

3 Eigene Untersuchungen

3.1 Ziel der Untersuchung

Die Bursographie wird von TURNER u. ADAMS (1997)* und TIETJE et al. (2000) als vielversprechende Diagnostikmethode zur Erkennung der Podotrochlose dargestellt. Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Bursographie durch direkte Gegenüberstellung mit den pathomorphologischen Befunden in ihrem diagnostischen Wert zu beurteilen und Untersuchungen zu der Methodik der Bursographie durchzuführen.

3.2 Material und Methodik

3.2.1 Voruntersuchung

Um die geeignete Technik zur Punktion der Bursa podotrochlearis und die anschließende bursographische Untersuchung zu wählen, wurden zunächst Voruntersuchungen an 20 im Mediokarpalgelenk abgesetzten Vordergliedmaßen durchgeführt. 12 der Vordergliedmaßen waren nach der Schlachtung der Pferde für spätere Übungszwecke eingefroren worden und wurden für die Voruntersuchung aufgetaut. Die übrigen 8 Vordergliedmaßen wurden am Tag nach der Schlachtung ohne vorheriges Einfrieren untersucht.

Für eine bessere Übersicht wurden die Beine in der Fesselbeuge geschoren.

3.2.1.1 Punktion der Bursa podotrochlearis

Die Punktion der Bursa erfolgte von palmar, wobei die Stichrichtung der Kanüle von direkt auf die Hufspitze gerichtet bis parallel zur Sohle variierte.

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

Die Einstichstelle in der Ballengrube lag zwischen der Mitte der Ballengrube und dem Haaransatz oberhalb der mittleren Strahlfurche. Der Punktionsversuch wurde sooft wiederholt, bis die Kanülenspitze die Facies flexoria des Strahlbeins berührte. Nach spürbarem Widerstand beim Vorschieben der Kanüle wurde ihr Sitz mit Hilfe einer latero-mediale Röntgenaufnahme kontrolliert.

Es stellte sich heraus, dass der Hufrollenschleimbeutel am geeignetsten vom Übergang des mittleren zum distalen Drittel der Ballengrube aus punktiert werden konnte. Die geeignete Stichrichtung variierte etwas mit der Länge des Hufes. Bei den meisten Hufen (18 von 20) schnitt die gedachte Verlängerung der Kanüle die Vorderwand bis zu 3 cm proximal der Hufspitze. Bei den übrigen 2 war die Kanüle auf die Hufspitze gerichtet.

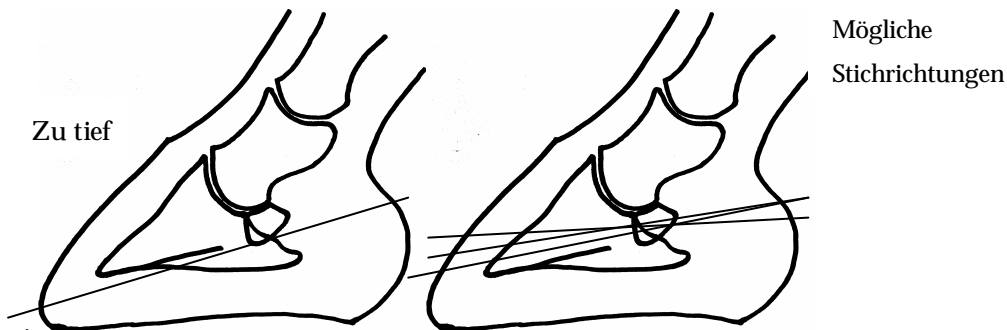


Bild 3: Röntgenskizze zur Verdeutlichung der Punktionsrichtung

Zur Punktion der Bursa und Injektion des Kontrastmittels (in der Voruntersuchung Bariumsulfat „Mikropaque®“) kamen Einmal-Kanülen verschiedener Größe zur Anwendung: 0,8 x 60 mm, 0,9 x 40 mm, 0,9 x 70 mm, 1,1 x 50 mm und 1,2 x 50 mm.

Kanülen mit einem Durchmesser von 0,8 mm erwiesen sich als zu flexibel. Zum Teil konnten sie ohne spürbaren Widerstand durch die tiefe Beugesehne oder das Strahlbein nach distal abgelenkt werden. Ab einem Kanüldurchmesser von 0,9 mm war dies nicht mehr der Fall.

Kanülen mit einem Durchmesser über 0,9 mm verfügen zwar über noch größere Stabilität, hinterlassen aber einen größeren Stichkanal, über den das injizierte Kontrastmittel leichter zurückfließen kann.

3.2.1.2 Menge des Kontrastmittels

Die Menge des injizierten Kontrastmittels lag zunächst bei 3 ml, was dem injizierten Volumen in den Untersuchungen von TURNER u. ADAMS (1997)* und TIETJE et al. (2000) entspricht.

Bei einigen Vordergliedmaßen (12) konnte diese Menge nur mit Kraftaufwand injiziert werden, wobei sich ein Teil des Kontrastmittels im Anschluss an die Injektion in die locker gehaltene Spritze zurückdrückte. Bei 10 Vordergliedmaßen wurde sofort nach der Injektion die Spritze samt Kanüle entfernt, bei 8 floss Kontrastmittel aus der Einstichstelle ab.

Um die geeignete Kontrastmittelmenge zu bestimmen, die in der Bursa verbleibt ohne teilweise in den Stichkanal abzufließen, wurden jeweils 2,5 bis 3 ml injiziert (bis ein deutlich spürbarer Gegendruck aufgebaut war). Durch lockeres Halten der Spritze konnte ein Teil des Kontrastmittels durch die Kanüle in die Spritze zurückfließen. Durch die anfängliche Füllung des Schleimbeutels mit einem größeren Volumen wurde eine optimale Verteilung des Kontrastmittels angestrebt.

3.2.1.3 Röntgenuntersuchung

Als Röntgengerät diente das Fein-Fokus-Gerät Mikrofox G 10 der Firma Feinfocus aus Garbsen, Deutschland. Das ist ein stationäres Diagnostiksystem, welches aus einem Wand-Boden-Stativ mit einem Schwenkarm besteht. Der Kassettenhalter und die Röntgenröhre sind am Schwenkarm sich gegenüberliegend befestigt.

Es handelt sich um ein direktvergrößerndes Diagnostiksystem, das sogenannte DIMA – Verfahren (Direkt Magnification), welches für hochauflösende und direktvergrößernde Filmaufnahmen konzipiert ist. Der Fokus-Film-Abstand ist wie die Höhe des Schwenkarms und dessen Winkel zur Senkrechten verstellbar. Die Brennfleckgröße kann zwischen 0,02 mm und 0,13 mm gewählt werden, wobei sich die Belichtungsdauer umgekehrt proportional zur Brennfleckgröße verhält.

Zur Lagerung der Vordergliedmaßen wurde ein fahrbarer, höhenverstellbarer Patientenlagerungstisch mit einer DIMA-gerechten Lagerungsplatte benutzt.

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

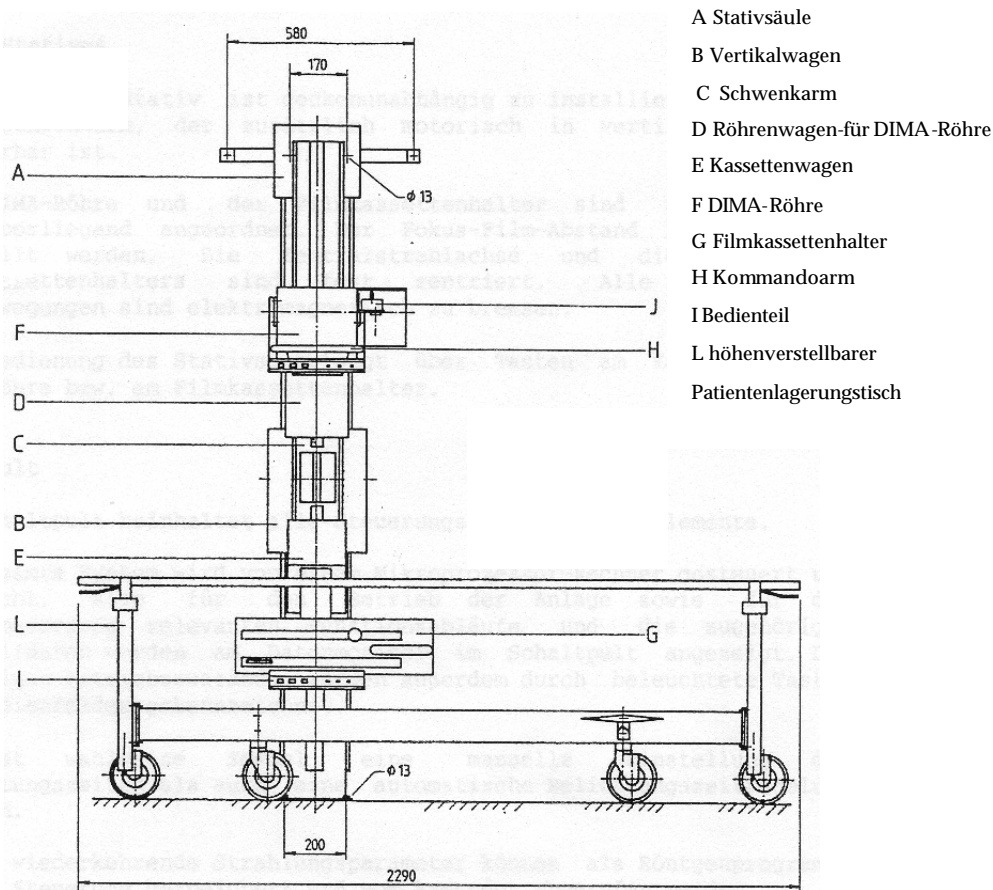


Bild 4: Fein-Fokus-Röntgengerät (aus Produktbeschreibung der Firma Feinfocus)

Als Filmmaterial dienten grünempfindliche XOD Retina Röntgenfilme der Firma x ray Retina, Fotochemische Werke GMBH in Berlin. Die Röntgenkassetten waren mit Universalfolien des Trimaxsystems T6 (Systemempfindlichkeit 300) ausgestattet.

Die Entwicklung der Röntgenfilme erfolgte durch die Entwicklungsmaschine XP 515 Entwickler der Firma 3 M, Medizinische Produkte, Neuss, Deutschland.

Die Vordergliedmaßen wurden zunächst nach der Punktion der Bursa podotrochlearis zur Kontrolle des Sitzes der Kanüle im latero-medialen Strahlengang mit einer Röhrenspannung von 70 kV, einer Strahlenmenge von 40 mAs und einem

Fokus von 40 µm geröntgt. Hierzu lagen sie auf dem Tisch, wobei sie proximal am Metakarpus unterpolstert wurden, um eine senkrechte Stellung der Hufsohle und ein Übereinanderliegen der Hufballen zu erreichen. Der Fokus-Filmabstand betrug 140 cm, der Fokus-Objekt-Abstand ca. 45 cm, woraus sich eine Vergrößerung um den Faktor 2 ergab (Objekt-Film-Abstand/Objekt-Fokus-Abstand). Nach der Füllung des Schleimbeutels mit Kontrastmittel wurde nochmals gleichermaßen eine seitliche Aufnahme angefertigt. Für beide Aufnahmen wurden Kassetten in der Größe 24 cm x 30 cm eingesetzt.

Da die Haltung der Vordergliedmaße beim lebenden Tier für die Tangentialaufnahme gestreckt ist und das zu untersuchende Bein etwas nach hinten gesetzt und voll belastet wird, mussten die abgetrennten Vordergliedmaßen, um diese Haltung bestmöglich nachzuahmen, ebenfalls „gespannt“ werden.

Folgende Spannkonstruktion hat sich als praktikabel erwiesen (Bild 5):

Durch die Hufspitze wurde zunächst mit einer Bohrmaschine ein Loch gebohrt. Um und über den Stumpf wurde eine Schlinge aus Strohband geknotet und diese mit Klebeband befestigt. Dann wurde ein zweites Strohband durch das Loch in der Hufspitze gefädelt, so dass es ein langes und ein kurzes Stück ergab. Die beiden Enden wurden miteinander verknotet und das lange Stück durch die Schlinge am Stumpf gezogen. Danach wurde das Band durch die Schlinge an der Hufspitze, die sich durch das Verknoten der Enden ergeben hatte, gezogen und ein zweites Mal durch die proximale Schlinge geführt. Nach Festziehen des Bandes wurde es mit dem kurzen Ende verknotet.

Der so entstandene „Flaschenzug“ ermöglicht durch einfaches Spannen des Strohbandes eine starke Streckung des Hufgelenkes, und somit eine optimale Annäherung an die Haltung, welche die Vordergliedmaße beim lebenden Pferd zur Tangentialaufnahme einnehmen soll.

Die Tangentialaufnahmen wurden im Winkel von 45° geschossen, wobei die Vordergliedmaße auf dem Patientenlagerungstisch in einer für Röntgenstrahlen durchlässigen, 17 cm x 20 cm x 8 cm großen, wassergefüllten Plastikschüssel stand und der Schwenkarm des Röntgengerätes um einen Winkel von 45° geschwenkt wurde. Der Zentralstrahl war auf die Ballengrube gerichtet. Die Röntgenstrahlen

trafen durch die Befestigung der Kassettenhalterung am Schwenkarm immer senkrecht auf den Film.



Bild 5: Spannkonstruktion

Für die Tangentialaufnahmen wurden große Röntgenkassetten (30 cm x 40 cm) verwendet. Die Röhrenspannung lag bei 70 kV, das mAs-Produkt bei 40 bis 50 mAs und der Fokus betrug 50 μm . Der Abstand zwischen Fokus und Objekt betrug 30 cm, daraus ergibt sich ein Vergrößerungsfaktor von 3,5.

3.2.1.4 Ergebnis der Röntgenuntersuchung

Die Röntgenbefunde der Voruntersuchung sind von untergeordneter Bedeutung, da die Untersuchungen hauptsächlich im Rahmen von Vorversuchen gemacht wurden. Auf den latero-medialen Aufnahmen war bei allen 10 Vordergliedmaßen, bei denen die Kanüle direkt nach der Kontrastmittelapplikation entfernt worden war, der Stichkanal durch eine Kontrastmittelfüllung dargestellt. Ansonsten stellte sich die Bursa podotrochlearis komplett mit Kontrastmittel gefüllt dar.

Die Tangentialaufnahmen mit Kontrastmittel stellen dieses als Schatten über dem Strahlbein dar. Das Kontrastmittel im Recessus palmaris der Bursa formt die bogenförmigen Aussackungen nach. In Richtung tiefer Beugesehne endet das Kontrastmittel scharf begrenzt unterhalb des Strahlbeins, wobei die Kontur der Facies flexoria vom Kontrastmittel nachgezogen wird.

Auf den Tangentialaufnahmen der oben genannten 10 Beine stellte sich unterhalb des Strahlbeins eine Kontrastmittellinie dar, die vom übrigen Kontrastmittel in der Bursa durch einen schmalen Streifen einer Aufhellung abgetrennt war. Bei den anderen Vordergliedmaßen, bei denen sich auf der latero-medialen Aufnahme kein Stichkanal durch Kontrastmittel erkennen ließ, war diese Linie nicht festzustellen.

3.3 Hauptuntersuchung

3.3.1 Material

Für die Hauptuntersuchung wurden 109 im Mediokarpalgelenk abgesetzte Vordergliedmaßen von geschlachteten oder euthanasierten Pferden verwendet. Bei keinem der Pferde war ein Vorbericht zu erheben, weder der Verwendungszweck noch das Alter der Tiere waren bekannt.

Zwischen der Schlachtung der Pferde und dem Beginn der Untersuchung der Vordergliedmaßen waren durchschnittlich sechs Stunden vergangen. Dies war abhängig von der Anzahl der Schlachttiere und der Dauer der Zubereitung der Hufe, dazu kam die Fahrtzeit vom Schlachthof in Genthin in die Klinik für Pferde in Berlin-Düppel, die im Schnitt zwei Stunden betrug. Die Vordergliedmaßen wurden gesäubert, ohne Hufeisen und frisch ausgeschnitten untersucht.

Die Vordergliedmaßen, bei denen sich Reheringe im Hufhorn zeigten oder der Huf sich in Folge chronischer Hufrehe verformt hatte, wurden aussortiert.

Nach der Hufgröße beurteilt, stammten alle verwendeten Vordergliedmaßen von Großpferden oder zum Teil von größeren Ponys.

Zum Anfertigen der Röntgenaufnahmen wurde wie in der Voruntersuchung das Fein-Fokus-Gerät Mikrofox G 10 der Firma Feinfocus verwandt (Bild 3).

Zur Lagerung der Vordergliedmaßen wurde ebenfalls ein fahrbarer, höhenverstellbarer Patientenlagerungstisch mit DIMA-gerechter Lagerungsplatte benutzt.

Als Filmmaterial dienten grünempfindliche XOD Retina Röntgenfilme der Firma x-ray Retina, Fotochemische Werke GMBH in Berlin. Die Röntgenkassetten waren mit Universalfolien des Trimaxsystems T 6 (Systemempfindlichkeit 300) ausgestattet.

Die Entwicklung der Röntgenfilme erfolgte maschinell durch den XP 515 Entwickler der Firma 3 M, Medizinische Produkte, Neuss, Deutschland.

Für die Punktion der Bursa podotrochlearis wurden Einmal-Kanülen der Größe 0,90 mm x 40 mm (20G x 1,5“) oder 0,90 mm x 70 mm (20 G x 2,8“) der Firma B. Braun Melsungen AG, Melsungen, Deutschland, verwendet.

Als Kontrastmittel diente Ultravist – 370 der Firma Schering, Berlin, welches auch bei lebenden Pferden zur Bursographie eingesetzt werden kann und zu den jodhaltigen Kontrastmitteln zählt. Das Jod liegt hier als Iopromid vor, der Jodgehalt entspricht 370 mg pro Milliliter Kontrastmittel.

3.3.2 Methode

3.3.2.1 Vorbereitung

Die vom Schlachthof abgeholt, im Karpalgelenk abgesetzten Vordergliedmaßen wurden zunächst gründlich mit heißem Wasser gereinigt. Über den Stumpf wurde aus hygienischen Gründen ein Einmal- Gummihandschuh gezogen und dieser mit Klebeband am Metakarpus befestigt. Die Fesselbeuge wurde bis zum Kronsaum geschoren und der Fesselbehang gekürzt. Der Sporn wurde bis auf Haarniveau entfernt, um bei den Tangentialaufnahmen nicht in den Strahlengang zu reichen.

Danach wurden von den Hufschmieden der Lehrschmiede der Freien Universität Berlin die Hufe frisch ausgeschnitten und eventuell vorhandene Hufeisen entfernt. Beim Ausschneiden des Strahls wurde besonders gründlich vorgegangen, um selbst kleinste Verunreinigungen und Taschen im Horn zu entfernen.

Schließlich wurde durch jede Hufsohle ca. 2 cm von der Hufspitze entfernt mit einer Bohrmaschine ein Loch in proximaler Richtung durch die Vorderwand gebohrt.

3.3.2.2 Fein-Fokus-Röntgenuntersuchung

Die Vordergliedmaßen wurden nativ und kontrastmittelunterstützt in je drei Ebenen geröntgt, 0° nach Oxspring, latero-medial und tangential, wobei die tangentialen Aufnahmen nach der Kontrastmittelinjektion in zwei verschiedenen Winkeln (45° und 55°) gemacht wurden, um das mögliche Informationsmaß zu erhöhen.

Oxspringaufnahme

Jede Zehe wurde zunächst nach der Oxspring – Methode geröntgt. Hierzu wurde die jeweilige Vordergliedmaße auf den für Röntgenstrahlen durchlässigen Patientenlagerungstisch, der konstant auf eine Höhe von 110 cm eingestellt war, gelegt.

Der Huf wurde in eine mit Wasser gefüllte, 17 cm x 20 cm x 8 cm große Plastikschüssel getaucht, welche sich röntgenologisch nicht darstellt. Dadurch wurde erreicht, dass sich die Strahlfurchen nicht abbilden. Zur optimalen Lagerung wurde die Vordergliedmaße an ihrem proximalen Ende durch einen 20 cm hohen Schaumstoffkeil erhöht, damit sich die Vorderwand neigt und die Sohle zur Waagerechten einen Winkel von ungefähr 30° bildet (Bild 6). Die Aufnahmen wurden mit einer Röhrenspannung von 70 kV und einer Strahlenmenge von 40-50 mAs, abhängig von der Dicke des Objektes, angefertigt. Die Röntgenkassetten hatten für die Oxspringaufnahmen eine Größe von 24 cm x 30 cm.

Der Fokus-Film-Abstand betrug bei allen Aufnahmen 140 cm. Der Fokus-Objekt-Abstand lag ungefähr bei 45 cm, woraus sich eine Vergrößerung um den Faktor 2 ergibt (berechnet aus $\text{Objekt-Film-Abstand} / \text{Objekt-Fokus-Abstand}$).

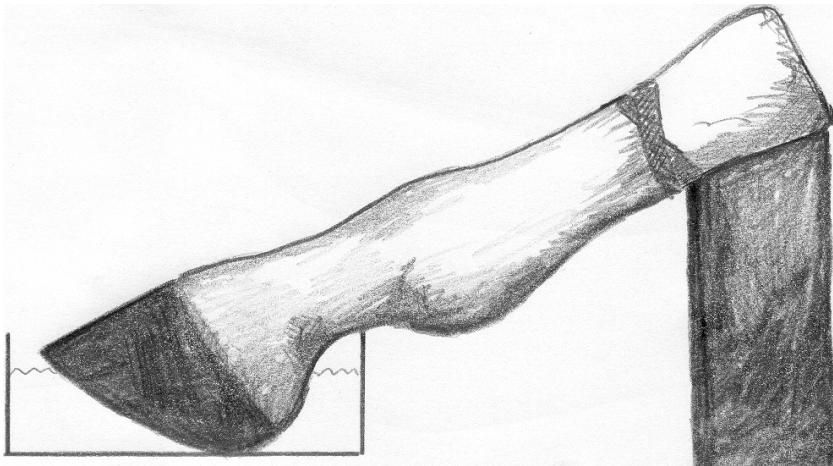


Bild 6: Positionierung der Gliedmaße für die Oxspringaufnahme

Tangentialaufnahme

Durch die in der Voruntersuchung dargestellte Spannkonstruktion (Bild 5) wurde die Haltung, welche die Vordergliedmaße beim lebenden Pferd zur Tangentialaufnahme einnehmen soll, nachgeahmt. Die Tangentialaufnahmen wurden im Winkel von 45° geschossen, wobei die Vordergliedmaße auf dem Patientenlagerungstisch in der wassergefüllten Plastikschüssel stand und der Schwenkarm des Röntgengerätes um einen Winkel von 45° geschwenkt wurde. Auch bei dieser Projektionsrichtung diente das Wasserbad dazu, die Abbildung der Strahlfurchen zu verhindern.

Der Zentralstrahl war auf die Ballengrube gerichtet. Die Röntgenstrahlen trafen durch die Befestigung der Kassettenthalterung am Schwenkarm immer senkrecht auf den Film. Für die Tangentialaufnahmen wurden (30 x 40 cm große Röntgenkassetten verwendet.

Der Abstand zwischen Fokus und Objekt betrug für die 45°-Aufnahme ungefähr 30 cm, daraus ergibt sich ein Vergrößerungsfaktor von 3,5.

3.3.2.3 Punktion der Bursa podotrochlearis

Durch Voruntersuchungen an 20 Vordergliedmaßen, die ebenfalls im Karpalgelenk abgesetzt waren, stellte sich heraus, dass zur Punktion der Bursa podotrochlearis Kanülen mit 0,9 mm Durchmesser und einer Länge von 50 mm bei kleineren Hufen und 70 mm bei größeren am besten geeignet sind.

Die Bursa podotrochlearis wurde von palmar punktiert. Die Einstichstelle lag mittig in der Ballengrube am Übergang zwischen mittlerem Drittel und distalem Drittel, wo sich die Ballengrube noch leicht eindrücken lässt. Die Stichrichtung der Kanüle variierte etwas in Abhängigkeit mit der Huflänge. Bei sehr kurz geschnittenen Hufen war die Kanüle auf die Hufspitze gerichtet, bei den meisten Hufen lag die gedachte Verlängerung der Kanüle bis zu 3 cm proximal der Hufspitze. Die Stichrichtung war somit nicht parallel zur Sohle sondern immer etwas distal geneigt. Der Schliff der Kanüle zeigte immer in proximale Richtung (Bild 3).

Die Kanüle wurde vorgeschoben bis ein deutlicher Widerstand spürbar war. Vor der Injektion des Kontrastmittels wurden zunächst latero-mediale Röntgenaufnahmen gemacht.

3.3.2.4 Kontrastmittelunterstützte Röntgenaufnahmen

Latero-mediale Aufnahme

Für die latero-mediale Aufnahme wurde der Schwenkarm des Röntgengerätes wieder in die senkrechte Position gebracht und die Vordergliedmaße auf ihre linke Seite auf den Tisch gelegt. Der Stumpf der Gliedmaße wurde so mit Schaumstoff unterpolstert, dass die Sohle senkrecht stand und die Hufballen genau übereinander lagen. Die Röhrenspannung des Gerätes lag bei 70 kV und die Strahlenmenge bei 40 mAs, es wurden Röntgenkassetten der Größe 24 cm x 30 cm verwandt. Der Objekt-Fokus-Abstand betrug ca. 45 cm, wodurch sich eine zweifache Vergrößerung ergab. Zeigte sich durch die Röntgenaufnahme, dass die Kanüle falsch lag, wurde erneut punktiert und ein neues Röntgenbild gemacht. Zum Teil wurden für die Kontrollaufnahme zwei Vordergliedmaßen nebeneinander geröntgt und 30 x 40 cm große Kassetten benutzt.

Kontrastmittelinjektion

Zeigte sich durch die seitliche Röntgendarstellung, dass der Sitz der Kanüle korrekt war, wurde Kontrastmittel injiziert.

Die Kontrastmittelmenge war abhängig von dem durch die Injektion aufgebauten Gegendruck im Schleimbeutel. Gemäß der Voruntersuchung wurde zunächst eine Menge von 2,5 bis 3 ml des Kontrastmittels injiziert und durch Loslassen des Spritzenstempels erreicht, dass ein Teil des Kontrastmittels wieder ablaufen konnte. Danach wurde die Kanüle entfernt.

Kontrastmittelunterstützte latero-mediale Aufnahme

Nach der Kontrastmittelinjektion wurde wieder eine latero-mediale Aufnahme mit der gleichen Vorgehensweise angefertigt.

Durch diese Aufnahme war zu erkennen, ob das Kontrastmittel in die Bursa gelangt ist oder sich in anderen Strukturen darstellt. Nur wenn die Bursa podotrochlearis korrekt gefüllt war, schlossen sich weitere Röntgenuntersuchungen an.

Kontrastmittelunterstützte Tangentialaufnahme

Die kontrastmittelunterstützte Tangentialaufnahme wurde auf die gleiche Weise wie die tangential Nativaufnahme angefertigt. Allerdings wurde zusätzlich zu der 45° Aufnahme eine weitere Aufnahme mit einem Winkel von 55° gemacht. Bei der 55° Aufnahme ist gerätbedingt der Abstand zwischen Fokus und Objekt 40 cm groß, woraus sich eine Vergrößerung um den Faktor 2,4 ergibt.

Kontrastmittelunterstützte Oxspringaufnahme

Zur abschließenden Oxspringaufnahme wurden die Spannkonstruktionen der Vordergliedmaßen wieder entfernt.

Die Röntgenbilder wurden wie die Nativaufnahmen nach Oxspring angefertigt.

3.3.2.5 Pathomorphologische Untersuchung

Nach der Röntgenuntersuchung wurde die Bursa podotrochlearis präpariert. Dazu wurde die jeweilige Vordergliedmaße in einem Schraubstock am Tisch eingespannt, so dass die Dorsalfläche nach oben zeigte und der Kronsaum frei zugänglich war. Mit einem scharfen Messer wurde nun kurz oberhalb des Hufes die Haut rundherum durchtrennt. Mit einem Skalpell wurde die Strecksehne durchtrennt, indem am Kronsaum entlang in Richtung Sohle mehrmals eingestochen wurde. Durch Aufstützen auf den Huf wird ein Durchtrennen der Strecksehne und übrigen Strukturen erleichtert. Die Bänder an der Seite wurden ebenso durchtrennt, bis sich der Huf abklappen ließ und der Blick auf die Hufgelenksflächen frei wurde. Die tiefe Beugesehne wurde relativ weit proximal hinter dem Kronbein durchgeschnitten und so der Huf abgesetzt.

Das Strahlbein wurde seitlich und distal umschnitten, proximal wurde die Bursa mit Durchtrennung des Strahlbein-Fesselbeinbandes eröffnet. Durch Anheben des Strahlbeins konnten die restlichen Bandstrukturen durchtrennt und das Strahlbein entnommen werden.

Die Oberfläche der tiefen Beugesehne im Bereich der Bursa kann wie die Facies flexoria des Strahlbeins so gut beurteilt werden.

3.3.2.5.1 Befunddokumentation

Nach gründlicher Säuberung von Strahlbein und Huf wurden zur Befunddokumentation je Huf Dias mit einer Kamera (Nikon, Typ F 90X) gemacht. Als Filme dienten Kodak Elite 2 Diafilme. Aufgenommen wurden jeweils die Strahlbeinfläche der tiefen Beugesehne und die Facies flexoria des Strahlbeins.

3.4 Ergebnisse

3.4.1 Befunderhebung

Für jedes Bein wurden die Röntgenbilder befundet und mit dem pathomorphologisch erhobenen Befund verglichen.

Bei der Beurteilung der Röntgenbilder wurde auf Veränderungen geachtet, die Anzeichen einer Podotrochlose, also einer Erkrankung der eigentlichen Hufrolle nach HERTSCH et al. (1982) sind oder sein können.

Knochenzubildungen als Zeichen einer Insertionsdesmopathie waren nicht von Bedeutung.

Bei den Oxspring,- Tangential- und latero-medialen Aufnahmen ergaben sich folgende Befunde:

Nativaufnahmen:

3.4.1.1 Oxspringaufnahme

In der Oxspringaufnahme galt ein Strahlbein als unverändert, wenn sich die Canales sesamoidales weder kolbig noch verzweigt darstellten und im Strahlbein keine Aufhellung zu sehen war. Osteophyten wurden nicht vermerkt, da es sich hierbei um eine Insertionsdesmopathie nach HERTSCH et al. (1982) handelt.

Als Podotrochlose-verdächtig oder -positiv wurde ein Strahlbein angesehen, welches in der Struktur aufgelockert oder sklerosiert erschien, einen zentralen Einbruch oder zystoiden Defekt aufwies oder große kolbig oder verzweigt veränderte Canales sesamoidales zeigte. Dies begründet sich auf die Annahme von DELIUS (1982), dass häufig mit sehr großen kolbigen Canales sesamoidales Veränderungen der Facies flexoria des Strahlbeins einhergehen. Nach HERTSCH u. STEFFEN (1986) kommen bei in der Struktur veränderten Strahlbeinen, welche sich dann grobmaschig oder sklerosiert darstellen, gehäuft Veränderungen der Facies flexoria vor, so dass auch dieses Röntgenzeichen zu einer verdächtigen bis positiven Beurteilung des Strahlbeins führte. Die Unterteilung in negativ und verdächtig bis positiv wurde gewählt, da in der Oxspringaufnahme meist nur der Verdacht einer Podotrochlose, also einer Erkrankung der eigentlichen Hufrolle nach HERTSCH et al. (1982), erhoben werden kann.

3.4.1.2 Tangentialaufnahme

Hatte die subchondrale Knochenplatte eine gleichmäßige Struktur und eine klare Abgrenzung zur Spongiosa und wies die knorpelseitige Oberfläche keine Unregelmäßigkeit auf, wurde die Tangentialaufnahme als negativ angesehen. Die Dicke der Kortikalis des Strahlbeins wurde nicht berücksichtigt, da nach RECKELS (1991) die Darstellung der Dicke von dem Projektionswinkel abhängt und eine genaue Darstellung wegen der Krümmung der Facies flexoria sehr schwierig ist. Zudem stellen GABRIEL et al. (1998) eine Abhängigkeit der Kortikalisdicke von Pferdetyt, Rasse und Nutzung dar. Nach UELTSCHI (1982)

ist hauptsächlich der Dickeunterschied zwischen den beiden Vordergliedmaßen eines Pferdes von Bedeutung. In dieser Untersuchung konnten die Vordergliedmaßen häufig nicht paarweise geordnet werden, so dass darauf verzichtet wurde.

Als positiv im Sinne der Podotrochlose wurde ein Strahlbein angesehen, welches Rauigkeiten der Oberfläche der subchondralen Knochenplatte aufwies oder diese in ihrer Dichte ungleichmäßig erschien. Ebenso wurden Sklerosierungen der Spongiosa und Strukturverluste vermerkt. Ein zystoider Defekt im Stahlbein wurde nicht als Zeichen einer Podotrochlose gewertet. Vergrößerte Strahlbeinkanäle sowie die Dicke der Kompakta, sofern sie gleichmäßig war, wurden nicht berücksichtigt. Der Übergang zwischen Spongiosa und Kompakta wurde hinsichtlich der Abgrenzung der beiden Strukturen zueinander beurteilt und wurde extra vermerkt. Nach RECKELS (1991) stellt sich der Übergang je nach Projektionswinkel unterschiedlich dar, wobei der Projektionswinkel nicht nur von der Strahlenrichtung sondern auch von der Lage des Strahlbeins im Huf abhängt. HORNKAMP (1991) sieht die Beurteilung des Übergangs als wichtig für die Diagnosestellung an, rät aber davon ab, dies als alleiniges Beurteilungskriterium zu verwenden.

3.4.1.3 Latero-mediale Aufnahme

Hauptsächlich galt die latero-mediale Aufnahme der Kontrolle des Kanülensitzes. Bei gleichmäßiger Struktur der Facies flexoria ohne Anzeichen eines Defektes in der subchondralen Knochenplatte wurde ein Strahlbein als negativ beurteilt.

War ein Einbruch in die Facies flexoria des Strahlbeins zu sehen, war dieses Strahlbein Podotrochlose-positiv.

Kontrastmittelunterstützte Aufnahmen

Bei den kontrastmittelunterstützten Röntgenaufnahmen kam es auf die Veränderungen an, die zusätzlich zu denen erkannt werden konnten, die sich in den Nativaufnahmen zeigten und darauf wie, bzw. wo sich das Kontrastmittel darstellte.

3.4.1.4 Oxspringaufnahme

Die kontrastmittelunterstützte Oxspringaufnahme wurde als unverändert beurteilt, wenn sich das Kontrastmittel gleichmäßig verteilt in der Bursa zeigte.

Podotrochlose-positiv war es, wenn sich das Kontrastmittel nicht gleichmäßig verteilt darstellte, sondern an manchen Stellen nicht zu sehen war oder sich auf Höhe des Strahlbeins konzentrierte, wo sich auf den Nativaufnahmen eine Aufhellung darstellte.

3.4.1.5 Tangentialaufnahme

Als unverändert galt eine Tangentialaufnahme, wenn das Kontrastmittel gleichmäßig verteilt war.

Folgende Befunde wurden als positiv gewertet:

Das Kontrastmittel war auch unterhalb der subchondralen Knochenplatte als unscharf begrenzte Flecken zu sehen oder zeigte sich an Stellen in der subchondralen Knochenplatte angereichert. Ebenfalls als positiv wurde ein stellenweises Fehlen von Kontrastmittel bewertet. Es wurde versucht, die von TURNER u. ADAMS (1997)* aufgestellten Befundgruppen nachzuvollziehen.

1. Gesunder unveränderter Knorpel
2. Verschmälerung oder Erodierung der Knorpelschicht
3. Völliges Verschwinden der Kontrastlinie aufgrund von Adhäsionen zwischen Sehne und Strahlbeingleitfläche
4. Fokale Füllung der Gleitflächenkortikalis bei Vorhandensein von subchondralen Knochenzysten im Strahlbein
5. Strukturverlust der Beugesehne bedingt durch deren Auffaserung

3.4.1.6 Latero-mediale Aufnahme

Als unverändert wurde angesehen:

Das Kontrastmittel füllte gleichmäßig die Bursa podotrochlearis aus und war auf Höhe des Strahlbeins als gleichmäßig breiter Streifen zu sehen.

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

Eine Unterbrechung der Kontrastmittelsäule auf Höhe des Strahlbeins oder eine unregelmäßige stellenweise Verschmälerung wurden ebenso wie eine ungleichmäßige Füllung des Rec. palmaris der Bursa als positiv angesehen.

3.4.1.7 Pathomorphologische Untersuchung

Nach der Präparation der Hufrollen wurden die Vordergliedmaßen nach ihren Veränderungen in vier Gruppen (modifiziert nach OLSSON 1954) eingeteilt:

Gruppe 1

Keine Erkrankung der eigentlichen Hufrolle, also weiß-bläulich schimmernder Faserknorpel und eine intakte unverfärbte Sehnenoberfläche

Gruppe 2

Geringgradige Veränderung:

Verschmälerung und leichte Verfärbung des Faserknorpels, Gelbverfärbung der Sehnenoberfläche

Gruppe 3

Mittelgradige Veränderungen:

Knorpelerosionen der Facies flexoria mit Farbveränderungen und eventueller Aufrauhung, Braun-gelbe Verfärbung der Sehnenoberfläche und beginnende Auffaserung

Gruppe 4

Hochgradige Veränderungen:

Zerstörte Knorpeloberfläche (rauh und verfärbt), Knochenglatzen, Einbrüche in die subchondrale Knochenplatte und schwerwiegende Sehnenveränderungen: Auffaserung, Dunkelfärbung und teilweise Verwachsung mit dem Strahlbein.

Waren die Veränderungen nur am Strahlbein oder an der tiefen Beugesehne, wurden sie der entsprechenden Gruppe zugeordnet.

3.4.2 Ergebnisse

3.4.2.1 Punktionsrichtung zur Kontrastmittelinjektion

Die gedachte Verlängerung der eingestochenen Kanüle schnitt in den meisten Fällen die Vorderwand des Hufes bei einem Viertel ihrer Länge, von distal gesehen.

Lediglich bei 13 von 109 Vordergliedmaßen, bei denen die Huflänge im Verhältnis zur Hufbreite sehr kurz erschien (kurz geschnitten oder kurzer Huf), war die Kanüle auf die Hufspitze gerichtet.

3.4.2.2 Kontrastmittelmenge

Für die Kontrastmitteldarstellung der Bursa podotrochlearis wurden unterschiedliche Mengen an Kontrastmittel verwandt.

Es wurde immer versucht, eine Menge von 3 ml Kontrastmittel zu injizieren. Da sich bei einigen Vordergliedmaßen durch die Injektion ein hoher Druck in der Bursa aufbaute, wurde zum Teil schon nach 2 ml die Injektion abgebrochen. Wegen der Gefahr des Zurücklaufens von Kontrastmittel in den Stichkanal, bzw. Ablaufen des Kontrastmittels aus dem Stichkanal wurde im Anschluß an die Injektion der Spritzenstempel locker gehalten, so dass sich Kontrastmittel in die Spritze zurückdrücken konnte. So vorgegangen wurden bei 31 Beinen ca. 2,5 ml injiziert, bei 49 lag die Menge ungefähr zwischen 2 und 2,5 ml, bei 17 wurden zwischen 1,5 und 2 ml injiziert. Bei 12 Vordergliedmaßen konnten nur weniger als 1,5 ml injiziert werden. Die 19 Vordergliedmaßen, bei denen das Kontrastmittel nicht oder nicht nur in die Bursa podotrochlearis gelangte, verteilen sich auf alle Gruppen.

Durch das Ablaufenlassen in die Spritze zeigte sich nur bei 12 Vordergliedmaßen auf der seitlichen Röntgenaufnahme der Stichkanal, also das Kontrastmittel im Stichkanal. In der Voruntersuchung war bei allen Vordergliedmaßen, bei denen direkt nach der Injektion von 3 ml Kontrastmittel die Kanüle entfernt wurde, der Stichkanal deutlich im Röntgenbild zu sehen.

Die Ergebnisse der pathomorphologischen Untersuchung wurden mit den Kontrastmittelmengen in Beziehung gesetzt.

Tabelle 1: Pathomorphologische Befunde: Kontrastmittelmenge

	≤1,5 ml	1,5-2 ml	2-2,5 ml	2,5 ml
Gruppe 1		1	24	11
Gruppe 2	1	1	8	8
Gruppe 3	1	2	4	3
Gruppe 4	6	8	10	2
KM n.i.B.p.	4	5	3	7
gesamt	12	17	49	31

KM n. i. B.p.= Vordergliedmaßen, bei denen Kontrastmittel nicht oder nicht nur in die Bursa podotrochlearis gelangt ist.

Es zeigte sich, dass 50% der Vordergliedmaßen, bei denen die injizierbare Kontrastmittelmenge unter 1,5 ml lag, hochgradige Podotrochloseveränderungen aufwiesen. In die Hufrollenschleimbeutel der pathomorphologisch unauffälligen Vordergliedmaßen konnten bis auf eine Ausnahme mindestens 2 bis 2,5 ml injiziert werden. Es liegt nahe, dass sich das Lumen der Bursa durch die Podotrochlose verkleinert, bzw. die Bursa sich durch Verwachsungen bedingt nur schlecht mit Kontrastmittel füllen lässt.

3.4.2.3 Pathomorphologische Untersuchung

Die Ergebnisse der im Anschluß an die Röntgenuntersuchung durchgeführten Sektion der Hufrollen werden unter Bezugnahme auf die pathomorphologischen Befunde bei der Beschreibung der Röntgenbefunde zuerst erwähnt. Es wurden nur 90 Vordergliedmaßen präpariert, da die Untersuchung bei 19 Vordergliedmaßen abgebrochen wurde, nachdem die kontrastmittelunterstützte latero-mediale Röntgenaufnahme das Kontrastmittel nicht oder nicht nur in der Bursa podotrochlearis zeigte.

Die pathomorphologische Untersuchung ergab, dass 35 der 90 Vordergliedmaßen (38,9%) keine krankhaften Veränderungen im Sinne der Podotrochlose zeigten.

Bei 18 Hufrollen (20%) waren die Veränderungen geringgradig, meist lag nur eine Gelbverfärbung der tiefen Beugesehne vor. Diese Verfärbung beschränkte sich in den meisten Fällen auf einen ca.1 cm breiten Streifen zwischen dem mittleren und dem

distalen Drittel des Beugesehnenanteils, der im Bereich der Bursa liegt. Der verfärbte Bereich sah bei 14 Vordergliedmaßen wie eingedrückt aus. In nur 4 Fällen der Gruppe 2 war auch die Facies flexoria des Strahlbeins grobsinnlich verändert, also geringgradig beige-gelb verfärbt.

11 Hufrollen (12,2%) waren mittelgradig verändert. Bei 8 dieser 11 Vordergliedmaßen waren die Oberfläche der tiefen Beugesehne und die Facies flexoria des Strahlbeins gleichermaßen verändert. Die 3 anderen zeigten eine unauffällige Facies flexoria des Strahlbeins, während die Oberfläche der tiefen Beugesehne mittelgradig verändert war.

26 Vordergliedmaßen (28,9%) wiesen hochgradige Veränderungen der Hufrolle auf. Die Oberflächen von Strahlbein und tiefer Beugesehne waren weitestgehend zerstört. Die tiefe Beugesehne war in jedem Fall aufgefasert und gelb bis braun verfärbt. Die Facies flexoria des Strahlbeins zeigte eine rauhe und meist auch verfärbte Knorpeloberfläche, Knochenglatzen und Einbrüche in die subchondrale Knochenplatte lagen ebenfalls vor.

Die Veränderungen der Hufrolle zeigten sich also erst bei mittel- bis hochgradiger Erkrankung gleichermaßen an Strahlbein und tiefer Beugesehne. Waren die Veränderungen geringgradig, war in gut 3/4 der Fälle nur die tiefe Beugesehne grobsinnlich betroffen. Ob sich im mikroskopischen Bereich die Facies flexoria des Strahlbeins ebenfalls verändert zeigt, wurde nicht untersucht.

Bei 24 Vordergliedmaßen (26,7%) waren Fossae nudatae auf oder direkt neben dem Sagittalkamm in der Mitte der Facies flexoria zu sehen.

Tabelle 2: Ergebnis der pathomorphologischen Untersuchung (Gruppenverteilung)

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Anzahl	35 (38,9%)	18 (20%)	11 (12,2%)	26 (28,9%)

Foto1: Gruppe 1, Sehne unverändert

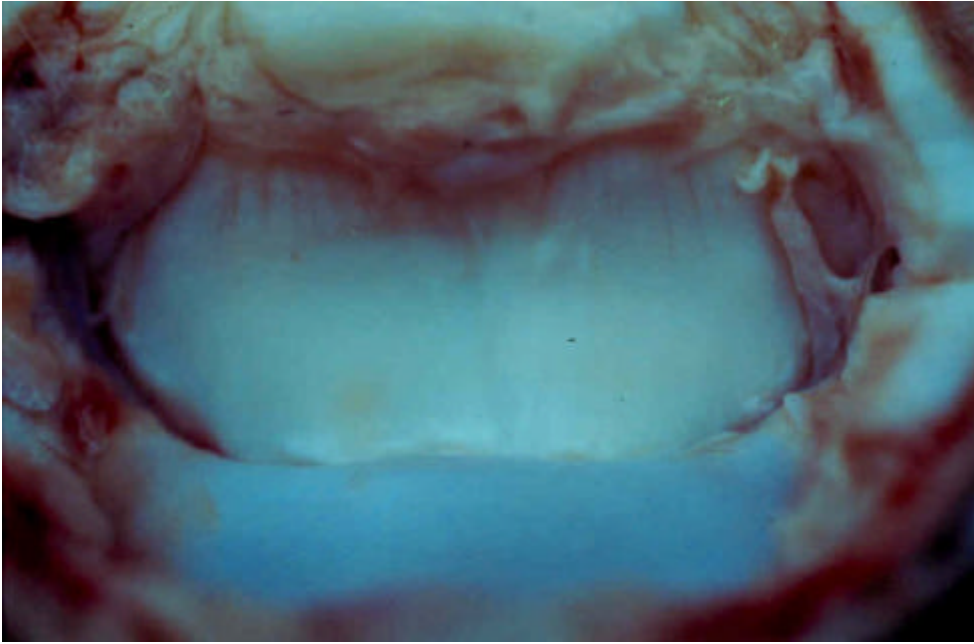


Foto 2: Gruppe 1, Facies flexoria des Strahlbeins unverändert

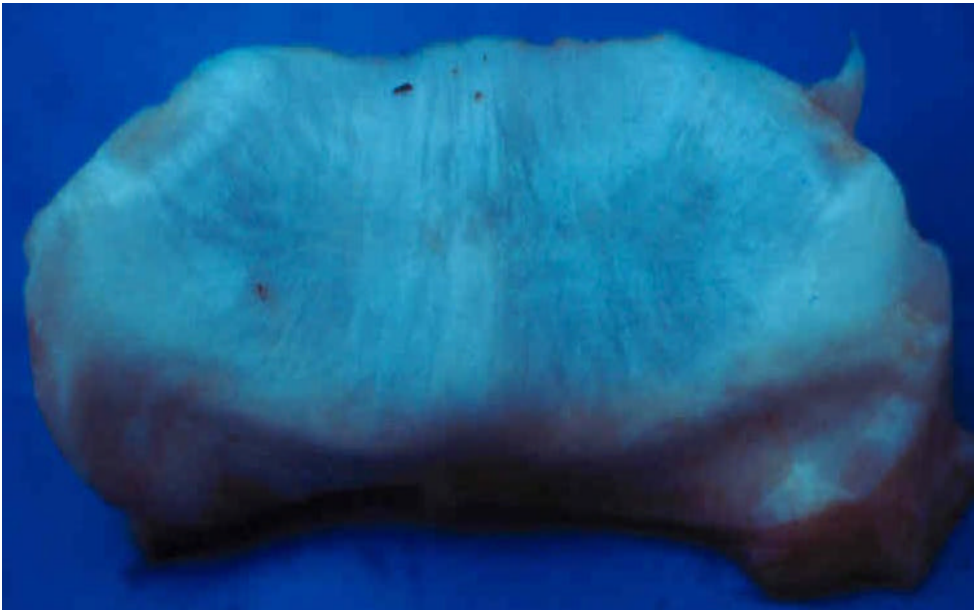


Foto 3: Gruppe 2, tiefe Beugesehne geringgradig verändert



Foto 4: Gruppe 2, Facies flexoria des Strahlbeins geringgradig verändert

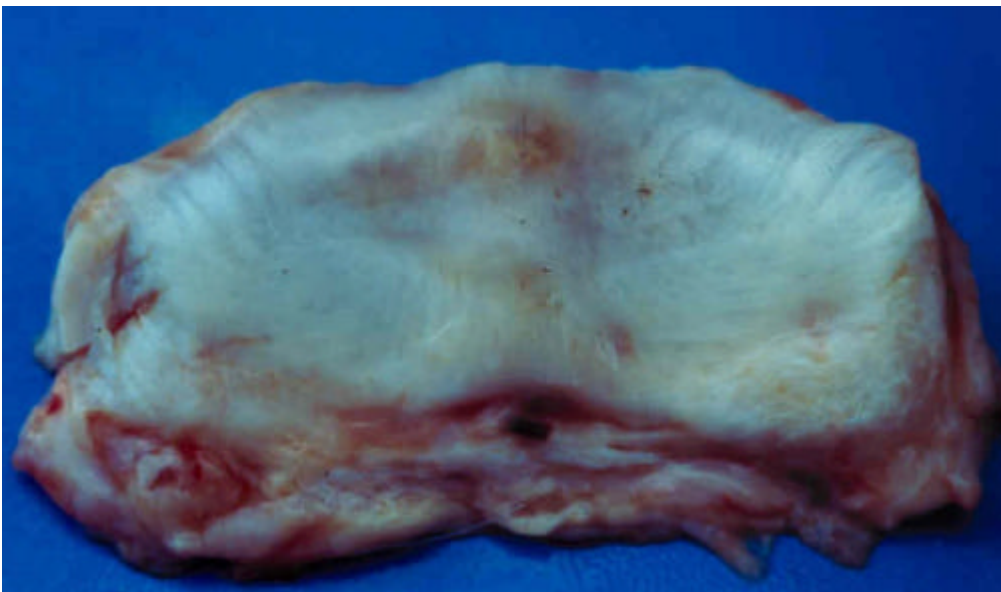


Foto 5: Gruppe 3, tiefe Beugesehne mittelgradig verändert

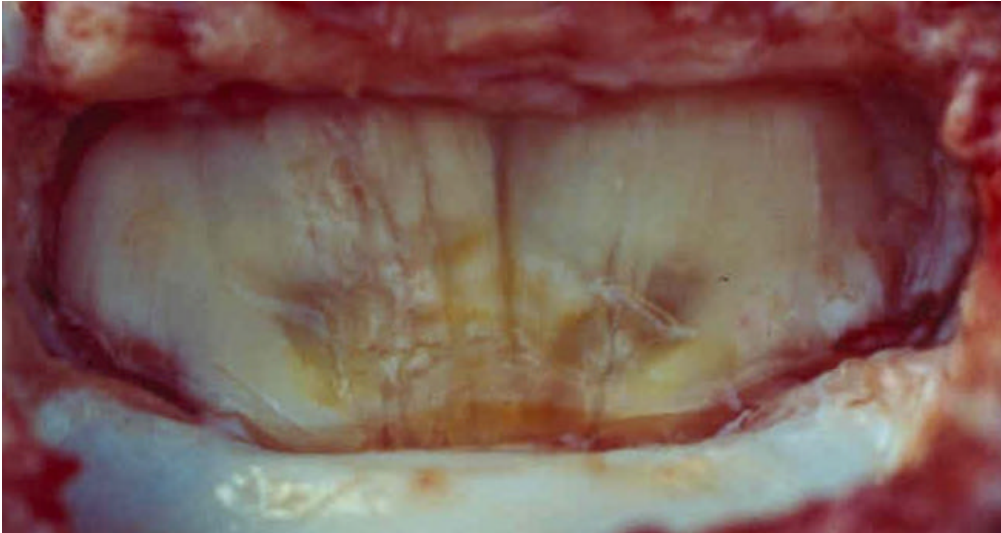


Foto 6: Gruppe 3, Facies flexoria des Strahlbeins mittelgradig verändert

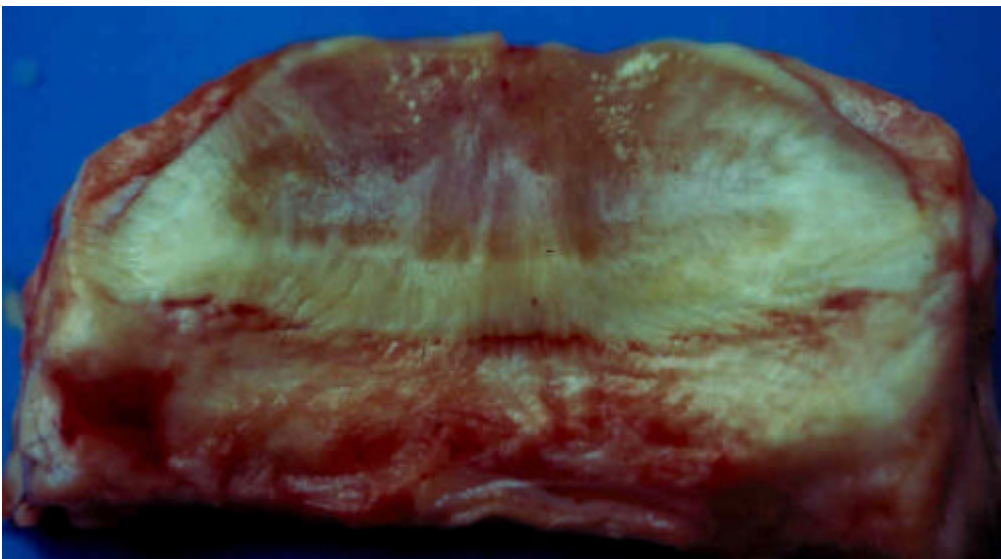
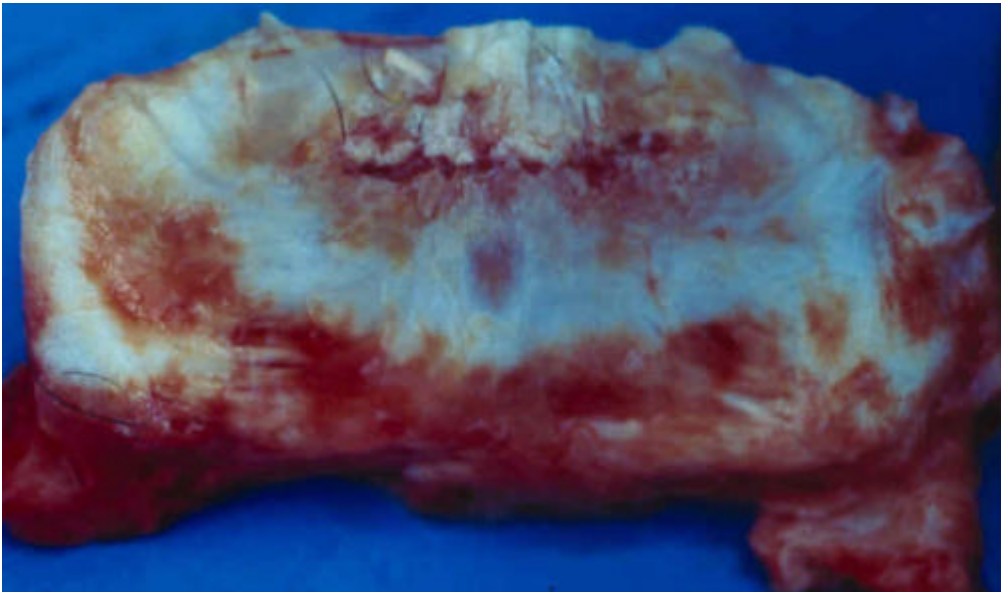


Foto 7: Gruppe 4, tiefe Beugesehne hochgradig verändert



Foto 8: Gruppe 4, Facies flexoria des Strahlbeins hochgradig verändert



3.4.3 Röntgenuntersuchung nativ

3.4.3.1 Native Oxspringaufnahmen

Die Oxspringaufnahmen wurden ausgewertet und in negativ und positiv unterteilt. In 66 Fällen von 109 wurden die Aufnahmen als negativ befundet. Die übrigen 43 waren positiv: 15 Vordergliedmaßen zeigten in dieser Projektion eine Sklerosierung des Strahlbeins. Aufhellungen im Strahlbein, welche Anzeichen eines zystoiden Defektes oder zentralen Einbruchs darstellen, zeigten 22 Strahlbeine. In 3 Fällen erschien das Strahlbein im Bereich neben der Aufhellung sklerosiert. Bei 6 Strahlbeinen waren die Canales sesamoidales groß kolbig verändert und zum Teil verzweigt. Bei 2 Strahlbeinen waren neben den vergrößerten Canales sesamoidales zentrale Aufhellungen zu sehen. Die Befunde der Oxspringaufnahmen wurden mit den pathomorphologischen Befunden in Beziehung gesetzt.

Tabelle 3: Befunde der Oxspringaufnahmen zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	ohne Präparation
Negativ	33	10	9	5	11
Sklerosierung		4		5	2
Skler.+Aufh.				3	
Aufhellung	1	4	2	9	5
Aufh.+C. ses.				2	
Canales ses.	1			2	1

3.4.3.2 Native Tangentialaufnahmen

Auf den nativen Tangentialaufnahmen wurde in 64 Fällen kein besonderer Befund erhoben. Bei 15 Vordergliedmaßen stellte sich die Facies flexoria des Strahlbeins mit einer rauhen Oberfläche dar. Bei 8 Strahlbeinen war der Übergang zwischen Spongiosa und Kompakta verschwommen. In 17 Fällen wies die subchondrale

Knochenplatte Aufhellungen auf. In 13 dieser 17 Fälle konnten diese Aufhellungen als zentraler Einbruch identifiziert werden, 8 davon zeigten mehrere zentrale Einbrüche, so dass die subchondrale Knochenplatte kaum noch erhalten schien. Bei den übrigen 4 war die subchondrale Knochenplatte insgesamt in ihrer Dichte unregelmäßig aufgelockert. Eine Sklerosierung der Spongiosa war in 13 Fällen zu sehen. Bei 15 Vordergliedmaßen zeigte sich eine abgegrenzte Aufhellung im Bereich des Sagittalkamms, welche nicht als pathologisch angesehen wurde (RECKELS 1991). Bei 3 Strahlbeinen stellte sich ein zystoider Defekt im Strahlbein dar.

Auch die Befunde der nativen Tangentialaufnahmen wurden mit denen der pathomorphologischen Untersuchung verglichen.

Tabelle 4: Befunde der Tangentialaufnahmen zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Ohne Präparation.
Negativ	31	16	6	2	10
Rauhe Oberfläche			1	12	2
Verschwommener Übergang.	4	2	1	1	
Aufhellung in Kompakta				13	4
Sklerosierung			2	8	3
Aufhellung des Sagittalkamms	8	3	1		3
Zystoider Defekt		1		2	

Durch verschiedene Befunde einzelner Strahlbeine kommt eine höhere Gesamtzahl zustande.

3.4.3.3 Native latero-mediale Aufnahmen

Die nativen latero-medialen Aufnahmen waren in 97 Fällen negativ, in 7 Fällen zeigte sich ein zentraler Einbruch in die Facies flexoria, bei 5 Strahlbeinen ein zystoider Defekt.

Die Gegenüberstellung mit den pathomorphologischen Befunden erfolgte ebenfalls.

Tabelle 5: Befunde der latero-medialen Aufnahmen zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Ohne Präparation
Negativ	35	17	11	17	16
Zentraler Einbruch Zystoider Defekt		1		6 3	2 1

Ingesamt wurden durch die Nativaufnahmen 52 Vordergliedmaßen negativ beurteilt, das heißt, in keiner der drei Ebenen wurde ein Befund erhoben, der für eine Podotrochlose spräche. 46 Vordergliedmaßen wurden nach der Röntgenuntersuchung als an Podotrochlose erkrankt angesehen.

So konnten durch die verschiedenen Projektionsebenen zystoide Defekte eindeutig erkannt werden, so dass Strahlbeine, die in der Oxspringaufnahme verdächtig waren, in der Schlussbeurteilung negativ wurden. Sklerosierungen, die sich nur in der Oxspringaufnahme andeuteten, wurden ebenso wie vergrößerte, kolbige Canales sesamoidales nicht als alleinig ausschlaggebend angesehen, das Strahlbein positiv zu beurteilen.

Tabelle 6: Röntgendiagnosen zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Ohne P.
Negativ	32	14	5	1	10
Podotrochlose	3	4	6	25	9

Die 3 positiv befundeten aus Gruppe 1 sind wegen eines verschwommenen Übergangs zwischen Spongiosa und Kompakta beurteilt worden. Die übrigen mit diesem Befund sind auf Gruppe 2 bis 4 verteilt.

Durch die Oxspringaufnahmen konnte zwar in verschiedenen Fällen ein Verdacht erhoben werden, jedoch ließ sich eine Diagnose erst nach der Tangentialaufnahme fällen. Die wenigen Befunde, die auf den latero-medialen Aufnahmen zu erheben

sind, bestätigen nur das jeweilige Ergebnis der Tangentialaufnahme und führen in keinem Fall zu einer anderen Bewertung des Strahlbeins. Die Veränderungen der Facies flexoria des Strahlbeins können, sofern nur eine Veränderung der Oberfläche vorliegt, nur auf der Tangentialaufnahme erkannt werden.

3.4.4 Kontrastmittelunterstützte Röntgenaufnahmen

3.4.4.1 Kontrastmittelunterstützte latero-mediale Aufnahmen

Bei der latero-medialen Darstellung der Zehe konnte nach Kontrastmittelfüllung die Ausdehnung der Bursa podotrochlearis indirekt bestimmt werden. Es wurde davon ausgegangen, dass sich das Kontrastmittel gleichmäßig im Lumen des Schleimbeutels verteilt hat, da es dünnflüssig ist und durch die Applikation eines zunächst größeren Volumens an Kontrastmittel eine optimale Verteilung in der Bursa angestrebt wurde.

Die Kontrastmitteldarstellung der Bursa podotrochlearis konnte in drei Gruppen unterteilt werden.

1. Das Kontrastmittel zeigt sich als breiter Streifen im gesamten Bereich der physiologischen Ausdehnung der Bursa (nach BREIT 1995).
2. Die Kontrastmittelsäule ist auf Höhe des Strahlbeins zum Teil unterbrochen (2a), im Bereich des Recessus palmaris der Bursa zeigen sich Einziehungen (2b), das Kontrastmittel reicht nicht so weit proximal wie bei Gruppe 1.
3. Das Kontrastmittel ist nur als scharf begrenzte, dünne Linien zu sehen, die kurz oberhalb des Margo proximalis enden.

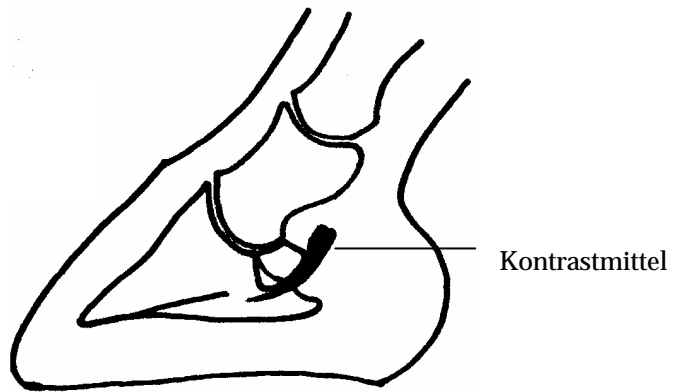


Bild 7: Röntgenskizze der Kontrastmitteldarstellung der Bursa podotrochlearis
Gruppe 1

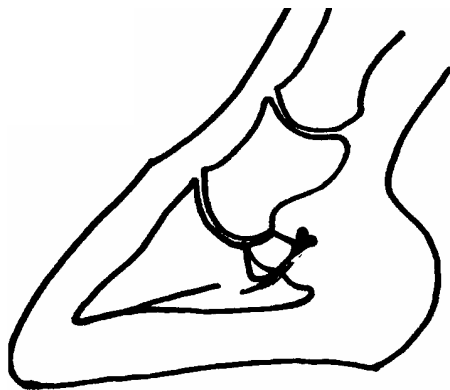


Bild 8: Beispiel für Gruppe 2ab

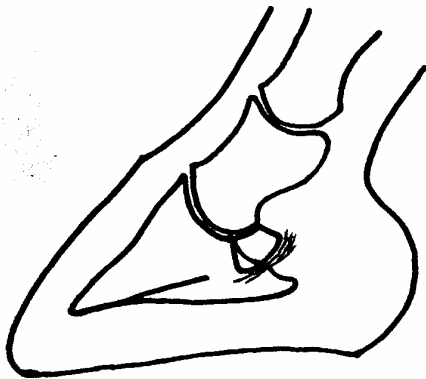


Bild 9: Beispiel für Gruppe 3

Die Darstellung der Bursa podotrochlearis wurde mit den Ergebnissen der pathomorphologischen Untersuchung in Beziehung gesetzt.

Tabelle 7: Bursaform zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Bursa 1	17	8	3	1
Bursa 2a	8	5	4	3
Bursa 2b	1	2		2
Bursa 2ab	9	3	4	9
Bursa 3				11
Gesamt	35	18	11	26

Es zeigte sich, dass die Bursaform, also wie sich das Kontrastmittel in der Bursa darstellt, lediglich bei Form 3 keine falsch positiven Aussagen zulässt. Die Bursaform 1 ist in 17 von 35 Fällen, welche ohne krankhaften Befund sind, zu sehen, also in 48,6% der Fälle. Legt man zugrunde, dass diese Bursaform sich bei allen 35, und nur bei diesen, zeigen sollte, ist dieser Befund in 18 Fällen (51,4%) falsch negativ und in 12 Fällen falsch positiv (34,2%).

Werden Gruppe 2 bis 4 zusammengefasst, da bei diesen pathologische Veränderungen der Hufrolle vorliegen, so zeigt sich in 43 Fällen von 55 (78,2%) eine der Bursaformen (2a, 2b, 3) welche auf krankhafte Veränderungen der Bursa podotrochlearis schließen lassen. Allerdings ist es nur bei Bursaform 3 möglich, eine Aussage hinsichtlich des Schweregrades der Veränderung zu machen. Die Unterbrechung der Kontrastmittelsäule des Strahlbeins zeigt sich in 17 Fällen (85%), bei denen keine Adhäsion zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne vorliegt, und ist somit nicht als gesicherter Befund zu werten. Bei 19 Gliedmaßen befand sich Kontrastmittel nicht oder nicht nur in der Bursa podotrochlearis, so dass diese nicht weiter untersucht worden sind. Auch bei diesen Vordergliedmaßen befand sich die Kanülenspitze auf der latero-medialen Kontrollaufnahme direkt an der Facies flexoria des Strahlbeins. Auf den Nativaufnahmen wurden 9 dieser 19 als an Podotrochlose erkrankt angesehen, d.h., die Facies flexoria stellte sich rau und zum Teil von zentralen Einbrüchen durchsetzt dar.

3.4.4.2 Kontrastmittelunterstützte Tangentialaufnahmen

Die 45°-Tangentialaufnahmen wurden in 64 Fällen negativ beurteilt. In 17 Fällen stellte sich die Kontrastmittellinie unterhalb des Strahlbeins unterbrochen dar, bei 17 Vordergliedmaßen war Kontrastmittel als unscharfe Flecken im Bereich der Sehnenoberfläche unterhalb der subchondralen Knochenplatte zu sehen. Bei 11 dieser jeweils 17 Vordergliedmaßen lagen beide Befunde vor.

Auf den 55°-Tangentialaufnahmen war in 67 Fällen kein besonderer Befund zu erheben. In 14 Fällen waren unscharf begrenzte Flecken an Kontrastmittel unterhalb der subchondralen Knochenplatte zu sehen, in 15 Fällen erschien die Kontrastmittellinie unter dem Strahlbein unterbrochen. Bei 6 Vordergliedmaßen der beiden Befundgruppen waren beide Befunde zu sehen.

Der Vergleich beider Projektionsrichtungen ergab, dass in 15 Fällen der Befund übereinstimmte. In 11 Fällen fiel der Befund unterschiedlich aus, bei 7 davon wurde durch die 45°-Aufnahme ein zusätzlicher Befund erhoben, der auf der 55°-Aufnahme nicht zu sehen war. In 2 Fällen verhielt es sich umgekehrt und in 2 weiteren stellten sich in der einen Projektionsrichtung unscharf begrenzte Flecken unterhalb des Strahlbeins dar und in der anderen war die Kontrastmittellinie unterhalb des Strahlbeins unterbrochen.

Tabelle 8: Befunde der kontrastmittelunterstützten Tangentialaufnahmen zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Negativ 45°	32	17	9	6
Negativ 55°	29	17	10	11
Km. in S. 45°			2	5
Km. in S. 55°			2	5
Km. ubr. 45°	1	1	1	4
Km. ubr. 55°	4			4
Km.inS.+ubr.45°				11
Km.inS.+ubr.55°				6

Km.in S.= Kontrastmittel als unscharf begrenzte Flecken unterhalb des Strahlbeins

Km. ubr.= Kontrastmittellinie unterhalb des Strahlbeins unterbrochen

Die von TURNER u. ADAMS (1997)* aufgestellten 5 Befunde ließen sich nicht alle nachvollziehen. Die Befunde 1 und 2, also gesunder unveränderter Knorpel und eine Verschmälerung oder Erodierung der Knorpelschicht konnten nicht dargestellt werden. Ein Fehlen von Kontrastmittel, sowie eine fokale Füllung der Gleitflächenkortikalis bei zentralen Einbrüchen in die Facies flexoria ließen sich darstellen. Die unscharf begrenzten Flecken an Kontrastmittel unterhalb der Facies flexoria deuten darauf hin, dass hier Kontrastmittel in die aufgefaserte Oberfläche der tiefen Beugesehne eindringen konnte. Zumindest war bei allen Vordergliedmaßen, bei denen sich solche unscharf begrenzten Flecken zeigten, die Oberfläche der tiefen Beugesehne aufgefasert.

Der Befund einer von einer Aufhellung vom Strahlbein abgegrenzten Kontrastmittellinie, der sich in der Voruntersuchung bei den Vordergliedmaßen zeigte, die auf der latero-medialen Aufnahme Kontrastmittel im Stichkanal aufwies, konnte in der Hauptuntersuchung nur bei einer Vordergliedmaße beobachtet werden. Bei dieser war auf der kontrastmittelunterstützten latero-medialen Aufnahme ebenfalls der Stichkanal der Kanüle durch Kontrastmittel zu sehen.

Diese Kontrastmittellinie muß sich außerhalb der Bursa podotrochlearis befinden, da ansonsten eine Aufhellung zwischen dieser Linie und dem Strahlbein nicht zu erklären wäre.

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

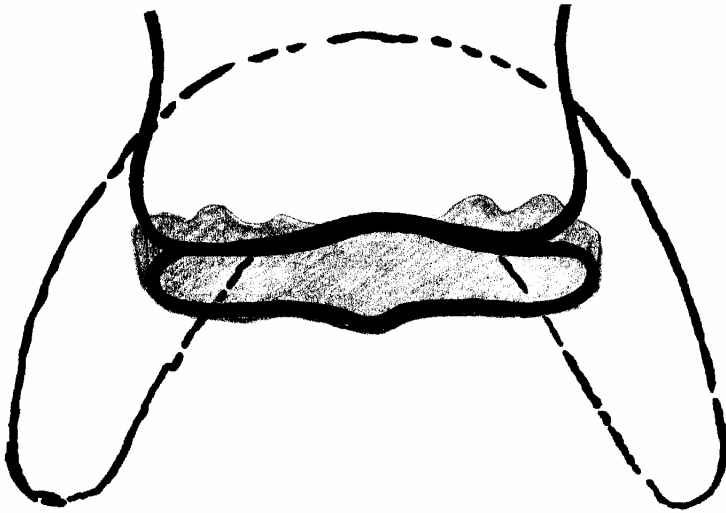


Bild 10: Röntgenskizze der kontrastmittelunterstützten Tangentialaufnahme

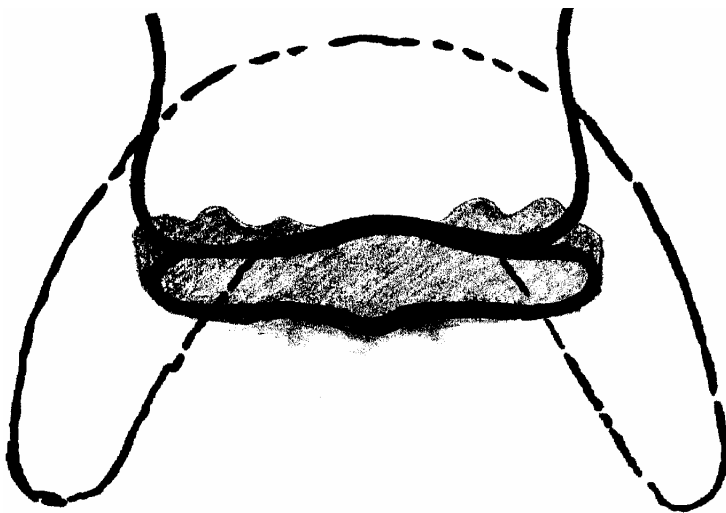


Bild 11: Röntgenskizze der unscharf begrenzten Kontrastmittelflecken unterhalb des Strahlbeins

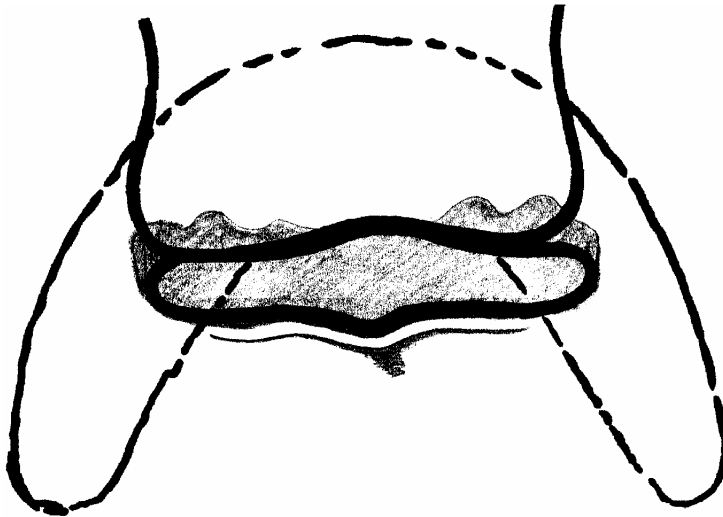


Bild 12: Röntgenskizze der abgegrenzten Kontrastmittellinie

3.4.4.3 Kontrastmittelunterstützte Oxspringaufnahmen

Die Oxspringaufnahmen mit Kontrastmittel wurden in 76 Fällen negativ beurteilt. In 8 Fällen ließ sich im Gegensatz zur nativen Oxspringaufnahme ein zentraler Einbruch durch eine Anhäufung an Kontrastmittel darstellen, bei weiteren 8 war eine Aufhellung, die auf der nativen Aufnahme schon zu sehen war, immer noch zu erkennen und wurde somit als zystoider Defekt beurteilt. Diese Befunde ließen sich auf den Tangentialaufnahmen bestätigen.

Bei 2 dieser Vordergliedmaßen stellten sich so zentrale Einbrüche und zystoide Defekte nebeneinander dar.

Tabelle 9: Befunde der kontrastmittelunterstützten Oxspringaufnahmen zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
Negativ	35	16	10	16
Zystoider Defekt		2	1	5
Zentraler Einbruch				7

Weitere Informationen konnten durch die kontrastmittelunterstützte Oxspringaufnahme nicht gewonnen werden. Es war nicht möglich zu erkennen, ob der Kontrastmittelschatten durch eventuell vorhandene Adhäsionen zwischen tiefer Beugesehne und Strahlbein unterbrochen wird. Durch die Überlagerung mit den Knochen von Kron- und Strahlbein stellte sich das Kontrastmittel nur an den Stellen deutlich dar, an denen es zu einer Anhäufung gekommen war. Da das Lumen der Bursa durch die Stellung der Gliedmaße bedingt zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne nur einem kapillaren Spalt entspricht, wird das Kontrastmittel, wenn es nicht in zentralen Einbrüchen Platz findet, in den proximalen Teil der Bursa, dem Recessus palmaris, verdrängt. Aus diesem Grund konnten die minimalen Unterschiede in der Röntgendichte auf Höhe des Strahlbeins nicht wahrgenommen werden.

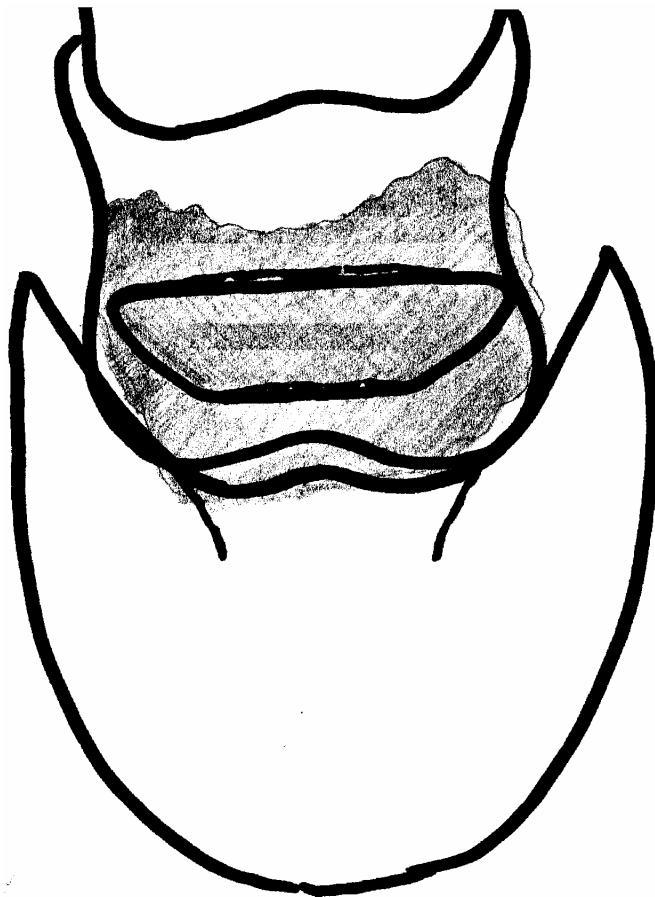


Bild 13: Röntgenskizze der kontrastmittelunterstützten Oxspringaufnahme

3.4.5 Gegenüberstellung von Nativ- und Kontrastmittelunterstützten Aufnahmen

Um eine Aussage hinsichtlich des diagnostischen Wertes der Kontrastmittelunterstützten Röntgenaufnahmen machen zu können, wurden die Befunde der Nativaufnahmen zu Grunde gelegt und die Kontrastmittelunterstützten Aufnahmen bezüglich der zusätzlich gewonnenen Informationen beurteilt. Grundsätzlich muß vorab gesagt werden, dass durch die Röntgenuntersuchung mit dem Feinfokusgerät möglicherweise Details erkannt und beurteilt werden können, die sich in einer Röntgenuntersuchung unter Praxisbedingungen nicht darstellen lassen. Da dies allerdings für die Nativaufnahmen wie für die Kontrastmittelunterstützten Aufnahmen gleichermaßen gilt, ist es möglich, durch diese Untersuchung eine Aussage zum diagnostischen Wert dieser Untersuchungsmethode zu machen.

Tabelle 10: Diagnose Podotrochlose der jeweiligen Untersuchungsmethode zu pathomorphologischen Befunden

	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4
P. nat+Km			3	21
P.nativ	4	2	2	4
P.Km	6	2		

P.nat+Km= Diagnose Podotrochlose auf Nativ- und Kontrastmittelunterstützten Aufnahmen

P.nativ= Diagnose Podotrochlose nur auf Nativaufnahmen

P.Km= Diagnose Podotrochlose nur auf Kontrastmittelunterstützten Aufnahmen

Die in Tabelle 10 zusammengestellten Untersuchungsergebnisse zeigen, dass in den meisten Fällen die krankhaften Veränderungen der Hufrolle sowohl durch die Nativaufnahmen als auch bursographisch zu erkennen sind. Allerdings zeigt sich, dass die Bursographie in 8 Fällen zu einem falsch positiven Ergebnis führt, wenn davon ausgegangen wird, dass bei den beiden Fällen einer geringgradigen Podotrochlose, bei der in der pathomorphologischen Untersuchung lediglich Farbveränderungen der erkrankten Oberflächen von Strahlbein und tiefer Beugesehne und eine eventuelle Verschmälerung des Faserknorpels beobachtet

werden können, eine Beurteilung als an Podotrochlose erkrankt irreführend ist, wenn sie darauf beruht, dass es, durch Adhäsionen bedingt, zu einer Unterbrechung der Kontrastmittellinie unterhalb des Strahlbeins gekommen ist.

In 6 Fällen konnten auf den Nativaufnahmen Zeichen einer Podotrochlose beurteilt werden, die sich auf den Kontrastmittelaufnahmen nicht mehr darstellten, bzw. auf den Kontrastmittelaufnahmen keine unterbrochene Kontrastmittellinie unterhalb des Strahlbeins oder Kontrastmittel in der Sehne festgestellt werden konnte. Dies kann dadurch bedingt sein, dass der Kontrastmittelschatten Rauigkeiten der Facies flexoria des Strahlbeins und Sklerosierungen der Spongiosa überdeckt oder durch eine Anhäufung von Kontrastmittel in zentralen Einbrüchen diese der Röntgendichte der Kompakta anpasst und somit nicht mehr erkennen lässt.

Der Befund der unterbrochenen Kontrastmittellinie unterhalb des Strahlbeins kann auch dadurch zustande kommen, dass das Strahlbein durch die Haltung und Belastung der Gliedmaße in engem Kontakt zur Oberfläche der tiefen Beugesehne steht und somit nur wenig oder kein Kontrastmittel zwischen die beiden Strukturen gelangen kann. In keinem Fall konnte mit Hilfe der Bursographie in der Tangentialprojektion eine Erkrankung der Hufrolle festgestellt werden, die sich auf der nativen Röntgenaufnahme nicht zeigte. Die latero-mediale Darstellung der Bursaform führte oft zu einem positiven Befund, erwies sich jedoch nur dann als zuverlässig, wenn hochgradige Veränderungen der Hufrolle dazu führten, dass sich das Kontrastmittel als scharf voneinander abgegrenzte Streifen darstellte. Eine Unterbrechung der Kontrastmittelsäule lässt sich nicht mit einer Adhäsion gleichsetzen, da dieser Befund in 17 von 20 Fällen zu sehen ist, bei denen keine Adhäsion vorliegt. Inwieweit geringgradige Einziehungen des Recessus palmaris als anatomische Varianten der Bursa podotrochlearis anzusehen sind oder dies frühe Veränderungen einer Podotrochlose darstellen, ist nicht eindeutig beschrieben.

Eine Vordergliedmaße, die in der pathomorphologischen Untersuchung der Gruppe 4 zugeordnet wurde, da sie eine Verwachsung eines Sehnenfaserbündels mit der Facies flexoria des Strahlbeins aufwies, zeigte in der Röntgenuntersuchung keinen Befund, der als Anzeichen einer Podotrochlose gewertet werden könnte.

Die Befunde der kontrastmittelunterstützten Oxspringaufnahmen liefern im Vergleich zu den Nativaufnahmen nach Oxspring zwar Informationen darüber, ob es

sich bei der Aufhellung im Strahlbein um einen zystoiden Defekt oder einen zentralen Einbruch handelt, aber diese Information kann auch über die nativen Tangentialaufnahmen gewonnen werden.

3.5 Diskussion

3.5.1 Technik der Punktion der Bursa podotrochlearis

Die Punktion des Hufrollenschleimbeutels kann auf unterschiedliche Weisen vorgenommen werden. In der Literatur wird neben dem palmaren Zugang auch der Zugang von lateral beschrieben.

In dieser Untersuchung wurde der Zugang von palmar gewählt, da sich durch die knöcherne Struktur des Strahlbeins ein Anhaltspunkt für die Eindringtiefe der Kanüle bietet und davon auszugehen ist, dass sich die Kanülenspitze in der Bursa befindet, wenn die Kanüle vorgeschoben wird, bis sie auf einen harten Widerstand, die Facies flexoria des Strahlbeins, trifft. Dies ist bei der Punktion von lateral nicht gegeben, weswegen der palmare Zugang als einfacher und sicherer erachtet wurde. Die Einstichstelle der Punktionskanüle liegt meist in der Ballengrube, wobei in der Literatur unterschiedliche Höhen beschrieben werden. So befindet sich die Einstichstelle bei COLAHAN et al. (1999) und BYARS et al. (1982) direkt oberhalb der Haarlinie zwischen den Hufballen. Turner et al (1997) punktieren direkt über der mittleren Strahlfurche. Wissdorf et al. (1998) wählen die Einstichstelle in der Ballengrube am Übergang ihres mittleren zum distalen Drittel. HERTSCH et al. (1982) punktieren in der Ballengrube, am Übergang der Fesselgrube zum Ballen.

Allen gemein ist, dass mit einer Verlagerung der Einstichstelle nach distal Richtung Kronsaum die Kanüle zunehmend paralleler zur Hufsohle vorgeschoben wird. RECKELS (1991) fand bei seinen Untersuchungen heraus, dass die Facies flexoria des Strahlbeins durchschnittlich einen Winkel von $42,4^\circ$ zum Boden einnimmt, woraus sich ergibt, dass der Punktionswinkel der Kanüle kleiner sein muß, um damit auf die Facies flexoria zu treffen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde am Übergang des mittleren Drittels zum distalen Drittel der Ballengrube eingestochen und die Kanüle in dorsaler Richtung vorgeschoben, so dass die gedachte Verlängerung der Kanüle die Vorderwand etwas proximal der Hufspitze schnitt. Die Einstichstelle wurde dort gewählt, da sich durch eine proximalere Einstichstelle ein stumpferer Winkel der Injektionskanüle zum

Boden ergeben hätte, welcher die Wahrscheinlichkeit erhöht, das Hufgelenk statt die Bursa zu treffen. Eine Einstichstelle kurz oberhalb der Haarlinie wurde wegen des höheren Gewebewiderstandes beim Verschieben der Kanüle abgelehnt, ist aber durchaus möglich. Der Schliff der Kanüle sollte immer nach proximal zeigen, damit er sich annähernd an die Facies flexoria anlegen kann und es somit möglich wird, dass er sich im kapillaren Spalt der Bursa befindet.

3.5.2 Injektionsmenge

Das verwendete Volumen an Kontrastmittel weicht von den Angaben von TURNER u. ADAMS (1997)* und TIETJE et al. (2000) ab, die für die Kontrastmitteldarstellung der Bursa podotrochlearis 3 ml einer 1:1 Mischung aus Kontrastmittel und Lokalanästhetikum verwenden.

In dieser Untersuchung zeigte sich, dass die injizierbare Menge an Kontrastmittel von Vorderbein zu Vorderbein verschieden ist und eine Kontrastmittelapplikation unter Druck dazu führt, dass Kontrastmittel in den Stichkanal der Kanüle zurückläuft und sich in der Röntgenuntersuchung darstellt. Darüber hinaus ist bei den Vorderbeinen, bei denen Kontrastmittel aus dem Hufrollenschleimbeutel abgelaufen ist, auf der Tangentialaufnahme unter dem Strahlbein eine von einer Aufhellungslinie abgegrenzte Kontrastmittellinie zu sehen.

TIETJE et al. (2000) punktieren die Bursa podotrochlearis von abaxial, damit sich das zurücklaufende Kontrastmittel im Stichkanal nicht über dem Sagittalkamm darstellt, woraus sich ableiten lässt, dass bei dem von ihnen beschriebenen Vorgehen Kontrastmittel aus der Bursa abläuft. Dies bedeutet, dass ein Abfließen von Kontrastmittel aus der Bursa podotrochlearis nicht nur bei im Karpalgelenk abgetrennten Vorderbeinen, wie sie in dieser Untersuchung verwandt wurden, vorkommt, sondern auch bei lebenden Pferden, die von TIETJE et al. (2000) untersucht worden sind. Daraus lässt sich ableiten, dass für das Abfließen von Kontrastmittel nicht eine eventuell niedrigere Gewebespannung, die den Stichkanal der Kanüle eher bestehen lässt, verantwortlich ist, die bei abgetrennten Beinen denkbar wäre.

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

Da die tiefe Beugesehne die nächstgelegene Struktur ist, fließt das Kontrastmittel in die Sehne ab und darüber hinaus.

Dieses Ergebnis ist auch für eventuelle Arzneimittelapplikationen in die Bursa podotrochlearis von Bedeutung, wenn das Mittel, wie beispielsweise Kortison, nicht in die tiefe Beugesehne gelangen sollte.

Eine unterschiedliche Kontrastmittelmenge wirkt sich auch auf die Aussagekraft der Bursographie aus, da durch eine geringere Menge die Kontrastmittellücken schlechter wahrgenommen werden können und es bei der latero-medialen Darstellung eher zu dem Eindruck der Unterbrechungen der Kontrastmittelsäule kommen kann, wenn sie ohnehin nicht als breiter Streifen zu sehen ist.

Problematisch ist ebenfalls, dass sich Hufrollenschleimbeutel, die Adhäsionen zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne aufweisen, nur mit einer geringen Menge Kontrastmittel füllen lassen. Gerade bei solchen Hufrollenschleimbeuteln könnte die Bursographie nutzbringend sein; die Kontrastmitteldarstellung ist jedoch wegen der geringen Kontrastmittelmenge nicht sehr aussagekräftig. Von der geringen injizierbaren Kontrastmittelmenge auf eine Erkrankung der Hufrolle zu schließen, ist nicht möglich, da sich auch völlig unveränderte Hufrollenschleimbeutel nur mit einer geringen Kontrastmittelmenge ohne Rückfluß füllen lassen. In der Hauptuntersuchung gelangte bei 19 Vordergliedmaßen trotz kontrolliertem Kanülensitz das Kontrastmittel nicht oder nicht nur in die Bursa. Von dieser waren 9 auf der nativen Tangentialaufnahme als deutlich an Podotrochlose erkrankt beurteilt worden. Dies gibt zumindest einen Anhaltspunkt dafür, dass es zum Teil nicht gelingt, Kontrastmittel bei hochgradig veränderten Hufrollen zu injizieren.

3.5.3 Röntgenuntersuchung

Für die röntgenologische Untersuchung wurde das Feinfokusröntgengerät eingesetzt, welches durch einen kleinen Brennfleck und eine vergrößerte Darstellung eine hohe Detailerkennung ermöglicht. Die Vordergliedmaßen wurden mit den Hufen im Wasserbad geröntgt, damit sich die Strahlfurchen nicht abbilden. Um ein Abbilden zu verhindern, können verschiedene Materialien zum Füllen der

Strahlfurchen verwendet werden. Wichtig ist nur, dass sie die gleiche Dichte wie das Hufhorn haben.

Fassdichte, Knetmasse oder Schmierseife finden in der Praxis Anwendung. In dieser Untersuchung wurde das Wasserbad wegen der besten Praktikabilität gewählt.

Die Röntgenstrahlen trafen immer senkrecht auf den Film, was unter Praxisbedingungen bei der Tangentialaufnahme nicht gewährleistet ist, da die zu röntgende Gliedmaße auf der Kassette steht. BOTZ u. SIEGER (1984) führten einen Holztunnel, in den die Röntgenkassette eingelassen werden kann und auf den die Gliedmaße gestellt wird, ein. Durch diese Konstruktion wird ebenfalls ein senkrecht Auftreffen der Röntgenstrahlen erreicht.

Die Projektionsrichtungen latero-medial, 0° nach Oxspring und tangential wurden gewählt, um eine Aussage bezüglich der geeignetsten Projektionsrichtung zu machen, die die meisten Informationen liefert. Nach TIETJE et al. (2000) ist in der Bursographie die Tangentialaufnahme von größter Bedeutung. Diese Aussage kann durch die vorliegende Untersuchung bestätigt werden. Auch unter den Nativaufnahmen besitzt die Tangentialaufnahme die größte Aussagekraft bezüglich der Beschaffenheit der Facies flexoria des Strahlbeins.

Nach HORNKAMP (1991) sollte die Tangentialaufnahme Einzug in die Routinediagnostik erhalten, da hierdurch Veränderungen früh erkannt werden können. Allerdings räumt sie ein, dass dies nur bei einer guten Aufnahmequalität gegeben ist.

Die Winkel von 45° und 55° für die kontrastmittelunterstützten Tangentialaufnahmen wurden gewählt, um mit der 45°-Aufnahme die Facies flexoria insgesamt darzustellen und durch die 55°-Aufnahme den Margo proximalis abzubilden. Die Röntgendarstellung des Strahlbeins im 55°-Winkel liefert weniger nutzbringende Informationen als die 45°-Aufnahmen: Die Anzahl der falsch positiven und der falsch negativen liegt über denen der 45°-Aufnahmen. Am Margo proximalis des Strahlbeins sind zudem in der pathomorphologischen Untersuchung nie alleinige Veränderungen zu sehen. Wenn Veränderungen der Knorpeloberfläche, Verfärbungen, Läsionen bis hin zu Knochenglatzen und Einbrüchen in die subchondrale Knochenplatte vorliegen, befinden sie sich auf der

Sehnenkontaktfläche des Strahlbeins im mittleren Bereich und können von dort aus bis an den Randbereich reichen.

3.5.4 Pathomorphologische Untersuchung

In der pathomorphologischen Untersuchung der 90 Vorderbeine stellte sich heraus, dass 38,9% keine Veränderungen im Sinne der Podotrochlose aufwiesen. 20% zeigten geringgradige, 12,2% mittelgradige und 28,9% hochgradige Veränderungen. Dieses Untersuchungsergebnis deckt sich nicht mit dem Anteil der veränderten Strahlbeine, die von HERTSCH u. STEFFEN (1986) untersucht wurden. Sie untersuchten ebenfalls im Karpalgelenk abgetrennte Gliedmaßen von Schlachtpferden, unterschieden allerdings nicht in Vorder- und Hintergliedmaßen. Von den 507 untersuchten Strahlbeinen waren 75,7 % unverändert, die restlichen pathologisch verändert. Bei 17,2 % der Strahlbeine stellten sie eine Fossa nudata fest. Das unterschiedliche Ergebnis kann darin begründet sein, dass sie auch Hinterbeine untersucht haben, bei denen pathologische Veränderungen der Hufrolle selten vorkommen und bei der hier vorliegenden Untersuchung eine deutlich geringere Anzahl präpariert wurde. Da bei den Schlachtpferden das Alter und die Nutzung, wie auch der Grund der Schlachtung unbekannt waren, können große Unterschiede hinsichtlich des Pferdmaterials bestehen. Es ist auf jeden Fall nicht davon auszugehen, dass das vorliegende Untersuchungsergebnis für die lebende Pferdepopulation repräsentativ ist.

Wie sich auch in der Untersuchung von HERTSCH u. STEFFEN (1986) zeigte, ließen sich die Fossae nudatae nicht radiologisch nachweisen. Auch bei der Bursographie stellten sie sich nicht dar.

3.5.5 Diagnostischer Wert der Bursographie

Als Grundlage dieser Untersuchung wurden zunächst die Arbeiten von TURNER u. ADAMS (1997)* und TIETJE et al. (2000) angesehen. TURNER u. ADAMS (1997)* nutzten die Bursographie zur Diagnostik, nachdem sie feststellten, dass es mit ihrer Hilfe möglich ist, den Faserknorpel der Facies flexoria zu identifizieren. Die Kontrastmitteldarstellung der Bursa podotrochlearis erfüllte bis dahin nur den Zweck, der Injektionskontrolle von Lokalanästhetikum zur Anästhesie der Bursa podotrochlearis zu dienen. Auf der Grundlage, die Schicht des Faserknorpels darstellen zu können, der sich ihrer Meinung nach als Aufhellungslinie zwischen der Kortikalis des Strahlbeins und einer Kontrastmittellinie, die in direktem Kontakt zur tiefen Beugesehne steht, darstellt, basieren die 5 von ihnen aufgestellten Befundmöglichkeiten. TIETJE et al. (2000) übernehmen diese Ansicht oder kommen zu dem gleichen Ergebnis, dass sich der Faserknorpel in seiner Dicke und Beschaffenheit mit Hilfe der Bursographie beurteilen lässt. Sie beschreiben, dass sich Kontrastmittel auf der Tangentialaufnahme als Kontrastmittelstreifen palmar der Kortikalis der Facies flexoria abgrenzt und hierdurch eine Aufhellungslinie entsteht, die durch die entsprechende Knorpelschicht hervor gerufen wird. Weiter geben sie an, dass nun der Kontrastmittelstreifen auf seine Dicke, Gleichmäßigkeit und Oberflächenbeschaffenheit zu Strahlbein und tiefer Beugesehne hin überprüft wird. Darüber hinaus beurteilen sie die Darstellung der Aufhellungslinie palmar der Kortikalis.

Durch die vorliegende Untersuchung konnte in keinem Fall der Faserknorpel dargestellt werden. Durch die Konvexität der Facies flexoria des Strahlbeins bedingt, wäre es, falls eine Darstellung gelingen würde, nur möglich, einen kleinen Streifen des Faserknorpels überlagerungsfrei darzustellen.

In der vorliegenden Untersuchung war es nicht möglich, den Faserknorpel zu beurteilen. Als bei der Kontrastmittelinjektion so vorgegangen wurde, wie TURNER u. ADAMS (1997)* und TIETJE et al. (2000) es beschreiben, kam es zu einem Rückfluß

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

von Kontrastmittel aus der Bursa in den Stichkanal und damit in die tiefe Beugesehne, wodurch sich auf der Tangentialaufnahme ein Kontrastmittelstreifen außerhalb der Bursa darstellen konnte. Hierdurch liegt die Vermutung nahe, dass sich TURNER u. ADAMS (1997)* bei der Beschreibung des Faserknorpels auf den Bereich beziehen, in dem kein Kontrastmittel zu sehen ist. Dieser Bereich liegt außerhalb der Bursa podotrochlearis, kann also nicht in Kontakt zum Strahlbein stehen und somit nicht als Faserknorpel angesehen werden. Außer der Beschreibung der Befunde liegen keine Anhaltspunkte in Form von Bildmaterial oder Skizzen vor, dass sich die beiden Untersuchungen auf diesen Bereich beziehen könnten.

Das Zustandekommen der abgegrenzten Kontrastmittellinie kann dadurch erklärt werden, dass Kontrastmittel in die tiefe Beugesehne abfließt und sich dort verteilt, vermutlich unter dem Paratendineum der Sehne.

Der Bereich der Facies flexoria des Strahlbeins wurde auf allen kontrastmittelunterstützten Tangentialaufnahmen auf Anzeichen einer Darstellung des Faserknorpels untersucht. Nie war eine Aufhellung unter dem Kontrastmittelschatten zu erkennen, welche den Faserknorpel repräsentieren könnte. Die Kontrastmittellage schloß mit der Kortikalis, welche durch das Kontrastmittel hindurchschien, ab. Anatomisch betrachtet, befindet sich dort Faserknorpel, aber durch die Überlagerung mit Kontrastmittel und der subchondralen Knochenplatte ist er nicht zu sehen.

Wird davon ausgegangen, dass sich der Faserknorpel auch in den anderen Untersuchungen nicht darstellen konnte, sind die Ergebnisse der beiden Untersuchungen hinfällig. Denkbar ist jedoch, dass sich die abgegrenzte Kontrastmittellinie trotzdem als Diagnostikum nutzen lässt, weil sie sich bei einer Auffaserung der Sehne vermutlich nicht darstellt. Dies wurde in der vorliegenden Untersuchung nicht geprüft.

Da sich der Faserknorpel nicht darstellen ließ, konnte der diagnostische Wert der Bursographie nicht so hoch sein, wie TURNER u. ADAMS (1997)* ihn ansetzen. Mit Hilfe der Bursographie kommen sie in 60 % der Fälle zu einem anderen Ergebnis als durch die native Röntgenuntersuchung. Sie untersuchen 97 Pferde, die wegen einer

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

Vorderbeinlahmheit, die durch eine Palmarnerven-anästhesie verschwindet, vorgestellt wurden. In 13% der Fälle stellt sich normaler Faserknorpel dar, eine Verschmälerung oder Erosion des Faserknorpels sehen sie in 69% der Fälle, Adhäsionen bei 8% und Auffaserungen der tiefen Beugesehne bei 21% der Pferde. Sie stützen die Befundinterpretation auf die Ergebnisse von post mortem Untersuchungen, die sie in sehr geringem Umfang durchführen. So sichern sie den Befund der Verschmälerung oder Erosion des Faserknorpels des Strahlbeins durch die post mortem Untersuchung in 3 Fällen. Der Befund der unterbrochenen Kontrastmittelsäule, der von ihnen als Zeichen einer Adhäsion zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne interpretiert wird, stützt sich auf das Ergebnis der post mortem Untersuchung in 2 Fällen. Inwieweit die anderen Befunde durch post mortem Untersuchungen bestätigt werden konnten oder wurden, ist nicht angegeben.

TIETJE et al. (2000) stellen die Bursographie ebenfalls als nutzbringend dar. Sie untersuchten 40 abgetrennte Vordergliedmaßen und 5 klinische Fälle, also lebende Pferde mit Hilfe der Bursographie und Endoskopie der Bursa podotrochlearis. In der Veröffentlichung ihrer Untersuchungsergebnisse ermöglichen sie keine direkte Gegenüberstellung der Ergebnisse der Endoskopie und Bursographie. Sie geben an, dass sich in der Bursographie 12 Vordergliedmaßen negativ darstellten. 12 wurden als verdächtig beurteilt, 10 geringgradig positiv und 6 deutlich positiv, wobei sie nicht angeben, worauf sich diese Einteilung stützt. Im Vergleich zur nativen Röntgenuntersuchung werden 20 Gliedmaßen gleich beurteilt, 16 schlechter und 4 besser. In der Endoskopie finden sie bei 15 Vordergliedmaßen eine Synovialitis im Rec. palmaris proximalis. Die Facies flexoria des Strahlbeins wurde 11 mal als geringgradig, 9 mal als mittelgradig und 4 mal als hochgradig verändert angesehen. Die tiefe Beugesehne zeigte sich in 13 Fällen geringgradig, in 3 mittelgradig und in 5 Fällen hochgradig verändert. Ob es sich bei den Veränderungen der Sehne und des Strahlbeins um die gleichen Vorderbeine handelt und wie diese in der Bursographie beurteilt wurden, wird nicht genannt. Bei 5 Vordergliedmaßen war keine ausreichende endoskopische Übersicht in der Bursa zu erreichen.

Hinsichtlich der Gegenüberstellung der beiden Verfahren wird lediglich erwähnt, dass es bei 5, beziehungsweise 6 Vordergliedmaßen, die in der Bursographie negativ

oder verdächtig beurteilt wurden, zu „Vinculae-ähnlichen“ Verbindungen zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne gekommen war, die sich in der Endoskopie darstellten und dass sich bei 3 Vordergliedmaßen, die in der Bursographie eine unterbrochene Kontrastmittellinie zeigten, und bei einer Vordergliedmaße, bei der kein Kontrastmittel auf Höhe des Strahlbeins zu sehen war, keine Anzeichen einer Adhäsion in der Endoskopie finden ließen.

Sie räumen ein, dass durch die engen Verhältnisse bedingt, endoskopisch nur eine geringe Übersichtlichkeit besteht, die durch pathologische Prozesse wie Zottenhypertrophie oder Adhäsionen weiter eingeschränkt sein kann. Aufgrund der konvexen Facies flexoria des Strahlbeins kann zudem der Rec. palmaris distalis meist nicht erreicht werden, was eine Beurteilung des diagnostischen Wertes der Bursographie weiter beeinträchtigt.

Trotz dieser Ergebnisse beurteilen sie abschließend die Bursographie dahingehend, dass sie die Aussagekraft vor allem im Hinblick auf die Weichteile erheblich erweitert.

Eine Gegenüberstellung der vorliegenden Untersuchung mit der Untersuchung von TIETJE et al. (2000) wird durch die wenigen Angaben erschwert. Das positive Ergebnis kann nicht bestätigt werden. Abgesehen davon, dass sich die Faserknorpelschicht nicht darstellte, lieferte die Bursographie zwar Befunde bezüglich einer Auffaserung der Sehne, durch die sich Kontrastmittel hier als unscharf begrenzte Flecken darstellen konnte, aber dies war nur bei Vordergliedmaßen der Fall, die wegen knöcherner Veränderungen im Strahlbein, die sich bereits durch die native Röntgendiagnostik darstellen lassen, als Podotrochlose positiv beurteilt wurden. Zudem ist dieser Röntgenbefund nicht bei allen Hufrollen zu sehen, die eine Auffaserung der tiefen Beugesehne aufweisen (16 von 26). Die latero-mediale Darstellung der Bursa podotrochlearis kann in hochgradig veränderten Fällen gesicherte Anzeichen dafür geben, dass Adhäsionen vorliegen, in dem sich das Kontrastmittel als scharf abgegrenzte schmale Linien darstellt, doch kann es auch sein, dass sich Adhäsionen zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne nicht in dieser Weise darstellen.

Der diagnostische Wert der Bursographie der Bursa podotrochlearis muß somit als gering angesehen werden.

4 Zusammenfassung

Der erste Teil der Arbeit beschreibt durch Darstellung der Literatur die Anatomie der Hufrolle. Es erfolgte eine Definition der Podotrochlose, wobei festgelegt wurde, dass sich die vorliegende Arbeit ausschließlich auf die Erkrankung der eigentlichen Hufrolle nach HERTSCH et al. (1982) bezieht. Die Ätiologie, Pathogenese und die pathomorphologischen Veränderungen der Podotrochlose sowie ihre klinische Bedeutung wurden dargestellt. Im Rahmen einer Übersicht der diagnostischen Möglichkeiten erfolgte die eingehende Beschreibung der Bursographie nach TURNER u. ADAMS (1997)* sowie TIETJE et al. (2000).

Zwanzig Vordergliedmaßen, die von geschlachteten Pferden im Karpalgelenk abgetrennt worden waren, dienten in einer Voruntersuchung als Material, um die geeignete Punktionstechnik zur Kontrastmittelapplikation in die Bursa podotrochlearis zu bestimmen und die geeignete Kontrastmittelmenge festzulegen, mit der sich die Bursographie optimal durchführen lässt.

Die Hauptuntersuchung beinhaltete die Verwendung von 109 ebenfalls im Karpalgelenk abgetrennten Vordergliedmaßen von Schlachtpferden. Die Hufe der Vordergliedmaßen wurden frisch ausgeschnitten untersucht. Als Röntgengerät diente ein stationäres Feinfokusröntgengerät, welches eine vergrößerte Darstellung ermöglichte. Die Zehen wurden in drei Ebenen nativ geröntgt; 0° nach Oxspring, latero-medial und tangential in einem Winkel von 45°. Im Anschluss an die Injektion eines jodhaltigen Kontrastmittels von palmar in die Bursa podotrochlearis erfolgte die Kontrolle des Sitzes der Kanüle durch die latero-mediale Röntgenaufnahme.

Bei der Kontrastmittelapplikation wurde jeweils so viel Kontrastmittel eingesetzt, dass sich durch die Füllung der Bursa ein gewisser Druck aufbaute. Durch lockeres Halten der Spritze konnte überschüssiges Kontrastmittel wieder abfließen, so dass schließlich eine Kontrastmittelmenge bis zu 2,5 ml verblieb. Dieses Vorgehen hat den Vorteil, dass sich nach der Injektion kein Kontrastmittel mehr in den Stichkanal drückt und dieser die Röntgendarstellung der kontrastmittelgefüllten Bursa überlagert.

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

Daraufhin erfolgten Röntgenaufnahmen nach Oxspring, latero-medial und tangential in einem Winkel von 45° und 55°. Die gewonnenen Befunde wurden beschrieben und die Hufrollen pathomorphologisch untersucht. Die Röntgenbefunde der Nativröntgenuntersuchung wurden denen der Kontrastmittelunterstützten Untersuchung und den pathomorphologisch gewonnenen Befunden gegenübergestellt.

Der Bursographie konnte nur geringer diagnostischer Wert zugemessen werden, da es durch die Tangentialaufnahmen in keinem Fall zu einer anderen Bewertung der Vordergliedmaße bezüglich der Diagnose Podotrochlose kam. Die latero-mediale Darstellung der Kontrastmittelgefüllten Bursa podotrochlearis lieferte keine zuverlässigen Resultate. Lediglich, wenn sich das Kontrastmittel als scharf voneinander abgegrenzte Linien darstellte, kam es nicht zu falsch positiven Ergebnissen. Allerdings stellte sich das Kontrastmittel nicht bei allen Hufrollen, bei denen es zu Adhäsionen zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne gekommen war, in dieser Weise dar, so dass keine eindeutigen Befunde erzielt werden konnten.

Somit konnten die Untersuchungsergebnisse von TURNER u. ADAMS (1997)* und TIETJE et al. (2000), die die Bursographie als wertvolle Diagnosetechnik erachten, nicht bestätigt werden.

* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

5 Summary

In the literature overview the basis for further analysis was established by detailed illustration of the anatomy of the navicular region. Navicular disease was defined and stated that the present work exclusively applies to the illness of the flexor surface of the navicular bone and the deep digital flexor tendon according to HERTSCH et al. (1982). Etiology, pathogenesis, patho-morphological alterations of the navicular bone and their clinical significance have been dealt with.

During the analysis of diagnostic options, the bursography according to TURNER et ADAMS (1997) and TIETJE et al. (2000) has been described in detail.

In order to determine the appropriate puncture technique for applying the contrast material into the bursa navicularis as well as the suitable amount of contrast material to achieve optimal results of the bursography, 20 front legs were used, which were cut off the carpal joint of slaughtered horses in a pre-examination.

In the main examination, 109 front legs of slaughtered horses were used which had also been cut in the carpal joint and the freshly excised hoofs examined. As an X-ray unit a stationary fine focus x-ray unit was used, enabling a magnified display. The feet were x-rayed in three positions: 0° according to Oxspring, latero-medial and tangential in a 45° angle. Then an iodine containing contrast material was injected into the bursa navicularis using a palmar approach and monitoring the position of the injection cannula through the x-ray unit.

During the filling of the bursa with contrast media an appropriate amount was applied to enable a certain pressure built up. Loose holding of the syringe permitted unnecessary contrast media to drain off, so that eventually an amount of up to 2.5ml remained. This procedure has the advantage that after the injection the contrast media cannot impose pressure upon the injection canal, thus overlaying the x-ray depiction of the filled bursa.

Subsequently to the application of contrast media, x-rays according to Oxspring were taken in a latero-medial and tangential way, using an angle of 45° and 55°. The

findings realized were described and the flexor surfaces of the navicular bones patho-morphologically examined. Thereafter the x-ray findings without contrast media were compared to those supported by contrast media and the results patho-morphologically gained.

The bursography was considered of little diagnostic value as in not one case the tangential x-ray lead to a different result concerning the diagnosis of navicular disease in the front leg. The latero-medial picture of the bursa navicularis filled with contrast media did not yield reliable results. Only where the contrast media was depicted as sharply defined lines no false positive results were produced. However not with all navicular regions with adhesions between navicular bone and deep digital flexure tendon the contrast media was depicted accordingly. Hence no clear results could be attained.

The findings of TURNER et ADAMS (1997) as well as TIETJE et al. (2000), who regarded bursography as a valuable diagnostic tool, could therefore not be confirmed.