

# Zur Diagnostik des Podotrochlose-Syndroms in der Praxis

B. Hertsch und Stefanie Höppner

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

## Zusammenfassung

Die Podotrochlose oder „Hufrollenerkrankung“ der Vordergliedmaße beim Pferd ist eine schon mehr als 200 Jahre bekannte Lahmheitsursache. *Turner (1829)* bezeichnet diese Erkrankung als „navicular joint disease“ (Strahlbein-Gelenk-Erkrankung) und definiert das Syndrom als eine Entzündung der Synovialmembran zwischen der tiefen Beugesehne und dem Strahlbein, die zu einer Abrasion und verschieden ausgeprägter Destruktion des Strahlbeines, der tiefen Beugesehne und des Schleimbeutels führen kann.

100 Jahre später entwickelt *Oxspring (1935)* eine Röntgentechnik, die eine Beurteilung des Strahlbeines ermöglicht und die klinische Diagnostik erweitert.

Ausführliche pathologisch-anatomische Studien (*Delius 1982, Hertsch et al. 1982, Poulos 1983*) führen in den nächsten 50 Jahren zu einer exakten anatomischen Zuordnung der röntgenologisch nachgewiesenen Veränderungen, so daß man heute die Strahlbeinlahmheit entsprechend differenziert betrachten muß (*Hertsch 1983, Pool et al. 1989*).

Die Diagnose des Podotrochlose-Syndromes stützte sich noch bis vor wenigen Jahren auf unspezifische Hinweise, wie Verlauf der Lahmheit, klinische Befunde am Huf und an der Gliedmaße, positiver Ausfall der Anästhesie der Digitalnerven und röntgenologische Befunde am Strahlbein (*Langfeldt und Hertsch 1988*).

Vor 10 Jahren veröffentlichte *Schött (1989)* die Methode der Kompartiment-Druckmessung als direkte Druckmessung im Hufgelenk als Beitrag zur Pathogenese und Therapie von Strahlbein- und Hufgelenkerkrankungen. In diesem Zusammenhang wurden die Hufgelenk- und Bursa podotrochlearis-Anästhesie (*Dyson 1993, Höppner 1993, Pleasant et al. 1997*) in ihrem diagnostischen Wert bei der Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms nach *Hertsch et al. (1982)* überprüft.

Obwohl die Pathogenese der Strahlbeinlahmheit noch nicht eindeutig geklärt ist und die verschiedenen Theorien sich in ebenso verschiedenen Therapiemethoden wiederfinden (*Turner 1986*), kann nur das Bemühen um eine ätiologische, differenzierende Diagnostik zur Wahl der adäquaten, erfolgversprechenden Therapiemethode führen und die Neurektomie der Digitalnerven als ultima ratio belassen.

**Schlüsselwörter:** Podotrochlose-Syndrom, Provokationsproben, Leitungsanästhesien, Hufgelenkanästhesie, Bursa navicularis-Anästhesie, intraartikuläre Druckmessung, Röntgenuntersuchung

---

## Diagnosis of the navicular-syndrome in equine practice

Podotrochlosis in the thoracic limbs in horses is known as a cause for lameness for more than 200 years.

*Turner (1829)* named this disease „navicular joint disease“ and defined the syndrome as an inflammation of the synovial membrane between the deep digital flexor tendon and the flexor surface of the navicular bone, causing abrasion and different degrees of destruction of the navicular bone, the deep digital flexor tendon and the navicular bursa.

100 years later *Oxspring (1935)* developed a technique for radiographic examination of the navicular bone, thus improving the diagnostic techniques.

In the following 50 years detailed studies on pathological anatomy (*Delius 1982, Hertsch et al. 1982, Poulos 1983*) helped to distinguish and interpret the radiological findings. The conclusion is that the navicular-lameness has to be differentiated according the involved anatomical structures (*Hertsch 1983, Pool et al. 1989*).

Up to a few years the diagnosis podotrochlosis-syndrome was made on unspecific symptoms as course of the lameness, clinical findings on the hoof and the fore limbs, positiv digital nerve block and radiological findings on the navicular bone (*Langfeldt und Hertsch 1988*).

Ten years ago *Schött (1989)* published a technique for compartment pressure measurement as direct measurement of the intra-articular pressure in the coffin joint as contribution to the pathogenesis and therapy of navicular and coffin joint lameness. With this relation the diagnostic value of the anesthesia of the coffin joint and the navicular bursa (*Dyson 1993, Pleasant et al. 1997*) for differentiation of the podotrochlosis-syndrome (*Hertsch et al. 1982*) was evaluated again.

Although the pathogenesis of the navicular-lameness has not been totally clarified and different theories can be found in different methods for treatment (*Turner 1986*), only the trouble and effort to find an aetiological and differentiating diagnosis can lead to an adequate successful therapy and leave the neurectomy of the digital nerves as the last expedient.

**keywords:** podotrochlosis-syndrome, provocation tests, diagnostic anesthesia, coffin joint anesthesia, navicular bursa anesthesia, intraarticular pressure measurement, radiographic examination

## Nomenklatur

Beim Podotrochlose-Syndrom handelt es sich um ein Krankheitsbild mit mehreren charakteristischen Symptomen. Im Bemühen um die Klärung der Ätiopathogenese der „Strahlbeinlahmheit“ haben Autoren der verschiedensten Fachrichtungen dokumentiert, daß die Strukturen im kaudalen Hufbe-

reich einzeln oder kombiniert lahmsheitsverursachend sein können, ohne daß es sich dabei immer um verschiedene Stadien einer Erkrankung handeln muß. Grundlage für die Bezeichnung „Syndrom“ war die Differenzierung der „Strahlbeinlahmheit“ nach den beteiligten anatomischen Strukturen.

Die vielgestaltige Nomenklatur spiegelt diese Entwicklung wieder :

- Joint capsular lameness (Bridges 1752)
- Navicular joint disease (Turner 1829)
- hintere Hufgelenklahmheit,  
- entzündung (Gutenäcker 1900)
- chronische Hufrollenentzündung
- aseptische Fußrollenentzündung
- Strahlbeinlahmheit, - erkrankung
- Navicular Disease
- Podotrochlitits chronica aseptica
- Podotrochlose
- Caudal hoof lameness syndrome (Turner 1987)
- Navicular Syndrome (Turner 1989)
- Podotrochlose-Syndrom

## Diagnostik

Bei der Diagnostik des Podotrochlose-Syndroms ist die pathologisch-anatomische Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms von den Differentialdiagnosen abzugrenzen (Hertsch 1983).

Das Podotrochlose-Syndrom nach Hertsch et al. (1982) ist

1. *Podotrochlose – Die Erkrankung der eigentlichen Hufrolle*  
Veränderungen auf der Facies flexoria des Strahlbeines sind als Sesamoidose podotrochlearis (Chondropathie) zu bezeichnen. Das Endstadium dieser Erkrankungsform ist der zentrale Einbruch der Facies flexoria (Abb. 1) ohne erkennbare Deformierung der Canales sesamoidales.

Die damit in Verbindung stehenden Veränderungen in der tiefen Beugesehne ist die Tendinose podotrochlearis (Tendopathie) und die Erkrankung der Bursa selbst (Bursitis podotrochlearis) (Abb. 2).

Diese Krankheitszustände betreffen die Hufrolle, beeinflussen sich wechselseitig und stehen in Kombination miteinander.

2. *Insertionsdesmopathien – Veränderungen im Ansatzbereich der Strahlbeinbänder*

Sie sind durch Zerrung oder Dehnung an den Ansatzstellen der einzelnen Strahlbeinbänder bedingt und röntgenologisch anhand der Konturveränderung des Strahlbeines als Knochenzubildungen zu differenzieren (Abb. 3).

3. *Strahlbeinerkrankung mit Hufgelenkbeteiligung*

Formveränderungen der Canales sesamoidales (Strahlbeinkanäle) am distalen Rand des Strahlbeines entwickeln sich bei starker Belastung des Hufgelenkes und sind röntgenologisch auf den Aufnahmen nach Oxspring (1935) darstellbar.

Aus einer Hufgelenkerkrankung mit einem erhöhten Gelenkinnendruck kann allenfalls auf eine ebenso starke Belastung, aber nicht auch auf eine pathologisch-anatomische Veränderung der Hufrolle geschlossen werden (Abb. 4).

Die Deformierungen der distalen Canales sesamoidales sind typisch endständig kolbig oder verzweigt. Diese Formveränderungen können eine Größe erreichen, bei der das distale Drittel der Facies flexoria durch Einbrüche zerstört wird. Dabei tritt dann eine Erkrankungsform auf, wie sie unter 1. Podotrochlose beschrieben wurde.

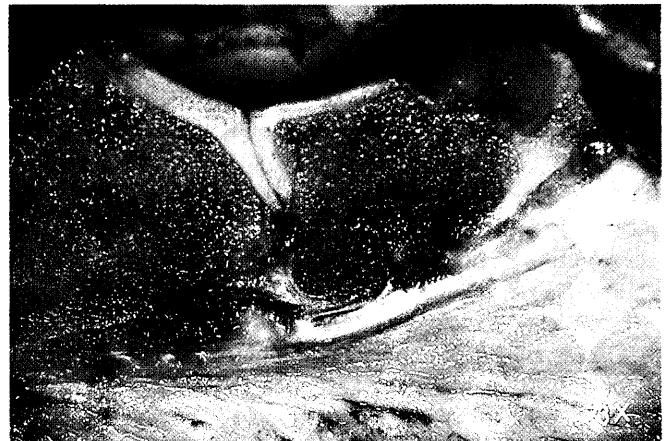


Abb. 1: Strahlbein mit zentralem Einbruch der Facies flexoria im Sagittalschnitt

Navicular bone with impression of the flexor surface in the sagittal plane section



Abb. 2: Präparat einer Bursitis podotrochlearis mit Beteiligung der tiefen Beugesehne

Preparation of podotrochlear bursitis involving the deep digital flexor tendon

Grundlage jeder Lahmheitsuntersuchung ist die komplette klinische Untersuchung mit Adspektion, Palpation, Beurteilung der Funktionsstörung im Schritt und Trab auf hartem Boden, Provokationsproben und diagnostische Anästhesien. Die Fortentwicklung der apparativen diagnostischen Medizin, die der täglichen Praxis vorenthalten bleibt, stellt in dem Moment eine wertvolle Hilfe dar, wo die einfachen Mittel der klinischen Untersuchung zur Abklärung der Diagnose nicht ausreichen.

Die anamnestischen Hinweise auf das Podotrochlose-Syndrom sind unspezifisch. Meist besteht seit längerer Zeit eine intermittierende Lahmheit leichten Grades, die zunächst oft als Hangbein- und damit als Schulterlahmheit diagnostiziert wird (Ackermann et al. 1977).

Bei der Adspektion in Ruhe haben die am Podotrochlose-Syndrom erkrankten Pferde das Bestreben, den schmerzhaften hinteren Hufbereich zu entlasten, indem sie abwechselnd eine Vordergliedmaße gestreckt nach vorne stellen (Silbersiepe et al. 1986). Eine typische Hufform für das Podotrochlose-Syndrom gibt es nicht (Hertsch 1991). Es entsteht eine stumpfe, enge Hufform mit hohen Trachten oder Trachtenzwang und steilem Fesselstand (Silbersiepe et al. 1986) und Strahlatriphie (Beeman 1986). In vielen Fällen können die Hufe als Folge ungenügender oder falscher Hufkorrektur auch spitz sein. Die Trachten sind untergeschoßen und flach oder eingerollt und die Zehenchse ist von der Seite beurteilt im Huf- und/oder Krongelenk überstreckt gebrochen (Abb. 5).

Beim Vorführen im Schritt und Trab auf festem, ebenem Boden fällt ein schleppender, gebundener, klammer Gang evtl. mit Tendenz zum Stolpern auf (Gibson und Stashak 1990). Die zweite Stützbeinphase mit der Überstreckung im Hufgelenk ist verkürzt. Die Lahmheit besteht oft beidseitig, wobei eine Seite stärker betroffen sein kann. Auf weichem Boden sind die Erscheinungen weniger deutlich und können nach längerer Bewegung auch verschwinden. Nach einer Ruhepause werden die Lahmheitserscheinungen wieder deutlicher. Die Lahmheit ist eine gering- bis mittelgradige Stützbeinlahmheit. Häufig ist auch nur eine undeutliche bis geringgradige Funktionsstörung mit wenig charakteristischen Befunden zu erkennen.

Die Palpation liefert beim Podotrochlose-Syndrom nur wenig Befunde, ist aber für die differentialdiagnostische Abgrenzung unerlässlich. In hochgradigen Fällen mit akutem Krankheitsschub kann die Pulsation der Digitalarterien verstärkt sein. Schmerzreaktion bei der tiefen Palpation der Ballengrube kann Hinweis auf eine Tendopathie oder Podotrochlose i.e.S. sein. Eine fluktuierende Schwellung des dorso-proximalen Rezessus des Hufgelenkes im Bereich der Krone deutet auf eine Hufgelenkbeteiligung hin.

Die Provokationsproben sind für die Diagnostik des Podotrochlose-Syndroms speziell erweitert worden (Tab. 1).

**Tab. 1 :** Übersicht zu den Provokationsproben

Survey of the provocation tests

Provokationsproben
- Drehschmerz, Wendeschmerz
- verschiedene Formen der Beugeproben
- verschiedene Formen der Streckproben
- Keilprobe
- Brettprobe
- Druckschmerzhaftigkeit bei Palpation bzw. Hufzangenuntersuchung
- Rotations-, Flexions-, Extensionsproben an der aufgehobenen Gliedmaße

Die Beugeprobe der Zehe gibt Hinweise auf schmerzhafte Prozesse auf der Beuge- und Streckseite der beanspruchten Gelenke (Abb. 6). Beim strahlbeinlahmen Pferd beobachten Turner (1989) und Gibson und Stashak (1990) eine

positive Reaktion wobei das Strahlbein nicht nur eine Kompression zwischen Huf- und Kronbein erfährt, sondern auch die das Strahlbein fixierenden Weichteile beansprucht werden. Nach Todhunter und Lust (1990) werden bei der Übersichtsbeugeprobe der Zehe in erster Linie die Mechano- und Nozizeptoren in Gelenkkapsel und -bänder stimuliert.

Der Wendeschmerz wird bei der Strahlbeinlahmheit als Symptom im Schritt in engen Wendungen beschrieben (Mac Gregor 1986, Gibson und Stashak 1990). Das hat dazu geführt, daß einige Autoren zur Absicherung beim Verdacht auf Podotrochlose lahme Pferde auf engem Zirkel und hartem Untergrund im Trab longieren (Beeman 1984, Firth 1984, Østblom et al. 1984) (Abb. 7). Hertsch (1987) lehnt diese Art der Provokation eines Rotationsschmerzes ab, da insbesondere die Zehengelenke des Pferdes Wechselgelenke sind, die eine Drehung und Kippung nur sehr begrenzt zulassen (Beerhues 1987). Eine unphysiologische Belastung sollte schon wegen der Verletzungsgefahr nicht als tierärztliche Untersuchungsmethode beschrieben werden, um eine geringgradige oder undeutliche Lahmheit stärker in Erscheinung treten zu lassen. Röntgenologisch nachweisbare Randexostosen an Huf- und/oder Krongelenk sind häufig Ursache für Wendeschmerz und Schmerzreaktion bei Rotationsproben (Hertsch und Beerhues 1988).

Den Hyperextensionsproben als Keil- oder Brettprobe (Abb. 8) wird von einigen Autoren eine spezifische Reaktion beim Podotrochlose-Syndrom beigemessen (Knezevic 1975, Keller 1976).

Die Strahlruckproben mit Hufuntersuchungszange (Abb. 9) (Beeman 1986) oder Holzkeil (Abb. 10) (Moyer 1989, Turner 1991) sind bei der Diagnostik der Strahlbeinlahmheit unspezifisch (Koepchen 1994). Positive Reaktionen weisen lediglich auf eine Empfindlichkeit im Bereich des Strahles und der Strahllederhaut hin und weniger auf pathologische Zustände im Bereich der Hufrolle.

In der jüngeren Literatur wird das Ergebnis der genannten Provokationsproben als sehr unspezifisch und lediglich als Hinweis auf einen schmerzhaften Prozeß im Zehenbereich gewertet (Schröder 1985, Langfeldt und Hertsch 1988). Dabei ist zu berücksichtigen, daß Lahmheit und positive Provokationsprobe nicht immer eine gemeinsame Ursache haben. Im speziellen Fall der Strahlbeinlahmheit sind die genannten Provokationsproben nicht spezifisch und fallen unterschiedlich stark positiv aus (Christianson und Reinertson 1984).

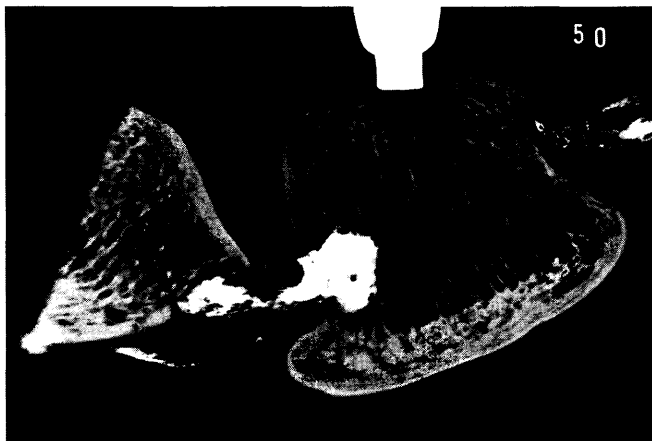
Speziell für die Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms sind die diagnostischen Anästhesien als Leitungs-, Gelenk- und Schleimbeutelanästhesie von unterschiedlicher Bedeutung.

1. Die Anästhesie des Ramus pulvinus wird beidseits medial der Hufknorpel ca. 2 cm tief im Verlauf der tiefen Beugegesehne durchgeführt (je 3–5 ml einer 2%igen Lidocain-Adrenalin-Lösung) (Keller 1976, Zeller 1978, Wintzer 1983, Hertsch 1987, Gerweck et al. 1994). Langfeldt (1986) schränkt den diagnostischen Wert dieser Ramus pulvinus-Anästhesie im Hinblick auf eine Differenzierung der Podotrochlose von den anderen Erkrankungsformen

deutlich ein, da das Innervationsfeld auch an die Bursa angrenzende Strukturen erfaßt. Wenn jedoch die Anästhesie des Ramus pulvinus positiv ausfällt, ist das Umspringen der Lahmheit ein sicherer Hinweis auf Podotrochlose.



**Abb. 3:** Strahlbeinpräparat (Hufgelenkflächen) mit Knochenzubildungen im Bereich der Ansatzstellen der Strahlbeinbänder  
Navicular bone (coffin joint surface) with exostosis along the insertion of the sesamoid ligaments



**Abb. 4:** Fein-Focus-Röntgendarstellung der Hufgelenkaussackung in die Strahlbeinkanäle mit Kontrastmittel im Sagittalschnitt

Fein-Focus-radiograph of the coffin joint extension in the channels along the distal margin of the navicular bone with contrast medium in a sagittal plane section

2. Die tiefe Palmarnerven-anästhesie medial und lateral am Rand der tiefen Beugesehne in der Fesselbeuge (je 3–5 ml einer 2%igen Lidocain-Adrenalin-Lösung) macht u.a. den gesamten Bereich der Hufrolle und des Strahlbeines und z.T. auch des Hufgelenkes schmerzempfindlich. Ein positiver Ausfall oder das Umspringen der Lahmheit ist als deutlicher Hinweis auf eine Strahlbeinlahmheit zu deuten, eine weitere Differenzierung in die Erkrankungsformen gelingt alleine durch die Anästhesie des Ramus pulvinus und der Digitalnerven jedoch nicht (Langfeldt 1986).
3. Mit der mittleren Palmarnerven-anästhesie medial und lateral im Bereich des Fesselkopfes (je 6 ml einer 2%igen Lidocain-Adrenalin-Lösung) wird zusätzlich noch der restliche Anteil des Hufgelenkes (Dyson 1991) aber auch

schon Bereiche des Krongelenkes anästhesiert (Gerweck et al. 1994).



**Abb. 5:** Ungleiche Hufformen beim Podotrochlose-Syndrom, links mit untergeschobenen Trachten und überstreckt gebrochener Zehenachse

Unequal hoof angles with the podotrochlosis-syndrome, on the left with underrun heels and overextended lateral digital axis.



**Abb. 6:** Röntgenologische Darstellung der Beugung der Zehengelenke bei einer Beugeprobe im seitlichen Strahlengang  
Radiographic representation of the flexion in all digital joints with a flexion test in lateral projection



**Abb. 7:** Einseitige, ungleiche Belastung in einer Gliedmaße beim Longieren auf hartem Boden

Unilateral, unequal load in one limb while trotting in a circle on hard ground



**Abb. 8:** Röntgenologische Darstellung der Überstreckung der Zehengelenke bei einer Hyperextensionsprobe im seitlichen Strahlengang

Radiographic representation of the overextension in all digital joints with the hyperextension test in lateral projection



**Abb. 9:** Strahldruckprobe mit der Hufuntersuchungszange  
Frog-pressure-test with the hoof tester

4. Die Hufgelenkanästhesie wird in ihrem diagnostischen Wert bei der Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms kontrovers diskutiert. *Hertsch et al. (1982)* sowie *Hertsch und Steffen (1986)*, *Gibson et al. (1990)* und *Breit (1995)* schließen eine direkte anatomische Verbindung zwischen Hufgelenk und Bursa podotrochlearis aus. Die Anästhesie der Digitalnerven, des Hufgelenkes und der Bursa podotrochlearis überschneiden sich nach den Untersuchungen von *Cochran (1990)*, *Dyson (1991)*, *Dyson und Kidd (1993)* und *Turner (1996)* in Bezug auf



**Abb. 10:** Strahldruckprobe mit einem Holzkeil  
Frog-pressure-test with a wooden wedge



**Abb. 11a:** Kontrastmitteldarstellung der Hufgelenkaussackungen im Vertikalschnitt der Zehe durch das Kronbein  
Extension of the coffin joint after contrast medium injection in vertical plane section of the digit through the pastern bone



**Abb. 11b:** Diffusion des Kontrastmittels vom Hufgelenk in die Bursa podotrochlearis, das Fesselbein-Strahlbein-Band, die tiefe Beugesehne und angrenzende Leitungsstrukturen (Venen, Arterien, Nerven)  
Diffusion of the contrast medium from the coffin joint in the navicular bursa, the proximal sesamoid ligament, the deep digital flexor tendon and the adjoining tract with veins, arteries and nerves

die Analgesie (Abb. 11a u. 11b). *Pleasant et al. (1997)* zeigen, daß Pferde mit einer induzierten navikulären Bursitis nach der Hufgelenkanästhesie signifikant in ihrer Funktion gebessert waren. Daraus folgt, daß eine Hufgelenkanästhesie zur Differenzierung zwischen Hufgelenk- und Strahlbeinlahmheit nicht geeignet ist (*Schebitz 1964*), weil eine Anästhesie des Strahlbein-Hufbeinbandes, der Digitalnerven und der Bursa podotrochlearis nicht ausgeschlossen werden kann. *Wintzer et al. (1976)* beschreiben dagegen, daß eine Diffusion lokalanästhetischer Lösungen vom Hufgelenk in die Bursa podotrochlearis in den meisten Fällen nicht in ausreichend wirksamer Menge stattfindet. Auch eine negative Reaktion auf die Hufgelenkanästhesie heißt nicht, daß das Strahlbein und seine Strukturen nicht für den Schmerz verantwortlich sind (*Dyson 1993*). Damit hat die Hufgelenkanästhesie bedeutend an diagnostischem Wert für die Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms verloren.

5. Die Anästhesie der Bursa podotrochlearis ist nicht in jedem Fall sicher durchzuführen. *Verschooten et al. (1990)*, *Dyson und Kidd (1993)* und *Hertsch (1993)* empfehlen die Injektion nach flouroskopischer bzw. röntgenologischer Kontrolle der Lage der Kanüle. Eine positive Anästhesie des Hufrollen-Schleimbeutels legt eine Pathologie der Bursa selbst, des Strahlbeines und/oder seiner Bänder und/oder der tiefen Beugesehne nahe (*Dyson 1993*).

*Bowker et al. (1996)* haben durch Injektionen von gefärbtem Lokalanästhetikum gezeigt, daß bei Injektion in das Hufgelenk die abaxialen Anteile des Fesselbein-Strahlbein-Hufbein-Bandes fast vollständig von der Synovialhöhle des Hufgelenkes umgeben waren. Gefärbtes Lokalanästhetikum diffundierte aus dem Hufgelenk über das Strahlbein-Hufbein-Band und die tiefe Beugesehne. Die Diffusion nach Injektion in die Bursa podotrochlearis involvierte, ähnlich wie bei der Injektion ins Hufgelenk, Anteile des neurovasculären Bündels. Anhand detaillierter Untersuchungen der sensorischen Nerven im Fesselbein-Strahlbein-Hufbein-Band und Strahlbein-Hufbein-Band (*Bowker et al. 1994*) und der Mikroanatomie des Strahlbein-Hufbein-Bandes (*Bowker und Van Wulfen 1996*) wird deutlich, daß die Anästhesie des Hufgelenkes und der Bursa podotrochlearis keine selektive Beurteilung ihrer exponierten Oberflächen allein zulassen und damit für die Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms nach *Hertsch et al. (1982)* von geringem diagnostischen Wert sind.

Die direkte Druckmessung im Hufgelenk (*Schött 1989*, *Höppner 1993*) als Methode der Kompartiment-Druckmessung erweitert die diagnostischen Verfahren zur Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms.

In Anlehnung an das Kompartiment-Syndrom beim Menschen, wo innerhalb eines umschlossenen Raumes durch Volumenzunahme ein schmerzhafter Druckanstieg erfolgt, können die patho-physiologischen Mechanismen auch auf eine entzündliche Füllung im Hufgelenk übertragen werden. Der Druckanstieg kann zu einer Kompression der kapillären Zirkulation (Abb. 12) mit Auswirkung auf den Stoff-

wechsel im angrenzenden Gewebe, die letztendlich in eine Nekrose einmünden kann, führen (*Witschger und Wegmüller 1993*).



**Abb. 12:** Röntgenologisch-angiographische Darstellung der Kompression der Digitalgefäße nach experimenteller Druckerhöhung im Hufgelenkes durch Injektion von 20 ml Flüssigkeit

Radiographic-angiographic representation of the compression of the digital blood supply after experimentally induced elevation of the intraarticular pressure in the coffin joint with injection of 20 ml fluid

Im Beispiel des Hufgelenkes können exzessive physikalische Kräfte, die während der Bewegung auf das Hufgelenk und die Hufrolle wirken, ein ausreichendes Trauma für die Auslösung von entzündlichen Prozessen bedeuten. Ein entzündlich erhöhter Gelenkdruck kann zum einen zu einer Deformierung der Strahlbeinkanäle am von Gelenkknorpel ungeschützten distalen Rand des Strahlbeines führen (*Hertsch 1983*). Andererseits bewirken die anfänglich entzündlichen Prozesse eine Veränderung der physiologischen Funktion und Gewebepерfusion im Bereich des Strahlbein-Hufbein-Bandes, der tiefen Beugesehne und des Strahlbeines mit seiner dichten Innervation und Gefäßversorgung, die zu weiteren sekundären Veränderungen im Sinne des Podotrochlose-Syndroms führen (*Bowker und Van Wulfen 1996*).

Basierend auf diesen pathophysiologischen Mechanismen stellt die direkte Druckmessung im Hufgelenk ein Verfahren von großem diagnostischen Wert dar (*Hertsch und Höppner 1993*). Die Komplikationsrate ist im Vergleich zur Hufgelenkanästhesie deutlich geringer (*Höppner 1993*). Die Anwendung ist einfach und für die Praxis geeignet (Abb. 13). Die Druckmessung wird am stehenden Pferd mit einem Kompartiment-Druckmeßgerät (Fa. Stryker S.T.I.C. Pressure Monitor System, Mühlheim oder Merex Fa. Cursor, Berlin) (*Hertsch und Hartmann 1996*) oder einem einfachen handelsüblichen Anaeroidmanometer (Fa. Pauldrach medical, Garbsen) (*Pauritsch et al. 1998*) durchgeführt. Die Druckübertragung erfolgt über eine sterile, luftgefüllte Schlauchverbindung (Lectrocath PE Verlängerungskatheter der Fa. Vygon, Aachen). Die Punktionskanüle ist unter sterilen Kautelen vor der Punktion aufzuschrauben. Das Hufgelenk wird im Bereich des dorsalen Rezessus durch Sche-

ren, Reinigen und Desinfektion für die Arthrozentese vorbereitet. Das Pferd ist sicher ruhig zu stellen (Oberlippenstrickbremse oder Sedation) und soll beide Vordergliedmaßen auf ebenem Boden gleichmäßig belasten. Die Druckmessung erfolgt an der belasteten Gliedmaße und beim Aufheben der Gegengliedmaße.



**Abb. 13:** Direkte Druckmessung im Hufgelenk mit dem Stryker® S.T.I.C. Pressure Monitor System (Kompartment-Druckmeßgerät) am stehenden, ruhiggestellten Patienten

Direct intraarticular pressure measurement in the coffin joint with the Stryker® S.T.I.C. Pressure Monitor System in the standing, sedated or twitched patient



**Abb. 14:** Röntgenologische Projektion des Strahlbeines in das Kronbein nach der Oxspring-Technik (rechte Hälfte)

Radiographical projection of the navicular bone in the shadow of the pastern bone using the Oxspring technique (right side)

Nach Hertsch und Höppner (1993) ist ein Hufgelenkdruck von 20–40 mm Hg bei beidseitiger Gliedmaßenbelastung lahmheitsverdächtig, Werte über 40 mm Hg sind als pathologisch und lahmheitsverursachend zu deuten. Beim Aufheben der Gegengliedmaße steigt der Gelenkdruck bei pathologisch reduzierter Viskosität und vermehrter Gelenkfüllung oft auf mehr als das Doppelte an. Makroskopisch kann die Synovia nach Abschrauben des Druckmeßschlauches beurteilt werden. Die Viskosität ist wässrig und die Farbe variiert von gelb bis orange-rötlich.

Die Röntgenuntersuchung bei der Strahlbeinlahmheit dient einerseits dazu, Form, Ausmaß und Grad der Strahlbeinerkrankung näher zu differenzieren und andererseits differentialdiagnostische Abgrenzungen vorzunehmen.



**Abb. 15:** Anfertigung einer Schrägaufnahme des Hufgelenkes im Oxspring-Klotz im Winkel von 315°

Position for the oblique projection of the coffin joint in the Oxspring-block with the angle of 315°



**Abb. 16:** Tangentialaufnahme der Zehe zur Darstellung von Randexostosen am Kron- und Hufgelenk

Tangential radiograph of the toe for representation of marginal osteophytes along the pastern and coffin joint



Eine weitgehend vollständige röntgenologische Beurteilung des Strahlbeines und des Hufgelenkes ist anhand folgender Aufnahmen möglich (*Oxspring 1935, Morgan 1972, Hertsch und Zeller 1976, Hertsch und Beerhues 1988*) :

1. *Zehe 90°* (an der belasteten Gliedmaße)  
Übersicht (einschließlich Hufbein und Gleichbeine)  
Format : 24 cm x 30 cm  
Nachteil : Hufgelenk wird nicht orthograd dargestellt  
Alternative : Darstellung des Hufgelenkes 90° orthograd, Zentralstrahl wird auf den Kronsaum gerichtet  
Befunde :
  - Randexostosen an den Gelenkflächen des Huf- und Strahlbeines.
  - Einbrüche an der Facies flexoria des Strahlbeines oder Fossae nudatae.
  - Knochenzubildungen im Fesselbein-Strahlbein-Hufbein- und Strahlbein-Hufbein-Band.
2. *Zehe 0° nach Oxspring* (Abb. 14, rechte Hälfte) (günstig sind zwei oder mehr Aufnahmen in unterschiedlicher Härte)  
Befunde :
  - Konturveränderungen des Strahlbeines (Insertionsdesmopathie).
  - Kolbig- oder verzweigt-deformierte Strahlbeinkanäle am distalen Rand (in Verbindung mit erhöhtem Hufgelenkdruck als Ausdruck einer chronischen Hufgelenk-Strahlbein-Erkrankung).
  - Zentrale Strukturauflösung als Hinweis auf Einbruch der Sehnengleitfläche des Strahlbeines oder zystoiden Defekt.
  - Beurteilung der Strukturdichte des Strahlbeines.
3. *Strahlbein 45° tangential – Facies flexoria* (Gradzahl wird variabel praktiziert)  
Befunde :
  - Einbruch der Sehnengleitfläche des Strahlbeines oder zystoider Defekt.
  - Dicke der Kortikalis.
  - Strahlbeinkanäle.
4. *Zehe 45° und 315° im Oxspring-Klotz* (Abb. 15 u. 16) (Beschreibung der Technik : *Hertsch und Beerhues 1988*)  
Befunde :
  - Dorsomediale oder dorsolaterale Randexostosen am Huf- und Krongelenk (Podarthrose / Hufgelenkschale, Arthritis et Periarthritis chronica deformans / Krongelenkschale).
  - Knochenzubildungen an den Seitenenden des Strahlbeines (Insertions-desmopathie).

Diese 5 Aufnahmerichtungen pro Gliedmaße stellen die Grundlage der röntgenologischen Untersuchung und Beurteilung dar (Standard).

Hinweise auf die klinische und prognostische Deutung der röntgenologischen Befunde für die Einstufung bei der Ankaufuntersuchung gibt das Ergebnisprotokoll der Röntgenkommission der Deutschen Tierärzteschaft, Fachgruppe Pferde (*Dik, Ueltschi, Hertsch 1993*).

Für die Beurteilung der röntgenologisch-pathologischen Befunde wird eine Einteilung in Gruppen vorgeschlagen :

- Gruppe 1 : Röntgenologisch ohne besonderen Befund und Befunde, die als unbedeutend eingestuft werden.
- Gruppe 2 : Röntgenologische Befunde, die gering von der Norm abweichen, deren klinische Bedeutung unklar, unsicher oder unbekannt ist.
- Gruppe 3 : Röntgenologische Befunde, die erheblich von der Norm abweichen, die negative Leistungsbeeinflussung aber ungewiß ist.
- Gruppe 4 : Röntgenologische Befunde, die mit sehr großer Wahrscheinlichkeit zur negativen Leistungsbeeinflussung führen.

Entsprechend sind die Röntgenbefunde bei der Diagnostik des Podotrochlose-Syndroms und der differentialdiagnostischen Abgrenzung wie folgt zu beurteilen :

<b>Zehe 90°:</b>	<b>Gruppe</b>
<i>Hufwinkel</i>	
vorne 45°–55° / hinten 50°–55°	1
vorne 40°–45° u. 55°–60° / hinten 45°–50° u. 55°–60°	2
vorne < 40° u. > 60° / hinten < 45° u. > 60°	3
<i>Zehennachse (plane Fußung)</i>	
ungebrochen vorne 45°–50° / hinten 50°–55°	1
vorne 0°–45° u. 55°–60° / hinten 5°–50° u.s.vo.	2
vorne 40° u. > 60° / hinten 45° u. > 60°	3
gebrochen im Hufgelenk	2
im Krongelenk	2
als Beugung oder Überstreckung	2
<i>Parallelität Hufwand – Hufbein</i>	
parallel	1
in Abhängigkeit vom Abstand	2/3
nicht parallel	3/4
<i>Abstand Hufwand – Hufbein (Warmblüter)</i>	
gemessen im rechten Winkel von der Mitte des Hufbeines	
< 1,5 cm–1,8 cm	1
> 1,8 cm–2,0 cm	2/3
> 2,0 cm	3/4
<i>Margo solearis des Hufbeines</i>	
glatt in der dorsalen Hälfte,	
leicht unregelmäßig konturiert in der hinteren Hälfte	1
Abbruch, Fraktur einschl. Hufbeinspitze	3/4
Zubildung der Kontur	2
starke unregelmäßige Kontur der hinteren Hälfte bis zur Osteolyse	3
Atrophie (Einbiegung) der Kontur glattrandig	3
Winkel Margo solearis – Hufsohle < 5°	3
<i>Dorsale Hufbeinwand</i>	
gestreckter Verlauf mit glatter Kontur	1
krallenförmige Deformierung	2
Aufbiegung der Hufbeinspitze	2/3
Zubildung in der unteren Hälfte, glatt konturiert	2
Zubildung unregelmäßig konturiert	3



<i>Processus extensorius</i>		– Deutung als Ossifikation in den dist. Gleichbeinbändern	3
rund, schmal o. breit, eckig o. kantig (kein Randwulst), zweigipfelige Kontur glatt	1	– Deutung als Knochenlösung am Fesselbein	3/4
spitz ausgezogener Randwulst	2	zystoider Defekt	3/4
mehrfach spitzzackig	2		
kleine isolierte Verschattung ohne einen entspr. Defekt o. knöch. Zubildung im dorsalen Bereich des Huf- oder Kronbeines	2	<i>Fesselgelenk 90°</i>	
isolierte Verschattung mit unterschiedlicher Deutung	3	Zubildung distodorsal Mc III / Mt III	2/3
Fraktur an der Basis	4	Zubildung Randexostose dorsoprox. Fesselbein	2/3
		Mc III / Mt III Randexostose suprakondylär	2/3
		Einkerbung mit o. ohne Fragmente auf dem Sagittalkamm	
		dorsal (Osteochondrosis)	3
		Zubildung periartikulär, Weichteilschatten	3
<i>Hufbeinäste 90°</i>		kleine isolierte Verschattung im dorsalen Bereich	2/3
Aufhellungslinien (Deutung als Fissur o. Fraktur)	4	suprakondyläre Deformation-Einbiegung (palmar o. dorsal)	3
isolierte Verschattung am Hufbeinast	2		
		<i>Gleichbeine 90°</i>	
<i>Strahlbein 90°</i>		Randexostosen Facies articularis	2
Sklerosierung der Spongiosa (Aufnahme mit Raster)	3/4	grobmaschige Struktur	2
Osteoporose der Spogiosa	2/3	Osteolyse o. zystoider Defekt	3
Zubildung (o. isolierte Verschattung) am Strahlbeinseiten- ende o. im Bereich des proximalen Randes	3/4	Zubildungen (Fesselringband)	3
zentrale Delle (flache Konkavität) des Sagittalkammes	1	Zubildungen Apex / Basis	2
Usur, zentraler Einbruch (scharf begrenzter Defekt)	4	deutliche Gefäßkanäle	2
zystoider Defekt	4	Strukturauflösungen im Bereich der Gefäßkanäle	3
Fragmente im Strahlbein-Hufbein-Band	2	Aufhellungslinie Fissur / Fraktur	4
Randexostosen Strahlbein-Hufbein-Hilfsgelenkfläche	2		
Diskrepanz im Vergleich der Befunde re.–li.	2/3	<b>Oxspring 0° :</b>	<b>Gruppe</b>
		<i>Strahlbein</i>	
<i>Hufknorpelverknöcherung 90°</i>		Diskrepanz im Vergleich der Befunde re.–li.	3/4
am Ansatz (ein- o. beidseitig)	2	Zahl der Canales sesamoidales	1
vollständig	3	Lage der Canales proximal	3
isoliert im Hufknorpel	2	distal-zentral	1
Aufhellungslinie im verknöcherten Hufknorpel	3	distal-schräger Seitenteil	3
		Länge der Canales über 1/4 der Strahlbeinbreite	2
<i>Hufgelenk 90°</i>		Form der Canales schmal, spitz, breit, konisch o. zylindrisch	1/2
Gelenkspalt gleichmäßig	1	kleinkolbig (bis Senfkorngröße)	2/3
Kontur- oder Strukturveränderungen	3/4	großkolbig (Pfefferkorngröße u. mehr)	3/4
Zubildungen Kronbein Randwulst dorsal	2/3	verzweigt	3/4
Zubildungen Kronbein Randwulst palmar, Strahlbein Margo proximalis	2/3	Struktur grobmaschig total o. partiell	2/3
Zubildungen dorsal auf der Kronbeinkontur, unregelmäßig, rauh	3/4	sklerosiert o. osteoporotisch	2/3
		zentrale Aufhellung (zystoider Defekt)	4
<i>Kronbein 90°</i>		zentraler Einbruch	4
Zubildung an der Kronbeinlehne, distal gerichtet	2	Kontur-Zubildungen Seitenenden spitz	3
zystoider Defekt	3/4	proximal	3
		distal am Übergang zum schrägen Seitenteil, einschl. Fragmente	2
<i>Krongelenk 90°</i>		Aufhellungslinien im Strahlbein (Artefakte ausschließen)	4
Subluxation	3		
Zubildungen Randexostose dorso-proximal periartikulär, Weichteilschatten	2/3	<i>Hufbein 0°</i>	
isolierte Verschattung	3	Aufhellungslinien (Artefakte)	2
		Aufhellungslinien (Frakturverdacht)	4
<i>Fesselbein 90°</i>		zystoider Defekt	4
Zubildungen palmar / plantar (Leist)	2/3	Hufknorpelverknöcherung (s. Zehe 90°)	
Zubildung dorsal (dorso-lateral Ansatz d. lat. Zehenstreckers)	2	– am Ansatz (ein- o. beidseitig)	2
dorsal periostal, periartikulär	3	– vollständig	3
isolierte Verschattungen palmar / plantar des Fesselbeines – Deutung als Ossifikation in der tiefen Beugesehne	3	– isoliert im Hufknorpel	2
		– Aufhellungslinie im verknöcherten Hufknorpel	3
		<i>Kronbein 0°</i>	
		Einziehung i.d. Mitte der distalen Gelenkfläche	2

Fesselbein 0°	
Fraktur- o. Fissurlinie	4
zystoider Defekt proximal o. distal	3/4

Die möglichen Röntgenbefunde der Tangentialaufnahmen des Strahlbeines und der Schrägaufnahmen der Zehe werden hierbei nicht erwähnt, weil diese Aufnahmeorientierungen nicht zum Standard der Kaufuntersuchung gehören.

**Tab. 2:** Zusammenfassung der Differentialdiagnosen zum Podotrochlose-Syndrom

Summary of the differential diagnoses to the podotrochlosis-syndrome

Differentialdiagnosen
1. Aplasie bzw. Hypoplasie des Strahlbeines
2. Strukturatrophy des Strahlbeines (Entkalkung des Knochens)
3. Strahlbeinfrakturen oder isolierte Ossifikationszentren (Hertsch und Königsmann, 1993)
4. zystoide Defekte im Strahlbein
5. Ruptur des Strahlbein-Hufbein-Bandes
6. verschiedene Formen der Pododermatitis im Sohlen- und Wandbereich
7. chronische Hufrehe mit Hufbeinrotation oder -senkung (Gibson und Stashak, 1990)
8. Pododermatitis ossificans als spitzzackige Knochenzubildungen am Margo solearis des Hufbeins.
9. Ostitis rarefaciens als Knochenschwund am Margo solearis des Hufbeins (Hertsch 1983)
10. Podarthrose mit Ausbildung von Randexostosen oder Hufgelenkschale (Beerhuis, 1987; Fleig und Hertsch, 1992)
11. zystoider Defekt im Huf- oder Kronbein (Haack et al. 1988)
12. Hufknorpelverknöcherung (Richter, 1975; Verschooten et al., 1987)
13. Hufbeinfraktur (Gibson und Stashak, 1990; Dyson, 1991)
14. Fraktur des Processus extensorius des Hufbeines oder isolierte Gelenkkörper (Terberger, 1988; Schött, 1989)
15. Tendopathie der tiefen Beugesehne der Fesselbeuge
16. Zustand nach Nageltrittverletzungen
17. Durchblutungsstörungen im Bereich des Arcus terminalis im Hufbein

## Differentialdiagnosen

Die Interpretation der aus den beschriebenen diagnostischen Möglichkeiten für die Praxis gesammelten Befunde soll eine klinisch-anatomische Diagnose ergeben, die von folgenden Differentialdiagnosen abzugrenzen ist. Dazu gehören Erkrankungen, die das Strahlbein direkt betreffen, sowie Erkrankungen des Hufgelenkes, des Hufbeines, der Lederhaut, der tiefen Beugesehne und der Gefäße im Bereich des Hufes (Hertsch 1993) (Tab. 2). Ihre Diagnose ist aus den klinischen und röntgenologischen Befunden (1–14) möglich, eventuell ist eine zweite Untersuchung mit modifi-

zierten Bedingungen für die diagnostischen Anästhesien erforderlich.

Weitere spezielle Untersuchungen, die den Rahmen der Praxis sprengen, wie z.B. Angiographie, Szintigraphie, Thermographie, Computertomographie können erheblich zur Verbesserung der Befunderhebung beitragen. Jedoch ist auch mit dem vorgestellten Untersuchungsumfang, der ohne großes Risiko mit geringen Kosten in der Praxis durchführbar ist, ein klares Untersuchungsergebnis zu erwarten. Die Diagnose ergibt sich aus der Interpretation und Summation der Befunde in ihrer verschiedenen Wertigkeit. Zusammenfassend kann gesagt werden:

- Die klinische Untersuchung mit Adspektion, Palpation und Provokationsproben ergibt keine einheitliche, charakteristische Symptomatik für die Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms.
- Der positive Ausfall der Anästhesie des Ramus pulvinus oder der tiefen Palmarnerven ist nach Ausschluß der Differentialdiagnosen als Hinweis für das Vorliegen des Podotrochlose-Syndroms zu bewerten. Das Umspringen der Lahmheit auf die nichtanästhesierte Gliedmaße und Lahmfreiheit nach beidseitiger Anästhesie gibt einen weiteren Anhaltspunkt für das Vorliegen einer Erkrankungsform des Podotrochlose-Syndroms.
- Die Röntgenuntersuchung erlaubt neben dem Ausschluß wichtiger Differentialdiagnosen schließlich eine weitere Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms. Dabei sind die Strahlbeinkanäle in allen Ausprägungsformen bei sonst unverdächtigem Strahlbein und Hufgelenk als Ausdruck einer kombinierten Hufgelenk-Strahlbein-Erkrankung zu interpretieren.
- Die Druckmessung im Hufgelenk vervollständigt letztendlich die klinische Untersuchung des strahlbeinlahmen Pferdes, um eine entsprechende Therapie auszuwählen.

Die klinische Untersuchung einschließlich der Durchführung diagnostischer Leitungsanästhesien, der intraartikulären Druckmessung und der erweiterten röntgenologischen Untersuchung läßt in der Praxis ein klares und umfangreiches Untersuchungsergebnis erwarten.

## Literatur

- Ackermann, N., J.H. Johnson und C.R. Dorn (1977): Navicular disease in the horse: risk factors, radiographic changes and response to therapy. J. Am. Vet. Med. Assoc. 170, 183–187
- Beeman, G.M. (1984): The clinical diagnosis of navicular disease in the USA. Int. Seminar on Navicular Disease, Newmarket, England, 1984
- Beeman, G.M. (1986): The clinical diagnosis of navicular disease. Proc. Annu. Conv. Am. Assoc. Equine Pract. 31, 477–486
- Beerhues, U. (1987): Randexostosen an den Gelenkflächen des Huf- und Krongelenkes beim Pferd – Vorkommen, röntgenologische Darstellung und Bedeutung für den Wendeschmerz. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Bowker, R.M. und K.K. Van Wulven (1996): Micronatomy of the intersection of the distal sesamoidean impar ligament and the deep digital flexor tendon: a preliminary report. Pferdeheilkunde 12, 623–627
- Bowker, R.M., S.J. Rockershouser, K.B. Vex, I.M. Sonea und J.P. Caron (1994): A silver impregnation and immunocytochemical study

- of innervation of the distal sesamoid bone and its suspensory ligaments in the horse. *Equine vet. J.* 26, 212–219
- Bowker, R.M., K. Linder, K.K. Van Wulfen, R.L. Perry und J. Ocello* (1996): Distributions of local anesthetics injected into the distal interphalangeal joint and podotrochlear bursa: an experimental study. *Pferdeheilkunde* 12, 609–612
- Breit, S.* (1995): Zur Anatomie von Hufgelenk und Bursa podotrochlearis beim Pferd im Hinblick auf ihre klinische Relevanz. *Pferdeheilkunde* 11, 125–138
- Christianson, D.E. und E.L. Reinertson* (1984): Navicular disease: new developments with an old dilemma. *Iowa State Veterinarian* 46, 23–32
- Cochran, S.L.* (1990): The treatment of distal interphalangeal joint synovitis in sport horses. *Proc. Am. Assoc. Equine Pract.* 36, 281–288
- Cochran, S.L.* (1991): The treatment of distal interphalangeal joint synovitis in sport horses. *Proc. 36th Ann. Conv. Am. Assoc. Equine Pract.* 36, 281–288
- Dellius, C.* (1982): Pathomorphologische und röntgenologische Veränderungen am isolierten Strahlbein beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Dik, Ueltschi und Hertsch* (1993): Ergebnisprotokoll des 1. und 2. Treffens der Röntgenkommission am 14. 4. In Utrecht und am 1. 7. 1993 in Zürich, BTK Bonn
- Dyson, S.* (1991): Lameness due to pain associated with the distal interphalangeal joint: 45 cases. *Equine vet. J.* 23, 128–135
- Dyson, S.* (1993): A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in 102 horses. Internationales Symposium Strahlbeinlahmheiten, Dortmund 1993, FN-Verlag, Warendorf 1994, 152–170
- Dyson, S. und L. Kidd* (1993): A comparison of responses to analgesia of the navicular bursa and intra-articular analgesia of the distal interphalangeal joint in 59 horses. *Equine vet. J.* 25, 93–98
- Firth, E.C.* (1984): Navicular disease in Europe. *Int. Seminar on Navicular Disease*, Newmarket, England, 1984
- Fleig, J. und B. Hertsch* (1992): Zur Differenzierung von Huf- und Krongelenkschale beim Pferd unter besonderer Berücksichtigung der röntgenologischen Untersuchung. *Pferdeheilkunde* 8, 63–76
- Gerweck, U., A. Rupp, P. Epple und K. Klingelhöfer* (1994): Leitungs- und Gelenkanästhesie als diagnostisches Hilfsmittel bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes. Teil I. *Prakt. Tierarzt* 11, 951–958 und Teil II. *Prakt. Tierarzt* 12, 1091–1094
- Gibson, K.T. und T.S. Stashak* (1990): The steps in diagnosing navicular syndrome. *Vet. Med.* 85, 168–176
- Gibson, K.T., C.W. Mc Ilwraith und R.D. Park* (1990): A radiographic study of the distal interphalangeal joint and navicular bursa of the horse. *Vet. Radiol.* 31, 22–25
- Haack, D., B. Hertsch und C. Baez* (1988): Zystoide Defekte im Hufbein des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 4, 143–153
- Hertsch, B.* (1983): Die röntgenologische Diagnose der Podotrochlose in: *P.F. Knezevic* (Hrsg.): Orthopädie bei Huf- und Klauentieren. Verlag Schlütersche, Hannover, 12–17
- Hertsch, B.* (1987): Die klinische Lahmheitsuntersuchung in: *Kongress über Pferdechirurgie und Pferdesportmedizin*, Genf 1987, (Edition: Association Suisse de Médecine Equine, 1–15)
- Hertsch, B.* (1991): Der orthopädische Beschlag bei der chronischen Strahlbein- und Hufrollenerkrankung des Pferdes. *Prakt. Tierarzt* 72, colleg. vet., 65–68
- Hertsch, B.* (1993): Differentialdiagnosen beim Podotrochlose-Syndrom. Internationales Symposium Strahlbeinlahmheiten, Dortmund 1993 und FN Verlag Warendorf 1994, 257–262
- Hertsch, B. und U. Beerhues* (1988): Der Wendeschmerz als Symptom bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes – Pathomorphologische, röntgenologische und klinische Untersuchungen. *Pferdeheilkunde* 4, 15–22
- Hertsch, B. und S. Hartmann* (1996): Die Gelenkdruckmessung beim Pferd als diagnostische Maßnahme bei der Lahmheitsuntersuchung. *Prakt. Tierarzt, colleg. vet.* 26, 64–66
- Hertsch, B. und S. Höppner* (1993): Der diagnostische Wert der Druckmessung im Hufgelenk bei der Lahmheitsdiagnostik und bei der Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms. Internationales Symposium Strahlbeinlahmheiten, Dortmund 1993 und FN Verlag Warendorf 1994, 173–182
- Hertsch, B. und D. Königsmann* (1993): Die Sagittalfrakturen des Strahlbeines beim Pferd – ein Beitrag zur Diagnose und Therapie. *Pferdeheilkunde* 9, 3–13
- Hertsch, B. und D. Steffen* (1986): Röntgenologische und vergleichend patho-morphologische Untersuchung an Strahlbeinen unter besonderer Berücksichtigung der Canales sesamoidales – Ein Beitrag zur Diagnose der Podotrochlose. *Dtsch. Tierärztl. Wochenschr.* 93, 353–359
- Hertsch, B. und R. Zeller* (1976): Röntgenologische Veränderungen am Strahlbein und ihre Beurteilung. *Prakt. Tierarzt* 58, colleg. vet. 14–19
- Hertsch, B., H. Wissdorf und R. Zeller* (1982): Die „sogenannten“ Gefäßlöcher des Strahlbeines und ihre Beziehung zum Hufgelenk – Ein Beitrag zur Pathogenese der Hufrollenerkrankung. *Tierärztl. Prax.* 10, 365–379
- Höppner, S.* (1993): Vergleichende Studie über die Hufgelenkanästhesie und die direkte Druckmessung im Hufgelenk als diagnostische Kriterien bei der Differenzierung des Podotrochlose-Syndroms beim Pferd. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Keller, H.* (1976): Lahmheitsdiagnostik beim Pferd. *Tierärztl. Prax.* 4, 349–358, 485–491
- Knezevic, P.* (1975): Spezielle Untersuchung des Hufes. *Tierärztl. Prax.* 3, 45–56
- Koepchen, I.* (1994): Zum diagnostischen Wert von Strahlendruckproben (Hufzangenuntersuchung, Keildrucktest) bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes, insbesondere zur differentialdiagnostischen Abgrenzung akuter und chronischer Strahlbeinerkrankungen (Podotrochlose-Syndrom). Hannover, tierärztl. Hochsch., Diss.
- Langfeldt, N.* (1986): Statistische Untersuchungen zum Problembereich der Podotrochlose. Ein Vergleich allgemeiner, klinischer und röntgenologischer Parameter am Patientenmaterial der Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover der Jahre 1980 bis 1984. Hannover, tierärztl. Hochsch., Diss.
- Langfeldt, N. und B. Hertsch* (1988): Statistische Auswertung allgemeiner, klinischer und röntgenologischer Parameter bei der Strahlbeinerkrankung des Pferdes – Bedeutung der Anästhesie des Ramus pulvinus. *Pferdeheilkunde* 4, 253–257
- Mac Gregor, C.M.* (1986): Radiographic assessment of navicular bones, based on changes in the distal nutrient foramina. *Equine vet. J.* 18, 203–206
- Morgan, J.P.* (1972): *Radiology in veterinary orthopedics*. Verlag Lea and Febinger, Philadelphia
- Moyer, W.* (1989): Clinical examination of the equine foot. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 5, 29–46
- Østblom, L., C. Lund und F. Melsen* (1984): Navicular bone disease—results of treatment using egg-bar shoeing technique. *Equine Vet. J.* 16, 203–206
- Oxspring, G.E.* (1935): The radiology of navicular disease, with observations on its pathology. *Vet. Rec.* 15, 1433–1477
- Pauritsch, K., M. Wachholz, H. Reifenrath, C. Ballat und P. Stadler* (1998): Eine alternative Meßmethode des Hufgelenkdruckes im Rahmen der Lahmheitsdiagnostik beim Pferd. DVG 15. Arbeitstagung der Fachgruppe „Pferdekrankheiten“, 19. und 20. März Wiesbaden, 34–40
- Pleasant, R.S., H.D. Moll, W.B. Ley, P. Lessard und L.D. Warnick* (1997): Intra-articular anesthesia of the distal interphalangeal joint alleviates lameness associated with the navicular bursa in horses. *Vet. Surg.* 26, 137–140
- Pool, R.R., D.M. Meagher und S.M. Stover* (1989): Pathophysiology of navicular syndrome. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 5, 109–129
- Poulos, P.W.* (1983): Correlation of radiographic signs and histologic changes in navicular disease. *Proc. 29th Ann. Conv. Am. Assoc. Equine Pract.* 29, 241–255
- Richter, W.* (1975): Erhebungen über belastungsbedingte Gliedmaßenkrankungen des juvenilen und adulten Sportpferdes. Berlin, Freie Univ., Fachber. Veterinärmed., Diss.

- Schebitz, H.* (1964): Podotrochlosis in the horse. Proc. Am. Assoc. Equine Pract. 10, 49–62
- Schött, E.* (1989): Direkte Druckmessung im Hufgelenk bei Pferden – ein Beitrag zur Pathogenese und Therapie von Strahlbein- und Hufgelenkerkrankungen. Hannover, tierärztl. Hochsch., Diss.
- Schröder, B.* (1985): Zur differentialdiagnostischen Bedeutung von Beuge-, Keil- und Brettprobe bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes. Hannover, tierärztl. Hochsch., Diss.
- Silbersiepe, E., E. Berge und H. Müller* (1986): Die Hufrollenentzündung, Podotrochlitits, Podotrochlose in: *H. Müller* (Hrsg.): Lehrbuch der speziellen Chirurgie. 16. Aufl. Verlag Enke, Stuttgart, 467–473
- Terberger, M.* (1988): Die differentialdiagnostische Abgrenzung der Erkrankung des Processus extensorius des Hufbeines beim Pferd – anatomische, klinische, röntgenologische, pathomorphologische und angiographische Untersuchungen. Hannover, Tierärztl. Hochsch., Diss.
- Todhunter, R.J. und G. Lust* (1990): Pathophysiology of synovitis: clinical signs and examination in horses. Comp. Cont. Ed. 12, 980–991
- Turner, J.* (1829): The navicular disease, or chronic lameness in the feet of horses. The Veterinarian 2, 53–66
- Turner, T.A.* (1986): Management of navicular disease in horses: an update. Mod. Vet. Pract. 1, 24–27
- Turner, T.A.* (1987): Navicular disease management: shoeing principles. Proc. Am. Ass. Eq. Pract. 32, 625–633
- Turner, T.A.* (1989): Diagnosis and treatment of the navicular syndrome in horses. Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 5, 131–144
- Turner, T.A.* (1991): Navicular disease. In: *W.B. Saunders* (Hrsg.): Current therapy in equine medicine. 3. Aufl. Philadelphia, London, 233–245
- Turner, T.A.* (1996): Differentiation of navicular region pain from other forms of palmar heel pain. Pferdeheilkunde 12, 603–606
- Verschooten, F., A. De Moor und K. Peremans* (1987): Das Syndrom der Podotrochlose und sein röntgenologischer Aspekt. Wiener Tierärztl. Monatsschr. 74, 36–46
- Verschooten, F., P. Desmet, K. Peremans und T. Picavet* (1990): Navicular disease in the horse: the effect of controlled intrabursal corticoid injection. J. Eq. Vet. Sc. 10, 316–320,
- Wintzer, H.J.* (1983): Zur Ätiologie und klinischen Diagnose der Podotrochlose in: *P.F. Knezevic* (Hrsg.): Orthopädie bei Huf- und Klautieren. Verlag Schlütersche, Hannover, 7–11
- Wintzer, H.J., H.H. Frey und A. Fitzek* (1976): Untersuchungen zur Diffusion lokalanästhetischer Lösungen vom Hufgelenk in die Bursa podotrochlearis beim Pferd. Schweiz. Arch. Tierheilk. 118, 233–238
- Witschger, P.M. und M. Wegmüller* (1993): Apparative Muskeldruckmessung beim akuten und chronischen Compartmentsyndrom. Z. Unfallchir. Vers. Med. 86, 1–7
- Zeller, R.* (1978): Die Lokalanästhesie bei der Lahmheitsuntersuchung. BMTW 91, 166–171

Prof. Dr. B. Hertsch  
Dr. Stefanie Höpfner

Fachbereich Veterinärmedizin  
Klinik für Pferde der FU Berlin  
Oertzenweg 19 B  
14163 Berlin

Tel.: (030) 81 08 - 22 99  
Fax: (030) 81 08 - 25 29

## Stoßwellentherapie

### Fortbildungsveranstaltung

der Arbeitsgruppe Pferd in Zusammenhang mit der tierärztlichen  
Gemeinschaftspraxis Dr. Nolting und Dr. Weinberger sowie mit der  
Akademie für tierärztliche Fortbildung  
unterstützt von Hippo Tron

25. September 1999, Swisttal

Wirkung und therapeutischer Einsatz von Stoßwellen am Binde-, Stütz- und Knorpelgewebe

Christian Pochhammer, Berlin

Was ist bekannt über die Effektivität von Stoßwellen in der Humanorthopädie?

Karin Helbig, Berlin

Erfahrungen in der Therapie von Sehnenbeschädigungen beim Pferd

Georg W. Hladik, Breitenfurt

Erfahrungen in der Therapie der Insertionsdesmopathie des Fesselträgers

Kai Kreling, Waldalgesheim

Erfahrungen in der Therapie der Hufrolle

Thomas Weinberger und Björn Nolting, Swisttal

Praktische Demonstration

Anmeldung und Information:

Frau Stück, ATF, Bundestierärztekammer, Oxfordstraße 10, 53111 Bonn,  
Tel.: (02 28) 7 25 46 40, Fax: (02 28) 7 25 46 66

mit Verrechnungsscheck

Teilnehmergebühren:

bei Anmeldung bis zum 20. September 1999 150 DM, (ATF-Mitglieder 125 DM),  
Nach dem 20. September 1999 und an der Tageskasse 170 DM, (ATF-Mitglieder 150 DM)  
Der Preis beinhaltet 16% MwSt, zwei Kaffeepausen mit Gebäck und Mittagessen

ATF Anerkennung 7 Stunden