

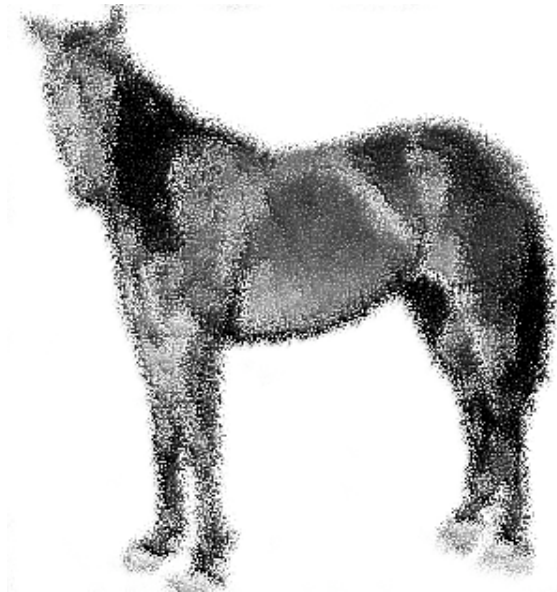
Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie des Fachbereiches Veterinärmedizin der
Freien Universität Berlin
(Prof. Dr. K.D. Weyrauch)

und der Clinique Équine und dem Service d'Anatomie der École Nationale
Vétérinaire d'Alfort
(Prof. Dr. J.M. Denoix)

**Studie zur sonographischen Anatomie des Hufgelenks und der
Hufrolle beim Pferd – ein Beitrag zur Diagnose der Podotrochlose**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Veterinärmedizin an der
Freien Universität Berlin



vorgelegt von

Nicole Schneider

Tierärztin aus Rendsburg

Berlin 2003

Journal-Nr.: 2710

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M. F. G. Schmidt
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. K.D. Weyrauch
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. J.M. Denoix
Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. B. Hertsch

Tag der Promotion: 7. März 2003

Inhalt

I. Abbildungsverzeichnis.....	VI
II. Verzeichnis der Abkürzungen.....	IX
1. Einleitung.....	1
2. Literaturübersicht.....	2
2.1. Allgemeine Betrachtung.....	2
2.1.1. Unterteilung in Formen und Entstehungstheorien zur Podotrochlose.....	2
2.1.2. Bildgebende Verfahren.....	5
2.2. Anatomie des Hufgelenks.....	7
2.2.0. Huf.....	7
2.2.1. Knochen und Gelenke.....	7
2.2.2. Gelenkhöhle.....	12
2.2.3. Ligamenta.....	14
2.2.4. Periartikuläre Strukturen.....	17
2.2.5. Bursen.....	18
2.2.6. Modifikationen der Subcutis.....	21
2.2.7. Gefäße und Nerven.....	21
2.2.8. Biomechanik.....	23
2.3. Erkrankungen von Podotrochlea und Hufgelenk.....	25
2.3.1. Voruntersuchung.....	25
2.3.2. Veränderungen von Hufbein und –knorpel.....	26
2.3.3. Veränderungen des Strahlbeins.....	30
2.3.4. Podotrochlose.....	31
2.3.5. Veränderungen des Hufgelenks.....	36

2.4. Grundlagen der Sonographie.....	38
2.4.1. <i>Allgemeine Technik</i>	38
2.4.1.1 Definitionen.....	38
2.4.1.2 Praktische Anwendung.....	41
2.4.1.3 Ultraschallzubehör.....	43
2.4.1.4 Repräsentation der Echos im Real-Time-Motion Verfahren.....	44
2.4.1.5 Sonden.....	45
2.4.1.6 Bedienungselemente.....	47
2.4.1.7 Faktoren, die die Qualität des Bildes beeinflussen.....	47
2.4.1.8 Beurteilungskriterien der sonographischen Abbildungen.....	48
2.4.1.9 Artefakte.....	49
2.4.2. <i>Angewandte Technik</i>	52
2.4.2.1 Untersuchungstechnik.....	52
2.4.2.2 Platzierung der Sonden.....	53
2.4.3. <i>Sonographische Anatomie</i>	54
2.4.3.1 Allgemein.....	54
2.4.3.2 Pathologische Veränderungen.....	56
2.4.3.3 Sonographische Diagnostik am Zehenendorgan.....	58
3. Eigene Untersuchungen.....	61
3.1. Material und Methoden.....	61
3.2. Ergebnisse.....	66
3.2.1. <i>Allgemeines</i>	66
3.2.2. <i>Spezielle Untersuchung: Physiologische Befunde</i>	76
3.2.3. <i>Transcuneale Aufnahmen des Podotrochlearapparats</i>	93
3.2.4. <i>Anormale Befunde an Podotrochlea</i> <i>und Hufgelenk : 7 Fallbeschreibungen</i>	116

4. Diskussion.....	134
4.1. Sonographie.....	134
4.1.1. Indikation.....	134
4.1.2. Morphologische Begrenzungen des Gesichtsfeldes.....	135
4.1.3. Nebenwirkungen und Risiken.....	137
4.1.4. Benutzerabhängigkeit.....	138
4.1.5. Zeitaufwand.....	139
4.2. Podotrochlose.....	139
4.2.1. Einfluß von Geschlecht und Nutzung.....	139
4.2.2. Rasse und Alter.....	140
4.2.3. Veränderungen der Biomechanik im Rahmen der Podotrochlose.....	142
4.3. Die Ultraschalluntersuchung der distalen Zehe und ihre Zukunftsperspektiven.....	143
III. Schrifttum.....	146

I. Abbildungsverzeichnis

- Abb. 1:** Phalanx distalis der rechten Vordergliedmaße- Proximale Ansicht
- Abb. 2:** Phalanx distalis der rechten Vordergliedmaße - Distale Ansicht
- Abb. 3:** Os sesamoideum distale - Facies dorsalis et palmaris
- Abb. 4:** Os sesamoideum distale - Facies proximalis et distalis
- Abb. 5:** Bänder und proximaler Recessus der Bursa podotrochlearis an der Zehe
des Pferdes: Palmare Ansicht – linke Vordergliedmaße
- Abb. 6:** Zehe des Pferdes - Laterale Ansicht
- Abb. 7:** Anatomische Verhältnisse synovialer Strukturen an der
palmaren Seite der Phalanx media
- Abb. 8:** Reflexion und Brechung einer schräg auf eine Grenzfläche auftreffenden
Wellenfront
- Abb. 9:** Schema eines mechanischen Sektorscanners
- Abb. 10:** Schema eines elektronischen Sektorscanners
- Abb. 11:** Position der Sonde für palmare Ansichten
- Abb. 12:** Zehe des Pferdes - Sagittale Ansicht
- Abb. 13:** Anatomisches Präparat der Zehe - Sagittale Ansicht
- Abb. 14:** Darstellung (anatomisches Präparat) der in palmaren Ansichten
erfassten Strukturen
- Abb. 15:** Zehe des Pferdes - Transversale Ansicht
- Abb. 16:** Anatomisches Präparat der Zehe - Transversale Ansicht
- Abb. 17:** Anatomisches Präparat der Zehe - Frontale Ansicht
- Abb. 18:** Zehe des Pferdes - Frontale Ansicht

Sonographische Abbildungen

Spezielle Untersuchung: Physiologische Befunde

- Abb. 19:** Hufgelenk, sagittal, in dorsaler Projektion
- Abb. 20:** Hufgelenk, frontal, in kollateraler Projektion
- Abb. 21:** Hufgelenk, schräg, in palmarer abaxialer Projektion
- Abb. 22:** Hufgelenk, sagittal, in palmarer Projektion
- Abb. 23:** Sagittale abaxiale Projektion der palmaren Fläche des Hufgelenks

Abb. 24: Sagittale abaxiale und transversale abaxiale Projektionen der palmaren Fläche des Hufgelenks

Abb. 25: Sagittale palmare Projektionen – Weight Bearing (belastet) und Non-Weight Bearing (unbelastet) Projektionen der Bursa podotrochlearis

Abb. 26: Hufgelenk, transversal, in palmarer Projektion

Abb. 27: Hufgelenk, horizontal, in dorsaler abaxialer Projektion
(*Facies transversalis dorsolateralis*)

Abb. 28: Hufgelenk, horizontal, in dorsaler abaxialer Projektion
(*Facies transversalis lateralis*)

Transcuneale Aufnahmen des Podotrochlearapparats

Abb. 29: Podotrochlearapparat, longitudinal sagittal, in transcunealer Projektion

Abb. 30: Os sesamoideum distale, transversale und longitudinale sagittale Ansicht in transcunealer Projektion (*Facies solearis*)

Abb. 31: Os sesamoideum distale, parasagittale Ansicht (*Facies solearis*)

Abb. 32: Os sesamoideum distale und Phalanx distalis, longitudinale sagittale Projektion (*Facies solearis*)

Abb. 33: Transversale transcuneale Ansichten in Höhe des Os sesamoideum distale und der Phalanx distalis (*Facies solearis*)

Abb. 34: Transcuneale Untersuchung des distalen Podotrochlearapparats, longitudinale Projektionen (*Facies solearis*)

Abb. 35: Transcuneale Projektion des distalen Podotrochlearapparats, longitudinale Darstellungen in der medianen Ebene (*Facies solearis*)

Abb. 36: Transcuneale Ansichten des distalen Podotrochlearapparats, transversale Abbildungen in der medianen Ebene (*Facies solearis*)

Abb. 37: Transcuneale Ansichten des distalen Podotrochlearapparats, longitudinale Projektionen (*Facies solearis*)

Abb. 38: Transcuneale Projektion des distalen Podotrochlearapparats, longitudinale sagittale Projektion (*Facies solearis*)

Abb. 39: Transcuneale transversale Darstellung des Strahlbeins und der Phalanx distalis (*Facies solearis*)

Abb. 40: Transcuneale longitudinale Projektionen des Strahlbeins (*Facies solearis*)

Anormale Befunde am Hufgelenk : 7 Fallbeschreibungen

Abb. 41, Fall I: Überdehnung und unregelmäßige Echogenität des kollateralen Sesambeinbands. Sagittaler Schnitt bei proximopalmarem Zugang.

Abb. 42, Fall II: Mineralisation der tiefen Beugesehne (hyperechogenes Bild und akustische Schattenbildung). Transversaler Schnitt bei proximopalmarer Position des Schallkopfs.

Abb. 43, Fall III: Intraartikuläre Fraktur des distolateralen Randes der Phalanx media bei geringfügiger Modifikation des Lig. collaterale der Articulatio interphalangea distalis (Hintergliedmaße). Frontaler Schnitt bei proximolateralem Zugang.

Abb. 44, Fall IV: Insertionsdesmopathie des Ligamentum collaterale mediale der Articulatio interphalangea distalis. Frontale Projektion bei dorsomedialem Zugang.

Abb. 45: Photographie zu **Fall IV:** Dorsolaterale Ansicht der dorsomedialen Deformation der Krone.

Fall V: Insertionsdesmopathie und Umfangsvermehrung des Ligamentum collaterale mediale im Seitenvergleich zum Ligamentum collaterale laterale.

Abb. 46: Frontale Ansicht bei dorsomedialem und dorsolateralem Zugang.

Abb. 47: Transversale Ansicht bei dorsomedialem und dorsolateralem Zugang.

Fall VI: Avulsionsfraktur an der distalen Insertion des Ligamentum collaterale laterale (Pfeile) an der Phalanx distalis.

Abb. 48: Transversale Ansicht durch Platzierung der Sonde im Bereich der Krone bei dorsolateralem Zugang.

Abb. 49, Fall VII: Synovitis des Hufgelenks durch ein isoliertes Knochenfragment. Hufgelenk, sagittal in dorsaler Projektion.

II. Verzeichnis der Abkürzungen

A:	Articulatio interphalangea distalis (Abb. 24)
AIPD:	Articulatio interphalangea distalis
AIPP:	Articulatio interphalangea proximalis
B:	Recessus distalis der Bursa podotrochlearis (Abb. 29)
BPD:	Bursa podotrochlearis
C. cor:	Coussinet coronale, Kronpolster
C. ung:	Cartilago unguaris
DGC:	Depth Gain Compensation
FF:	Facies flexoria ossis sesamoidei distalis
FPD:	Tendo m. flexor digitorum profundus
FSD:	Tendo m. extensor communis (Vordergliedmaße) bzw. Tendo m. extensor digitorum longus (Hintergliedmaße)
IMR:	siehe NMR
LADD:	Ligamentum anulare digiti
LCL:	Ligamentum collaterale laterale
LCM:	Ligamentum collaterale mediale
LSC:	Ligamentum sesamoideum collaterale
NMR:	Nuclear Magnetic Resonance, Kernspintomographie
NOD:	<i>Nodule</i> , Knochenfragment (Abb. 43)
Non-WBP:	Non-Weight Bearing Position (entlastete Gliedmaße)
OSD:	Os sesamoideum distale
P1:	Phalanx proximalis
P2:	Phalanx media
P3:	Phalanx distalis
PE:	Processus extensorius
SD:	Os sesamoideum distale
T:	Bursa podotrochlearis, Recessus palmaris (Abb. 24)
T:	Tendo m. flexor dig. prof. (Abb. 29)
TFPD:	Tendo m. flexor digitorum profundus
TGC:	Time Gain Compensation
WBP:	Weight Bearing Position (belastete Gliedmaße)

Danksagung

Prof. Berg, Prof. Weyrauch und dem Deutsch-Französischen Jugendwerk für die gewährte Hilfe.

À mes parents et tous, qui m'ont aidé à réaliser ce projet. Dans l'espoir de les donner autant que j'ai reçu.

À Monsieur le Professeur Berg pour m'avoir donné la permission de travailler sur ce sujet en France.

À Monsieur le Professeur Weyrauch, qui a bien voulu diriger mon travail durant ces longues années pour ses conseils, sa confiance et surtout sa patience.

À Monsieur le Professeur Denoix qu'il veuille bien trouver ici le témoignage de ma profonde gratitude et admiration. Sincères remerciements pour l'accueil bienvenant qu'il m'a toujours réservé.

À Anita, Daniel, Ruth, Valeria et al. (Allen ein herzliches Smack! Smack! Smack!) et particulièrement

à mon aimé Sascha.

Lebenslauf

Name: Schneider
Vorname: Nicole
Geburtsdatum: 08.03.1968
Geburtsort: Rendsburg/ Schleswig-Holstein
Eltern: Eugen Schneider, Hauptmann a. D.
Lisa Schneider, geb. Bünz

1974-1978 Grundschule Flensburg-Weiche
1978-1979 Goethe-Gymnasiums, Flensburg
1979-1987 Liebfrauenschule, Eschweiler
01.06.1987 Abitur
08.1987-06.1990 Ausbildung zur Biologielaborantin, Firma Grünenthal GmbH,
Stolberg

10.1990-01.1996 Studium der Veterinärmedizin an der Freien Universität Berlin
01.1992-03.1994 Studentische Hilfskraft in der veterinärmedizinischen Bibliothek
der FU-Berlin
04.1995-07.1995 Aufenthalt an der E.N.V.A., Paris/ Frankreich
02.02.1996 Approbation als Tierärztin
12.04.1996 Zulassung zur Promotion

bis 10.1996 regelmässige Aufenthalte an der E.N.V.A. zu Studienzwecken,
gefördert durch die freundliche Unterstützung des Deutsch-
Französischen Jugendwerkes, sowie unregelmässige Tätigkeiten
in verschiedenen Gemischtpraxen in Deutschland

10.1996-10.1997 Anstellung in der Gemischtpraxis Minister, Bad Münstereifel
01.1998-08.1998 Anstellung in der Gemischtpraxis Beck, Düren
01.1999-09.1999 Anstellung in der RWTH Aachen als wissenschaftliche Hilfskraft
im kardiologischen Labor der Medizinischen Klinik I,
Isolation von Herzmuskelproteinen

- 10.1999-09.2000 Diplôme études complémentaires GA/Option équine
Université Lüttich, Belgien
- 10.2000-09.2001 Diplôme études approfondies en sciences vétérinaires (MS)
im „Service d’Anesthésiologie générale et Pathologie chirurgicale
des grands animaux“, „Centre de l’Oxygène, Recherche
Développement“, und dem „Centre Européen de Mont le Soie“
über ein „Modèle de culture des chondrocytes équins en billes
d’alginate soumis à différentes tensions d’oxygène“.
Université Lüttich, Belgien
- Seit 10.2001 Projekt im Rahmen der Arthroseforschung zur Durchführung
einer Thèse de doctorat en sciences vétérinaires (PhD) im
„Service d’Anesthésiologie générale et Pathologie chirurgicale
des grands animaux“, „Centre de l’Oxygène, Recherche
Développement“, und dem „Centre Européen de Mont le Soie“
Université Lüttich, Belgien

Weitere wissenschaftliche Publikationen:

- 2002 submitted to press: Viability of equine articular chondrocytes in alginate beads
exposed to different oxygen tensions. Nicole Schneider et al.
- 2003 in redaction: Equine articular chondrocytes: Cellular respiration and oxygen
consumption after exposure to anoxia in order to different culture conditions.
Nicole Schneider et al.
- 2003 in redaction: Transcuneal approach to the podotrochlear apparatus with
three transducers working at different frequencies. Nicole Schneider et
Valeria Busoni.
- 2003 in redaction: L'arthropathie dégénérative du cheval. Pathogenie et
classification. Jean-Philippe Lejeune, Nicole Schneider, Hannia Duvivier,
Valeria Busoni et Didier Serteyn.

Un ouvrage est fini quand on ne peut plus améliorer, bien qu'on le sache insuffisant et incomplet. On en est tellement excédé, qu'on n'a plus le courage d'y ajouter une seule virgule, fût-elle indispensable. Ce qui décide du degré d'achèvement d'une œuvre, ce n'est nullement une exigence d'art ou de vérité, c'est la fatigue et, le dégoût.

E.M. Cioran

Selbstständigkeitsversicherung zur Dissertation:

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig und nur auf Grundlage der angegebenen Hilfsmittel und Hilfen verfasst zu haben.

Ferner erkläre ich, dass die Arbeit bisher in keinem anderen Promotionsverfahren angenommen oder abgelehnt wurde.

Lüttich, den 15/01/03

A handwritten signature in black ink that reads "Nicole Schneider". The script is cursive and fluid.

Nicole Schneider