

## 2 Schrifttum

### 2.1 Anatomie der Hufrolle

Die sogenannte Hufrolle besteht aus dem Strahlbein, der Bursa podotrochlearis und dem Insertionsabschnitt der tiefen Beugesehne (HERTSCH et al. 1982).

Nach PREUSS und WÜNSCHE (1974) kann man auch das Hufgelenk zur Hufrolle zählen.

Das Strahlbein, Os sesamoideum distale, hat die Form eines Weberschiffchens (NICKEL et al. 1984) und liegt zwischen den Hufbeinästen.

Es ist ein Teil des Hufgelenkes. Seine dorsale Facies articularis phalangis mediae ergänzt die Gelenkfläche des Hufbeins palmar, dem es sich auch mit einer schmalen Fläche, der Facies articularis phalangis distalis, gelenkig anlagert. PREUSS u. WÜNSCHE (1974) sehen das Strahlbein als (Gelenk-) Kapselkörper an, der seine Entstehung einer durch Dauerdruck ausgelösten und durch Zug verstärkten Knorpel­einlagerung verdankt.

Als Margo proximalis wird die schmale und rauhe, in der Mitte verbreiterte Proximalfläche des Strahlbeins bezeichnet. Sie ist durch zahlreiche kleine Foramina nutricia proximalia gekennzeichnet. Diesem Rand liegen die sich hier vereinigenden Strahlbeinschenkel der beiden Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinbänder ganzflächig auf. Der Margo distalis ist insgesamt breiter als der Margo proximalis und hat mittig seine größte Ausdehnung.

Sein dorsaler Anteil, die Facies articularis phalangis distalis, ist wie die Facies articularis phalangis mediae von hyalinem Knorpel überzogen.

Im mittleren Anteil, der Zona intermedia, liegen die Canales sesamoidales, welche vom Stratum synoviale der Gelenkkapsel ausgekleidet sind.

Der distale Anteil, der Margo ligamenti, ist als mehr oder weniger deutlich vorstehender Grat ausgebildet und dient dem Strahlbein-Hufbeinband, dem Ligamentum sesamoideum distale impar, als Ansatzfläche (DELIUS 1982).

## *Schrifttum*

Die Palmarfläche, *Facies flexoria*, dient der tiefen Beugesehne als Gleitlager (NICKEL1984). BRANSCHIED (1977) ist der Meinung, dass die *Facies flexoria* der tiefen Beugesehne nur als Auflagefläche dient, da er Gleitbewegungen der Sehne gegen das Strahlbein nicht feststellen kann.

Die *Facies flexoria* ist mit Faserknorpel überzogen, im Knorpel eingebettet liegen vor allem kollagene Fasern (BRANSCHIED 1977).

Nach DÄMMRICH et al. (1983) zeigt die Knochenendplatte der *Facies flexoria* in ihrer breiteren äußeren Lage eine auf Zugbelastung ausgerichtete Struktur.

Die dünnere, innere Lage der Knochenendplatte ist dagegen als druckaufnehmendes Widerlager für die Druckspannungstrajektorien ausgebildet.

In der Knochenendplatte treffen so die Druck- und Zugkräfte senkrecht aufeinander. Die *Facies flexoria* weist axial eine in Richtung der Zehenachse verlaufende deutliche Erhebung, den Sagittalkamm, auf. Sie besitzt außerdem sowohl proximal als auch distal einen gratartigen Rand.

Auf der *Facies flexoria*, auf oder seitlich neben dem Sagittalkamm befindet sich bei manchen Pferden eine *Fossa nudata*. Nach DELIUS (1982) ist sie knorpelfrei. WESTHUES (1938) beschreibt eine querovale Vertiefung im Zentrum des Sagittalkamms und bezeichnet sie als *Fossa synovialis*.

Nach BRANSCHIED (1977) ist die *Fossa synovialis* mit drei oder mehr Lagen Synovialdeckzellen ausgekleidet.

Der Hufrollenschleimbeutel, die *Bursa podotrochlearis*, liegt zwischen der tiefen Beugesehne und der Gleitfläche des Strahlbeines und dient als Polster für die über das Strahlbein gleitende Sehne (STASHAK 1989).

Er dehnt sich seitlich, proximal und distal über die Sehnengleitfläche des Strahlbeins hinaus aus.

Distal ist er durch das *Ligamentum sesamoideum distale impar* vom Hufgelenk getrennt. Die proximale Begrenzung wird im wesentlichen durch das *Ligamentum collaterale* gebildet.

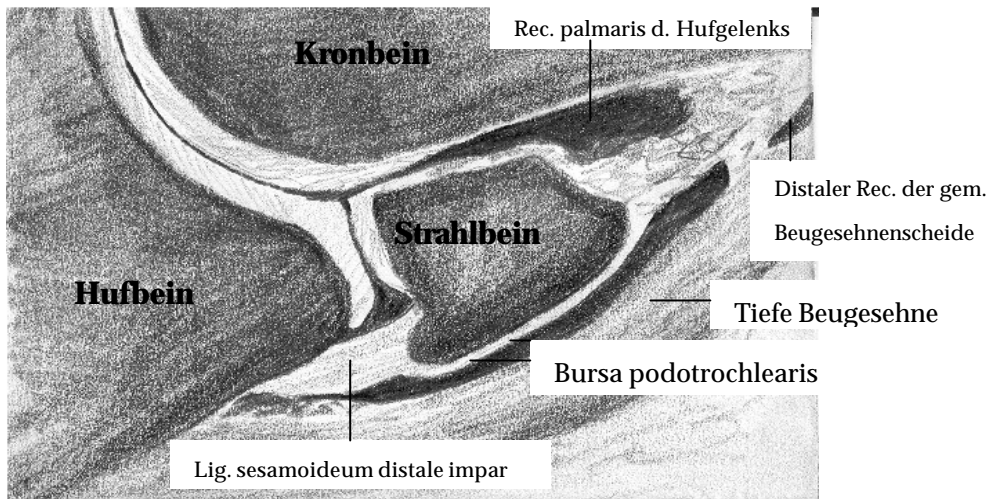


Bild 1: Hufrollendarstellung ( gezeichnet nach HOFFER 1989)

Die Bursa podotrochlearis zeigt schmetterlingsförmige Gestalt und ist nach palmar leicht konvex gewölbt.

Sowohl der Bereich, der an die Facies flexoria der tiefen Beugesehne, als auch jener, der an die Facies flexoria des Strahlbeins grenzt, weist eine glatte Oberfläche auf.

Sie erfährt durch zahlreiche Einkerbungen eine Oberflächenvergrößerung.

Nach proximal reicht die Bursa podotrochlearis median bis knapp über den Margo proximalis des Strahlbeins, nach distal bis zum Ansatz von tiefer Beugesehne und Ligamentum sesamoideum distale impar am Hufbein.

Die seitlichen proximalen Ausbuchtungen reichen bis in Höhe der Kronbeinlehne und liegen so den Hufgelenksausbuchtungen palmar an.

Die beiden Synovialeinrichtungen, Hufgelenk und Bursa podotrochlearis, werden durch die Abspaltung der tiefen Beugesehne an das Kronbein, beziehungsweise durch die bindegewebige Verbindung zwischen tiefer Beugesehne und Ligamentum sesamoideum collaterale voneinander getrennt (BREIT 1995).

Hickman (in NUMANS 1973) findet im Bereich der Hufrolle keinen Schleimbeutel, da Strahlbein und tiefe Beugesehne nur durch einen dünnen Film Synovia voneinander getrennt sind. Lediglich bei Föten sieht er eine rudimentäre Ausbildung. Seiner Meinung nach ist der Begriff „Bursa“ daher nicht angebracht.

## *Schrifttum*

Numans ist der Ansicht, dass doch ein mit Synovia gefüllter Raum zwischen tiefer Beugesehne und Strahlbein liegt, der punktiert werden kann, obwohl es sich nicht um eine „wahre“ Bursa handelt und hält somit an dem Begriff fest (NUMANS 1973). Nach BREIT et al. (1995) ist der synoviale Hohlraum (die Bursa) nicht zur Gänze mit Membrana synoviales ausgekleidet, diese beschränken sich auf das Gewebe, welches die Facies flexoria des Strahlbeins und die Facies flexoria der tiefen Beugesehne miteinander verbindet.

Der Insertionsabschnitt der tiefen Beugesehne, also der Endsehne des M. flexor digitalis profundus, bildet durch die Umlenkung durch das Strahlbein einen konstanten Winkel zum Hufbein und inseriert dort am distalen Anteil der Facies flexoria (BREIT 1995).

## **2.2 Podotrochlose**

Nach HERTSCH et al. (1982) ist die Hufrollenerkrankung keine einheitliche Erkrankung.

Sie lässt sich entsprechend der betroffenen Strukturen in drei verschiedene Ausprägungsformen differenzieren:

### **1. Die Erkrankung der eigentlichen Hufrolle (Podotrochlose)**

Dazu zählen Veränderungen auf der Facies flexoria des Strahlbeins (Sesamoidose podotrochlearis), des Insertionsabschnittes der tiefen Beugesehne (Tendinose podotrochlearis) und der Bursa podotrochlearis.

### **2. Veränderungen im Ansatzbereich der einzelnen Strahlbeinbänder (Insertionsdesmopathie)**

Diese sind durch Zerrung bzw. Dehnung an den Ansatzstellen am Strahlbein bedingte Knochenzubildungen.

### **3. Die Erkrankung des Hufgelenkes unter Mitbeteiligung des Strahlbeines**

Diese Erkrankung ist gekennzeichnet durch Entzündungszustände des Hufgelenks und röntgenologisch feststellbar durch erweiterte und verformte Canales sesamoidales am Margo distalis des Strahlbeins.

Sofern die Autoren verschiedene Ausprägungsformen der Hufrollenerkrankung unterscheiden, ist im weiteren Verlauf mit Podotrochlose nur die Erkrankung der eigentliche Hufrolle nach HERTSCH et al. (1982) gemeint.

SILBERSIEPE et al. (1986) beschreiben die Podotrochlose als schleichend verlaufende, deformierende Erkrankung im Bereich der Hufrolle, bei der primär ein degenerativ-entzündlicher Krankheitsvorgang vorliegt.

Für NUMANS (1973) ist die Strahlbeinerkrankung durch eine sich langsam entwickelnde, intermittierende Lahmheit beider Vorderbeine gekennzeichnet, der pathologische Veränderungen des Strahlbeins, der tiefen Beugesehne und der Bursa vorausgehen, die weiter voranschreiten. Für ihn ist Podotrochlitits chronica aseptica die passende Bezeichnung, da die Erkrankung, sofern sie klinisch feststellbar ist, mit einer Entzündung einhergeht.

LOWE (1974) definiert die Strahlbeinerkrankung als eine Degeneration der Bursa mit nachfolgender Ausbreitung auf die der Bursa benachbarten Strukturen, also die tiefe Beugesehne und die ventrale Oberfläche des Strahlbeins.

GABRIEL et al. (1998) beschreiben die Strahlbeinerkrankung als schmerzhafte degenerative Erkrankung, bei der das Strahlbein, die Bursa und die angrenzende Oberfläche der tiefen Beugesehne eines, oder öfter beider Vordergliedmaßen betroffen sind.

BAUM (1974) beschreibt die Strahlbeinerkrankung als eine Osteoarthritis des Strahlbeins.

Nach ROONEY (1983) ist die Podotrochlose eine Art Arthrose des Gelenkes, welches durch die palmare Fläche des Strahlbeins und die dorsale Fläche der tiefen Beugesehne gebildet und von der Synovialmembran der Bursa podotrochlearis umgeben wird.

## *Schrifttum*

ASQUITH (1994) nennt die Podotrochlose eine degenerative Erkrankung des Strahlbeins, der Bursa podotrochlearis und der tiefen Beugesehne. In fortgeschrittenen Fällen findet er bei der Sektion Erosionen und Ulzerationen der Facies flexoria des Strahlbeins, eine Osteitis und Rarefizierung des Cortex und Degeneration und Cavitation der Spongiosa mit begleitender chronischer Synovitis / Bursitis. Dazu kommen Auffaserungen der dort anliegenden tiefen Beugesehne.

POULOS (1983) sieht die Adhäsionen der tiefen Beugesehne am Strahlbein als klassische Form der Podotrochlose an.

MOHR (1987) schließt eine degenerative Erkrankung der Sehnen generell aus. Die Veränderungen sind vielmehr eine Folge von Mikrotraumen, die über eine Schädigung von Blutgefäßen und Sehnenfasern, welche zu intratendinösen Hämatomen führt, eine Hypoxie des Gewebes bedingen. Das so geschädigte Gewebe vernarbt und ein Elastizitätsverlust tritt ein, der wiederum Rupturen der einzelnen Sehnenfasern begünstigen kann.

### **2.3 Ätiologie der Podotrochlose**

Nach STASHAK (1989) ist die Podotrochlose eine erbliche, durch eine steile Stellung der Gliedmaße und ein schwaches Strahlbein bedingte Erkrankung. Als mitauslösenden Faktor nennt er die auf die Gliedmaßen einwirkenden Erschütterungen, die auftreten, wenn Pferde auf hartem und unebenem Boden in hohem Tempo laufen (arbeiten).

Die Facies flexoria hält derartigen Druck- und Zugbelastungen nicht stand (BRANSCHIED 1977).

Eine steile Stellung der Gliedmaße steigert die auf die Strahlbeinregion einwirkende Erschütterung erheblich. Bei Belastung wird das Strahlbein gegen die tiefe Beugesehne gedrückt, was sich bei kleinen Hufen durch die schlechtere Verteilung der Last negativ auswirken kann. Durch eine nach hinten gebrochene Zehenachse, wie auch durch eine unsachgemäße Zubereitung der Hufe, wird der Druck des Strahlbeins auf die Sehne verstärkt (STASHAK 1989 und BAUM 1974).

## *Schrifttum*

Andere Autoren, wie WESTHUES (1941), WINTZER (1964), und DÄMMRICH et al. (1983) sind sich ebenfalls einig, dass unsachgemäße Hufpflege und Beschlag an der Entstehung der Podotrochlose beteiligt sind.

Nach WESTHUES (1938) besteht eine Altersabhängigkeit: Mit zunehmendem Alter der von ihm untersuchten Pferde findet er ausgedehnte Abnutzungsformen.

LOWE (1974) sieht einen Zusammenhang mit der Kastration der Hengste, da Podotrochlose gehäuft bei Wallachen auftritt.

HICKMAN (1984) sieht die Ursache in einer Kombination von Kompression, Trauma und irregulärer Blutversorgung.

DOIGE und HOFFER (1983) beschreiben zur Ätiologie der Podotrochlose drei verschiedene, aktuell diskutierte Entstehungstheorien:

1. Traumatische Schädigungen der Hufrolle mit nachfolgender degenerativer Veränderung an der Sehngleitfläche des Strahlbeins und der Sehne (Traumatheorie u. a. WESTHUES 1983; DOIGE u. HOFFER 1983))
2. Durch Thrombosen der distalen Strahlbeinarterien ausgelöste Ischämie mit nachfolgender ischämischer Nekrose des Stahlbeines (Ischämietheorie, u. a. COLLES 1979)
3. Knöcherne Veränderungen als Folge gesteigerter Umbauprozesse, die ein Produkt unphysiologischer Druck- und Zugbelastung des Strahlbeins sind (Trajektorentheorie, u. a. WINTZER u. DÄMMRICH 1971)

Sie fanden in ihren Untersuchungen Arteriosklerosen, ohne dass daraus Veränderungen für den Knochen resultierten, konnten aber keine Thromben nachweisen.

Nach FUSS et al. (1996) weist das Strahlbein unterschiedliche Morphologie auf (keilförmiges und nicht keilförmiges Strahlbein), woraus sich unterschiedliche Belastungsmaxima des Knochens ergeben. Dazu wirkt sich die Lage des Strahlbeins im Huf auf die Hebelarme der tiefen Beugesehne proximal und distal des Strahlbeins aus, die bei einem ungünstigen Verhältnis zueinander dazu führen, dass sich die Druckbelastung des Strahlbeins auf sein distales Ende konzentriert.

Daraus folgt ein Anstieg der Spannung in Knochen und Knorpel und, wenn diese pathologisch wird, eine Knorpeldegeneration, Arthrose, Knochenatrophie und Mangelversorgung.

## *Schrifttum*

OSTBLOM et al. (1982) weisen in ihrer histologischen Untersuchung von strahlbeinlahmen Pferden, die vor der Tötung mit Tetracyclinen behandelt wurden, eine hohe Knochenumbaurate nach. Sie sprechen sich daher gegen die Ischämietheorie aus und unterstützen die Trajektorentheorie.

FRICKER (1988) fand in seiner Untersuchung strahlbeinlahmer Pferde stets Zirkulationsstörungen und in der Sektion stets Stenosen der Aa. digitales auf Höhe der Fesselgelenke. Während er lateral leichte bis hochgradige Stenosen feststellte, waren medial die Arterien verschiedentlich total verschlossen.

Allerdings konnte auch er durch die Gabe von Tetracyclinen eine hohe Knochenumbaurate feststellen.

POOL (1989) beschreibt die Ähnlichkeit der Podotrochlose zu den degenerativen Gelenkerkrankungen, da auch hier ein gering beweglicher, aber stark belasteter Bereich vorliegt. Für ihn entsteht die Erkrankung, wenn bedingt durch angeborene oder erworbene ungünstige anatomische Verhältnisse, der Druck der tiefen Beugesehne auf das Strahlbein nicht gleichmäßig erfolgt, sondern verstärkt nur manche Stellen belastet werden. Wird die Belastung zu groß, treten verstärkt Knochenumbauprozesse auf, die in zystischen Läsionen der Knochenoberfläche enden können. Des weiteren kann es zur Bildung von Granulationsgewebe zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne kommen.

LOSE (1995) ist der Meinung, dass sich durch eine gesteigerte Spannung in der tiefen Beugesehne ein Bockhuf formt und eine Podotrochlose entsteht. Bei Pferden mit unterschiedlich geformten Hufen (ein Bockhuf und ein physiologisch geformter Huf) sind beide tiefen Beugesehnen verstärkt gespannt, allerdings in unterschiedlich starker Ausprägung. Die relativ verkürzten Sehnen verursachen bei jedem Schritt eine Kompression der Hufrolle, was schließlich zu einer Bursitis und degenerativen Veränderungen führt.

STRAßER (1996) ist der Ansicht, dass hohe Trachten und zu lange Eckstreben Druck gegen die Strahlbeinregion ausüben und so zu einer schmerzhaften Huflederhautentzündung führen, die ihrer Meinung nach die einzige Lahmheitsursache bei klinisch feststellbarer Podotrochlose ist. Des weiteren führt sie an, dass das Pferd aufgrund der Schmerzen der Huflederhautentzündung, die durch die Quetschungen und Zerrungen als Folge der Hebelwirkung der zu langen



## *Schrifttum*

Trachten und Eckstreben entstehen, das Hufbein steiler stellt. Hieraus resultierend wird der Winkel zwischen Hufbein und Kronbein kleiner, und das Strahlbein wird so die Aa. digitales abklemmen.

AICHINGER (1998) sieht die Ursache der chronischen aseptischen Podotrochlitits in einer fortgesetzten Überdehnung der tiefen Beugesehne im Bereich der Hufrolle. Dies führt zunächst zu einer Beschädigung und im weiteren Verlauf durch Überanstrengung der Sehne durch forcierte Bewegungen und scharfe Wendungen zu Verletzungen.

DIK et al. (1995) sehen einen Zusammenhang zwischen der Form des Strahlbeins und dem Auftreten von Podotrochlose. Sie diskutieren eine erbliche Prädisposition bedingt durch die Vererbung der Strahlbeinform.

## **2.4 Pathogenese und Pathologie der Podotrochlose**

Nach WESTHUES (1938) treten die pathologischen Veränderungen im Sinne einer Podotrochlose zuerst an der tiefen Beugesehne auf. Er findet keine Strahlbeinveränderung, ohne dass gleichzeitig die Sehne verändert ist. Makroskopische Veränderungen der synovialen Wand der Bursa treten in seinen Untersuchungen nicht auf. Als anfängliche Veränderung tritt der Verlust der homogenen bläulichen Farbe der Sehnengleitfläche ein, welche sich dann unregelmäßig weiß-gelblich, gelblich oder gelblich-braun darstellt. Oft sieht er eine dunkelgelbglänzende Delle in der Mitte der Gleitfläche der Sehne, die er als Bügeldelle bezeichnet. Gleichzeitig mit der Gelbverfärbung der Sehne und der Eindellung geht eine Demaskierung der Sehnenfasern einher. Bei stärker veränderten Hufrollen sieht er Usuren und Auffaserungen der Sehne. Die Veränderungen am Strahlbein verlaufen ähnlich. Auch hier geht der homogen bläuliche Farbton in einen dunkleren, gelblichen, später schmutzig braungelben Ton über. Die Strahlbeinfläche ist meist geringer verändert, bei vielen weist die Sehne deutliche Bügeldellen, Auffaserungen und Usuren auf, während das Strahlbein noch völlig intakt erscheint. DROMMER et al. (1992) stellen ebenfalls dar, dass die tiefe Beugesehne vielfach stärker betroffen ist und der Faserknorpel mitunter trotz ausgeprägter

## *Schrifttum*

Sehnenveränderungen nicht in das Krankheitsgeschehen miteinbezogen ist, obwohl sich die pathologischen Befunde an tiefer Beugesehne und Strahlbein meist wechselseitig beeinflussen.

WILKINSON (1953), OLSSON (1954) und O'BRIEN (1975) beschreiben die selben Veränderungen, allerdings ohne auf die Frage einzugehen, welche Struktur sich zuerst verändert.

Nach ACKERMAN (1977) beginnt die Podotrochlose als eine Entzündung der Bursa podotrochlearis, die eventuell Erosionen der Facies flexoria des Strahlbeins vorantreibt. Diese Erosionen findet er um den Sagittalkamm gelegen, als ovoide oder elliptische Defekte mit trübem, granuliertem, rotem Grund.

O'BRIEN (1975) findet keine Hinweise auf eine Entzündung und stellt die Podotrochlose als degenerative Erkrankung dar. Oberflächliche Veränderungen des Knorpels werden begleitet von einer Verschmälerung der subchondralen Knochenplatte, welche radiologisch nachzuweisen ist.

Für NUMANS u. van der WATERING (1973) sind die Knorpelveränderungen eine Folge der subchondralen Knochenatrophie.

DÄMMRICH et al. (1983) führen Gefügestörungen im Faserknorpel als Folge der belastungsbedingten Umbauvorgänge im Strahlbein als Ursache für eine Ernährungsstörung der Chondrozyten an, welche zu einer herdförmigen Atrophie des Knorpels führt. Über fortschreitenden subchondralen Knochenabbau und Abbau des mineralisierten Knorpelgewebes kommt es zu Auffaserungen, Einbrüchen, Nekrosen und Usuren. Hieraus entsteht ein endostaler Pannus, der in der progressiven Phase Knorpel- und Knochengewebe abbaut. Schließlich bildet sich eine Knochenglatze, die im weiteren Verlauf von einer schalenförmigen Osteosklerose demarkiert wird.

NUMANS u. van der WATERING (1973) weisen ebenfalls auf bindegewebige Adhäsionen zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne hin, die sogar zu einer Sehnenruptur führen können, wenn die Adhäsion auseinanderreißt und eine geschwächte, zerrissene, nekrotische Stelle hinterläßt (BAUM 1974).

Nach HERTSCH u. ZELLER (1976) entstehen bindegewebige Verwachsungen als Folge von zentralen Durchbrüchen auf der Facies flexoria des Strahlbeins.

## *Schrifttum*

POULOS (1983) kam wie BRANSCHIED (1977) bei seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis, dass erst der Verlust des Faserknorpels der Sehnengleitfläche eintritt und es anschließend zu Erosionen der Oberfläche der anliegenden tiefen Beugesehne kommt. Bei sehr großen, endständig kolbigen Canales sesamoidales sind vermehrt Usuren der Sehnengleitfläche zu finden, die jedoch ebenso ohne in Größe und Form veränderte Canales sesamoidales auftreten. Dementsprechend lassen Form, Anzahl und Größe der Canales sesamoidales keinen sicheren Rückschluss auf entsprechende Veränderungen der Facies flexoria des Strahlbeins zu (DELIUS 1982).

In Anlehnung an OLSSON (1954) lassen sich die Veränderungen der Hufrolle in vier Gruppen einteilen:

1. Keine krankhaften Veränderungen: Intakter Knorpel normaler Farbe, keine Verdickung der Bursawand und eine intakte Sehnenoberfläche
2. Geringgradige Veränderungen: Verschmälerung und leichte Verfärbung des Faserknorpels, vereinzelt Knorpelerosionen und eine Gelbverfärbung der Sehnenoberfläche, eventuell beginnende Auffaserung der Sehne
3. Mittelgradige Veränderungen: Großflächige Knorpelerosionen, schwerwiegende Farbveränderungen und teilweise Aufrauung der Strahlbeinoberfläche. Die Sehne ist gelb verfärbt und aufgefasert.
4. Hochgradige Veränderungen: Die Knorpeloberfläche der Facies flexoria ist total zerstört, die Oberfläche ist sehr rau und verfärbt. Die Sehne ist schwerwiegend verändert, d.h., sie ist aufgefasert, dunkel verfärbt und zum Teil mit dem Strahlbein verklebt oder verwachsen.

## **2.5 Klinische Bedeutung der pathomorphologischen Befunde**

DOIGE und HOFFER (1983) fanden in ihrer Untersuchung heraus, dass sowohl bei Pferden mit klinisch festgestellter Podotrochlose als auch bei lahmfreien die Hufrolle degenerative Erscheinungen wie bräunliche Verfärbungen an Strahlbein und Sehne, Aufrauung der Facies flexoria des Strahlbeins und Auffaserung der Sehnenoberfläche, aufweist.

## *Schrifttum*

Die Läsionen der Pferde mit diagnostizierter Podotrochlose sind jedoch ausgeprägter und zahlreicher.

DROMMER et al. (1992) kommen zu dem gleichen Ergebnis, sie fanden auch bei lahmfreien Pferden gering bis mittelgradige Läsionen. Verwachsungen zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne zeigten jedoch nur Pferde mit klinischer Podotrochlose.

FRICKER (1988) beschreibt, dass die Hufrollen von Pferden mit klinischer Podotrochlose in der Sektion oft unauffällig sind und sich die degenerativen Veränderungen erst im fortgeschrittenen Stadium nachweisen lassen.

ROONEY (1993) ist der Meinung, dass die schweren Veränderungen der Hufrolle, die mit einer Lahmheit verbunden sind, lediglich eine Steigerung der altersabhängigen Degeneration darstellen. Pferde, deren Hufrollen in der Sektion weniger schwere Veränderungen aufweisen, zeigten keine oder unklare klinische Anzeichen für Podotrochlose.

WRIGHT et al. (1998) sehen Knorpeldefekte der Facies flexoria, Erosionen des ventralen Cortex, Auffaserungen der tiefen Beugesehne und Adhäsionen zwischen tiefer Beugesehne und Strahlbein nur bei klinisch an Podotrochlose erkrankten Pferden. Verfärbungen an Strahlbein und Sehne kommen auch bei klinisch gesunden Pferden vor.

Nach GÄNGEL (1985), der die Podotrochlose zu den Arthrosen zählt, sind die degenerativen Knorpelläsionen nicht schmerzhaft, solange sie nicht den subchondralen Knochen mitbetreffen.

## **2.6 Möglichkeiten der Diagnostik**

In der Literatur werden verschiedene Diagnostikverfahren beschrieben.

In der klinischen Diagnostik werden Provokationsproben (in Form von Beugeproben, Brettproben und mit der Hufzange auf den Huf ausgeübtem Druck) und diagnostische Anästhesien angewandt (ACKERMAN 1977; BAUM 1974; FRICKER 1988; SILBERSIEPE et al. 1986; HERTSCH u. HÖPPNER 1999).

## *Schrifttum*

Die Provokationsproben geben Hinweise auf die Lokalisation der Lahmheit, können diese aber nicht genau eingrenzen (LANGFELDT u. HERTSCH 1988).

Als diagnostische Anästhesien werden die des Ramus pulvinus des N. digitalis palmaris, die tiefe Palmarnerven-anästhesie, die mittlere Palmarnerven-anästhesie, die Hufgelenksanästhesie und die Anästhesie der Bursa podotrochlearis angewandt.

Spezifisch für die Podotrochlose ist keine der Anästhesien, da neben der Facies flexoria des Strahlbeins, dem Insertionsabschnitts der tiefen Beugesehne und der Bursa andere Strukturen mit betäubt werden (HERTSCH u. HÖPPNER 1999).

Neben der Erkrankung der eigentlichen Hufrolle nach HERTSCH et al. (1982) kommen bei positivem Ausfall der diagnostischen Anästhesien eine Reihe anderer Erkrankungen als Ursache für die Lahmheit in Betracht (HERTSCH 1993).

Die anderen Ausprägungsformen der Podotrochlose oder Erkrankungen der an die Hufrolle angrenzenden Strukturen können ebenso zu einer Lahmheit führen, so dass durch weiterführende Diagnostikverfahren die genaue Lahmheitsursache abgeklärt werden sollte.

Von großer Bedeutung ist die röntgenologische Untersuchung, die seit 1913 zur Diagnostik der Podotrochlose eingesetzt wird (OLSSON 1954).

OXSPRING (1935) führte zu der latero-medialen Aufnahmerichtung eine neue Projektionsrichtung, die „upright pedal route“ ein. Dabei wird der Huf mit seiner Spitze auf einen eigens dafür entwickelten Klotz gestellt, der durch eine Holz- oder Plexiglaskonstruktion einen konstanten Winkel der Vorderwand oder der Sohle des Hufes zum Boden ermöglicht (nach OXSPRING 1935 sollte die Sohle einen Winkel von 45° zum Boden haben). Die Röntgenkassette wird hierbei senkrecht hinter den Huf gehalten und der waagrecht verlaufende Zentralstrahl ist auf den Kronsaum gerichtet. Ziel ist es, das Strahlbein komplett auf das Kronbein zu projizieren (ohne Überlagerung mit dem Hufgelenkspalt).

Des weiteren beschreibt er eine andere Möglichkeit, die „high coronary route“, bei der das Pferd auf der Röntgenkassette steht, und der Zentralstrahl von dorsal in je nach Autor unterschiedlichen Winkeln zum Boden auf den Kronsaum gerichtet ist (HERTSCH u. ZELLER 1976).

## *Schrifttum*

Die „upright pedal route“ wird von den meisten Autoren bevorzugt und hat Eingang in die Routinediagnostik gefunden (u.a. OXSPRING 1935; NUMANS u. van der WATERING 1973; HERTSCH u. ZELLER 1976; ACKERMAN et al. 1977). HERTSCH u. ZELLER (1976) wählen einen Winkel von 60°, den die Hufsohle zum Boden einnehmen soll. NUMANS u. van der WATERING (1973) bevorzugen einen Winkel von 55°, SCHEBITZ u. WILKENS (1973) einen Winkel von 45°.

Nach HERTSCH u. HÖPPNER (1999) sind mit Hilfe der 0°-Aufnahme der Zehe nach Oxspring (upright pedal route) folgende Befunde zu erheben:

Konturveränderungen des Strahlbeins im Sinne einer Insertionsdesmopathie, kolbig oder verzweigt-deformierte Strahlbeinkanäle am distalen Rand und zentrale Strukturauflösung als Hinweis auf einen Einbruch der Sehnengleitfläche des Strahlbeins oder einen zystoiden Defekt im Strahlbein. Dazu kann die Strukturdicke des Strahlbeins beurteilt werden. Auf der latero-medialen Röntgenaufnahme können sich ebenfalls Einbrüche an der Facies flexoria des Strahlbeins sowie Knochenzubildungen im Fesselbein-Strahlbein-Hufbein- und Strahlbein-Hufbeinband darstellen. Nach OXSPRING (1935) ist eine Strukturänderung im Sinn einer Entkalkung des Strahlbeins als frühestes Symptom einer Strahlbeinerkrankung zu werten. HERTSCH u. ZELLER (1976) sehen diffus-fleckige oder zirkumskripte, durch Zonen vermehrter Sklerosierung begrenzte Aufhellungen in den zentralen Strahlbeinabschnitten als erhebliche röntgenologische Befunde an.

Untersuchungen zur Korrelation röntgenologischer Befunde der Oxspringaufnahme mit pathologischen Veränderungen der Facies flexoria des Strahlbeins haben ergeben, dass es hinsichtlich der Canales sesamoidales nur bei sehr großen, endständig kolbigen Canales ein vermehrtes Auftreten von Usuren der Facies flexoria gibt, wobei erhebliche Veränderungen der Sehnengleitfläche auch ohne in Größe und Form veränderte Canales sesamoidales auftreten (DELIUS 1982).

HERTSCH u. STEFFEN (1986) beschreiben ein vermehrtes Vorkommen von Veränderungen der Facies flexoria bei röntgenologisch darstellbarer Strukturabweichung des Strahlbeins von fein nach grobmaschig oder einer Sklerosierung.

## *Schrifttum*

Präzise Aussagen über die Beschaffenheit der Gleitfläche des Strahlbeins lassen sich mit der seitlichen oder der heute kurz „Oxspring“ genannten upright pedal route Aufnahme nicht oder in nur sehr beschränktem Maße machen (UELTSCHI 1983).

Aus diesem Grund ist von MORGAN (1972) und O`BRIEN (1975) zur nahezu überlagerungsfreien Darstellung der Facies flexoria des Strahlbeins die Tangentialaufnahme beschrieben worden. Hierbei wird der Huf auf die Röntgenkassette gestellt; der Zentralstrahl ist auf die Ballengrube gerichtet und trifft in je nach Autor verschiedenen Winkeln auf die Kassette ( MORGAN (1972) 30°; ROSE et al. (1978) 55°; UELTSCHI (1983) 45° und mehr).

BOTZ u. SIEGER (1984) modifizierten die Technik, in dem sie die Röntgenkassette in einen Holztunnel einlassen, auf den das Pferd seinen Huf stellt.

Durch den Winkel der Kassette von 45° zum Boden wird erreicht, dass die Röntgenstrahlen senkrecht auf den Film treffen.

Durch die Tangentialaufnahme, bei der das Strahlbein zwischen die Hufbeinäste projiziert wird, lassen sich Zubildungen der Facies flexoria, die Stärke und Struktur der subchondralen Gleitflächenkompakta, die Übergangszone Kompakta- Spongiosa und die Spongiosastruktur einschließlich der Canales sesamoidales beurteilen und Einbrüche der Sehnengleitfläche von zystoiden Defekten im Strahlbein unterscheiden (O`BRIEN 1975; TELLHELM 1984; HERTSCH u. HÖPPNER 1999). HERTSCH u. ZELLER (1976) halten die Tangentialaufnahme, die ihrer Meinung nach nur der Darstellung der Kontur der Facies flexoria des Strahlbeins dient, in der Routinediagnostik für nicht erforderlich.

Während UELTSCHI (1983) die Bedeutung der Tangentialaufnahmen zur Beurteilung der Gleitflächenveränderungen hervorhebt, beurteilen TELLHELM (1984) und RECKELS (1991) den Wert der Tangentialaufnahmen kritisch, da sich durch geringe Winkelveränderungen der Projektionsrichtung, wie sie unter Praxisbedingungen leicht auftreten können, die Kompaktadicke und der Übergang zwischen Kompakta und Spongiosa unterschiedlich darstellen und dies zu einer falschen Beurteilung des Strahlbeins führen kann. Nach HORNBERG (1991) können Zubildungen der Facies flexoria und ein verschwommener Übergang zwischen

## *Schrifttum*

Kompakta und Spongiosa der Facies flexoria nur durch die Tangentialaufnahme erkannt werden. Diese zusätzlichen Befunde führen zu einer anderen Beurteilung des Strahlbeins als nur nach der Oxspringaufnahme. Ihrer Meinung nach sollte die Tangentialaufnahme, auch zur frühzeitigen Erkennung osteolytischer Prozesse, generell bei Ankaufsuntersuchungen und Gutachtenerstellung angefertigt werden.

GABRIEL et al. (1998) stellten eine Abhängigkeit zwischen der Dicke der Kompakta des Strahlbeins und des Pferdetyps sowie der Nutzung des Pferdes fest. Sie fanden bei der trainingsinduzierten Verdickung der Kortikalis keine degenerativen Erkrankungen des Faserknorpels.

Allen Röntgentechniken gemein ist, dass sich im Bereich der Zehe nur Veränderungen des Knochens (und eventuelle Verknöcherungen und Verkalkungen der Weichteile) darstellen lassen. Auch zeigen sich nicht in jedem Fall röntgenologische Veränderungen bei Podotrochlose (BAUM 1974). Nach DÄMMRICH et al. (1983) besteht nicht selten eine Diskrepanz zwischen klinischem Befund und dem Ausmaß an röntgenologischen Veränderungen. Röntgenologisch gering erscheinende Veränderungen können mit deutlichen klinischen Erscheinungen und umgekehrt kombinierbar sein. HERTSCH et al. (1982) beschreiben deutliche Knorpelveränderungen und sogar Durchbrüche auf der Facies flexoria des Strahlbeins, die röntgenologisch nicht nachweisbar sind und erst in der Sektion erkannt werden.

Da besonders bei der Hufrolle die Darstellung der Weichteilstrukturen von großer Bedeutung ist, wurden weitere Verfahren zur Diagnostik entwickelt.

HAUSER et al. (1982) beschreiben die Technik der Ultraschalluntersuchung der Hufrolle eines gesunden Pferdes von der Ballengrube aus.

BUSONI u. DENOIX (1999) wenden die transcuneale Ultraschalluntersuchung zur Podotrochlosediagnostik an. Sie stellen per Ultraschall die palmare Fläche des Strahlbeins, den distalen Abschnitt der tiefen Beugesehne und deren Insertionsfläche am Hufbein dar. Unregelmäßigkeiten der Facies flexoria des Strahlbeins, der knöchernen Umbau des distalen Randes des Strahlbeins, Insertionstendopathien am



## *Schrifttum*

Hufbein und Umfangsvermehrungen des Lig. sesamoideum distale impar lassen sich so feststellen.

Als weiteres Diagnostikverfahren wird die technisch sehr aufwendige Computertomographie der Hufrolle von TIETJE (1995) vorgestellt. Trotz der Nachteile von Vollnarkose und hohen Kosten ist in Einzelfällen speziell bei Erkrankungen im Strahlbeinbereich die Indikation für eine computertomographische Abklärung gegeben.

WRIGHT et al. (1999) stellen die endoskopische Untersuchung der Bursa podotrochlearis bei septischen Entzündungen vor. Die Endoskopie ermöglicht ihnen, direkt das Ausmaß der Verletzung und Entzündung zu beurteilen. Durch die Spülung des in Folge einer Nageltrittverletzung kontaminierten Schleimbeutels während der Endoskopie unterstützen sie die Heilung.

TIETJE et al. (2000) beschreiben die Endoskopie der Bursa bei Podotrochlose, wobei sie anführen, dass pathologische Prozesse wie Zottenhypertrophie und Adhäsion die geringe Übersichtlichkeit des nur kleinen synovialen Raumes weiter einschränken können. Die einsehbaren Strukturen können optimal beurteilt werden, und es sind auch therapeutische Ansätze möglich.

Nach JAHN u. SILL (2000) sind die dorso-palmare Kante des Strahlbeins, seine Sehngleitfläche, der bursaseitige Anteil der tiefen Beugesehne und die Innenauskleidung der Bursa endoskopisch einzusehen und zu beurteilen.

UELTSCHI (1977), UELTSCHI (1999) und PÜTZ (1993) beschreiben die szintigraphische Untersuchung der Hufrolle. Frühe Stadien der Strahlbeinerkrankung können hiermit erkannt und bei unsicheren radiologischen Veränderungen kann sich durch die Szintigraphie die Diagnose bestätigen. Allerdings ist es möglich, dass ein vermehrter Knochenumbau im Strahlbein auch ohne Erkrankung auftritt und vorübergehend ist. Ebenso kommen Fälle vor, bei denen das Strahlbein zwar hochgradig verändert ist, aber keinen vermehrten Knochenstoffwechsel zeigt und somit in der Szintigraphie unauffällig ist.

## 2.7 Bursographie

Die kontrastmittelunterstützte Röntgenuntersuchung der Bursa podotrochlearis wird von TURNER u. ADAMS (1997)\* eingeführt.

An 97 zur Lahmheitsuntersuchung vorgestellten Pferden wird die Bursographie in Verbindung mit der Anästhesie der Bursa podotrochlearis durchgeführt.

Die Injektion von 3 ml einer 1:1 Mischung aus Lokalanästhetikum und Kontrastmittel erfolgt von mit palmar, wenig proximal der mittleren Strahlfurche in einer Linie mit der Strahlspitze und parallel zur Sohle vorgeschobener Kanüle in die Bursa. Die Kanüle wird soweit vorgeschoben bis ein Widerstand spürbar ist. (Die Vordergliedmaße wird für die Injektion im Karpus abgebeugt.)

Der Sitz der Kanüle wird durch eine latero-mediale Röntgenaufnahme kontrolliert. Idealerweise befindet sich die Kanülenspitze mittig zwischen Margo proximalis und distalis. Nach der Injektion wird zunächst eine latero-mediale Aufnahme gemacht, die der Kontrolle der Füllung der Bursa dient.

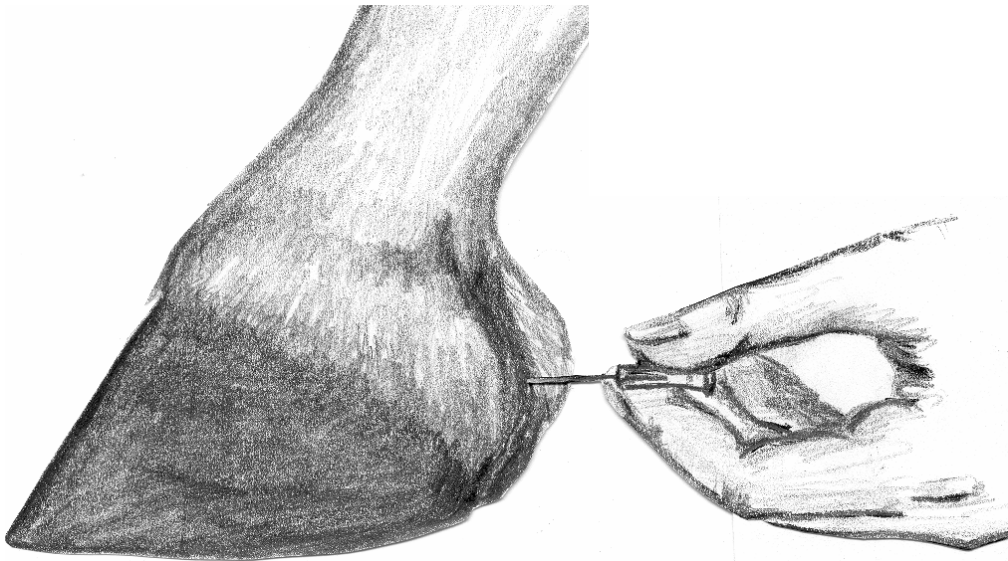


Bild 3: Injektion der Bursa podotrochlearis ( gezeichnet nach POLLITT 1999)

\* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

## Schrifttum

Ist die Bursa gefüllt, schließen sich tangentielle Röntgenaufnahmen an. Eine klar abgegrenzte Kontrastmittellinie in Kontakt mit der tiefen Beugesehne wird normalerweise durch eine als Aufhellung sichtbare Schicht Faserknorpel von der Kortikalis des Strahlbeins getrennt.

Auf dieser Grundlage werden fünf verschiedene Befunde von ihnen erhoben:

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

Im Vergleich zur normalen Tangentialaufnahme werden durch die Bursographie in 60% der Fälle dieser Untersuchung weiterführende Befunde erhoben. So erlaubt die Bursographie, zusätzliche Aussagen über die Pathologie der sonst radiologisch nicht erfassbaren Strukturen zu machen (TURNER u. ADAMS (1997)\*.

Kommentar:

TJETJE et al. (2000) vergleichen die native Röntgendarstellung der Hufrolle mit der kontrastmittelunterstützten Darstellung und der Endoskopie der Bursa podotrochlearis an 40 post-mortem abgesetzten Vordergliedmaßen und 5 klinischen Fällen.

Die Strahlbeinregion wird nativ und kontrastmittelunterstützt in jeweils drei Ebenen geröntgt (0° nach Oxspring, 90° und tangential).

Für die Bursographie punktieren sie die Bursa podotrochlearis ebenfalls von palmar, die Einstichstelle liegt median im mittleren Drittel der Ballengrube.

Die Stichrichtung wird leicht nach abaxial gewählt, da es beim Zurückziehen der Kanüle häufig zu einem geringen Kontrastmittelrückfluß kommt und dieser die Beurteilung im Bereich des Sagittalkamms durch Überlagerung einschränkt.

\* persönliche Mitteilung, Zusammenfassung veröffentlicht

## *Schrifttum*

Die Kanüle wird parallel zur Hufsohle oder etwas nach distal Richtung Zehenspitze bis zur Bursa vorgeschoben und eine Menge von 3 ml einer 1:1 Mischung aus Anästhetikum und Kontrastmittel injiziert.

Die Kontrastmittelausbreitung auf Höhe des Strahlbeins und die Füllung der Recc. palmares werden ausgewertet.

Auf der Tangentialaufnahme zeigt sich das Kontrastmittel im Bereich des Strahlbeins als Kontrastmittelstreifen palmar der Kortikalis der Facies flexoria abgegrenzt durch eine Aufhellungslinie, die durch die entsprechende Knorpelschicht hervorgerufen wird.

Dieser Kontrastmittelstreifen wird auf seine Dicke, Gleichmäßigkeit und Oberflächenbeschaffenheit zu Strahlbein und tiefer Beugesehne hin überprüft und die Darstellung der Aufhellungslinie palmar der Kortikalis und eine mögliche fokale Kontrastmittelfüllung des subchondralen Knochens beurteilt.

Alle Röntgenaufnahmen werden in negativ, verdächtig, geringgradig positiv und deutlich positiv eingestuft.

Bei den abgesetzten Gliedmaßen werden folgende Ergebnisse erzielt:

Die Gegenüberstellung der Verfahren ergibt, dass sich durch die Bursographie im Vergleich zur nativen Röntgendarstellung in der Hälfte der Fälle ein anderer Befund ergibt (in 16 Fällen eine Verschiebung zum pathologischen, in 4 Fällen zum physiologischen).

Die Endoskopie zeigt in den Fällen, bei denen röntgenologisch ein Gleitflächeneinbruch festzustellen ist, Adhäsionen zwischen Sehne und Strahlbein.

Bei 17 Vordergliedmaßen werden am Übergang vom mittleren Drittel zum distalen Drittel des Strahlbeins „vinculae-ähnliche“ Verbindungen zwischen Strahlbein und tiefer Beugesehne erkannt, 5 bzw. 6 dieser 17 Vordergliedmaßen seien bursographisch negativ oder lediglich verdächtig (wie viele davon positiv sind, ist nicht ersichtlich).

An einer Gliedmaße ohne Kontrastlinie auf Höhe des Strahlbeins in der Bursographie und bei drei Gliedmaßen mit unterbrochener Kontrastmittellinie ergibt die im Hinblick auf Adhäsionen oder andere deutliche Veränderungen negative Endoskopie keinen Hinweis auf den Grund für die offensichtlich unvollständige

## *Schrifttum*

Ausbreitung des Kontrastmittels. (Weitere Befundübereinstimmungen oder Unterschiede werden nicht beschrieben.)

Bei den klinischen Fällen handelt es sich um drei Nageltrittverletzungen und zwei rezidivierend lahme Pferde, beide mit einem positiven Ausfall der Anästhesie der Bursa podotrochlearis.

Die Bursographie zeigt bei den Nageltrittverletzungen durch Kontrastmittelabfluß die Eröffnungsstelle der Bursa. In einem Fall ist auf der Tangentialaufnahme eine Oberflächenverletzung der Facies flexoria zu erkennen. In der Endoskopie zeigen drei Fälle Knorpeldefekte, bei einem davon reicht der Defekt bis in den subchondralen Knochen.

Bei den beiden anderen ergibt die Bursographie einmal eine geringgradig unregelmäßige Oberfläche der Kontrastmittellinie zur Sehne hin und einmal eine unregelmäßige Füllung des Rec. palmaris proximalis. Die Endoskopie ergibt im ersten Fall eine Auffaserung der tiefen Beugesehne, im zweiten Fall eine Synovialitis mit Adhäsion im Rec. palmaris proximalis.

Abschließend kommen sie zu dem Ergebnis, dass die Bursographie gerade bei der Durchführung der Schleimbeutelanästhesie einfach damit kombinierbar ist und sie die Aussagekraft vor allem im Hinblick auf die Weichteile erheblich erweitert.

## **2.8 Punktionstechnik der Bursa podotrochlearis**

Im Schrifttum wird die Punktion der Bursa podotrochlearis neben der Bursographie im Rahmen der Lahmheitsdiagnostik zur diagnostischen Anästhesie beschrieben.

Der Zugang zum Hufrollenschleimbeutel erfolgt meist von palmar, wobei die Beschreibung der Technik nicht einheitlich ist.

Nach BYARS u. BROWN (1982) wird eine 18 gauge 2“ bis 3“ Spinalnadel in caudo-cranialer Richtung zwischen den Hufballen eingestochen und in etwa bis auf Höhe des Kronsaums, bis sie auf Knochen trifft, vorgeschoben. WISSDORF et al. (1998) stellen den Huf zur Injektion auf einen Holzklötz. Die Injektionsstelle befindet sich palmar in der Medianen am Übergang des mittleren zum distalen Drittel der

## *Schrifttum*

Ballengrube. Die Stichrichtung verläuft parallel zur Hufsohle. Sie weisen darauf hin, dass der Hufrollenschleimbeutel versehentlich bei der Punktion des Hufgelenks von lateral oder medial punktiert werden kann.

GIBSON et al. (1990) verwenden eine 20 gauge 2,5“ Kanüle, die sie in dorsaler Richtung zwischen den Hufballen durch die Haut ca. 1cm über dem Huf vorschieben, bis sie Knochenkontakt spüren. Der genutzte Winkel der Kanüle zur Horizontalen variiert je nach Hufform, meist ist die Kanüle auf die Mitte zwischen Sohle und proximalem Rand der Vorderwand des Hufes gerichtet. VERSCHOOTEN et al. (1990) punktieren die Bursa zur Cortisoninjektion von palmar oder von schräg lateral zwischen tiefer Beugesehne und Strahlbein. Wegen der Gefahr der versehentlichen Punktion des Hufgelenks injizieren sie erst Kontrastmittel und fertigen ein Röntgenbild mit latero-medialem Strahlengang an.

STASHAK (1989) nutzt eine 0,9 mm/ 50 mm Kanüle, die zwischen den Ballen an der Basis der Ballengrube parallel zum Kronsaum eingestochen wird, bis sie auf Knochen trifft. HERTSCH et al. (1982) punktieren zentral in der Ballengrube am Übergang der Fesselbeuge zum Ballen. Die Kanüle ist auf die Zehenspitze gerichtet. Die Lage der Kanüle wird röntgenologisch kontrolliert.

Nach POLLITT (1999) versagt die Bursapunktion oder ist schwer auszuführen, wenn weitreichende Verklebungen zwischen tiefer Beugesehne und Strahlbein vorliegen und die Bursa lumenlos ist.