung der Strahlbeine. Die seitlichen Aufnahmen umfassen den ganzen Endphalangenbereich und sind infolge verzerter Abbildung des Strahlbeins für die Beurteilung nicht verwendbar. Häufig werden zudem die elementarsten Regeln der Untersuchungstechnik missachtet. Beispielsweise wird der Huf nicht mit einem Holzklötzchen unterlegt, um das Strahlbein in die Mitte des Strahlenbündels zu bringen oder das Strahlenbündel wird nicht eingeblendet. Im nachfolgenden versuchen wir, die Technik und die Kriterien für die Befunderhebung bei der Strahlbeinuntersuchung, wie wir sie an unserer Klinik seit 30 Jahren einsetzen, darzulegen und ihre Vorzüge zu schildern.

## Aufnahmetechnik

Für eine seriöse Beurteilung der Strahlbeine sind Aufnahmen aus drei verschiedenen Richtungen erforderlich, nämlich dor-

sopalmar, lateral und 55° palmarproximal-palmarodistal (tangential). Es müssen immer beide Vordergliedmaßen untersucht werden. Eine Untersuchung mit weniger als diesen drei Aufnahmeebenen ist unvollständig und sollte nicht akzeptiert werden. Die Hufeisen sind auf jeden Fall zu entfernen, die Hufe zu reinigen und die Strahlfurchen sauber auszuschnitten. Die Untersuchung erfordert eine zweckmäßige Sedation mit Xylazin und Polamivet. Für die lateralen und dorsopalmaren Projektionen betragen die Fokus-Film-Distanzen 100 cm. Bei der tangentialen Aufnahme kann diese Distanz wegen der Größe der Pferde nicht immer eingehalten werden.

#### Dorsopalmar Aufnahme nach Oxspring

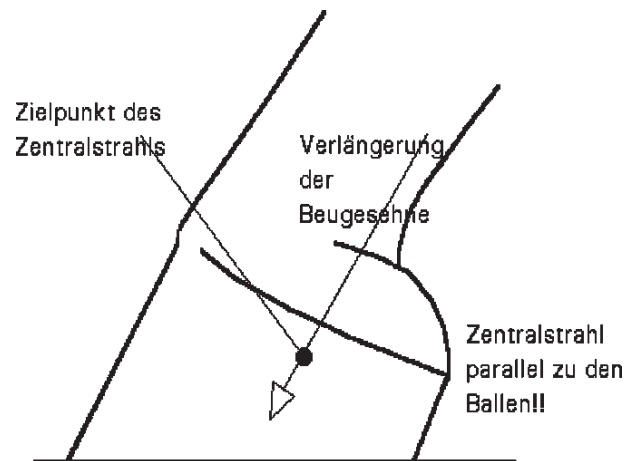
Der Huf wird vor der Untersuchung mit Schmierseife oder ähnlichem ausgefüllt, um die Abbildung der Strahlfurchen zu vermeiden. Benötigt wird für diese Projektion ein spezieller Holzblock, auf dem der Huf so positioniert wird, dass die Zehenwand senkrecht zum Boden verläuft. Die schräge Vorderseite des Blockes bildet mit dem Boden einen Winkel von 55°. Der Zentralstrahl trifft 1 fingerbreit über der Mitte des Kronsaums auf die dorsale Seite der Gliedmaße und im rechten Winkel auf das Abbildungssystem. Treten trotz dieser Lagerung Überlagerungen des distalen Strahlbeinrandes mit dem Hufgelenk auf, was bei Pferden mit sehr niedrigen, untergeschobenen Trachten vorkommen kann, so muss der Zentralstrahl um etwa 5° nach unten geneigt werden.

Weil bei der Strahlbeindiagnostik feine Einzelheiten der Knochenstruktur eine wichtige Rolle spielen, müssen qualitativ hochwertige Aufnahmen angefertigt werden. Einerseits kann dies durch feinzeichnende Seltene Erdfolien und Streustrahlenraster (1:10, 40 L/cm), oder andererseits durch spezielle Film-Folienkombinationen, welche ursprünglich für die Mammographie entwickelt wurden, und enger Einblendung erzielt werden. Solche Abbildungssysteme, zum Teil mit Einzelfolie und einseitig beschichtetem Film, sind heute von jedem namhaften Hersteller erhältlich. Die Expositionsdaten sind sogar kleiner als bei der Rasteranwendung. Unter enger Einblendung versteht man eine Feldgröße von 4–5 cm × 8 cm! Von der Verwendung von mittel- bis hochverstärkenden Folien raten wir wegen der inhärenten größeren Unschärfe ab.

#### Seitliche oder laterale Aufnahme

Die Aufnahmen werden im latero-medialen Strahlengang gemacht. Äußerst wichtig ist, dass das Strahlbein orthograd dargestellt wird. Zu diesem Zweck wird der Zentralstrahl auf einen Punkt gerichtet, der etwa 1,5–2,5 cm unterhalb des Kronsaums in der verlängert gedachten Beugesehne liegt (Abb. 1). Unterschiedliche Lageverhältnisse rühren von der Hufform und der Ausbildung der Trachten her. Wichtig ist deshalb die Orientierung anhand der Beugesehne. Der Zentralstrahl muss außerdem parallel zu den Ballen verlaufen. Dies kann durch Anlegen eines Stabes an die Ballen leicht überprüft werden. Die seitlichen Aufnahmen fertigen wir heute immer mit parallelen Streustrahlenrastern und feinzeichnenden Seltene Erdfolien an. Wird auf das Streustrahlenraster verzichtet, sind die Ansatzstelle der tiefen Beugesehne und Teile des Strahlbeins wegen Überlagerung für die Beurteilung nicht scharf genug dargestellt.

Um die orthograde Darstellung des Strahlbeins überhaupt zu ermöglichen, muss die zu untersuchende Gliedmaße auf einen geeigneten Holzblock gestellt werden, so dass der horizontal ausgerichtete Zentralstrahl den gewünschten Punkt am Huf auch treffen kann. Zu diesem Zweck muss die Aufhängung der Röntgenröhre so ausgelegt sein, dass die Röntgenröhre bis zum Boden hinunter verlagert werden kann. Die laterale Aufnahme stellt die höchsten technischen Anforderungen an das Können und das Vorstellungsvermögen des Untersuchers. Da sie nicht nur für die Strahlbeindiagnostik wichtig ist, sondern auch zusätzliche Informationen über die Stellung und Ausbildung der Endphalangen liefert, fertigen wir sie immer als Übersichtsaufnahme an. Wird mit enger Einblendung nur das Strahlbein abgebildet, was technisch sehr leicht möglich ist, so fehlt diese Information.

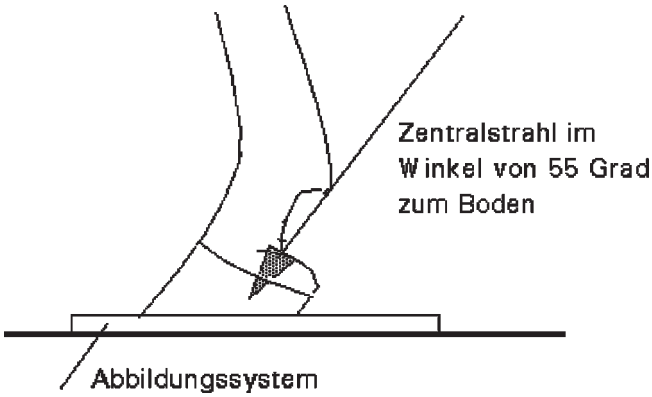


**Abb. 1:** Einrichten des Zentralstrahls für die seitliche Aufnahme. Der Zielpunkt liegt in der tiefen Beugesehne ca. 2 cm unterhalb des Kronsaums.

*Positioning of the central x-ray beam for the navicular view. The aiming point lies in the deep digital flexor tendon about 2 cm below the coronary band.*

#### Tangentialaufnahme

Die Röhre befindet sich dabei unter dem Bauch des Pferdes, weshalb eine ausreichende Sedation unerlässlich ist! Der Zentralstrahl trifft in einem Winkel von 55° und mehr ganz kranial in die Ballengrube. Es ist sogar zweckmäßig, den Zentralstrahl in die Beugesehne zu richten. Die Gliedmaße wird möglichst weit nach hinten gestellt, damit der Fesselkopf die Ballengrube nicht überlagert. Das Pferd steht auf dem Abbildungssystem, welches je nach Konstruktion der Kassette mit Plexiglas oder ähnlichem zu schützen ist. Die gegenüberliegende Gliedmaße soll nicht aufgehoben werden, weil sonst der Fesselkopf die Ballengrube überlagert. Da manchmal die zu untersuchenden Pferde sich gegen das Zurückstellen der Vordergliedmaße wehren, kann ein Keil von vorne unter das Abbildungssystem gelegt werden. Dies führt zum Öffnen der Ballengrube bei normaler Stellung der Vordergliedmaße (Abb. 2). Als Abbildungssystem werden höchstauflösende Film-Folien-Kombinationen empfohlen, die naturgemäß nicht empfindlich sind, aber Garantie bieten, Einzelheiten in der Größenordnung von 1/10 mm noch zur Abbildung zu bringen. Die Abbildungen der Konturen sind wegen der Schärfe mit derartigen Systemen auch viel leichter zu analysieren als mit mittleren oder hochempfindlichen Kombinationen.



**Abb. 2:** Einrichten des Zentralstrahls für die 55° pp-pd Aufnahme. Der Zielpunkt liegt in der tiefen Beugesehne. Das Pferd steht auf dem Abbildungssystem.

*Positioning for the 55° oblique pp-pd projection of the navicular bone. The centre of the x-ray beam should be in the deep digital flexor tendon. The horse stands on the imaging system.*

### Normales Aussehen

#### Dorsopalmare Aufnahme

Bei der dp-Aufnahme überlagert das Kronbein das Strahlbein und erschwert damit die Erkennbarkeit von Einzelheiten. Der distale Strahlbeinrand (Margo ligamenti) kann zudem durch den Hufgelenkspalt, welcher wenig Strahlung absorbiert, partiell überlagert werden. Das Strahlbein hat eine schiffchenähnliche Form mit einem oberen (proximalen) und unteren (distalen) Strahlbeinrand, der mit kanalartigen Strukturen versehen ist. Das Zentrum weist oft vermehrte Knochendichte auf. Die abgerundeten Strahlbeinenden ebenfalls. Dies beruht auf dem Aufbau des Strahlbeins. Im isolierten Zustand von oben betrachtet, ist das Strahlbein in der Mitte und an den Enden dicker ausgebildet. Die Wölbung der Facies flexoria wird Sagittalkamm genannt. Die Gelenkfläche ist in der Mitte ebenfalls stark vorgewölbt. Der proximale Rand des Strahlbeins weist an der Gleitfläche einen kleinen Wulst auf. Am unteren Rand befindet sich eine weitere kleine Gelenkfläche und die sogenannten Kanäle des Sesambeins



**Abb. 3:** Normales Strahlbein im dorsopalmaren Strahlengang. Der eigentliche distale Rand der Facies flexoria ist nur schwach zu erkennen. Die Canales sesamoidales sind nicht deutlich ausgeprägt und nicht zahlreich. In den schrägen Teilen des distalen Strahlbeinrandes sind keine Sesambeinkanäle vorhanden.

*Dorsopalmar view of a normal navicular bone. The true border of the Facies flexoria is barely visible. The sesamoidal channels are well developed but not numerous. The oblique parts of the lower navicular border are not showing sesamoidal channels.*

(Canales sesamoidales). Die Spongiosastruktur des gesunden Strahlbeins ist sehr feinmaschig und zeigt im gesamten Strahlbein die gleiche „Maschengröße“. Auf guten Aufnahmen sollte die Knochenstruktur immer zu erkennen sein (Abb. 3).

#### Laterale Aufnahme

Bei jungen Tieren ist das Strahlbein von quadratischer oder trapezförmiger Form. Bei vielen Tieren ist die Gleitfläche aber schon im jugendlichen Alter nach distal oder/und nach proximal verlängert. Diese Verlängerung ist wulstartig am Ende der Facies flexoria nach distal und/oder nach proximal gerichtet. Diese Formvarianten sind aufgrund von eigenen Untersuchungen (Hornig 1992) als normal zu interpretieren. Das Strahlbein weist eine auffällig dichte, ungefähr 2 bis 3 mm dicke Knochenplatte (Facies flexoria) auf, die gleichmäßig breit ausgebildet ist (Abb. 4). Gegen die Sehne zu ist eine feine, unauffällige bogenförmige Begrenzung vorhanden, welche besonders im Mittelteil sehr oft mehr oder weniger stark eingedellt sein kann. Sie repräsentiert die Umrisse des Sagittalkamms. Die Gleitfläche kann auch unterschiedliche Krümmungsradien aufweisen. Die Spongiosabälkchen können auf guten Aufnahmen immer leicht erkannt werden. Sie verlaufen rechtwinklig zur Facies flexoria und zum subchondralen Knochen der Gelenkfläche. Am unteren Rand sind meist als flache halbrunde Kerben, die Eintrittsstelle der Sesambeinkanäle zu erkennen.



**Abb. 4:** Normale seitliche Strahlbeinaufnahme. Beachte die klare Abtrennung der Facies flexoria von der Spongiosa im Strahlbeininneren. Die Trabekelstruktur ist deutlich zu erkennen

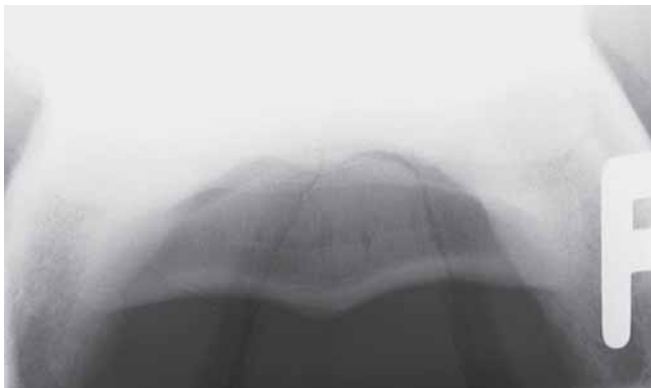
*Lateral view of a normal navicular bone. Pay attention to the very clear delineation of the Facies flexoria and the cancellous bone of the navicular interior. The trabecular structure is clearly demonstrated.*

Bei seitlichen Aufnahmen ist auch auf das sogenannte Hilfsgelenk zu achten. Das Hilfsgelenk hat entweder parallele Ränder oder zeigt divergierende Konturen. Die Aufnahme sollte auch die Ansatzstelle der tiefen Beugesehne in beurteilbarer Qualität darstellen. Diese kann sehr unterschiedlich ausgebildet sein. Nach Hotz 1986 gibt es mindestens vier Varianten.

#### Palmaroproximale–palmarodistale Schrägprojektion (pp-pd) oder Tangentialaufnahme

Das Strahlbein eines gesunden Pferdes zeigt in der pp-pd Projektion folgende Einzelheiten (Abb. 5):

1. Eine gleichmäßig dicke subchondrale Knochenplatte der Facies flexoria mit glatter Oberfläche. Als Variante ist manchmal die Knochenplatte im Mittelkamm unterbrochen oder dünner ausgebildet.
2. Eine scharf gegen die Facies flexoria abgegrenzte Spongiosa mit feinmaschiger, nicht zu dichter Knochenstruktur. Die Spongiosa weist nur wenige größere Sesambeinkanäle auf. Die Struktur sollte in beiden Strahlbeinen ähnlich sein.
3. Gegen das Hufgelenk kann eine weitere dichte Knochen-schicht erkannt werden. Dies ist der subchondrale Knochen des Hufgelenks.
4. Die Strahlbeinenden sind gleichmäßig abgerundet. Als Form-variante treten auch eckige Enden ähnlich einer Schuhschachtel auf.



**Abb. 5:** 55° pp-pd Aufnahme des rechten Strahlbeins. Beachte die klare Abgrenzung der Facies flexoria von der Spongiosa. Die Spongiosa ist sehr fein. Die Canales sesamoidales können ebenfalls leicht erkannt werden.

*55° oblique pp-pd view of the right fore navicular bone. The Facies flexoria is well delineated from the spongiosa. The spongiosa is very fine. The vascular channels are visible.*

Die Breite der subchondralen Knochenplatte der Facies flexoria ist vom Einfallswinkel des Strahlenbündels abhängig. Die Lage der Sesambeinkanäle zur Facies flexoria gibt Hinweise, welcher Projektionswinkel vorlag. Sind sie weit entfernt von der



**Abb. 6:** dp Strahlbeinaufnahme mit ausgeprägten Aufhellungen, welche mit den Canales sesamoidales keine Verbindung haben

*Dorsopalmar navicular radiograph with pronounced radiolucencies above the distal border. These alterations have no connections with the sesamoidal channels*

Facies flexoria, war der Projektionswinkel zu flach. Die kompakte Schicht der Gleiffläche wird stark verzerrt und verbreitert abgebildet. Der Übergang von Knochenplatte zur Spongiosa ist dann nur noch verschwommen dargestellt. Aus diesen Gründen ist ein möglichst steiler Projektionswinkel anzustreben.

## Befundkriterien

### Dorsopalmar oder Oxspring-Aufnahme

Das Strahlbein sollte bei der Beurteilung auf folgende Kriterien untersucht werden:

1. Form und Symmetrie beider Strahlbeine
2. Knochenstruktur und Dichte
3. Form, Anzahl und Lage der Sesambeinkanäle
4. Exostosen
5. Ablösungen bzw. Fragmente am distalen Strahlbeinrand

Sehr wichtig ist, dass die Befunde nicht nur an jedem Strahlbein einzeln erhoben, sondern dass die Strahlbeine untereinander auf Abweichungen verglichen werden!

### Form und Symmetrie

Die Strahlbeine der beiden Vordergliedmaßen sollten sich gleichen. Formunterschiede können pathologischer Natur oder stellungsbedingt sein. Die möglichen Ursachen müssen abgeklärt werden durch Adspektion des Pferdes oder mit den seitlichen Aufnahmen. Häufig sind die Strahlbeinenden schnabelförmig nach oben ausgezogen. Oft ist besonders die laterale Seite stärker deformiert. In der Literatur wird diese Deformation als Peaking bezeichnet. Diese Verformung ist selten von klinischer Bedeutung. Lange Zeit glaubten wir, dass die Ursache derartiger Umformungen in der fehlerhaften Stellung liege. Untersuchungen an jungen Fohlen haben aber gezeigt, dass diese Formen schon sehr früh auftreten und deshalb wohl eher als Formvarianten zu interpretieren sind (Hornig 1992). Das Peaking darf nicht mit Exostosen verwechselt werden. Die „Peaks“ weisen eine durchgehende normale Knochenstruktur auf, was bei den Exostosen nicht der Fall ist.

### Knochenstruktur und Knochendichte

Die Knochenstruktur sollte gleichmäßig, unauffällig und relativ fein sein. Im Mittelkamm sind gelegentlich auch etwas gröbere Strukturen zu beobachten. Als pathologisch sind einerseits sehr feine, dichte Knochen und andererseits Areale mit unregelmäßig großen Knochenmaschen und niedriger Knochendichte zu werten (Abb. 6). Die Verdichtung der Spongiosa wird oft nicht richtig interpretiert oder übersehen. In gewissen Fällen kann sich das regelmäßige netzartige Muster der Spongiosa auch in eine mehr horizontal ausgerichtete Knochenzeichnung umwandeln.

Die Knochendichte ist ein weiteres wichtiges Kriterium. Sie lässt sich aber durch die Vorbereitung des Hufes und das Ausfüllen der Strahlfurchen mit Schmierseife beeinflussen. Die Dichteänderungen können als scharf begrenzte, meist im Zentrum des Strahlbeins auftretende Aufhellungen (zentrale Defekte, Abb. 7 und 8), als eher diffuse, schlecht begrenzte Areale mit vermehrter Strahlendurchlässigkeit (Osteoporose) oder als kleinere, multiple mehr oder weniger rundliche, relativ gut begrenzte



Bereiche verminderter Dichte (Usuren) - meist über dem distalen Strahlbeinrand - auftreten. Mit den Tangentialaufnahmen kann die Ursache (Defekt, Usur, Zyste) der Struktur- und Dichteänderung sowie die Lokalisation (subchondrale Knochenplatte, Spongiosa) eruiert werden.



**Abb. 7:** dp Strahlbeinaufnahme mit einem zentralem Defekt. Die Knochenstruktur ist generell etwas verdichtet.

*Dorsopalmar navicular view with a radiolucent area in the centre. The bony structure shows general sclerosis.*



**Abb. 8:** Gleiches Strahlbein wie in Abb 12. Der zentrale Defekt fällt auf. Dass die Gleitfläche des Strahlbeins so stark zerstört ist, würde man aufgrund dieser Aufnahme nicht erwarten

*Same navicular bone as in illustration 12. The central radiolucency is conspicuous but the massive destruction of the Facies flexoria is not expected in this view.*

#### Form, Anzahl und Lage der Sesambeinkanäle

Die Literatur über die Sesambeinkanäle (früher oft auch als „Gefäßlöcher“ bezeichnet) ist immens. Es gibt zahlreiche Beurteilungsschemata, die alle wenig taugen. Aufgrund der hier vorgestellten Untersuchungstechnik ist es nicht nötig, die mannigfaltigen Formen der Sesambeinkanäle für die Beurteilung zu verwenden. Als wenig hilfreich hat sich auch die Anzahl von großen Sesambeinkanälen erwiesen, weil nach statistischen Untersuchungen mehr als fünf große Kanäle auch bei vielen normalen Strahlbeinen angetroffen werden (Schneller 1994). Treten große Kanäle an den schräg nach oben zu den Strahlbeinenden verlaufenden Abschnitten auf, so stellt dies ein relativ sicheres Zeichen für eine Podotrochlose dar (Pou-

los 1988). Als sicher pathologisch werden die sich gegen das Knocheninnere vergrößernden, flaschen-, ballonförmigen oder lollypopähnlichen Sesambeinkanäle akzeptiert (Butler 2000, Olsson 1954, Reid 1980, Thrall 1998,) (Abb. 9). Allerdings wird eine einzelne Läsion noch nicht als eindeutig krankhaft angesehen; es müssen mehrere Aufhellungen vorhanden sein.



**Abb. 9.** dp Strahlbeinaufnahme. Mehrere Sesambeinkanäle sind gegen das Strahlbeininnere vergrößert. Sie weisen die typische Flaschen- oder Lollypop-Form auf. Dieses an und für sich relativ verlässliche diagnostische Zeichen kommt aber höchstens bei etwas über 40% aller an der Podotrochlose erkrankten Pferden vor.

*Dorsopalmar navicular view. The diameter of a number of vascular channels are enlarged in the interior of the navicular bone. They show the typical lollypop or bottle form. This radiographic sign is a quite reliable finding for the diagnosis of podotrochlosis but it is only observed in 40% of the diseased horses.*

#### Exostosen

Exostosenartige Zubildungen kommen hauptsächlich am proximalen Rand des Strahlbeins vor. Hier können sie gelegentlich gewaltige Ausmaße erreichen. In geringem Maße kommen sie auch am distalen Rand vor. Sie sind aber in den normalen Abbildungsebenen kaum zu sehen. Die Bedeutung der Exostosen lässt sich nur mit den pp-pd Aufnahmen oder Schrägaufnahmen von der Seite abklären. Wenn die Exostosen über das Niveau der Gleitfläche hervorragen, können sie mechanisch die Beugesehne beschädigen. Exostosen können das Ergebnis von Desmopathien sein und sind bei ihrer radiologischen Manifestation oft schon ausgeheilt. Die Bedeutung von derartigen Veränderungen ist oft gering.

#### Fragmente am distalen Rand der Facies flexoria

Relativ häufig sind am distalen Rand der Gleitfläche, medial und lateral am Übergang zum Schrägteil, ovale Knochenfragmente festzustellen. Die Größe dieser Fragmente variiert von einigen Millimetern bis zu zentimetergroßen Stücken. Da die Fragmente nur wenig Knochenmaterial enthalten, können sie sehr leicht übersehen werden, weil der Objektcontrast nicht hoch ist. Es empfiehlt sich, die bevorzugten Stellen, die den seitlichen Begrenzungen der Ansatzstelle des Strahlbein-Hufbeinbandes (Lig. impar) entsprechen, mit einer Intensivlichtquelle zu untersuchen. Die klinische Bedeutung dieses Befundes ist unklar. Sehr große Fragmente können die eigentliche Gleitfläche involvieren und Schäden an der Beugesehne erzeugen. Viele Pferde mit diesem Röntgenzeichen zeigen aber keine klinischen Erscheinungen.

### Seitliche Aufnahme

Nur wenn das Strahlbein orthograd abgebildet ist, kann das Strahlbein zuverlässig beurteilt werden. Schiefe Abbildungen sind unbrauchbar. Auf guten Aufnahmen lassen sich eine Reihe von zuverlässigen Befunden erheben. Die Kontur des Mittelkamms kann unterbrochen sein (Usur, Defekt). Im Gegensatz zu den normalen Einbuchtungen zeigen Defekte scharfe, rechtwinklig verlaufende Ränder (Abb. 10). Die Facies flexoria kann gegen die Spongiosa unscharf und verwaschen ausgebildet sein (Sklerosierung). Oft ist die Spongiosa so verdichtet, dass keine Strukturen mehr erkennbar sind (Sklerosierung). Seltener sind größere Aufhellungen in der Spongiosa vorhanden (Zysten, zentrale Einbrüche). Die zackenartigen Zubildungen am oberen Rand der Gelenkfläche mit dem Hufgelenk, an den Enden der Facies flexoria und am Hilfgelenk haben keine sichere Bedeutung. Periostale Zubildungen an der Ansatzstelle des Strahlbein-Hufbeinbandes am Hufbein und in der Insertion der tiefen Beugesehne sind nur auf guten Aufnahmen sichtbar und stellen das Ergebnis von Desmopathien oder Insertionstendopathien dar. Obwohl diese Röntgenzeichen primär als Ergebnis von alten Prozessen zu interpretieren sind, stellen sie doch Schwachstellen mit Rezidivgefahr dar.

Eigentliche radiologische Verdichtungen im Strahlbein-Hufbeinband kommen in zwei Formen vor: als rundliche Verdichtungen nahe dem unteren Rand der Facies flexoria und als diffuse Verdichtungen des gesamten Bandes. Der erste Befund stellt Fragmente der distalen Facies flexoria dar, der zweite repräsentiert Verkalkungen im Band und ist das Ergebnis einer Desmitis. Verkalkungen werden gelegentlich auch an anderen Stellen im Suspensorium des Strahlbeins beobachtet.

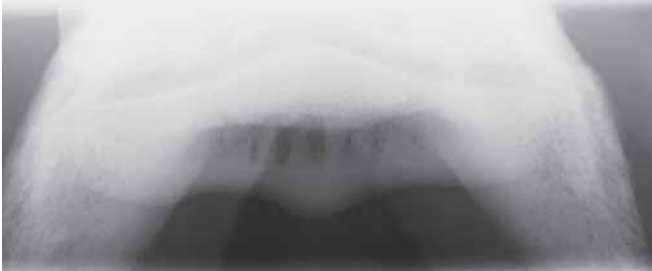


**Abb. 10:** Seitliche Strahlbeinaufnahme. Am Sagittalkamm ist ein grosser Defekt vorhanden. Die Spongiosa ist massiv verdichtet (sklerosiert), der distale Rand der Facies flexoria sehr weit nach unten verlängert.

*Lateral navicular radiograph. The sagittal ridge shows a large defect. The spongiosa is too dense (sclerosis). The distal border of the Facies flexoria is massively lengthened.*

PP-PD Schrägaufnahme, Tangentialaufnahme

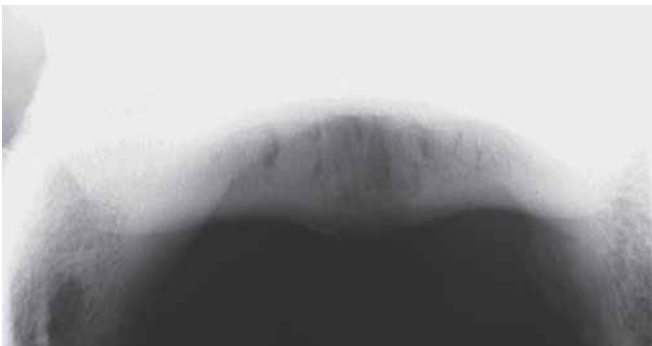
Zur Beurteilung dieser Aufnahmen ist eine Lupe mit schwacher Vergrößerung und eine Intensivlichtquelle sehr praktisch. Die zuverlässigen Röntgenzeichen sind die Sklerosierung der Spongiosa (Abb. 11), die Verdichtungen in der Übergangszone von Spongiosa zu Facies flexoria, sowie die Defekte in der Facies flexoria (Abb. 12). Die Sklerosierung geht oft so weit, dass keine Dichteunterschiede mehr zwischen Facies flexoria und Spongiosa zu registrieren sind. Die Sklerosierung kann in frühen Stadien nur im Zentrum des Strahlbeins auftreten. Dabei sind besonders die Trabekel zwischen den Sesambeinkanälen strähnig verdichtet. Die Verdichtungen in der Übergangszone sind wahrscheinlich initiale Stadien der Spongiosaverdichtung.



**Abb. 11:** 55° pp-pd Schrägaufnahme des linken Strahlbeins. Hier handelt es sich um eine sehr ausgeprägte Sklerose des Strahlbeininneren. Die Spongiosa hat praktisch die gleiche Dichte wie die Facies flexoria. Die Canales sesamoidales sind vergrößert. Dieses Bild wird bei langsam fortschreitenden Erkrankungen beobachtet.

55° oblique navicular view. The navicular interior shows marked sclerosis. The bone density of the spongiosa and the Facies flexoria is nearly identical. The sesamoidal channels are also enlarged.

Als weniger zuverlässig haben sich die Dicke der Facies flexoria, Aufhellungen der Facies flexoria, zackenförmige Zubildungen auf der Facies flexoria, Exostosen an den Strahlbeinenden und die Anzahl und Größe der Sesambeinkanäle erwiesen. Einige dieser erwähnten Zeichen sind zwar statistisch gesehen recht zuverlässige Kriterien, doch kommen sie in der normalen Population auch häufig vor oder sind aufnahmetechnisch schwierig zu beherrschen.



**Abb. 12:** Zentraler Defekt der Facies flexoria mit reaktiver Sklerose im Strahlbeininneren.

Central radiolucent area of the Facies flexoria with reactive sclerosis of the adjacent cancellous bone.

Die Fragmente des unteren Randes der Facies flexoria treten in der Tangentialprojektion als ovale Aufhellungen der Spongiosa medial und/oder lateral der Sesambeinkanäle in Erscheinung.

Extrem dünne Knochenplatten der Facies flexoria sind bei Pferden mit Bockhufen zu beobachten und deuten darauf hin,

dass bei dieser Stellung nur eine geringe Belastung des Strahlbeins vorliegt.

Zusammenfassend betrachtet ist die radiologische Strahlbeinuntersuchung relativ einfach, wenn gewisse Grundregeln bei der Untersuchung berücksichtigt werden. Die Hufeisen sind zu entfernen, weil erstens der Abstand von Objekt und Abbildungssystem sich vergrößert und die geometrische Unschärfe dadurch zunimmt, zweitens ein Teil des Strahlbeins durch das Eisen abgedeckt werden kann und drittens die Abbildung des Eisens auf dem Röntgenbild eine Blendung bei der Betrachtung auf dem hellen Negatoskop erzeugt. Vermutlich entstehen auch zusätzliche Streuungen an den Kanten des Eisens, was zur weiteren Kontrastminderung führt.

Die Sedation des Tieres ist gerade bei jungen Tieren sehr nützlich, weil sie den Untersuchungsgang stark vereinfacht. Bei der pp-pd Schrägprojektion erlaubt sie das gefahrlose Positionieren der Röntgenröhre unter dem Bauch der Tiere.

Nach unserer Auffassung sind die hier beschriebenen drei Projektionsrichtungen bei der Ankaufuntersuchungen und generell bei der Strahlbeinuntersuchung unbedingt erforderlich. Diese Ansicht vertreten auch die meisten Autoren, welche auf diesem Gebiet gearbeitet haben (Butler 2000, Thrall 1998, Hotz 1996, Morgan 1972). In einer Arbeit aus dem Jahre 1981 konnten wir statistisch beweisen, dass auf keine der hier aufgeführten Projektionen verzichtet werden kann (Ueltschi 1983). Die hier beschriebenen Projektionsrichtungen ermöglichen dem Tierarzt auch eine wesentlich sicherere Beurteilung des Strahlbeins.

## Literatur

- Butler J.A., Chr. M. Colles, S.J. Dyson, S. E. Kold und P.W. Poulos (2000): Clinical Radiology of the Horse 2nd Edition, Blackwell Science
- Hornig I. (1993): Radiologische Untersuchungen am Strahlbein zweijähriger Warmblutpferde, Dissertation Bern
- Hotz B. (1986): Radiologische Untersuchungen am Strahlbein klinisch gesunder Pferde, Dissertation Bern
- Morgan J.P. (1972): Radiology in Veterinary Orthopedics, Lea and Febiger
- Olsson S. E. (1954): On navicular disease in the horse, Nord. Vet. Med. 6, 547–566
- Oxspring G. E. (1935): The radiology of navicular disease with observations on its pathology, Vet Rec 15, 1433–1447
- Poulos P. (1988): The nature of enlarged 'vascular channels' in the navicular bone of the horse, Vet. Radiol 29, 60–64
- Reid C. F. (1980): Radiography and the purchase examination in the horse. Navicular bone, Vet. Clin North America Large Animals Pract. 2. BNr. 1 175–190
- P. Schneller (1994): Bedeutung der Canales sesamoidales bei der tangentialen Projektion, Dissertation Bern
- Thrall Donald E. (1998): Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology third edition. Saunders
- Ueltschi G. (1983): Podotrochlose – Wert und Häufigkeit röntgenologisch nachweisbarer Veränderungen am Strahlbein, Berl Münch Tierärztl Wschr. 96, 308–310

Prof. Gottlieb Ueltschi

Departement Klinische Veterinärmedizin  
Abt. Radiologie  
Universität Bern  
Länggassstrasse 124  
CH 3012 Bern