

Aus der Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Optimierung der Objektlagerung und des Strahlengangs
bei der Aufnahmetechnik nach Oxspring beim Pferd
mit dem Ziel der Standardisierung
im Hinblick auf den Röntgenleitfaden 2007**

Inaugural-Dissertation
Zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von Bettina Rheiner,
Tierärztin aus Freiburg i. Br.

Berlin 2010

Journal-Nr.: 3472

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ. Prof. Dr. L. Brunnberg
Erster Gutachter: Prof. Dr. B. Hertsch
Zweiter Gutachter: Prof. Dr. R. Staufenbiel
Dritter Gutachter: Prof. Dr. A. Grabner

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):
horses, radiography, purchasing, guidelines, diagnostic techniques

Tag der Promotion: 19.01.2011

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN: 978-3-86664-909-5

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2010

Dissertation, Freie Universität Berlin

D 188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

Alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2011

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Meinen Eltern und Sebastian

INHALTSVERZEICHNIS

1 EINLEITUNG	1
2 LITERATUR	2
2.1 Pferdekauf zwischen Privatpersonen (sonstige Pferdekäufe)	2
2.2. Die Kaufuntersuchung	4
2.2.1 Der Umfang einer Kaufuntersuchung	5
2.2.2 Eigentumsrechte an Röntgenbildern im Rahmen einer Kaufuntersuchung	6
2.3 Der Röntgenleitfaden	6
2.4 Die Oxspringaufnahme	8
2.4.1 Die Anatomie des Strahlbeins	8
2.4.2 Die Oxspring-Aufnahme im Röntgenleitfaden 2007	8
2.4.3 Die Röntgenaufnahme nach Oxspring im Laufe der Zeit	8
2.4.4 Das Röntgenbild des Strahlbeines in der Oxspringaufnahme	10
2.4.5 Strukturveränderungen des Strahlbeins in der Oxspringaufnahme	11
2.4.6 Konturveränderungen des Strahlbeins in der Oxspringaufnahme	12
2.4.7 Die Canales sesamoidales distales im Röntgenbild des Strahlbeins	14
2.4.7.1 Die Größe der C.s. distales	15
2.4.7.2 Die Form der C.s. distales	15
2.4.7.3 Die Ränder der C.s. distales	16
2.4.7.4 Die Anzahl der C.s. distales	16
2.4.7.5 Die Lokalisation der C.s. distales	16
2.4.8 Die Canales sesamoidales proximales	17
2.5 Radiologische Grundlagen	17
2.5.1 Die Entwicklung der konventionellen Radiographie	17
2.5.2 Das unscharfe Röntgenbild	18
2.5.3 Röntgentechnische Hilfsmittel	20
2.5.4 Die digitale Radiographie	21
2.5.5 Der DICOM-Standard	23
3 MATERIAL UND METHODE	24
3.1. Der Fragebogen	25
3.2 Der winkelverstellbare Oxspringklotz	27
3.2.1. Die Vorversuche	29
3.2.2 Die Hauptversuche	31
3.3 Das isolierte Strahlbein	33

3.4 Die statistische Auswertung	36
4 ERGEBNISSE	37
4.1 Ergebnisse des Fragebogens zu den Oxspringklötzen	37
4.2 Ergebnisse der Vorversuche	39
4.3 Ergebnisse der Hauptversuche	45
4.3.1 Vergleich der Ergebnisse der digital entwickelten Aufnahmen der intakten Gliedermaßen und der Aufnahmen der isolierten Strahlbeine	45
4.3.2 Ergebnisse des Vergleichs zwischen digitaler und analoger Entwicklung	72
5 DISKUSSION	79
6 ZUSAMMENFASSUNG	88
7 SUMMARY	90
8 LITERATURVERZEICHNIS	92
9 ANHANG	108
10 ABBILDUNGSVERZEICHNIS	127
11 TABELLENVERZEICHNIS	128
12 DANK	129
13 SELBSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	130

Abkürzungsverzeichnis

BGB	Bürgerliches Gesetzbuch (neu)
ca.	Circa
C. s.	Canales sesamoidales
dist.	distal
Fa	Facies articularis des Strahlbeins
FFA	Film-Focus-Abstand
FOA	Film-Objekt-Abstand
ggr.	geringgradig
hgr.	hochgradig
i. A.	im Allgemeinen
i. d. R.	in der Regel
kV	Kilovolt
mA	Milliampere
mgr.	mittelgradig
Nr.	Nummer
o.g.	oben genannt
Pos	Position
prox.	proximal
RöLF 07	Röntgenleitfaden 2007
s	Sekunde
sog.	sogenannt
Str. B.	Strahlbein
ZS	Zentralstrahl

1 Einleitung

Gerade im Bereich des Pferdekaufs kann seit in Kraft treten des Neuen Pferdekaufrechts zunehmend beobachtet werden, dass es immer häufiger zu Rechtsstreitigkeiten kommt (Plewa, 2002; Adolphsen, 2003). Die Gründe dafür sind sehr vielfältig.

Zum überwiegenden Teil beziehen sich die Vorwürfe gegenüber dem Tierarzt im Rahmen einer Kaufuntersuchung auf Pflichtverletzungen bei der röntgenologischen Untersuchung (Plewa, 2008) oder auf ein fehlerhaftes Gutachten. Aus diesem Grund ist es äußerst wichtig, dass die Röntgenbilder, die im Rahmen einer Kaufuntersuchung angefertigt werden, von bester Qualität sind, um im Zweifelsfall auch später noch eine eindeutige Aussage über den Gesundheitszustand des Pferdes zum Zeitpunkt des Verkaufs / Kaufs treffen zu können (Webbon, 1981; Kersjes, 1983b; Hertsch, 1992).

Der Röntgenleitfaden, welcher mittlerweile als allgemeiner Standard angesehen wird, gibt an, welche Bilder bei einer Kaufuntersuchung zum Standard gehören und welche ergänzend gemacht werden können (Hertsch, 2008). Im Zuge der Digitalisierung, die auch bei der Entwicklung von Röntgenaufnahmen Einzug gehalten hat, musste festgestellt werden, dass Röntgenbilder vom Strahlbein des Pferdes in der Aufnahme nach Oxspring oft noch nicht dem geforderten Qualitätsstandard entsprechen (Kock, 2003).

Ziel dieser Arbeit war es, die Objektlagerung und den Strahlengang bei der Aufnahme nach Oxspring, welche im Röntgenleitfaden für die Beurteilung des Strahlbeins gefordert ist, mit Hilfe der digitalen Entwicklung zu optimieren. Insbesondere wurde Wert auf die Detailerkennbarkeit der Kontur und der Struktur des Strahlbeins sowie auf die Anzahl, Form, Lage und Länge der Canales semamoidales (C.s.) im distalen Rand des Strahlbeins gelegt, Dies sind die Punkte für die Beurteilung und Klassifizierung gemäß des Röntgenleitfadens 2007 (RöLF 07).

Des Weiteren wurden verschiedene Oxspringklötze, die in Deutschland Verwendung finden, anhand eines ausgearbeiteten Fragebogens ausgewertet. Hierbei ging es um die Winkel der Oxspringklötze, die Aufnahmetechnik und die Entwicklung.

2 Literatur

2.1 Pferdekauf zwischen Privatpersonen (sonstige Pferdekäufe)

Die in Deutschland einst geltenden Regelungen bezüglich des Viehkaufrechts sowie die sog. Kaiserliche Verordnung bezüglich der 6 Hauptmängel (Klimke, 1983a; Eikmeier et al., 1990; Salis, 1996; Gerweck, 2000; Plewa, 2002; Adolphsen, 2003; Neumann, 2005; Althaus et al., 2006; Beger, 2006) und Gewährsfristen beim Viehhandel vom 27.03.1899 sind am 01.01.2002 durch die Schuldrechtsreform abgelöst worden.(Adolphsen, 2002; Neumann, 2005; Althaus et al., 2006; Beger, 2006).

Um die EU-Vorgaben vom 25.09.1999 auf nationaler Ebene umzusetzen, wurden im BGB ein neuer Mangelbegriff, die Erweiterung der Rechte des Käufers, neue Verjährungsfristen, sowie die Regelung des Verbrauchsgüterkaufs verankert (Plewa, 2002; Adolphsen, 2003; Neumann, 2005; Althaus et al., 2006; Beger, 2006).

Die Gewährleistung für Mängel am Tier entspricht somit den allgemeinen Regeln, die auch für Sachen gelten, obwohl Tiere laut § 90a BGB zwar keine Sachen sind, jedoch die gesetzlich geltenden Vorschriften für Sachen auf Tiere entsprechend Anwendung finden (Beger, 2006). Somit gilt auch für den Pferdekauf der Sachmangelbegriff des § 434 BGB (Neumann, 2005; Beger, 2006; Bemann und Schüle, 2006). Laut § 433 Abs. 1, Satz 2 BGB ist der Verkäufer verpflichtet, dem Käufer eine mangelfreie Sache zu verschaffen (Barnewitz, 2002; Neumann, 2005; Beger, 2006).

Die Regelung des Mangelbegriffs orientiert sich an der sog. 3-Stufenregelung (Adolphsen, 2002; Barnewitz, 2002; Neumann, 2005; Althaus et al., 2006; Beger, 2006; Bemann und Schüle, 2006). Demnach ist ein Pferd gemäß § 343 Abs. 1 Nr.1 und Nr. 2 BGB frei von Sachmängeln

- a) wenn es die dem Vertrag entsprechende Voraussetzung erfüllt
- b) wenn keine Beschaffenheit vereinbart ist, es sich für den vereinbarten Verwendungszweck eignet
- c) wenn weder Beschaffenheit, noch Verwendung festgelegt worden sind, gilt es frei von Mängeln, wenn es sich für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Tieren gleicher Art üblich ist und die der Käufer nach der Art des Tieres erwarten kann

- d) Die Beweislast, dass ein Mangel besteht und bereits bei Gefahrübergang (i. d. R. der Zeitpunkt der Übergabe des Pferdes) bestanden hat, liegt grundsätzlich beim Käufer (Adolphsen, 2002; 2003; Neumann, 2005; Beger, 2006). Aus diesem Grund ist ein schriftlicher Pferdekaufvertrag heutzutage unentbehrlich (Adolphsen, 2002; 2003; Neumann, 2005).

Zur üblichen Beschaffenheit eines Pferdes zählen laut § 343 Abs. 1 Satz 3 BGB auch solche Eigenschaften, die ein Käufer nach einer öffentlichen Äußerung des Verkäufers, wie es häufig für Werbezwecke genutzt wird, erwarten kann (Althaus et al., 2006).

Gemäß §§ 437 und 439 BGB muss der Käufer im Falle eines Mangels zunächst Nacherfüllung innerhalb einer angemessen gesetzten Frist verlangen (Adolphsen, 2003; Neumann, 2005; Althaus et al., 2006; Beger, 2006). Dies bedeutet wahlweise die Beseitigung eines Mangels oder eine Ersatzlieferung. Aus der Kaufsache Pferd ergibt zwangsläufig, dass häufig weder die Beseitigung eines Mangels einfach zu beheben ist (es sei denn es sind Ausbildungsdefizite oder heilbare Erkrankungen), noch eine Ersatzlieferung aufgrund der Individualität jedes einzelnen Pferdes (Adolphsen, 2002; Neumann, 2005).

Für den Verkäufer besteht bei unverhältnismäßigen Kosten die Möglichkeit gemäß § 439 Abs. 3 BGB von seinem Verweigerungsrecht Gebrauch zu machen (Neumann, 2005).

Scheitert der primäre Nacherfüllungsanspruch kann der Käufer gemäß § 437 Nr. 2 und § 440, § 323 Abs. 1 und § 326 Abs. 5 BGB vom Vertrag zurücktreten (Neumann, 2005; Beger, 2006). Dies bedeutet ein Rückgängigmachen des Vertrages durch Rückgewähr der jeweils ausgetauschten Leistungen. Ist eine Nacherfüllung fehlgeschlagen, besteht die zweite Möglichkeit in einer Kaufpreisminderung gemäß § 437 Nr. 2 und § 441 BGB (Neumann, 2005; Beger, 2006). Der Minderungsbetrag wird durch eine feste Formel bestimmt, die sich aus dem Wert des mangelhaften Pferdes multipliziert mit dem Kaufpreis berechnet. Dieser Betrag wiederum wird durch den Wert des mangelfreien Pferdes dividiert (Neumann, 2005; Beger, 2006).

Da die Mangelfreiheit eine Vertragspflicht darstellt, ergibt sich als weitere Möglichkeit eine Schadensersatzpflicht bei mangelhafter Leistung gemäß § 437 Nr. 3 und § 280 ff. BGB (Adolphsen, 2002; Neumann, 2005; Beger, 2006). Schadensersatz kann des Weiteren auch bei verweigerter oder fehlgeschlagener Nacherfüllung verlangt werden. Bei der Verjährung der Ansprüche des Käufers gegenüber dem Verkäufer greift § 438 BGB (Adolphsen, 2002; 2003; Neumann, 2005; Beger, 2006). Daraus ergibt sich eine generelle Spanne von 2 Jahren für Sachkäufe. Die Frist beginnt mit Gefahrübergang.

Entstehen allerdings berechnigte Ansprüche, so beginnt die Verjährungsfrist erst mit dem Schluss des Jahres, in dem der Anspruch entstanden ist (Neumann, 2005; Beger, 2006). Bei gebrauchten Sachen kann sich die Verjährungsfrist auf ein Jahr verkürzen (Barnewitz, 2002).

2.2. Die Kaufuntersuchung

Wird ein Pferd im Zusammenhang mit einem Kauf oder Verkauf untersucht, so spricht man von einer Kaufuntersuchung (Beger, 2006). Je nachdem wer der Auftraggeber ist, ist es eine Verkaufsuntersuchung oder eine Ankaufsuntersuchung (Plewa, 2002; Kettner, 2003; Fellmer und Brückner, 2004; Althaus et al., 2006; Beger, 2006; Bemmann und Schüle, 2006).

Hierbei sollen keine detaillierten Befunde erhoben oder eine spezifische Diagnose gestellt werden, wie dies z. B. bei einer Lahmheitsuntersuchung gefordert ist. Vielmehr dient eine Kaufuntersuchung der Feststellung vorliegender, erheblicher gesundheitlicher Beeinträchtigungen zum Zeitpunkt der Untersuchung (Hertsch, 2002; Blendl, 2005; Stadler, 2005). Sie gibt in Form eines Gutachtens also Auskunft über den momentanen Gesundheitszustand des zu untersuchenden Pferdes (Huskamp, 1983; Kersjes, 1983a; Plewa, 1987; 2002; Adolphsen, 2003 ; Bemmann und Schüle, 2006; Plewa, 2008; Stadler, 2008b). Daraus ergibt sich für eine Kaufuntersuchung die Rechtsstellung eines Werkvertrags im Sinne von § 631 BGB. (Klimke, 1983b; Adolphsen, 2003 ; Fellmer und Brückner, 2004; Althaus et al., 2006; Plewa, 2008; Schüle, 2008; Stadler, 2008b). Das Gutachten, das in diesem Fall vom untersuchenden Tierarzt verlangt wird, ist ein Werk. In den meisten Fällen wird es zur Grundlage der im Vertrag vereinbarten Beschaffenheit (Oexmann, 2002; Vereinigung, 2002; Plewa, 2008; Stadler, 2008b).

Wird die vereinbarte Beschaffenheit im Vertrag nicht explizit erwähnt, so wird der Sollzustand des Pferdes danach beurteilt, ob er die Beschaffenheit aufweist, die bei Pferden gleicher Art üblich ist und die der Käufer nach Art des Pferdes erwarten kann (Adolphsen, 2003).

Im Gegensatz zum Dienstleistungsvertrag, der bei der kurativen Tätigkeit eines Tierarztes greift, ergeben sich bei einem Werkvertrag andere Verjährungsfristen und Haftungsansprüche gegenüber dem Tierarzt (s. 2.2.2). Aus diesem Grund sollten Kaufuntersuchungen auch nur von erfahren und qualifizierten Tierärzten durchgeführt werden (Zeller, 1972; Eikmeier, 1981; Huskamp, 1983; Eikmeier et al., 1990; Hertsch, 1991)

2.2.1 Der Umfang einer Kaufuntersuchung

Ein immerwährender Streitpunkt ist auch heute noch der Umfang der Röntgenbilder, die im Rahmen einer Kaufuntersuchung angefertigt werden (Eikmeier, 1977; Müller, 1977; Reid, 1980; Webbon, 1981). Damit die geforderten Röntgenbilder eine optimale Qualität aufweisen, müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein (Schebitz und Wilkens, 1986; Tellhelm et al., 1988; Poulos, 1992; Hartung und Tellhelm, 2000). Bei der Erstellung von Röntgenaufnahmen im Rahmen einer Kaufuntersuchung müssen die röntgenologischen Befunde immer im Zusammenhang mit den klinischen Befunden interpretiert werden (Kaser-Hotz, 1990).

Für viele erfahrene Tierärzte ist eine genaue klinische Untersuchung noch immer am aufschlussreichsten und darf aus diesem Grund im Gegensatz zu Röntgenuntersuchungen niemals fehlen (Kersjes, 1983b; Salis, 1996; Stadler, 2008b).

Der Umfang einer Kaufuntersuchung wird allerdings vom Auftraggeber bestimmt (Cronau, 1974; Eikmeier, 1977; Webbon, 1981; Köhler und Kraft, 1984), der Tierarzt kann diesen hierbei nur beraten. Er sollte aber darauf achten, vor allem den röntgenologischen Anteil der Kaufuntersuchung auf ein realistisches Maß zu reduzieren (Stadler, 2005).

Es gibt rechtlich keine Vorschriften, die das Anfertigen von Röntgenbildern an sich oder in einem gewissen Umfang bei einer Kaufuntersuchung vorschreiben. Die Standardaufnahmen allerdings werden, wie der Name bereits sagt, als gängiger Standard gesehen (Plocki et al., 1988; Lauk, 2002). Treten bereits bei der anfänglichen klinischen und orthopädischen Untersuchung schon Auffälligkeiten auf, sind die entsprechenden Bilder auf alle Fälle anzufertigen (Hertsch, 2002; Rijkenhuizen, 2002). Es fällt unter die tierärztliche Aufklärungspflicht, die Auftraggeber darauf hinzuweisen (Eikmeier et al., 1990).

Für den untersuchenden Tierarzt ergibt sich aus mehr Informationsmaterial jedoch häufig auch eine erschwerte Beurteilung (Eikmeier, 1977; Reid, 1980; Webbon, 1981; Salis, 1996; Lauk, 2002; Bemann, 2004), weshalb Kaufuntersuchungen nur von erfahrenen und qualifizierten Tierärzten durchgeführt werden sollten (Eikmeier et al., 1990; Hertsch, 1991).

Eine Hilfestellung zur Beurteilung der Röntgenbefunde im Rahmen einer Kaufuntersuchung finden sich im Röntgenleitfaden (Hertsch, 2008; Stadler, 2008a). Die Tierärzteschaft ist jedoch keinesfalls verpflichtet, sich an die Vorgaben des Röntgenleitfadens zu halten (Barnewitz, 2002).

Werden im Rahmen einer Kaufuntersuchung Röntgenbilder angefertigt, müssen diese auch von angemessener Qualität sein, damit eine Interpretation sinnvoll ist (Webbon, 1981; Kersjes, 1983b; Hertsch, 1992). Ist diese Voraussetzung nicht gegeben, sollte es jeder Tierarzt ablehnen, Röntgenaufnahmen im Rahmen einer Kaufuntersuchung zu erstellen.

Die Befunderhebung der Röntgenbilder muss sachlich und sprachlich deutlich von einer Diagnose abgegrenzt werden (Hertsch, 1992; Kettner, 2003; Stadler, 2008b). Es darf nur befundet werden, was auch tatsächlich auf dem Bild zu sehen ist (Zeller, 1976; Hertsch, 1991). Qualitativ minderwertigen Bilder dürfen somit nicht in die Beurteilung mit einfließen (Tellhelm et al., 1988). Die Einteilung der Befunde sollte sich nach dem aktuellen Röntgenleitfaden richten (Hertsch, 2008; Stadler, 2008a).

2.2.2 Eigentumsrechte an Röntgenbildern im Rahmen einer Kaufuntersuchung

Wie alle Röntgenaufnahmen sind auch die im Rahmen einer Kaufuntersuchung angefertigten Eigentum des damit beauftragten Tierarztes (Hartung und Münzer, 1983; Hartung und Tellhelm, 2000). Genau wie das Protokoll der Untersuchung sollten sie gut archiviert und aufbewahrt werden.

2.3 Der Röntgenleitfaden

Bereits Mitte der 80er Jahre wurden in der Tierärzteschaft Stimmen laut, die einen vorgegebenen Standard für die Anfertigung von Röntgenbildern und deren Interpretation im Rahmen einer Kaufuntersuchung forderten. Das Ergebnis der tierärztlichen Bemühungen eine Vereinheitlichung und Vergleichbarkeit in der Befundung und Beurteilung der Röntgenbilder im Rahmen von Kaufuntersuchungen herbeizuführen, ist der Röntgenleitfaden (Stadler, 2005; Bemmann et al., 2008).

1991 wurde vom Ausschuss „Pferde“ der deutschen Tierärzteschaft, welche 1994 in die Bundestierärztekammer umbenannt wurde (Hertsch, 2008), eine Kommission gegründet, welche die Richtlinien im Hinblick auf die Röntgenaufnahmen im Rahmen einer Ankaufsuntersuchung festgelegt hat (Dik et al., 1993; Hertsch, 2003; Bemmann, 2004 ; Stadler, 2005; Bemmann et al., 2008; Hertsch, 2008). Diese erste Kommission bestand aus Prof. Dr. Ueltschi aus Bern, Prof. Dr. Dik aus Utrecht und Prof. Dr. Hertsch aus Hannover.

Die erarbeiteten Richtlinien wurden 1993 vorgestellt und enthielten Empfehlungen zu folgenden Punkten (Dik et al., 1993):

- a) Anmerkungen zu Qualität und Technik
- b) Empfehlungen zur Technik
- c) Befundbeschreibung
- d) Befundbeurteilung
- e) Die Einteilung in Röntgenklassen
- f) Röntgenskizzen

Leider lies der Bekanntheitsgrad dieses ersten Röntgenprotokolls noch sehr zu wünschen übrig (Hertsch, 2003). Aus diesem Grund kümmerte sich Ende der 90er Jahre die „Gesellschaft für Pferdemedizin“ darum, dass es am 9. Mai 2001 zu einer Empfehlung zur Überarbeitung des Röntgenprotokolls durch die Bundestierärztekammer kam (Hertsch, 2003; Bemmann, 2004 ; Stadler, 2005; Bemmann et al., 2008).

Die Mitglieder der zweiten Röntgenkommission waren: Prof. Dr. Gerhards aus München, Prof. Dr. Hertsch aus Berlin, Dr. Jahn aus Bargteheide und Dr. von Saldern aus Telgte.

Dieser zweite Röntgenleitfaden wurde um die Bereiche Knie und Rücken erweitert und berücksichtigte bereits das neue Schuldrecht, als er 2002 zur Vorstellung kam.

Punkt b) des ersten Röntgenprotokolls wurde hierin unterteilt in:

- Empfehlungen zur Technik der Standardaufnahmen (Übersichtsaufnahme der Zehe 90 Grad, Oxspring-Aufnahme, Tarsus) und
- Empfehlungen zur Technik der erweiterten Röntgenuntersuchung (Knie und Rücken)

Bereits im ersten Röntgenleitfaden ist erwähnt, dass dieser nach dem momentanen Stand der Wissenschaft erarbeitet wurde und diesem somit immer angepasst werden muss.

So kam es bereits nach wenigen Jahren zum Ruf nach einer Überarbeitung, da gerade die Röntgenklasse II immer häufiger Anlass für Rechtsstreitigkeiten wurde (Bemmann, 2004). Die dritte Röntgenkommission, bestehend aus Prof. Dr. Gerhards aus München, Prof. Dr. Hertsch aus Berlin, Dr. Jahn aus Bargteheide und Dr. Brunken aus Verden legte 2007 den aktuellen RÖLF 07 vor, welcher folgende Neuerungen enthält (Hertsch, 2008; Jahn, 2008):

- im Text, aber nicht im Sinn veränderte Definitionen der Klassen I -IV
- Klasse II – Befunde müssen auch weiterhin nicht zwingend erwähnt werden
- Verfeinerte Differenzierung der Röntgenbefunde
- Verbesserte Gliederung
- Einfluss der klinischen Befundung auf die Klasseneinteilung entfällt; sie wirkt sich nur noch auf die Endbefundung der Kaufuntersuchung aus

Hier wird bereits darauf hingewiesen, dass diese Fassung auch eines Tages neuen, abgesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasst werden muss (Hertsch, 2008).

2.4 Die Oxspringaufnahme

2.4.1 Die Anatomie des Strahlbeins

Da es den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde, auf die Anatomie des Strahlbeins detailliert einzugehen, soll an diesem Punkt auf die einschlägige Literatur verwiesen werden (Pfeiffer, 1962; Wintzer, 1964 ; Delius, 1982; Wagner, 1982; Langguth, 1983; Lukas, 1987).

2.4.2 Die Oxspring-Aufnahme im Röntgenleitfaden 2007

Um die Anmerkungen zu Qualität und Technik bezüglich der Oxspringaufnahme im RÖLF 07 nicht extra aufzuführen, wird an dieser Stelle auf den Anhang (Kapitel 9) verwiesen.

2.4.3 Die Röntgenaufnahme nach Oxspring im Laufe der Zeit

Die Darstellung des Strahlbeins in der Röntgenaufnahme der Zehe des Pferdes gelang erstmals 1934 (Pryer, 1934) durch das wesentlich strahlendichtere Kronbein. Im Jahre 1935 wurden 2 technische Möglichkeiten der Röntgenaufnahme des Strahlbeins durch Oxspring vorgestellt. Dies waren die sog. „high-coronary-route“ und die „upright-pedal-route“ (Oxspring, 1935) .

Bei der high-coronary-route steht das Pferd mit dem Fuß auf der Röntgenkassette und der Zentralstrahl wird von dorsal aus in verschiedenen Winkeln auf den Huf ausgerichtet (Olsson, 1954; Campbell und Lee, 1972; Douglas und Williamson, 1977).

Im Weiteren soll es in dieser Arbeit um die upright-pedal-route gehen, welche heute allgemein im deutschen Sprachgebrauch als „Oxspring-Aufnahme“ bezeichnet wird. Der Huf steht hier auf der Spitze, meist in einem Klotz (sog. „Oxspring-Klotz“). Es gibt jedoch auch Meinungen, die die einfachere Durchführung dieser Projektion bei angehobener, frei hängender Gliedmaße betonen (Geres und Köppel, 1983).

Der Zentralstrahl kommt von dorsal und wird parallel zum Boden entweder auf die Mitte des Kronsaums ausgerichtet (Münzer, 1982; Dämmrich et al., 1983) oder wenige cm darüber (Wintzer, 1964 ; Park, 1989; Dik und Broek, 1995; Hinterhofer et al., 2008). Die Röntgenkassette steht hinter dem Huf, senkrecht zum Boden. Wird ein Klotz verwendet, befindet sich hier meist eine Haltevorrichtung für die Röntgenkassette.

Bereits im Jahr 1935 wurde zur Verbesserung von Kontrast und Schärfe ein Streustrahlen-Raster empfohlen (Oxspring, 1935). Zu diesem Zeitpunkt wurde eine Winkelstellung des Hufs zum Boden von 45 Grad angegeben. Im Zeitalter der digitalen Entwicklung von Röntgenbildern hat sich gezeigt, dass ein herkömmliches Streustrahlenraster mehr negative als positive Auswirkungen auf die Bildbeurteilung hat (Ueltschi, 1999; Kock, 2003 ; Weinberger, 2004). Aus diesem Grund wird bei Anwendung der digitalen Entwicklung entweder auf die Verwendung eines Rasters verzichtet (Kock, 2003) oder ein neuartiges Karbonraster empfohlen (Weinberger, 2004).

Um eine vollständige Aufnahme des Strahlbeines zu erhalten, müssen vorhanden Hufeisen entfernt werden. Danach empfiehlt es sich den Huf auszuschneiden um die Artefaktbildung auf ein Minimum zu reduzieren (Tellhelm et al., 1988; Park, 1989; Hornkamp, 1991; Poulos, 1992; Weinberger, 2004). Ist der Huf dreck- oder sandverschmiert und wird aus diesem Grund gewaschen, sollte mit einer Röntgenaufnahme abgewartet werden, bis die Haut und der Huf wieder abgetrocknet sind (Poulos, 1992).

Zu Beginn des Strahlbein-Röntgens fiel bereits auf, dass sich bei dieser Aufnahmetechnik die Strahlfurchen im Röntgenbild als Aufhellungslinien abbildeten. Um dies zu vermeiden, werden sie auch heute noch ausgefüllt. Zuerst verwendete man eine Paste aus Hornspänen und Fett (Oxspring, 1935). Später wurde aufgrund von Dichtemessungen Schweizer Fassdichte und Schmierseife als geeigneter empfohlen (Hartung und Keller, 1970; Tellhelm et al., 1988). Des weiteren werden in der Praxis auch Knetmasse oder geeignete Eigenmischungen verwendet (Weinberger, 2004). Egal welches Material man verwendet, es sollte kein zweites Mal verwendet werden (Poulos, 1992).

Die Blöcke, die zu Anfang verwendet wurden, waren aus Holz (Oxspring, 1935; Park, 1989). Heute werden zumeist Plexiglas- oder PVC-Blöcke verwendet, da diese eine stärkere Strahlenabsorption aufweisen (Hertsch und Zeller, 1977; Drommer et al., 1992). Der Block, der sich mit zunehmender Breite des Hufs verjüngt, wirkt so als Ausgleichsfilter und ermöglicht somit eine gute Darstellung des sonst überexponierten Strahlbeins (Hertsch und Zeller, 1977).

Im Bezug auf den Winkel zwischen Hufsohle und Boden gibt es schon seit Beginn der Anwendung dieser Röntgenaufnahmetechnik kontroverse Ansichten. So wurde anfangs häufig ein Winkel von 45 Grad angegeben (Oxspring, 1935; Cawley, 1960; Schebitz und Wilkens, 1986), während der 50-Grad-Winkel lediglich einmal erwähnt wurde (Zweers und Dik, 1988).

Zumeist wurden der 55-Grad-Winkel (Numans und van der Watering, 1973; Lang, 1981; Münzer, 1982; Ostblom et al., 1982; Kaser-Hotz und Ueltschi, 1992; Ueltschi, 2002) und der 60-Grad-Winkel (Hertsch und Zeller, 1977; Wagner, 1982; Hertsch und Beerhues, 1988 ; Park, 1989; Drommer et al., 1992) angegeben.

Aber auch die Meinung, es käme auf den Winkel zwischen dorsaler Hufwand und Boden an, wird stark vertreten (Hickman, 1964; Wintzer, 1964 ; Campbell und Lee, 1972; Douglas und Williamson, 1972; Colles, 1984; Macgregor, 1986).

Uneinigkeit herrscht auch darüber, ob der distale Rand des Strahlbeins umso höher über dem Hufgelenksspalt liegt, je mehr die Zehe eingebeugt ist. Eine nach vorne gestellte Gliedmaße mit im Klotz stehender, gestreckter Zehe soll ein besseres Ergebnis erbringen hinsichtlich der Höhe des distalen Randes des Strahlbeines (Weinberger, 2004).

Zwischen Hufform und Lage des Strahlbeins im Huf wurde eine Abhängigkeit gefunden (Lang, 1981). Hierbei kommt es jedoch nicht auf den Winkel der dorsalen Hufwand zum Boden an, sondern vielmehr auf den Winkel der Trachte zum Boden. Demnach sollte der Zentralstrahl senkrecht zur Trachte ausgerichtet werden. Die Stellung der Gliedmaße hatte hierbei keinen Einfluss auf die Projektion.

In der Praxis bleibt der Hufwinkel meist unberücksichtigt. Dafür müssen 3 Forderungen an eine korrekte Oxspringaufnahmen erfüllt werden (Hertsch und Zeller, 1977):

- ein Winkel des Oxspringklotzes zum Boden von 60-Grad
- ein konstanter Abstand der Hufspitze zum Boden von 16 cm
- die Platzierung des Oxspringklotzes auf Höhe des gegenüberliegenden Standbeins

2.4.4 Das Röntgenbild des Strahlbeines in der Oxspringaufnahme

Ein gesundes Strahlbein stellt sich symmetrisch zu dem der kontralateralen Seite dar (Wintzer, 1964 ; Butler et al., 1993; Keller und Grundmann, 1995). Es wird mit glatten Konturen in seiner typischen „Weberschiffchenform“ abgebildet. Rassespezifisch können Röntgenbilder der Strahlbeine erhebliche Größen- und Formunterschiede aufweisen.

Der proximale Rand des Strahlbeines soll sich im Röntgenbild aus zwei Linien bestehend darstellen (Dik und Broek, 1995; Dik et al., 2001b). Hierbei stellt die proximale Linie die Kontur der Facies flexoria dar und ist immer konvex. Die distale Linie stellt die proximale Gelenkgrenze dar und ist meist gerade. Sie kann aber auch konkav, undulierend oder konvex abgebildet werden (Dik und Broek, 1995; Dik et al., 2001a; Dik et al., 2001b).

Der distale Rand des Strahlbeines besteht ebenfalls aus zwei Linien (Hertsch und Zeller, 1977; Dik et al., 2001b).

Die proximale Linie gibt hier die Kontur der Facies articularis wieder, während die distale Linie die der Facies flexoria darstellt (Dik et al., 2001b). Sie ist im mittleren Teil gerade und steigt zu den Seitenenden hin an.

Zuweilen werden auch drei Linien am distalen Rand des Strahlbeins gesehen (Park, 1989). Hierbei handelt es sich außer der Facies flexoria um die distale Begrenzung des Strahlbeines und um die Linie, welche die Lokalisation der Strahlbeinkanäle angibt.

Die Struktur der Knochenbälkchen des Strahlbeines soll auf der gesamten Strahlbeinfläche feinmaschig zu erkennen sein (Ueltschi, 2002). An den Seitenenden, welche sich abgerundet darstellen (Wilkinson, 1952; Wintzer, 1964 ; Johnson und Ackermann, 1975; Hertsch und Zeller, 1977; Park, 1989) und von dort ausgehend zum Zentrum hin ist sie kleinblasig und unregelmäßig.

Im Zentrum und von dort ausgehend zum distalen Rand hin sind die Knochenbälkchen in länglichen Waben angeordnet (Wintzer, 1964).

Strukturunterschiede stellen sich aufgrund der besonderen Gegebenheiten bei der Oxspringaufnahme als Dichteunterschiede dar (Hertsch und Zeller, 1977). Dies bedingt die Überlagerung des Strahlbeins mit dem wesentlich dickeren Kronbein.

Die Aufhellungen am distalen Rand sind die Canales sesamoidales distales. Sie können sehr verschieden ausgeprägt sein und ihre Bedeutung wird sehr kontrovers diskutiert. Aus diesem Grund werden sie in Kapitel 2.4.6 gesondert behandelt.

2.4.5 Strukturveränderungen des Strahlbeins in der Oxspringaufnahme

Kommt es zu röntgenologisch erkennbaren Aufhellungen im Zusammenhang mit Strukturauflösungen der Spongiosa und der subchondralen Knochenplatte, so sind diese Veränderungen in der Aufnahme nach Oxspring erst bei erheblicher Mitbeteiligung der Knochengrenzlamellen sichtbar (Hertsch et al., 1982). Die normalerweise gleichmäßige, kleinwabige Trabekelanordnung wird im Rahmen einer Podotrochloseerkrankung grobmaschiger und verschwindet in Teilbereichen dann ganz (Hertsch und Zeller, 1977). Des Weiteren werden auch sehr feine, dichte Knochen als pathologische Veränderung angesehen. Diesem Zustand wird häufig nicht genug Rechnung getragen oder aber er wird übersehen (Ueltschi, 2002). Somit kann man neben diffus aufgehellten Knochenbereichen oder einer grobmaschigen Strahlbeinstruktur häufig auch eine diffus verdichtete Strahlbeinstruktur sehen (Olsson, 1954).

Aufhellungen stellen sich als ein bis mehrere runde oder ovale Herde mit verminderter Strahlendichte dar (Wintzer, 1964), die meist einseitig (Hertsch, 1983; Langfeldt, 1986), in erster Linie im Bereich des Sagittalkammes auftreten (Wilkinson, 1952; Hickman, 1964; Wintzer, 1964). Andere Autoren finden diese Aufhellungen zumeist im distalen Strahlbeindrittel (Langfeldt, 1986). Häufig sind sie von einer verdichteten Knochenzone umgeben (Cawley, 1960; Wintzer, 1964 ; Hertsch und Zeller, 1977; Colles, 1979; Delius, 1982; Hertsch und Steffen, 1986). Die osteoporotischen Bezirke können sich scharf begrenzt, unscharf begrenzt (Oxspring, 1935) oder undeutlich und später wie ausgestanzt darstellen (Wilkinson, 1952; Hertsch und Zeller, 1977). Alles in Allem werden sie als zentrale Defekte bezeichnet.

Um osteoporotische Areale findet sich häufig eine Sklerosezone (Oxspring, 1935; Westhues, 1938; Wilkinson, 1952; Olsson, 1954; Cawley, 1960; Hickman, 1964; Wintzer, 1964 ; Wintzer, 1970; Colles, 1979; Reid, 1980).

Zysten im Strahlbein stellen sich als rundliche, gut abgegrenzte Aufhellungen in unterschiedlicher Größe dar (Ueltschi, 2002). Sie sind von Sklerosierungen verschiedenster Ausprägung umgeben (Reid, 1980).

Frakturen des Strahlbeins sieht man als strich- bis bandförmigen Aufhellungen. Meist handelt es sich um Sagittalfrakturen, die vom proximalen bis zum distalen Rand reichen (Cawley, 1960; Wintzer, 1970). Die Frakturlinie ist meist unregelmäßig und gezackt und erweitert sich allmählich (Wintzer, 1970). Oft gehen jedoch auch mehrere Frakturlinien unregelmäßig von einer zentralen Aufhellung aus (Hertsch und Zeller, 1977).

2.4.6 Konturveränderungen des Strahlbeins in der Oxspringaufnahme

Im Gegensatz zu den Strukturveränderungen des Strahlbeins, die eine osteoporotische Tendenz aufweisen, sind Konturveränderungen proliferativer Natur (Reid, 1980). Durch knöcherne Verstärkung der seitlichen Bandansatzstellen (Ansatzbereich des Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinbandes) kann es zum Verlust der typischen Weberschiffchenform kommen (Hertsch und Steffen, 1986). Diese Zubildungen werden häufiger spitz zulaufend und spornartig nach proximal gerichtet gesehen, als in flächenhafter Ausprägung (Oxspring, 1935; Cawley, 1960; Hickman, 1964; Wintzer, 1964 ; Kealy, 1972; O'Brien et al., 1975; Ackermann et al., 1977; Hertsch und Zeller, 1977; Turner und Fessler, 1982).

Meist beobachtet man diese Veränderungen in Verbindung mit kolbig erweiterten Gefäßkanälen (Reid, 1980) oder im Zusammenhang mit pathologischen Veränderungen der Facies flexoria (Hertsch und Steffen, 1986).

Aber auch hier gibt es kontroverse Ansichten, da diese Zubildungen an den Seitenenden auch als klinisch nicht bedeutend angesehen und auf Fehlstellungen und fehlerhaften Beschlag zurückgeführt werden (Colles, 1983; Hickman, 1989).

Es wird jedoch auch darauf hingewiesen, dass es nicht immer so offensichtlich ist, bei der Aufnahme nach Oxspring Konturveränderungen zu erkennen (Röstel-Peters, 1987).

Konturveränderungen des Strahlbeins stellen sich nicht nur an den Seitenrändern dar, sondern auch am Margo proximalis. Meist erscheinen diese als einzelne, gezackte, warzenartige, bis erbsengroße Exostosen, die sich zuerst als Unregelmäßigkeiten im Röntgenbild darstellen (Douglas und Williamson, 1970). Sie können jedoch auch gewaltigere Ausmaße annehmen (Ueltschi, 2002), bis hin zu einer flächenhaften Ausdehnung über das gesamte proximale Randgebiet (Pfeiffer, 1962).

Solche Veränderungen am proximalen Strahlbeinrand werden sowohl bei fortgeschrittenen Erkrankungen (Olsson, 1954) als auch ohne klinische Symptome gesehen (Hertsch und Zeller, 1977; Müller, 1982). Dik hingegen misst der Kontur des proximalen Strahlbeinrandes große Bedeutung zu und unterteilt ihn in folgende drei Formen: konkav, undulierend und konvex. Bei Pferden mit einer klinischen Strahlbeinerkrankung tritt vermehrt die erste Form auf. (Dik et al., 1999).

Konturveränderungen am distalen Strahlbeinrand können ebenfalls in Form kleinerer Exostosen auftreten (Cawley, 1960; Wintzer, 1964 ; Wintzer, 1970; O'Brien et al., 1975; Ueltschi, 2002) oder aber auch in Abhängigkeit der Erkrankung und des Alters des Pferdes in unterschiedlicher Ausprägung (Hertsch und Zeller, 1977).

Des Weiteren sind auch Einbuchtungen des distalen Randes beschrieben (Pfeiffer, 1962; Wintzer, 1964 ; O'Brien et al., 1975), sowie osteoporotische Bezirke (Hickman, 1964). Letzteres wurde vor allem bei länger bestehender Podotrochlose und bei alten Pferden gesehen. Diese Einbuchtungen und osteoprotischen Bezirke werden auch als raue, ausgefressene Kontur bezeichnet (van der Watering und Morgan, 1975) oder direkt als Osteolyse angesprochen (Kealy, 1972; Reid, 1980).

Ein weiterer häufiger Befund sind Chipfrakturen des distalen Randes (Numans und van der Watering, 1973; O'Brien et al., 1975; van der Watering und Morgan, 1975; Hertsch und Zeller, 1977; Turner und Fessler, 1982; Wagner, 1982; Poulos et al., 1983).

Zumeist findet man sie an den Enden des geraden Teils des Margo distalis (Ueltschi, 2002). Sie sind jedoch in der Oxspringaufnahme nur schwer zu erkennen, da der Frakturspalt unscharf und die Ränder unregelmäßig dargestellt werden.

Die Frakturstücke weisen meist eine rechteckige bis ellipsoide Form auf und liegen dem Strahlbeinkörper eng an. Am Strahlbein selbst kann man häufig eine dem Frakturstück entsprechende Einbuchtung („Mausbett“) erkennen (Numans und van der Watering, 1973).

Den Erfahrungen nach sind Chipfragment und Strahlbeinkörper durch desmales Gewebe verbunden. Um die häufig übersehenen Fragmente zu finden, wird empfohlen den verdächtigen Bereich unter einer Intensivlichtquelle zu betrachten (Ueltschi, 2002).

Auf die Ursachen und Krankheitsbilder, die zu den aufgeführten röntgenologischen Veränderungen führen können, soll in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen werden.

2.4.7 Die Canales sesamoidales distales im Röntgenbild des Strahlbeins

Schon früh sah man die Canales semsamoidales distales, die sich in der Oxspringaufnahme als Aufhellungen verschiedenster Form und Länge über dem Margo distalis finden, in Verbindung mit pathologischen Zuständen des Strahlbeins (Hickman, 1964). Dies hat sich bis heute nicht geändert (Höppner, 2008).

Innerhalb dieser Aussparungen wurden vereinzelt Blutgefäße gesehen (Wintzer, 1970). Weitere Untersuchungen mit Hilfe von Kontrastmittelaufnahmen zeigten eindeutig, dass diese Aufhellungen mit Synovia gefüllt sind und mit dem Hufgelenk in Verbindung stehen (Hertsch et al., 1982). Hieraus entstand die Bezeichnung Canales sesamoidales distales (im Folgenden als C. s. bezeichnet).

Ist das Hufgelenk aufgrund einer Entzündung chronisch vermehrt gefüllt, so wird die Synovia in die C. s. gepresst und führt hier zu einer Druckatrophie. Diese wiederum ist im dorsopalmaren Röntgenbild des Strahlbeines als Vergrößerung und/oder Deformierung der C. s. sichtbar (Verschooten et al., 1987; Hertsch und Höppner, 1999).

Für die röntgenologische Beurteilung ist der Randbereich der Kanäle wichtig. Sieht man eine deutliche Sklerosierung mit einer gleichmäßigen Feinzeichnung der Spongiosa, so wird dies prognostisch als günstiger angesehen (Keller und Grundmann, 1995). Eine unregelmäßig, fleckige Struktur dagegen ohne klare, durch eine Sklerosierung begrenzte Ränder, sind als vorsichtig zu beurteilen (Hertsch et al., 1982). Da es gerade zur Beurteilung der C. s. im Röntgenbild des Strahlbeines sehr kontroverse Meinungen gibt, werden die einzelnen Beurteilungskriterien im Folgenden getrennt aufgelistet.

2.4.7.1 Die Größe der C.s. distales

Über die Größe bzw. die Vergrößerung der C. s. gibt es sehr viele verschiedene Meinungen. Präzise Angaben besagen, dass eine Tiefe über 3 Millimeter pathologisch sei (Ackermann et al., 1977).

Des Weiteren werden Unterscheidungen in ggr., mgr. und hgr. Röntgensymptome unternommen (Wintzer, 1964). Demnach sind höchstens 4 Kanäle mit einer Länge von wenigen Millimetern ein ggr. Befund, 10 oder mehr erweiterte Kanäle, deren Länge sich höchstens bis zur Strahlbeinmitte erstreckt ein mgr. – hgr. Befund.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die C. s. ohne genaue Differenzierung als vergrößert zu bezeichnen (Olsson, 1954; O'Brien et al., 1975; Douglas und Williamson, 1977; Hertsch und Zeller, 1977; Colles, 1982). Auch das Verhältnis der Kanallänge zur Strahlbeintiefe wird berücksichtigt (Langguth, 1983) und eine Einteilung in kurze, mittellange und lange Strahlbeinkanäle vorgenommen (Hertsch und Steffen, 1986). Hierbei sind kurze Strahlbeinkanäle diejenigen, die bis zu $\frac{1}{6}$ der Strahlbeinbreite einnehmen, mittellange bis zu $\frac{1}{4}$ und lange über $\frac{1}{4}$. Andere Autoren dagegen halten die Größe der Strahlbeinkanäle für unbedeutend und beurteilen lediglich ihre Formveränderungen (Reid, 1980; Macgregor, 1986). Außerdem werden auch bei älteren, klinisch unauffälligen Pferden auffällig große C.s. beobachtet (Kealy, 1972), wonach die Größe der Kanäle direkt von der geleisteten Arbeit des jeweiligen Pferdes abhängen kann (Colles und Hickman, 1977).

Schon früh wurde festgestellt, dass die C. s. bedingt durch die Röntgentechnik variieren kann. So ändern sich die Länge und Form der Strahlbeinkanäle in Abhängigkeit des Winkels zwischen Zentralstrahl und Abbildungssystem (Oxspring, 1935; Langguth, 1983).

2.4.7.2 Die Form der C.s. distales

Konische C. s. werden mittlerweile von den meisten Autoren als physiologisch eingestuft (Colles und Hickman, 1977; Hertsch und Zeller, 1977; Reid, 1980; Poulos et al., 1983). Kommt es zum sog. Symptomkomplex der Podotrochlose (Hertsch, 1999 ; Rijkenhuizen, 2008) erweitern sich die Kanäle bauchig. Im Röntgenbild erscheinen sie dann längsoval bis rundlich (Westhues, 1938; Wittman, 1940; Colles, 1979).

Im weitem Verlauf können sich die C. s. im Röntgenbild gestielt mit einer senkrecht zum distalen Rand verlaufenden Verbindung darstellen und bis zur Mitte des Strahlbeins reichen. Stellen sie sich pilzförmig, endständig-kugelig, endständig-kolbig, birnenförmig, trichterförmig, umgekehrt flaschenförmig oder lollipopartig dar, so weist dies auf fortgeschrittene degenerative Prozesse hin (Cawley, 1960; Wintzer, 1964 ; Wintzer, 1970; Hertsch und Zeller, 1977; Colles, 1979; Reid, 1980; Macgregor, 1986; Ueltschi, 2002).

2.4.7.3 Die Ränder der C.s. distales

Normalerweise sollten sich die Ränder der C. s. glatt darstellen. Tritt eine Vergrößerung, Aufweitung und/oder Formveränderung der Kanäle ein, so werden sie unregelmäßig (Oxspring, 1935). Bei auffällig großen trapezförmigen Aufhellungen konnten jedoch nie Sklerosierungen festgestellt werden (Lukas, 1987). Der distale Rand hingegen zeigt physiologisch Unregelmäßigkeiten und kann sogar sägezahnartig gezackt aussehen (Douglas und Williamson, 1977).

2.4.7.4 Die Anzahl der C.s. distales

Auch hier gibt es wieder viele kontroverse Ansichten in der Literatur. Die Angaben für eine physiologische Anzahl von C.s. reichen von keinerlei Kanälen bis hin zu 7 (Park, 1989). Auch höchstens 4 gleichmäßig schmale und kurze Gefäßkanäle werden als physiologisch angesehen (Wintzer, 1964). Des Weiteren werden mehr als 4 Aufhellungen, die mehr als 3 Millimeter breit sind, bereits als pathologische Erscheinung angesehen (Ackermann et al., 1977). Ebenso finden sich auch Angaben, zufolge derer 4 bis 6 Aufhellungen als unverdächtig angesehen werden (Johnson und Ackermann, 1975).

Allerdings werden auch mehr als 6, wenn sie nicht weiter als 1 bis 2 mm sind, noch als unauffällig bezeichnet (Johnson und Ackermann, 1975). Aber auch 5 bis 7 konisch geformte Kanäle werden noch als physiologisch bezeichnet und als Ausdruck einer vermehrten Arbeitsleistung gewertet (Colles, 1982). Bei Reihenuntersuchungen klinisch gesunder Pferde wurden meist 1 bis 6 konische Kanäle gefunden, weswegen der Zusammenhang mit dem Symptomkomplex der Podotrochlose hier stark angezweifelt wird (Müller, 1982).

Seit den frühen 80er Jahren herrscht weitgehend Übereinstimmung darin, dass die Anzahl der Strahlbeinkanäle pro Strahlbein sehr variabel ist und keinen Rückschluss auf das Vorliegen einer Erkrankung zulässt (Colles, 1979; Poulos et al., 1983; Hertsch und Steffen, 1986; Ueltschi, 2002).

2.4.7.5 Die Lokalisation der C.s. distales

Die C. s. finden sich normalerweise im zentralen, geraden Teil des distalen Strahlbeinrandes (Hertsch und Steffen, 1986; Park, 1989). Kanäle, die im schrägen Seitenteil des Strahlbeins gefunden werden, deuten auch ohne Deformierung auf eine Erkrankung hin (Delius, 1982; Macgregor, 1986; Ueltschi, 2002). Im Röntgenleitfaden werden auch C. s. distales, welche sich im Übergangsbereich zu den schrägen Seitenteilen befinden schlechter beurteilt.

2.4.8 Die Canales sesamoidales proximales

Sieht man auch am proximalen Rand des Strahlbeins Aufhellungen, so liegt nach Meinung der meisten Autoren eine schwerwiegende Veränderung zu Grunde (Wilkinson, 1952; Olsson, 1954; Wintzer, 1964 ; Ackermann et al., 1977; Hertsch und Zeller, 1977; Colles, 1983; Dämmrich et al., 1983; Keller und Grundmann, 1995).

Diese beginnen meist mittig des Margo proximalis zuerst mit punktförmigen, dann runden bis längsovalen Aufhellungen (Pfeiffer, 1962; Colles, 1979). Häufig werden sie bei einer Beteiligung der Facies flexoria gesehen oder wenn die Kanäle am distalen Rand sehr tief sind oder eine starke Sklerosierung aufweisen (Hertsch und Steffen, 1986).

Es gibt allerdings auch natürlich vorkommende Foramina nutriticia proximalia, die sich zu C. s. proximalis erweitern können und somit röntgenologisch darstellbar sind (Wissdorf et al., 1998).

2.5 Radiologische Grundlagen

2.5.1 Die Entwicklung der konventionellen Radiographie

Röntgenstrahlen wurden 1895 von Wilhelm Conrad Röntgen entdeckt (Dorf Müller, 2005). Die Strahlen sind elektromagnetisch und breiten sich geradlinig aus. Durch ihre erheblich kürzere Wellenlänge als Licht haben sie die Fähigkeit, Festkörper zu durchdringen (Buchmann, 1996). Da bereits seit Beginn häufig Strahlenerkrankungen auftreten, ist das Thema der Strahlenreduktion von Anfang an sehr bedeutsam. Der erste Schritt bestand darin, Verstärkerfolien in den Filmkassetten einzusetzen.

Die ersten Verstärkerfolien bestanden aus CaCO_3 , heutige gibt es auf Basis seltener Erden. Je nach Spektrum des durch die Röntgenstrahlen erzeugten Lichts, werden sie als grüne oder blaue Verstärkerfolien bezeichnet (Dorf Müller, 2005).

Bei der konventionellen Röntgentechnik kommt auf verschiedene Parameter an, um ein qualitativ hochwertiges Bild zu erzeugen. Zu den Belichtungsparametern zählen die Beschleunigungsspannung zwischen Kathode und Anode, die in Kilovolt (kV) angegeben wird und die Milliampere (mA), bzw. das Milliampere-sekundenprodukt (mAs) (Münzer, 1982; Buchmann, 1996). Die Beschleunigungsspannung gibt die Durchdringungsfähigkeit durch das Gewebe an, das mAs die Menge der Röntgenstrahlen (Buchmann, 1996; Dorf Müller, 2005).

Die beiden Belichtungsparameter müssen auf den geeigneten Film-Focus-Abstand abgestimmt sein, da vor allem hochempfindliche Filme hierbei sehr sensibel reagieren (Dorf Müller, 2005).

Die Aufzeichnung des Strahlenbildes erfolgt mittels Verstärkerfolie und Röntgenfilm (Von Volkman, 1998). Das Auflösungsvermögen eines Films wird in der konventionellen Röntgentechnik mit Linienpaaren (Lp) pro Millimeter (mm) angegeben (Dorf Müller, 2005). Mit Hilfe von Filtern kann die Intensität der Röntgenstrahlung vermindert sowie gleichzeitig aufgehärtet und homogenisiert werden.

2.5.2 Das unscharfe Röntgenbild

Für die Verschlechterung der Qualität eines Röntgenbildes, welche als Unschärfe deutlich wird, gibt es verschiedene Ursachen.

Die Streustrahlenunschärfe

Um ein scharfes Röntgenbild herzustellen ist die Primärstrahlung von Nöten. Leider entsteht sowohl in der Röntgenröhre als auch im durchstrahlten Objekt zusätzlich noch die sog. Störstrahlung. Sie setzt sich aus der extrafokalen Strahlung und der Streustrahlung zusammen (Laubenberger und Laubenberger, 1999).

Die extrafokale Strahlung entsteht durch fehlgeladene Elektronen außerhalb des Brennflecks an der Röntgenröhre. Sie führt zu einer Brennfleckvergrößerung (Buchmann, 1996; Laubenberger und Laubenberger, 1999). Dadurch kommt es zu einer Verminderung des Kontrastes, das Bild „verschleiert“ (Münzer, 1982). Um dies zu vermeiden, sollte brennflecknah eingeblendet werden und ein elektronenableitender Metalltrichter oder ein Tubus verwendet werden (Buchmann, 1996; Laubenberger und Laubenberger, 1999).

Die Streustrahlung entsteht beim Durchdringen der Röntgenstrahlung durch das Objekt. Dieses wirkt wie eine großflächige Strahlenquelle (Buchmann, 1996). Je dicker und dichter das Objekt ist, umso größer ist der Anteil der Streustrahlung am Nutzstrahlenbündel (Münzer, 1982; Buchmann, 1996). Die Filmbelichtung erfolgt durch die Streustrahlung. Allerdings verringert sie auch den Bildkontrast und führt zur Entstehung eines Grauschleiers. Des Weiteren erhöht sie auch die Strahlenbelastung für den Patienten und das Personal (Münzer, 1982). Um eine Reduktion der Streustrahlung zu erreichen, sind folgende Maßnahmen zu ergreifen (Münzer, 1982; Buchmann, 1996):

- möglichst enge Einblendung des Nutzstrahlenbündels
- Verwendung eines Streustrahlenrasters
- Anwendung der Grödel-Technik

Die geometrische Unschärfe

Sie erhöht sich bei der Vergrößerung des Brennflecks (Focus) und bei der Vergrößerung des Objekt-Film-Abstandes (Douglas und Williamson, 1977; Münzer, 1982; Buchmann, 1996), da sich bei einem flächenhaften Brennfleck die Strahlung von allen Punkten dieser Fläche aus ausbreitet. So entstehen Halbschatten, welche die Schärfe, den Kontrast und die Detailerkennbarkeit vermindern.

Die Bewegungsunschärfe

Sie entsteht in Folge einer zu langen Expositionsdauer und durch Bewegungen des Patienten (Münzer, 1982; Buchmann, 1996). Eine Verringerung der Belichtungszeit kann man durch verschiedene andere Mechanismen zum Teil kompensieren:

- erhöhte kV-Werte des Geräts
- größerer Brennfleck mit einhergehender Vergrößerung der geometrischen Unschärfe
- Verwendung eines empfindlicheren Detektorsystems häufig mit verminderter Abbildungsschärfe
- Verminderter Focusabstand
- Erhöhte kV-Leistung mit Verminderung des Kontrastes

Die Anatomische Unschärfe

Unterschiedlich starke Schwächung der Röntgenstrahlen an Objektgrenzen werden unterschiedlich scharf abgebildet (Münzer, 1982).

Die Folienunschärfe

Die folienabhängige Schärfe eines Röntgenbildes ist bei hochempfindlichen Verstärkerfolien größer als bei Folien mit geringerer Empfindlichkeit (Münzer, 1982; Buchmann, 1996).

Eine gröbere Körnung und eine dickere Leuchtschicht bedingen eine bessere Verstärkung, allerdings aber auch mehr Streustrahlung mit daraus folgender Unschärfe.

Eine feinere Körnung mit dünnerer Leuchtschicht verringert die Verstärkung, garantiert aber eine bessere Bildschärfe. Dies gilt auch für die in der digitalen Radiographie verwendeten Speicherfolien (Laubenberger und Laubenberger, 1999).

Mammographiefolien sind ein Beispiel für hochauflösende Folien mit einer geringen Schichtdicke. Da bei den Speicherfolien die Körnung immer dieselbe Größe aufweist, ist bei einer besseren Auflösung jedoch eine höhere Strahlendosis erforderlich.

2.5.3 Röntgentechnische Hilfsmittel

Blenden

Diese fest am Gehäuse des Röntgengeräts angebrachten, beweglichen Bleilamellen ermöglichen das rechteckige Eingrenzen des Primärstrahlenbündels. Mit Hilfe einer Lichtquelle und einer Spiegeleinrichtung ist es möglich, das Primärstrahlenfeld auf dem Objekt sichtbar zu machen (Douglas und Williamson, 1977).

Der Tubus

Der Tubus ist ein meist um die 30cm langes, im Durchmesser 10cm breites Rohr, welches vor dem Strahleaustrittsfenster der Röntgenröhre befestigt wird. Meist aus Aluminium bestehend, ist der Tubus innen mit einer Bleischicht ausgekleidet, die der Strahlenabsorption der extrafokalen Strahlung dient (Douglas und Williamson, 1977; Münzer, 1982).

Durch die Verkleinerung des durchstrahlten Volumens wird die Streustrahlung reduziert und somit eine schärfere Bildzeichnung erreicht. Des Weiteren wird auch die geometrische Unschärfe an den Objekträndern vermindert und die Streustrahlenbelastung für das Personal und den Patienten vermindert (Douglas und Williamson, 1977; Münzer, 1982).

Das Streustrahlenraster

Ein Streustrahlenraster besteht zumeist aus feinen Bleilamellen (Münzer, 1982). In selteneren Fällen können die Lamellen auch aus Wolfram sein (Laubenberger und Laubenberger, 1999). Die Zwischenräume der Lamellen füllt entweder eine strahlendurchlässige Karbonschicht oder Papier aus (Münzer, 1982; Buchmann, 1996; Laubenberger und Laubenberger, 1999). Zum Schutz vor mechanischer Beschädigung befindet sich außen meistens ein Aluminiumgehäuse.

Je nachdem wie die Bleilamellen zueinander stehen, spricht man von einem Parallelraster oder von einem fokussiertem Raster (Münzer, 1982). Bei letzterem sind sie zueinander gewinkelt angeordnet. Die in Richtung der Lamellen verlaufende Primärstrahlung passiert das Raster, während in alle Richtungen divergierende Streustrahlen von den Rasterlamellen absorbiert werden (Münzer, 1982; Buchmann, 1996; Laubenberger und Laubenberger, 1999). Da das Raster auch einen Teil der Nutzstrahlen absorbiert und die Streustrahlen zu einem gewissen Teil auch zur Bildschwärzung beitragen, muss die Dosis entsprechend angepasst werden (Münzer, 1982).

Um ein Raster optimal auszunutzen, muss der angegebene Film-Fokus-Abstand eingehalten werden (Münzer, 1982; Buchmann, 1996; Laubenberger und Laubenberger, 1999). Der Nutzen von Parallelrastern ist erst ab einem FFA von 1,2 m gegeben. Ein so großer FFA bedeutet für die Tiermedizin allerdings eine starke Verlängerung der Belichtungszeit. Dies wiederum erhöht die Gefahr der Bewegungsunschärfe deutlich. Damit die Belichtungszeit so kurz wie möglich gehalten werden kann, werden vor allem fokussierte Raster eingesetzt. Diese bedingen meist einen optimalen FFA von 80 cm (Münzer, 1982).

Das Schachtverhältnis bezeichnet das Verhältnis der Lamellenhöhe zur Breite des Lamellenzwischenraumes. Bei einem höherem Schachtverhältnis ist der Bildkontrast entsprechend besser, die erforderliche Dosis um ein qualitativ hochwertiges Röntgenbild zu erzeugen allerdings entsprechend höher (Münzer, 1982; Buchmann, 1996). Die Größe der Lamellenanzahl pro cm muss so hoch sein, dass die Lamellen nicht mit abgebildet werden (Münzer, 1982; Buchmann, 1996).

Die Dicke der Lamellen ist für die Wirkung eines Rasters von Bedeutung (Buchmann, 1996). Der klassische Einsatz eines Streustrahlenrasters in der Pferdemedizin besteht bei der Röntgenaufnahme nach Oxspring, wenn konventionell entwickelt wird. Bei der digitalen Radiographie führt die Verwendung eines Streustrahlenrasters bei dieser Aufnahme zu störenden Interferenzen (Ueltschi, 1999).

Die Grödel-Technik

Diese auch als „Abstandstechnik“ bezeichnete Technik basiert, aufgrund des vergrößerten Objekt-Film-Abstandes, auf einer Verminderung der Streustrahlung in der Kassettenebene. Die Streustrahlung nimmt auf dem Weg zwischen Objekt und Film stärker ab als die Primärstrahlung. Dadurch geht ein Teil der Streustrahlung an der Kassette vorbei und es kommt zu einer gewissen Unschärfereduktion. Mit größer werdendem Objekt-Film-Abstand jedoch vergrößert sich bei dieser Technik die geometrische Unschärfe. Somit darf der Abstand zwischen Objekt und Film nicht zu groß gewählt werden, wobei der Focus möglichst klein gewählt werden sollte (Laubenberger und Laubenberger, 1999; Kock, 2003).

2.5.4 Die digitale Radiographie

Bei der heutzutage überwiegend verwendeten digitalen Entwicklung unterscheidet man Speicherfoliensysteme (CR-Technik) und digitale Röntgensysteme (DR-Technik).

Die CR-Technik

Im deutschen Sprachgebrauch hat sich der Begriff der Speicherfoliensysteme durchgesetzt, die englische Abkürzung beruht auf „Computed Radiography“ (Blendl, 2005; Dorf Müller, 2005). Die Filme weisen gegenüber der konventionellen Radiographie eine erheblich höhere Dynamik auf, wodurch sich das Risiko einer Fehlbelichtung reduziert (Dorf Müller, 2005; Georgi und Koert, 2005). Bedingt durch die hohe Sensibilität der Folien besteht zudem die Möglichkeit der Dosisreduktion.

Als Speicherfolien dienen lumineszenzfähige, wieder verwendbare Halbleiterfolien (Georgi und Koert, 2005). Nach Anregung durch die Röntgenstrahlen kommt es zu einer Entkoppelung der Leuchterscheinung. Das heißt, die angeregten Elektronen werden in diesem Zustand festgehalten (gespeichert) (Laubenberger und Laubenberger, 1999; Dorf Müller, 2005; Georgi und Koert, 2005). Erst durch eine erneute Anregung kommt es zu der eigentlichen Leuchterscheinung. Dies wird auch als photostimulierte Lumineszenz (PSL) bezeichnet (Blendl, 2005; Dorf Müller, 2005; Georgi und Koert, 2005).

Um eine erneute Anregung hervorzurufen, wird ein Laserstrahl zeilenweise über die Folie geführt. Dessen Lichtspektrum weist mit 500-700nm einen signifikanten Unterschied zu der erzeugten Leuchterscheinung (emittiertes Licht) auf (Maximum bei 390 nm) (Blendl, 2005). Im zweiten Schritt wird diese Leuchterscheinung durch Lichtleitsysteme und Sekundärelektronenvervielfacher elektronisch registriert. Danach kommt es zur Digitalisierung des Bildes in dem PC, der mit der Ausleseeinheit verbunden ist (Blendl, 2005; Dorf Müller, 2005).

Die noch in der strahlenempfindlichen Schicht verbliebene Bildinformation kann nach der Digitalisierung des Bildes mit weißem Licht gelöscht werden. Somit ist die Speicherfolie vielfach verwendbar (Blendl, 2005; Georgi und Koert, 2005).

Bei den Auslesesystemen unterscheidet man zwischen geschlossenen und offenen. Der Unterschied hierbei besteht darin, dass die Folie bei geschlossenen Auslesesystemen nicht aus der Kassette entnommen werden muss. Dies geschieht automatisch in der Ausleseeinheit. Bei den offenen Auslesesystemen hingegen muss die Folie manuell entnommen werden (Dorf Müller, 2005).

Die DR-Technik

Hierbei wird die Bildinformation über eine sog. Detektorplatte mit Hilfe eines Kabels direkt an den Computer weitergeleitet. Aus diesem Grund wird sie auch häufig als „Direkte Radiographie“ bezeichnet (Georgi und Koert, 2005; Seifert, 2005). Beim Elektro-direkten-System befindet sich auf der Detektorplatte eine Matrix aus rechteckigen Pixeln.

Diese wandeln die auftreffende Röntgenstrahlung proportional in eine elektrische Ladung um (Dorf Müller, 2005; Georgi und Koert, 2005), während die Energie der Röntgenstrahlen beim Opto-direkten-System zunächst in Licht und dann in elektrische Ladung umgewandelt (Georgi und Koert, 2005). Je nach Menge der elektrischen Ladung wird ihr ein bestimmter Graustufenwert zugeordnet. Die Anzahl der möglichen Graustufen hängt von der jeweiligen Pixeltiefe ab (Dorf Müller, 2005).

2.5.5 Der DICOM-Standard

Die Abkürzung DICOM steht für Diagnostic Imaging and Communication in Medicine. Dieser medizinische Standard wird auch für die Veterinärmedizin empfohlen (Blendl, 2005; Dorf Müller, 2005; Richards, 2005). Im Wesentlichen beinhaltet es die grundsätzlichen Anforderungen an die Archivierungssoftware. Insbesondere an den zweistufigen Prozess der Aufnahme und der Speicherung medizinischer Bilder (Dorf Müller, 2005; Richards, 2005; Seifert, 2005). Die sog. PACs (Picture Archiving and Communication System) sollten dem aktuellen DICOM-Standard angepasst sein (Seifert, 2005).

Hierdurch wird unter anderem ein einheitlicher Bildeindruck bei der Bildwiedergabe radiologischer Daten sichergestellt. Es regelt das Speichern der Bilder ohne Datenverlust, sowie versenden und drucken auf geeigneten Druckern, die genügend Graustufenabdeckung besitzen (Blendl, 2005; Dorf Müller, 2005).

3 Material und Methode

Der praktische Untersuchungsteil gliedert sich in 3 Abschnitte.

Im ersten Teil wurden Daten der Oxspringklötze verschiedener Kliniken in Deutschland und in der Schweiz aufgenommen. Das Aufnehmen der Daten erfolgte anhand eines selbst ausgearbeiteten Fragebogens und wurde immer von derselben Person durchgeführt.

Für den zweiten Teil wurde nach einer selbst erarbeiteten Vorlage aus Plexiglas ein modifizierter Oxspringklotz gebaut. Mit Hilfe dieses Klotzes wurden Oxspringaufnahmen von 16 im Karpalgelenk abgesetzten Vordergliedmaßen von Schlachtpferden unbekannter Herkunft und Genese angefertigt.

Bei den Vorversuchen ging es darum, den optimalen Film-Objekt-Abstand (FOA) für die Aufnahmen nach Oxspring zu ermitteln. Diese sollten ohne Streustahlnraster, aber mit Hilfe der Grödel-Technik angefertigt werden.

In den Hauptversuchen wurde immer mit einem in den Vorversuchen als optimal ermittelten FOA von 15 cm gearbeitet. Hier wurden jeweils die Klotzwinkel variiert. Zur Untersuchung wurden Einstellungen von 55 Grad, 60 Grad und 65 Grad verwendet. Mit jedem der genannten Winkel wurden 4 Aufnahmen derselben Gliedmaße angefertigt. Dabei kamen 4 verschiedene Positionen des Zentralstrahls (ZS) zur Anwendung (ZS auf die Krone zentriert, ZS 2 cm oberhalb der Krone zentriert, ZS 2 cm unterhalb der Krone zentriert, ZS um 5 Grad geneigt und auf die Krone zentriert). Somit entstanden von jeder Gliedmaße 12 Oxspringaufnahmen, die zur Auswertung gelangten.

Mit dem Zufallsprinzip wurden 4 der 16 Gliedmaße ermittelt, von welchen dieselben Aufnahmeserien nochmals angefertigt wurden. Diese wurden jedoch nicht digital, sondern analog entwickelt und mit Hilfe eines Streustrahlenrasters anstatt mit Hilfe der Grödel-Technik angefertigt.

Im dritten Teil wurden die Strahlbeine der 16 untersuchten Zehengliedmaßen isoliert und gesondert geröntgt. Mit Hilfe zuvor angefertigter seitlicher Röntgenaufnahmen im modifizierten eigenen Oxspringklotz wurden bei den drei zuvor genannten Klotzwinkeln der Winkel zwischen Strahlbein und ZS ermittelt. In diesem Winkel wurden die isolierten Strahlbeine in ein gesondertes Gestell gespannt und abermals geröntgt.

3.1. Der Fragebogen

Im ersten Teil waren die Untersuchungsmaterialien die Oxspringklötze verschiedener Kliniken. Diese wurden in Deutschland und der Schweiz immer nach derselben Methode und von derselben Person ausgemessen. Das Aufnehmen der Daten erfolgte anhand eines selbst ausgearbeiteten Fragebogens. Der Fragebogen zu den Oxspringklötzen wurde eigens für diese Untersuchungen entwickelt. Die Kliniken wurden einzeln angefahren und die mit der Röntgenanlage vertrauten Personen dazu befragt. Die Messungen an den Klötzen wurden immer von derselben Person vorgenommen.

Es wurde darauf geachtet, dass mit den ausgemessenen Oxspringklötzen auch Aufnahmen für Kaufuntersuchungen durchgeführt werden. Zuerst wurden die Kliniken besucht, deren Tierärzte in der Röntgenkommission sind (Berlin, München, Verden, Bargteheide).

Weitere Kliniken im Umkreis dieser wurden aus Gründen der Infrastruktur ausgewählt. Hinzu kamen noch Kliniken in der Schweiz und an der Schweizer Grenze. Dies beruht darauf, dass Bern ehemals mit Herrn Prof. Ueltschi Vorreiter der digitalen Radiographie war und auch am ersten Röntgenleitfaden maßgeblich beteiligt. Zürich als weitere Universitätsklinik in der Schweiz und die Kliniken im Grenzgebiet wurden aus Vergleichszwecken ausgewählt.

folgende Parameter den Klotz betreffend wurden erhoben (s. S. 41):

- Material, aus dem der eigentliche Oxspringklotz ist
- Winkel des Oxspringklotzes zum Boden
- Hintere Höhe des Klotzes
- Entfernung der Hufspitze vom Boden, wenn sie im Oxspringklotz ruht

Im Hinblick auf die Aufnahmetechnik wurden folgende Parameter ermittelt:

- Welches Füllmaterial wird für die Strahlfurchen verwendet
- liegt die Kassette der hinteren Begrenzung des Oxspringklotzes direkt an
- wird die Oxspringaufnahme mit Tubus, Raster oder Grödel-Technik angefertigt

Bei der Entwicklung ging es darum, ob digital oder analog entwickelt wird.

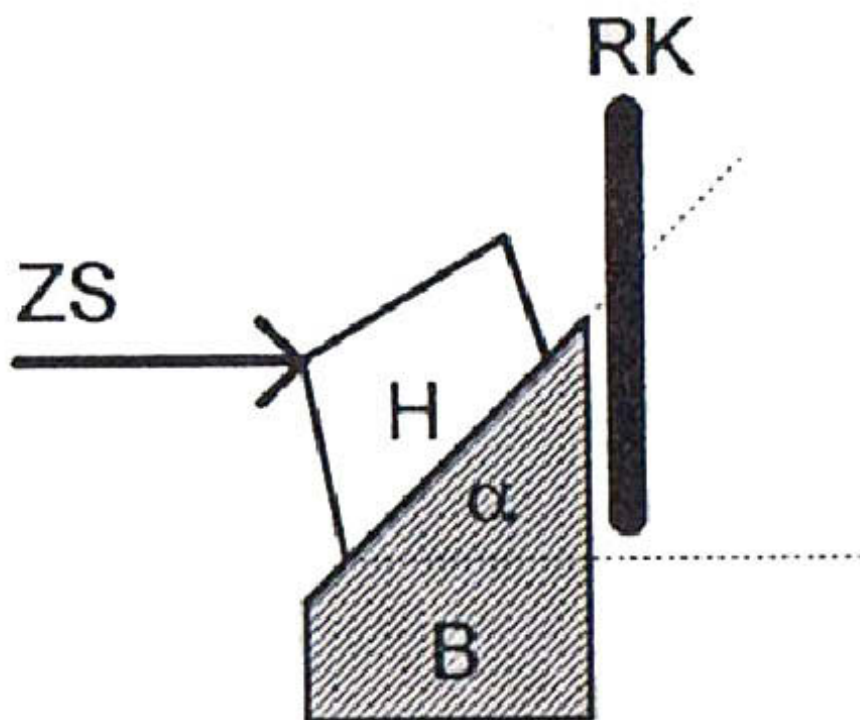


Abbildung 1: Messskizze Oxspringklotz

ZS: Zentralstrahl
H: Huf
RK: Röntgenkassette
B: Sockel
 α : Winkel des Oxspringklotzes

3.2 Der winkelverstellbare Oxspringklotz

Im zweiten Teil bestand das Untersuchungsmaterial aus einem modifizierten Oxspringklotz, der nach einer selbst erarbeiteten Vorlage aus Plexiglas gebaut wurde. Mit Hilfe dieses stufenlos winkelverstellbaren Klotzes wurden von 16 im Karpalgelenk abgesetzten Vordergliedmaßen von Schlachtpferden unbekannter Herkunft und Genese Oxspringaufnahmen angefertigt.

Die Gliedmaßen wurden ordnungsgemäß für eine Oxspringaufnahme vorbereitet, indem sie in trockenem Zustand korrekt ausgeschnitten, sowie loses Horn und Dreck entfernt wurden. Anschließend wurden die Strahlfurchen mit Fassdichte aufgefüllt.

Die Oxspringaufnahmen für die Untersuchungen wurden mit Klotzwinkeleinstellungen von 55, 60 und 65 Grad aufgenommen. Die Einstellung der Winkel erfolgte anhand einer Skalierung, die an den seitlichen Gleitschienen aufgetragen wurde. Der Winkel wurde zwischen der Horizontalen (Parallele zum Boden) und der hinteren Begrenzung des Klotzes gemessen. Dies ist die Fläche, auf der die Hufsohle steht. Die Hufspitze ruht dabei 15 cm über dem Boden.

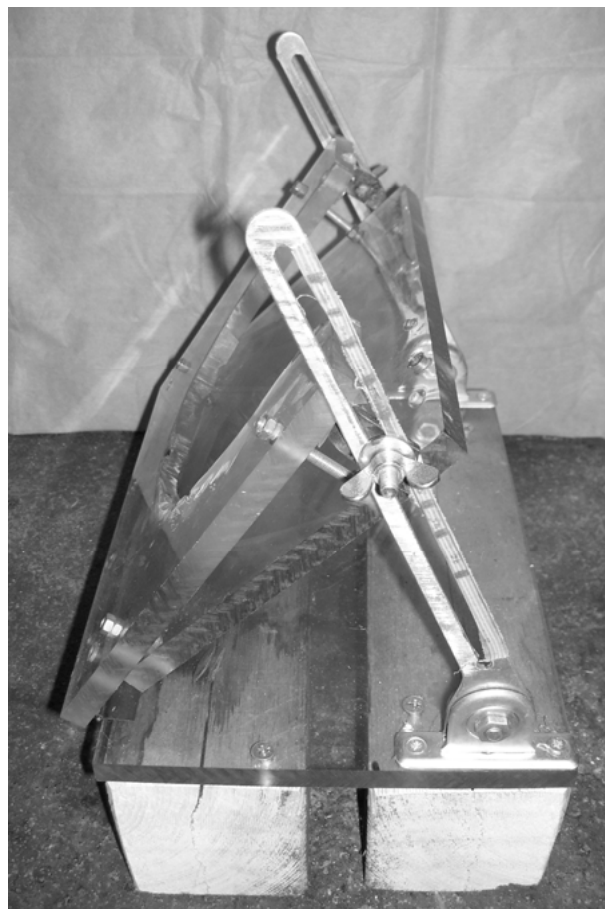


Abbildung 2: der winkelverstellbare Oxspringklotz

Technische Geräte

Die Erstellung der Röntgenaufnahmen nach Oxspring von den Strahlbeinen der o.g. Gliedmaßen erfolgte mit einem Röntgengerät der Firma „Physia“. Für die digitale Entwicklung wurde ein Speicherfoliensystem (CR-Technik) der Firma „Vet Ray“ mit kompatibler Ausleseeinheit gewählt.

Das Röntgengerät

von "Physia" war der Gerätetyp „Medinos 100/60 C“. Es war an einem mobilen Kurbelstativ montiert und somit höhenverstellbar. Eine Lichtvisierblende befand sich an dem Gerät. Der Focus der Röntgenröhre des Typs XO-101-BE betrug 1,5 x 1,5 mm. Die von der Röntgenröhre maximal erbrachte Spannung belief sich auf 100 kv und 60 mA bei einer angelegten Stromspannung von 220 Volt.

Die Speicherfolienkassetten

Die Röntgenkassetten hatten die Maße 24 x 30 cm. Kleinere Kassettenmaße standen uns leider nicht zur Verfügung. Sie waren von der Firma „Vet Ray“ und kompatibel mit der Ausleseeinheit (s.u.).

Die Ausleseeinheit

Der Auslesevorgang der Speicherfolienkassetten erfolgte manuell am zum System gehörigen Scanner des Typs "Vet Ray CR 35V". Hierzu mussten die Kassetten geöffnet und die Speicherfolie mit Ihrer Umhüllung auf den zylindrischen Scanner gelegt werden. Der Einzug der Folien erfolgte automatisch. Um die Folien für weitere Aufnahmen vorzubereiten wurden sie für ca. 30 s vor einen Röntgenfilmbetrachter gehängt. Danach kamen sie wieder in ihre Umhüllung und wurden in die Kassetten gelegt. Der Scanner war über einen PC mit einem Bildschirm verbunden, der nach kurzer Zeit ein Bild darstellte. Während der gesamten Versuchsdauer war es nicht nötig, die Speicherfolien auszutauschen.

Die Bildbearbeitungssoftware und das Archivierungssystem

Die vom Scanner erfassten Bilder wurden mit der kompatiblen Software "easy Vision 4.4a" hochgeladen und auf dem Bildschirm des PCs dargestellt. Zur Bearbeitung der Rohdaten standen verschiedene Filter zur Verfügung. Außerdem konnten die Helligkeit und die Grauwerte der erfassten Röntgenbilder verändert werden. Die Bilddaten wurden automatisch im bereits erwähnten DICOM-Standard gespeichert. Es wurde für alle Aufnahmen der als "HWS" bezeichnete Filter gewählt, da sich hier die höchste Detailerkennbarkeit zeigte.

Röntgentechnische Geräte

Zur Anfertigung der Röntgenbilder wurden weder ein Tubus noch ein Raster verwendet.

Die Bilder wurden mit Hilfe der „Grödel-Technik“ erstellt und es erfolgte eine maximale Einblendung.

3.2.1. Die Vorversuche

Die vorbereiteten Gliedmaßen wurden in den modifizierten Oxspringklotz gestellt. Nachdem die geeigneten Geräteeinstellungen gefunden waren, wurden sowohl während der Vorversuche als auch während der Hauptversuche alle Oxspringaufnahmen mit denselben Einstellungen vorgenommen. Dies waren 80 kV gekoppelt mit 45 mA und einer Belichtungszeit von 1,5 s. Da es sich bei allen angefertigten Aufnahmen um Präparate handelte, konnte die Belichtungszeit so hoch gewählt werden. Alle für den Versuch in Frage kommenden Gliedmaßen wurden zuerst mit einer Winkелеinstellung des winkelverstellbaren Oxspringklotzes von 55 Grad geröntgt.

Bei der ersten Aufnahme befand sich die Kassette der hinteren Begrenzung des Klotzes direkt anliegend. Im Folgenden wurde der Abstand zwischen Kassette und Klotz schrittweise um jeweils 5 cm vergrößert bis zu einem Film-Objekt-Abstand (FOA) von 25 cm. Der Abstand wurde dabei von der hinteren Begrenzung des Oxspringklotzes aus bis zur Röntgenfilmkassette gemessen. Der Oxspringklotz, auf dem sich der Fuß befand, wurde dabei auf die Röntgenröhre zu bewegt, während die Kassette immer an derselben Stelle blieb. Der Film-Fokus-Abstand (FFA) blieb somit konstant bei 100 cm. Danach wurde eine weitere Aufnahmeserie von demselben Fuß angefertigt, bei der die Winkелеinstellung des Oxspringklotzes 60 Grad betrug. Die gewählten Film-Objekt-Abstände wurden auch hier wiederum in 5 cm-Abständen bis auf 25 cm gebracht. Bei der dritten Aufnahmeserie betrug die der Winkel des Oxspringklotzes 65 Grad. Die Aufnahmebedingungen im Hinblick auf den FFA und die FOA blieben wiederum dieselben. Von jedem Fuß wurden somit drei Aufnahmeserien angefertigt.

Die subjektive Beurteilung der Bilder durch 3 Tierärzte ergab für den FOA von 15 cm die beste Bildqualität. Da die Hauptversuche ohne Röntgentechnische Hilfsmittel angefertigt werden sollten, wurde der FOA dafür auf 15 cm festgelegt.

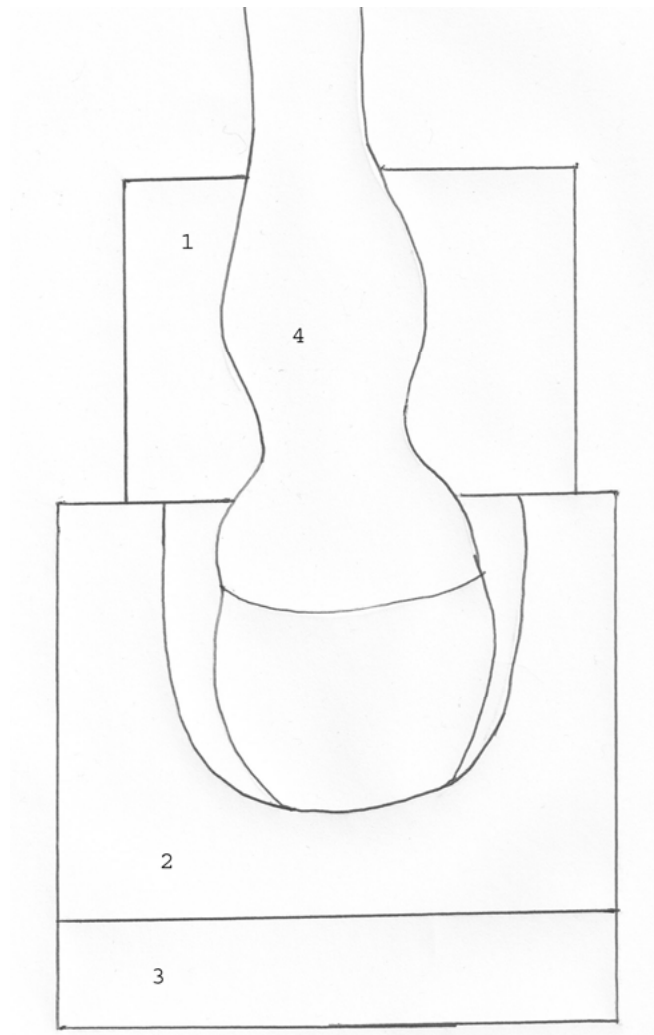


Abbildung 3: Versuchsaufbau

- 1: Röntgenkassette
- 2: winkelverstellbarer Oxspringklotz
- 3: Sockel des Oxspringklotzes
- 4: Gliedmaße im Oxspringklotz

3.2.2 Die Hauptversuche

Die in den Vorversuchen ermittelten Geräteeinstellungen von 80 kV / 45 mA und 1,5 s Belichtungszeit sowie der FOA von 15 cm bei den Oxspringaufnahmen wurden für die Hauptversuche verwendet. Zuerst wurde mit den o.g. Geräteeinstellungen eine 90 Grad-Aufnahme angefertigt, bei der der Zentralstrahl (ZS) auf den Kronsaum zentriert wurde. Die Gliedmaßen standen auch für diese Aufnahmen in dem modifizierten Oxspringklotz. Danach folgten die Aufnahmen nach Oxspring.

Dabei wurden jeweils Aufnahmen mit einer Zentrierung des ZS auf die Krone, 2 cm darüber und 2 cm darunter angefertigt. Zuletzt erfolgte eine Aufnahme mit einer Winkelung der Röntgenröhre um 5 Grad nach distal und einer Ausrichtung des ZS auf die Krone

Diese 5 Aufnahmen wurden von jeder Gliedmaße jeweils bei einem Neigungswinkel von 55, 60 und 65 Grad angefertigt. Daraus ergaben sich für 16 Gliedmaßen insgesamt 192 Oxspringaufnahmen, die zur Auswertung gelangten. Die 48 seitlichen Aufnahmen wurden benötigt um die Lage des Strahlbeins im Huf bei den verschiedenen Winkeleinstellungen des Oxspringklotzes bestimmen zu können.

Von 4 der 16 Gliedmaßen wurden anschließend nochmals Oxspringaufnahmen angefertigt. Da diese analog entwickelt wurden, mussten andere Geräteeinstellungen gewählt werden (75 kV / 50 mA mit 1,2 s Belichtungszeit). Für diese Aufnahmen wurden T2 Röntgenkassetten der Größe 18 x 24 cm mit einer feinzeichnenden Folie, sowie ein Raster benutzt. Auf die Anwendung der Grödel-Technik wurde dabei verzichtet. Es wurden dieselben Aufnahmen wie bei der digitalen Entwicklung angefertigt.

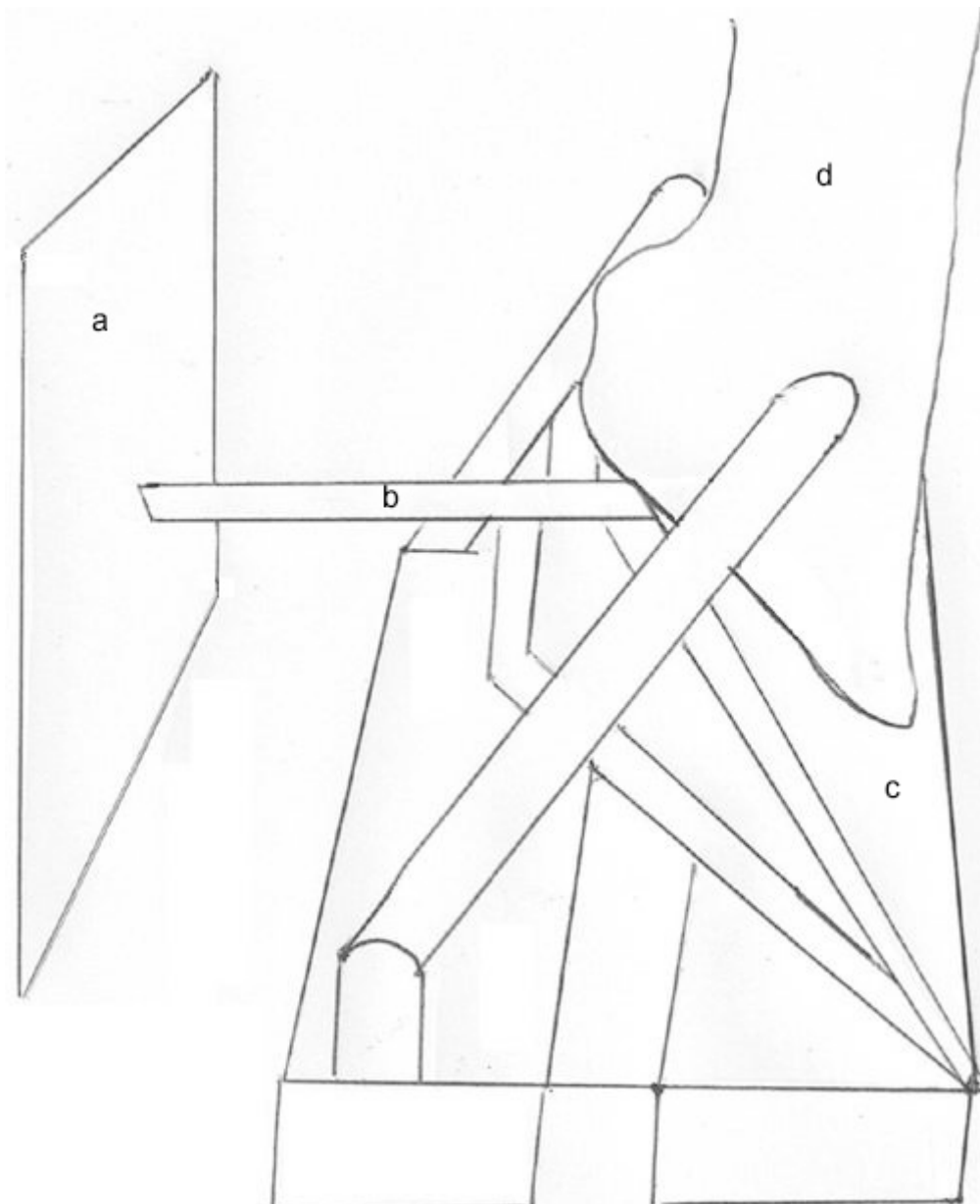


Abbildung 4: Grödel-Technik

- a: Röntgenkassette
- b: FOA: 15 cm
- c: mobiler Oxspringklotz
- d: Gliedmaße

3.3 Das isolierte Strahlbein

Die Strahlbeine der Gliedmaßen, welche in dieser Studie untersucht wurden, wurden anschließend isoliert. Dies geschah, indem zuerst die Haut direkt über dem Kronsaum und am Ballen zirkulär durchtrennt wurde. Im Weiteren wurde von palmar nach Durchschneiden des Ballenpolsters die tiefe Beugesehne durchtrennt sowie dorsal die Strecksehne und alle seitlichen Bänder. Nach Durchtrennung des Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinbandes konnten das Kronbein mit Fessel und Röhre entfernt werden. In der verbliebenen Hufkapsel konnte das Strahlbein nun eingesehen werden. Im Weiteren wurden die Seitenbänder sowie die tiefen Anteile des Fesselbein-Strahlbein-Hufbeinbandes durchtrennt. Danach konnte das Strahlbein entnommen werden. Anhaftendes Weichteilgewebe wurde, soweit es möglich war, entfernt.

Durch Ausmessen der Lage des Strahlbeins im Huf mit Hilfe der seitlichen Aufnahmen wurden die isolierten Strahlbeine dementsprechend in ein eigens dafür angefertigtes Gestell gespannt. Dafür wurde an der seitlichen Aufnahme eine Tangente an dem dorsal abgebildeten Kamm der Facies articularis (Fa) des Strahlbeins angelegt und der Winkel zum Zentralstrahl bemessen. Der ZS war parallel zum Boden ausgerichtet und somit senkrecht zur vertikalen Kassettenbegrenzung. Um die Tangente am Strahlbein möglichst genau anlegen zu können, musste das Strahlbein möglichst orthograd abgebildet werden.

Mit Hilfe eines Winkelmessers wurden die im Gestell eingespannten Strahlbeine dann in die Position gebracht, die zuvor mit Hilfe der seitlichen Aufnahmen ermittelt worden war. Somit wurden von jedem Strahlbein 3 Aufnahmen angefertigt, welche der Lage des Strahlbeins im Huf bei einem Klotzwinkel von 55, 60 und 65 Grad entsprachen. Bei den Röntgenaufnahmen wurde inmitten des Strahlbeins zentriert. Die Aufnahmen wurden mit o.g. Röntgengerät und folgenden Einstellungen angefertigt: 55 kv / 70 mA und 0,3 s Belichtungszeit.

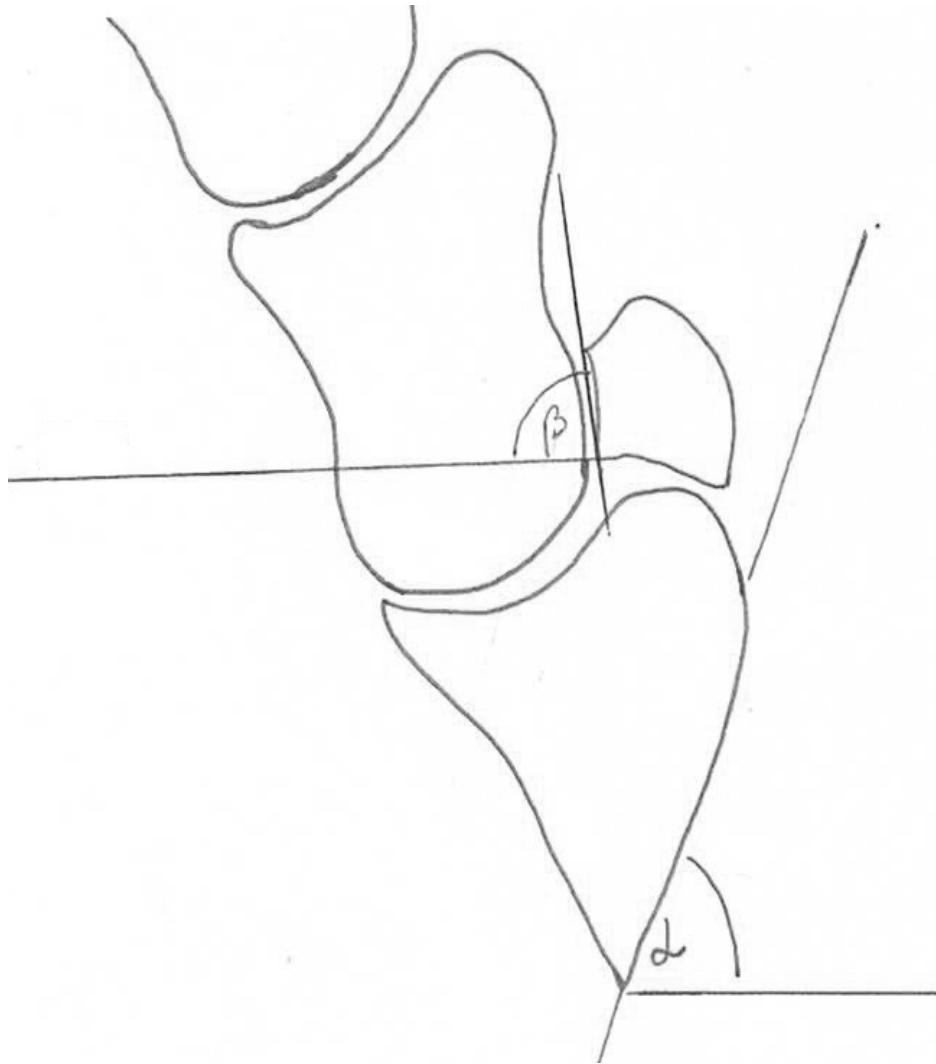


Abbildung 5: Ausmessung Strahlbeinwinkel

α : Winkel des Klotzes (55, 60 oder 65 Grad)

β : Winkel zwischen ZS und Kamm der Facies articularis des Strahlbeins

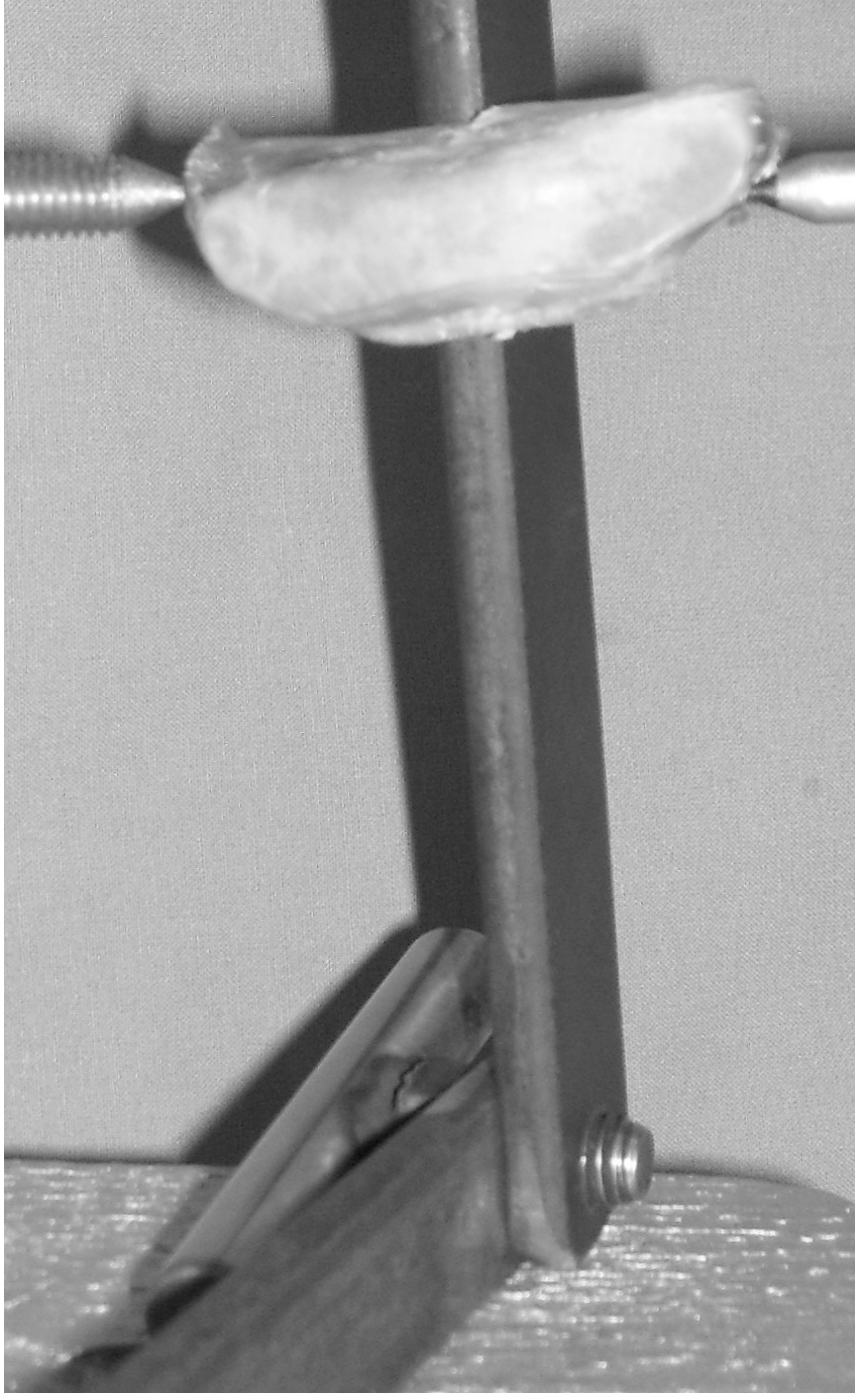


Abbildung 6: Winkeleinstellung Strahlbein

Der im Winkelmesser eingestellte Winkel entspricht dem Winkel β , gemäß Abb 5.

Ein Schenkel des Winkelmessers liegt dem Kamm der Facies articularis des Strahlbeins parallel an, der zweite Schenkel entspricht dem fiktiven ZS.

3.4 Die statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der Untersuchungen erfolgte mit dem Programmpaket SPSS 12.0. Für die Auswertung des Fragebogens zu den Oxspringklötzen wurden Häufigkeitsverteilungen verwendet.

Auf den Oxspringaufnahmen der intakten Gliedmaßen (sowohl digitale als auch analoge Entwicklung) wurden zuerst die Strahlbeine anhand folgender Parameter beurteilt:

- Anzahl, Länge, Form und Lage der C. s.
- Kontur- und Strukturbeurteilung
- Klassifizierung gemäß RÖLF 07

Danach wurden die Bilder der isolierten Strahlbeine ebenso beurteilt und ausgewertet. Huf- und Kronbein fanden bei der Beurteilung keine Berücksichtigung, da sie bei den Vergleichsaufnahmen der isolierten Strahlbeine nicht mehr zur Verfügung standen.

Die Auswertung der Röntgenaufnahmen nach Oxspring erfolgte anhand der folgenden, einzeln beurteilten Parameter: Anzahl, Form, Lage und Länge der C. s. sowie die Strahlbeinstruktur und die Strahlbeinkontur. Im ersten Teil der Auswertung wurden die Ergebnisse in Bezug zu den isolierten Strahlbeinen gesetzt.

Im zweiten Teil der Auswertung wurden die Abweichungen bezüglich der o.g. einzelnen Parameter ermittelt im Bezug auf Abweichungen zwischen digitaler und analoger Entwicklung.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse des Fragebogens zu den Oxspringklötzen

Es gelangten 38 Fragebögen zur Auswertung. Hierbei kann zuerst sowohl das Material der verwendeten Oxspringklötze, sowie auch deren Winkel ersehen werden.

Klotzmaterial

Klotzmaterial	Häufigkeit	Prozent
Plexiglas	15	39,5
Holz	9	23,7
PVC	14	36,8

Agrund der Häufigkeitsverteilung beim Material wurde für den eigenen Klotz entschieden, Plexiglas zu verwenden, da sich dieses leicht in der gewünschten Form bearbeiten ließ.

Klotzwinkel in Grad

Klotzwinkel in Grad	Häufigkeit	Prozent
35	1	2,6
45	1	2,6
50	6	15,8
55	14	36,8
60	15	39,5
65	1	2,6

Die in der Umfrage angewandten Winkel der Oxspringklötze konzentrierten sich hauptsächlich auf 55 und 60 Grad. Aus diesem Grund entschieden wir uns diese ebenfalls in den eigenen Untersuchungen mit zu verwenden. Interessehalber wurde der 65-Grad-Winkel ebenfalls dazugenommen. Beim Abstand der Hufspitze zum Boden (gemessen in cm) fiel auf, dass es keine klare Häufigkeitsverteilung gibt. Aus diesem Grund wurde die Entscheidung für einen Abstand von 15 cm getroffen.

Abstand Boden-Hufspitze in cm

Abstand Boden-Hufspitze in cm	Häufigkeit	Prozent
3,50	1	2,6
4,00	2	5,3
4,50	1	2,6
5,00	2	5,3
5,50	1	2,6
6,00	1	2,6
6,30	1	2,6
6,50	1	2,6
7,00	1	2,6
8,00	1	2,6
8,50	1	2,6
9,50	1	2,6
11,00	1	2,6
11,50	1	2,6
12,00	2	5,3
12,50	1	2,6
13,50	2	5,3
14,00	3	7,9
14,50	3	7,9
15,00	1	2,6
15,50	4	10,5
16,00	2	5,3
16,50	2	5,3
17,00	1	2,6
18,50	1	2,6

Da die Tendenz immer weiter zur digitalen Entwicklung geht, stand von Anfang an fest, dass diese Methode gewählt wird. In der Literatur finden sich widersprüchliche Angaben zur Verwendung röntgentechnischer Hilfsmittel bei der digitalen Entwicklung, insbesondere zur Verwendung eines Streustrahlenrasters. Bei der Umfrage verwendeten knapp 40 % eines, die anderen 60 % nicht. Die Grödeltechnik, welche nur ohne Verwendung eines Streustrahlenrasters angewandt wird, ist jedoch nicht sehr weit verbreitet. Aus diesem Grund erschien diese Technik sehr interessant und wurde der Verwendung eines Streustrahlenrasters vorgezogen.

Verwendung eines Rasters bei digitaler Entwicklung

Verwendung eines Rasters	Häufigkeit	Prozent
ja	13	39,4
nein	20	60,6

Anwendung der Grödeltechnik bei digitaler Entwicklung

Anwendung der Grödeltechnik	Häufigkeit	Prozent
ja	5	15,2
nein	28	84,8
Gesamt	33	100,0

4.2 Ergebnisse der Vorversuche

Die Vorversuche fanden statt, um den optimalen FOA unter Anwendung der Grödeltechnik zu ermitteln.

Hierzu wurden von 3 im Karpalgelenk abgesetzten Vordergliedmaßen von Schlachtpferden unbekannter Herkunft Oxspringaufnahmen angefertigt. Der FOA wurde in 5-cm-Abständen schrittweise bis zu 25 cm vergrößert. Dies geschah jeweils mit Winkeleinstellungen des modifizierten Oxspringklotzes von 55, 60 und 65 Grad. Aufgrund der subjektiven Beurteilung von 3 Tierärzten wurde entschieden, dass bei einem FOA von 15 cm die beste Detailerkennbarkeit zu Stande kommt. Wird der Abstand vergrößert, wird das Bild wesentlich unschärfer. Bei einem Abstand, der darunter liegt, ist die Detailerkennbarkeit im Hinblick auf die C. s. nicht gut genug.

Dieses Ergebnis deckt sich sowohl mit den Angaben in der Literatur (Kock, 2003), als auch mit den Ergebnissen, die bei den Untersuchungen an den einzelnen Pferdekliniken durchgeführt wurden (s.o.). Auf den folgenden Seiten (S. 48 – 52) ist das Beispiel einer angefertigten Reihe der Abstandsuntersuchung abgebildet. Der Oxspringklotz befand sich hierbei in einer Winkeleinstellung von 55 Grad, weshalb der distale Rand des Strahlbeins fast bis an den Hufgelenksspalt heranreicht.



Abbildung 7: Oxspringaufnahme (Röntgenkassette in Kontakt zur Gliedmaße)

5 C.s. distal-zentral, davon 1 C.s. schlecht zu erkennen,
Konturen, Länge und Form der C.s. nicht eindeutig abzugrenzen
Bds. je 1 C.s. im Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil,
einer davon sehr schlecht zu erkennen
1 C.s. im schrägen Seitenteil schlecht zu sehen
Strukturverdichtung zentral schlecht abzugrenzen



Abbildung 8: Oxspringaufnahme mit FOA von 10 cm in der Grödeltechnik

5 C.s. distal-zentral sind zu erkennen,
1 C.s. im Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil ist undeutlich zu sehen
1 C.s. im schrägen Seitenteil deutlich zu sehen
Die Struktur erscheint zentral ggr. verdichtet



Abbildung 9: Oxspringaufnahme mit FOA von 15 cm in der Grödeltechnik

5 C.s. distal-zentral deutlich konturiert zu erkennen
Bds. je 1 C.s. im Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil
1 C.s. im schrägen Seitenteil undeutlich zu sehen
Zentrale Strukturverdichtung deutlich abzugrenzen



Abbildung 10: Oxspringaufnahme mit FOA von 20 cm in der Grödeltechnik

5 C.s. distal-zentral deutlich in ihrer Länge und Form erkennbar

Bds. je 1 C.s. im Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil

1 C.s. im schrägen Seitenteil

Strukturunterschiede schwer abzugrenzen

Konturen undeutlich konturiert



Abbildung 11: Oxspringaufnahme mit FOA von 25 cm in der Grödeltechnik

5 C.s. distal-zentral sichtbar, Kontur der C.s. nicht deutlich erkennbar

Bds. im Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil je 1 C.s. sichtbar

1 C.s. im schrägen Seitenteil erkennbar

Dezente Strukturverdichtung zentral sichtbar

Das gesamte Bild erscheint verwackelt und unscharf

4.3 Ergebnisse der Hauptversuche

4.3.1 Vergleich der Ergebnisse der digital entwickelten Aufnahmen der intakten Gliedmaßen und der Aufnahmen der isolierten Strahlbeine

Von den 16 Gliedmaßen, die in den Versuch einbezogen wurden, wurden insgesamt 48 seitliche Aufnahmen ausgemessen, um die Lage des Strahlbeins bei den verschiedenen Winkereinstellungen des modifizierten Oxspringklotzes zu ermitteln.

192 digitale Oxspringaufnahmen der kompletten Gliedmaßen und 48 analog entwickelte Oxspringaufnahmen von 4 der 16 Gliedmaßen wurden anhand folgender Parameter beurteilt:

- Anzahl der C.s.
- Länge der C.s.
- Form der C.s.
- Lage der C.s.
- Kontur des Strahlbeins
- Struktur des Strahlbeins

Aufgrund der Einteilung dieser Befunde, welche als einzelne Beurteilungsparameter erfasst wurden, wurden die Röntgenaufnahmen gemäß Röntgenleitfaden 2007 klassifiziert.

Alle Bilder wurden immer von derselben Person beurteilt. Sie beziehen sowohl die intakten Gliedmaßen als auch die isolierten Strahlbeine mit ein; diese Bilder wurden alle digital entwickelt.

Die Verteilung der Röntgenklassen, sowie die Auswertung der o. g. Beurteilungskriterien finden sich in den folgenden Tabellen.

Bei der Beurteilung hinsichtlich der Abweichungen im Bezug auf die **Kontur des Strahlbeins** und die **Länge der C. s. dist.** wurde festgestellt, dass diese beiden Beurteilungsparameter bei allen Aufnahmen dieselben Ergebnisse aufwiesen. Aus diesem Grund wurde auf die Abbildung der entsprechenden Tabellen verzichtet.

Tabelle 1: Klassifizierung gemäß RÖLF 07 digital entwickelt (intakte Gliedmaßen)

Fuß	Klotz- winkel	ZS	RöKI I	RöKI II	RöKI II-III	RöKI III	RöKI III-IV	RöKI IV
2	55	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone			•			
		ZS 5 Grad geneigt					•	
	60	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone			•			
		ZS 5 Grad geneigt			•			
	65	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone			•			
		ZS 5 Grad geneigt			•			
3	55	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	60	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	65	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
4	55	ZS auf Krone		•				
		ZS 2 cm über Krone		•				
		ZS 2 cm unter Krone		•				
		ZS 5 Grad geneigt		•				
	60	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone	•					
		ZS 5 Grad geneigt	•					
	65	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone	•					
		ZS 5 Grad geneigt	•					
5	55	ZS auf Krone		•				
		ZS 2 cm über Krone		•				
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	60	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone			•			
		ZS 5 Grad geneigt			•			
	65	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
6	55	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	60	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone			•			
		ZS 5 Grad geneigt			•			
	65	ZS auf Krone			•			
		ZS 2 cm über Krone			•			
		ZS 2 cm unter Krone			•			
		ZS 5 Grad geneigt				•		

7	55	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt			•			
	60	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	65	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
8	55	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt		•				
	60	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	65	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
9	55	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	60	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	65	ZS auf Krone					•	
		ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone					•	
		ZS 5 Grad geneigt					•	
10	55	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	60	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
	65	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone				•		
		ZS 2 cm unter Krone				•		
		ZS 5 Grad geneigt				•		
11	55	ZS auf Krone				•		
		ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone					•	
		ZS 5 Grad geneigt					•	
	60	ZS auf Krone					•	
		ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone					•	
		ZS 5 Grad geneigt					•	
	65	ZS auf Krone					•	
		ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone					•	
		ZS 5 Grad geneigt					•	
12	55	ZS auf Krone					•	
		ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone					•	
		ZS 5 Grad geneigt					•	
	60	ZS auf Krone					•	
		ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone					•	

Ergebnisse

		ZS 5 Grad geneigt						•	
	65	ZS auf Krone						•	
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 2 cm unter Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
13	55	ZS auf Krone			•				
		ZS 2 cm über Krone			•				
		ZS 2 cm unter Krone			•	•			
		ZS 5 Grad geneigt			•				
	60	ZS auf Krone			•				
		ZS 2 cm über Krone			•				
		ZS 2 cm unter Krone			•				
		ZS 5 Grad geneigt			•				
	65	ZS auf Krone			•				
		ZS 2 cm über Krone			•				
		ZS 2 cm unter Krone			•				
		ZS 5 Grad geneigt			•				
14	55	ZS auf Krone					•		
		ZS 2 cm über Krone					•		
		ZS 2 cm unter Krone					•		
		ZS 5 Grad geneigt					•		
	60	ZS auf Krone					•		
		ZS 2 cm über Krone					•		
		ZS 2 cm unter Krone					•		
		ZS 5 Grad geneigt					•		
	65	ZS auf Krone					•		
		ZS 2 cm über Krone					•		
		ZS 2 cm unter Krone					•		
		ZS 5 Grad geneigt					•		
15	55	ZS auf Krone		•					
		ZS 2 cm über Krone		•					
		ZS 2 cm unter Krone			•				
		ZS 5 Grad geneigt		•					
	60	ZS auf Krone			•				
		ZS 2 cm über Krone			•				
		ZS 2 cm unter Krone			•				
		ZS 5 Grad geneigt			•				
	65	ZS auf Krone			•				
		ZS 2 cm über Krone		•					
		ZS 2 cm unter Krone			•				
		ZS 5 Grad geneigt			•				
16	55	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
	60	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
	65	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
17	55	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
	60	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
	65	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•

Tabelle 2: Anzahl der C. s. distales

Fuß	Klotz- winkel	ZS	1	2	3	4	5	6	7	9	10
2	55	ZS auf Krone		•							
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone	•								
		ZS 5 Grad geneigt								•	
		ZS mittig auf Str.B.							•		
	60	ZS auf Krone							•		
		ZS 2 cm über Krone							•		
		ZS 2 cm unter Krone							•		
		ZS 5 Grad geneigt								•	
		ZS mittig auf Str.B.							•		
	65	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone								•	
ZS 2 cm unter Krone									•		
ZS 5 Grad geneigt								•			
ZS mittig auf Str.B.							•				
3	55	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone							•		
		ZS 5 Grad geneigt							•		
		ZS mittig auf Str.B.							•		
	60	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone								•	
		ZS 5 Grad geneigt								•	
		ZS mittig auf Str.B.							•		
	65	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone								•	
ZS 2 cm unter Krone									•		
ZS 5 Grad geneigt									•		
ZS mittig auf Str.B.									•		
4	55	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt			•						
		ZS mittig auf Str.B.			•						
	60	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	65	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone			•						
ZS 2 cm unter Krone				•							
ZS 5 Grad geneigt						•					
ZS mittig auf Str.B.						•					
5	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt			•						
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	60	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt			•						
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	65	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone			•						
ZS 2 cm unter Krone				•							
ZS 5 Grad geneigt						•					
ZS mittig auf Str.B.						•					
6	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone				•					

Ergebnisse

		ZS 5 Grad geneigt						•			
	60	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.						•			
	65	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.						•			
7	55	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.							•		
	60	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.						•			
	65	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.						•			
8	55	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone		•							
		ZS 5 Grad geneigt	•								
		ZS mittig auf Str.B.				•					
	60	ZS auf Krone		•							
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt		•							
		ZS mittig auf Str.B.									•
	65	ZS auf Krone		•							
		ZS 2 cm über Krone		•							
		ZS 2 cm unter Krone		•							
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.									•
9	55	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone								•	
		ZS 2 cm unter Krone								•	
		ZS 5 Grad geneigt								•	
		ZS mittig auf Str.B.								•	
	60	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone								•	
		ZS 2 cm unter Krone								•	
		ZS 5 Grad geneigt								•	
		ZS mittig auf Str.B.									•
	65	ZS auf Krone									•
		ZS 2 cm über Krone							•		
		ZS 2 cm unter Krone							•		
		ZS 5 Grad geneigt							•		
		ZS mittig auf Str.B.							•		
10	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone							•		
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt			•						
	60	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone							•		
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt								•	
		ZS mittig auf Str.B.							•		
	65	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone						•			

		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.						•			
11	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt			•						
	60	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone				•					
		ZS 5 Grad geneigt				•					
	65	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt				•					
	55	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone								•	
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.			•						
	60	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone								•	
		ZS 2 cm unter Krone									•
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.			•						
	65	ZS auf Krone							•		
		ZS 2 cm über Krone							•		
		ZS 2 cm unter Krone								•	
		ZS 5 Grad geneigt	•								
		ZS mittig auf Str.B.			•						
13	55	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone				•					
		ZS 5 Grad geneigt			•						
		ZS mittig auf Str.B.				•					
	60	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.				•					
	65	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone							•		
		ZS 5 Grad geneigt								•	
		ZS mittig auf Str.B.						•			
14	55	ZS auf Krone						•			
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.	•								
	60	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.			•						
	65	ZS auf Krone							•		
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.	•								
15	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone						•			
		ZS 5 Grad geneigt						•			
		ZS mittig auf Str.B.				•					
	60	ZS auf Krone								•	
		ZS 2 cm über Krone						•			
		ZS 2 cm unter Krone				•					

		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.				•					
	65	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.			•						
16	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone				•					
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	60	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	65	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone				•					
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
17	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone				•					
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.						•			
	60	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt				•					
		ZS mittig auf Str.B.						•			
	65	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt			•						
		ZS mittig auf Str.B.				•					

Somit kann beispielsweise bei der Auswertung der gezählten Anzahl der C. s. bei Gliedmaße 3 gesehen werden, dass in den 55-Grad-Aufnahmen unabhängig von der Zentrierung des ZS immer 6 C. s. sichtbar sind. Ebenso sieht man auch auf der Röntgenaufnahme des isolierten Strahlbeins, die derjenigen Röntgenaufnahme der intakten Gliedmaße bei 55-Grad entspricht 6 C.s..

Dies ändert sich bei den 60-Grad-Aufnahmen. Hier variiert die Anzahl der C.s. von 5 bis 7, während es am isolierten Strahlbein in der entsprechenden Aufnahme immernoch 6 sind.

In den 65-Grad-Aufnahmen ist die Anzahl der C. s. bei allen Aufnahmen konstant bei 7. Im Bezug auf das isolierte Strahlbein sind die Abweichungen bezüglich der Anzahl der C. s. bei Gliedmaße 3 bei einem Klotzwinkel von 55 und 65 Grad somit am geringsten und bei 60 Grad am höchsten.

Die Ausrichtung des ZS hat hierbei keinen Einfluss auf das Ergebnis. Allerdings muss man den 65-Grad-Winkel als den besseren betrachten, da er noch mehr Details erkennen lässt. Im Folgenden wurden alle Gliedmaßen getrennt dementsprechend hinsichtlich der folgenden einzelnen Beurteilungspunkte beurteilt.

Tabelle 3: Form der C. s. distales

Fuß	Klotz winkel	ZS	schmal	spitz	breit	Konisch	zylindrisch	Klein- kolbig (bis Senf Korn- größe)	Groß- kolbig (Pfeffer- Korn- größe und mehr)	Ver- zweigt (Y- förmig)	
2	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt			•						
		ZS mittig auf Str.B.	•								
	60	ZS auf Krone			•		•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt			•						
		ZS mittig auf Str.B.	•								
	65	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone	•								
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.	•								
3	55	ZS auf Krone			•						
		ZS 2 cm über Krone			•						
		ZS 2 cm unter Krone			•						
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	60	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	65	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
4	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	60	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone	•								
		ZS 5 Grad geneigt	•								
		ZS mittig auf Str.B.	•								
	65	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
5	55	ZS auf Krone				•					
		ZS 2 cm über Krone				•					
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	60	ZS auf Krone					•				
		ZS 2 cm über Krone					•				
		ZS 2 cm unter Krone					•				
		ZS 5 Grad geneigt					•				
		ZS mittig auf Str.B.					•				
	65	ZS auf Krone	•								
		ZS 2 cm über Krone	•								
		ZS 2 cm unter Krone	•								
		ZS 5 Grad geneigt	•								
		ZS mittig auf Str.B.	•								

Ergebnisse

		ZS mittig auf Str.B.				•			
6	55	ZS auf Krone	•						
		ZS 2 cm über Krone	•						
		ZS 2 cm unter Krone	•						
		ZS 5 Grad geneigt	•						
		ZS mittig auf Str.B.	•						
	60	ZS auf Krone	•						
		ZS 2 cm über Krone	•						
		ZS 2 cm unter Krone	•						
		ZS 5 Grad geneigt	•						
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone				•			
		ZS 5 Grad geneigt				•			
		ZS mittig auf Str.B.	•						
7	55	ZS auf Krone						•	
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 2 cm unter Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
		ZS mittig auf Str.B.	•						
	60	ZS auf Krone	•						
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 2 cm unter Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
		ZS mittig auf Str.B.	•						
	65	ZS auf Krone						•	
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
		ZS mittig auf Str.B.	•						
8	55	ZS auf Krone						•	
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 2 cm unter Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
		ZS mittig auf Str.B.	•						
	60	ZS auf Krone						•	
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 2 cm unter Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
		ZS mittig auf Str.B.						•	
	65	ZS auf Krone				•			
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone				•			
		ZS 5 Grad geneigt						•	
		ZS mittig auf Str.B.						•	
9	55	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
	60	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
		ZS mittig auf Str.B.							•
	65	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt				•			
		ZS mittig auf Str.B.							•
10	55	ZS auf Krone	•						
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone				•			
		ZS 5 Grad geneigt	•						
		ZS mittig auf Str.B.	•						
	60	ZS auf Krone	•						
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone	•						
		ZS 5 Grad geneigt						•	
		ZS mittig auf Str.B.	•						
	65	ZS auf Krone							•

		ZS 2 cm über Krone				•				
		ZS 2 cm unter Krone					•			
		ZS 5 Grad geneigt		•						
		ZS mittig auf Str.B.	•							
11	55	ZS auf Krone				•				
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
	60	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
	65	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
12	55	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
	60	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
	65	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
13	55	ZS auf Krone				•				
		ZS 2 cm über Krone				•				
		ZS 2 cm unter Krone				•				
		ZS 5 Grad geneigt				•				
		ZS mittig auf Str.B.	•							
	60	ZS auf Krone				•				
		ZS 2 cm über Krone				•				
		ZS 2 cm unter Krone				•				
		ZS 5 Grad geneigt				•				
		ZS mittig auf Str.B.	•							
	65	ZS auf Krone	•							
		ZS 2 cm über Krone					•			
		ZS 2 cm unter Krone				•				
		ZS 5 Grad geneigt					•			
		ZS mittig auf Str.B.	•							
14	55	ZS auf Krone	•							
		ZS 2 cm über Krone	•							
		ZS 2 cm unter Krone	•							
		ZS 5 Grad geneigt	•							
		ZS mittig auf Str.B.	•							
	60	ZS auf Krone					•			
		ZS 2 cm über Krone					•			
		ZS 2 cm unter Krone					•			
		ZS 5 Grad geneigt					•			
		ZS mittig auf Str.B.	•							
	65	ZS auf Krone					•			
		ZS 2 cm über Krone					•			
		ZS 2 cm unter Krone					•			
		ZS 5 Grad geneigt					•			
		ZS mittig auf Str.B.	•							
15	55	ZS auf Krone				•				
		ZS 2 cm über Krone				•				
		ZS 2 cm unter Krone				•				

		ZS 5 Grad geneigt				•				
		ZS mittig auf Str.B.				•				
	60	ZS auf Krone					•			
		ZS 2 cm über Krone				•				
		ZS 2 cm unter Krone				•				
		ZS 5 Grad geneigt				•				
		ZS mittig auf Str.B.				•				
	65	ZS auf Krone					•			
		ZS 2 cm über Krone					•			
		ZS 2 cm unter Krone					•			
		ZS 5 Grad geneigt					•			
		ZS mittig auf Str.B.				•				
16	55	ZS auf Krone								•
		ZS 2 cm über Krone								•
		ZS 2 cm unter Krone								•
		ZS 5 Grad geneigt								•
		ZS mittig auf Str.B.						•		
	60	ZS auf Krone								•
		ZS 2 cm über Krone								•
		ZS 2 cm unter Krone								•
		ZS 5 Grad geneigt								•
		ZS mittig auf Str.B.						•		
	65	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
17	55	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
	60	ZS mittig auf Str.B.							•	
		ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	
	65	ZS auf Krone							•	
		ZS 2 cm über Krone							•	
		ZS 2 cm unter Krone							•	
		ZS 5 Grad geneigt							•	
		ZS mittig auf Str.B.							•	

Tabelle 4: Lage der C. s. distales

Fuß	Klotz- winkel	ZS	proximal	Distal-zentral	Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil	Im schrägen Seitenteil
2	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt	•			
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	65	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•

3	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	65	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
4	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	65	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
5	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	65	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone	•			
		ZS 2 cm unter Krone	•			
		ZS 5 Grad geneigt	•			
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
6	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	60	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
7	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.			•	•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	65	ZS auf Krone			•	

Ergebnisse

		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
8	55	ZS mittig auf Str.B.	•			•
		ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone	•			
		ZS 2 cm unter Krone	•			
		ZS 5 Grad geneigt	•			
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone	•			
		ZS 2 cm unter Krone	•			
		ZS 5 Grad geneigt	•			
		ZS mittig auf Str.B.			•	•
	65	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone	•			
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.			•	•
9	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.			•	•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.			•	•
	65	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
		ZS mittig auf Str.B.			•	•
10	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	65	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
11	55	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	65	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
		ZS mittig auf Str.B.			•	•
12	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt			•	

		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	65	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt				•
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
13	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
	65	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
		ZS mittig auf Str.B.		•		•
14	55	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone	•			
		ZS 2 cm unter Krone	•			
		ZS 5 Grad geneigt	•			
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone	•			
		ZS 2 cm unter Krone	•			
		ZS 5 Grad geneigt	•			
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	65	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone	•			
		ZS 2 cm unter Krone	•			
		ZS 5 Grad geneigt	•			
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
15	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	65	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
16	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	60	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
		ZS mittig auf Str.B.	•			•
	65	ZS auf Krone		•		

		ZS 2 cm über Krone			•		
		ZS 2 cm unter Krone			•		
		ZS 5 Grad geneigt			•		
		ZS mittig auf Str.B.	•				•
17	55	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone				•	
		ZS 2 cm unter Krone				•	
		ZS 5 Grad geneigt				•	
		ZS mittig auf Str.B.			•		•
	60	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone				•	
		ZS 2 cm unter Krone				•	
		ZS 5 Grad geneigt				•	
		ZS mittig auf Str.B.			•		•
	65	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone				•	
		ZS 2 cm unter Krone				•	
		ZS 5 Grad geneigt				•	
		ZS mittig auf Str.B.			•		1

Tabelle 5: Strukturbeurteilung der Strahlbeine

Fuß	Klotz- winkel	ZS	Total grob- maschig	Partiell grob- maschig	sklerosiert	zentrale Aufhellung (Einbruch)	Fein- maschig	
2	55	ZS auf Krone					•	
		ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone	•					
		ZS 5 Grad geneigt						•
		60	ZS mittig auf Str.B.					•
	ZS auf Krone		•					
	ZS 2 cm über Krone							•
	ZS 2 cm unter Krone		•					
		65	ZS 5 Grad geneigt					•
	ZS mittig auf Str.B.							•
	ZS auf Krone							•
	ZS 2 cm über Krone							•
	55	ZS 2 cm unter Krone	•					
ZS 5 Grad geneigt							•	
ZS mittig auf Str.B.							•	
ZS auf Krone							•	
3	55	ZS 2 cm über Krone					•	
		ZS 2 cm unter Krone					•	
		ZS 5 Grad geneigt						•
		ZS mittig auf Str.B.						•
		60	ZS auf Krone					•
	ZS 2 cm über Krone							•
	ZS 2 cm unter Krone							•
	ZS 5 Grad geneigt							•
		65	ZS mittig auf Str.B.					•
	ZS auf Krone							•
	ZS 2 cm über Krone							•
	ZS 2 cm unter Krone							•
	55	ZS 5 Grad geneigt					•	
ZS mittig auf Str.B.							•	
ZS auf Krone							•	
ZS 2 cm über Krone							•	
4	55	ZS 2 cm unter Krone					•	
		ZS 5 Grad geneigt					•	
		ZS mittig auf Str.B.						•
		ZS auf Krone						•
		60	ZS 2 cm über Krone					•
	ZS 2 cm unter Krone							•
	ZS 5 Grad geneigt							•
	ZS mittig auf Str.B.							•
		65	ZS auf Krone	•				
	ZS 2 cm über Krone							•
	ZS 2 cm unter Krone							•
	ZS 5 Grad geneigt							•

	65	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.	•				
5	55	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone			•		
		ZS 5 Grad geneigt			•		
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	60	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	65	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.			•		
6	55	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone				•	
		ZS 2 cm unter Krone				•	
		ZS 5 Grad geneigt				•	
		ZS mittig auf Str.B.	•				
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone			•		
		ZS 2 cm unter Krone			•		
		ZS 5 Grad geneigt			•		
		ZS mittig auf Str.B.	•				
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt			•		
		ZS mittig auf Str.B.	•				
7	55	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone				•	
		ZS 2 cm unter Krone				•	
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.	•				
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone			•		
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.	•				
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.	•				
8	55	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	60	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone			•		
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.			•		
9	55	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				

Ergebnisse

		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.		•			
10	55	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	60	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
11	55	ZS 2 cm über Krone		•			
		ZS 2 cm unter Krone		•			
		ZS 5 Grad geneigt		•			
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone		•			
		ZS 2 cm unter Krone		•			
		ZS 5 Grad geneigt		•			
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	65	ZS auf Krone		•			
		ZS 2 cm über Krone		•			
		ZS 2 cm unter Krone		•			
		ZS 5 Grad geneigt		•			
		ZS mittig auf Str.B.			•		
12	55	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.			•		
13	55	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	65	ZS auf Krone	•				

		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.		•			
14	55	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.	•				
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.	•				
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.	•				
15	55	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.					•
	60	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.					•
	65	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.					•
16	55	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone		•			
		ZS 5 Grad geneigt		•			
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	60	ZS auf Krone		•			
		ZS 2 cm über Krone		•			
		ZS 2 cm unter Krone		•			
		ZS 5 Grad geneigt			•		
		ZS mittig auf Str.B.			•		
	65	ZS auf Krone			•		
		ZS 2 cm über Krone		•			
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
		ZS mittig auf Str.B.			•		
17	55	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	60	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.		•			
	65	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
		ZS mittig auf Str.B.		•			

Die folgende Bilderserie sind die Aufnahmen von o. g. Fuß 3, wie sie in den Versuchen aufgenommen wurden.

Aus Platzgründen wurden nur die relevanten Ausschnitte abgebildet.



Abbildung 12: 55 Grad, ZS auf Krone



Abbildung 13: 55 Grad, ZS 2 cm über Krone



Abbildung 15: 55 Grad, ZS 5 geneigt



Abbildung 14: 55 Grad, ZS 2 cm unter Krone



Abbildung 17: 60 Grad, ZS 2 cm über Krone



Abbildung 16: 60 Grad, ZS auf Krone



Abbildung 19: 60 Grad, ZS 5 Grad geneigt



Abbildung 18: 60 Grad, ZS 2 cm unter Krone

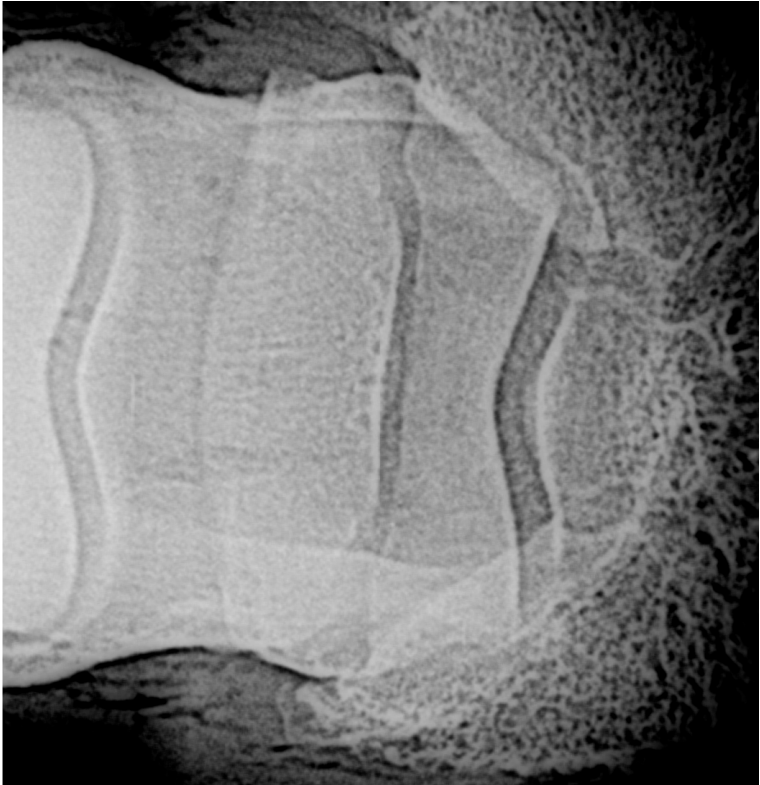


Abbildung 21 : 65 Grad, ZS 2 cm über Krone



Abbildung 20: 65 Grad, ZS auf Krone



Abbildung 23: 65 Grad, ZS um 5 Grad geneigt



Abbildung 22: 65 Grad, ZS 2 cm unter Krone



Abbildung 25: Strahlbein isoliert,
60 Grad entsprechend



Abbildung 24: Strahlbein isoliert,
55 Grad entsprechend



Abbildung 26: Strahlbein isoliert,
65 Grad entsprechend

Auswertung der Ergebnisse:

Bei 2 von 16 Gliedmaßen (12,5 %) gibt es bei der 55-Grad-Einstellung Überlagerungen des distalen Strahlbeinrandes mit dem Hufgelenk. Bei den 60- und 65-Grad-Einstellungen kommt dies bei keiner der 16 Gliedmaßen vor (0 %).

Jedoch bildet sich das Strahlbein bei der 65-Grad-Einstellung bei 5 von 16 Gliedmaßen (31,25%) zu hoch ab im Hinblick auf die Forderung im RöLF 07 (Abbildung des Strahlbeins in der unteren Hälfte des Kronbeins). Bei einem Klotzwinkel von 60 Grad kommt dies bei 3 von 16 Gliedmaßen vor (18,75 %).

Geht man im Folgenden nach der hier vorgenommenen subjektiven Beurteilung, die alle Kriterien zusammen beurteilt, so ergibt die Klotzwinkereinstellung von 55 Grad in 5 von 16 Fällen (31,25 %) das beste Ergebnis. Ein Klotzwinkel von 60 Grad erzielt in 12 Fällen das beste Ergebnis (75 %) und ein Klotzwinkel von 65 Grad in 2 Fällen (12,5 %).

Es muss dazu gesagt werden, dass in 3 Fällen (18,75%) jeweils 2 Klotzwinkereinstellungen als am besten angesehen wurden. In 2 der 3 Fälle waren dies die 55- und 60-Grad-Einstellung und in einem Fall die 60- und die 65-Grad-Einstellung.

Im Folgenden wurde die Ausrichtung des ZS in Abhängigkeit von der Winkeleinstellung des Oxspringklotzes ausgewertet. Bei 55 Grad wurden alle 4 Positionen des ZS erfasst. Position 1 (ZS auf Krone zentriert) wurde 2 mal als die günstigste beurteilt, Position 2 (ZS 2 cm oberhalb der Krone zentriert) ebenfalls 2 mal, Position 3 (2 cm unterhalb der Krone zentriert) 2 mal und Position 4 (ZS um 5 Grad geneigt und auf die Krone zentriert) nur 1 mal.

Bei der Auswertung der Positionierung des ZS bei einem Klotzwinkel von 60 Grad ergab sich folgendes Ergebnis: Pos 1 wurde 5 mal als die günstigste beurteilt, Pos 2: 9 mal, Pos 3: 3 mal und Pos 4: 6 mal. Für eine Klotzwinkereinstellung von 65 Grad kam folgendes Ergebnis zu Stande: Pos 1 wurde 2 mal als am günstigsten beurteilt, Pos 2: 2 mal, Pos 3: ebenfalls 2 mal und Pos 4: 1 mal.

Es kann somit gesagt werden, dass sich in diesem Versuch ein Klotzwinkel von 60 Grad als derjenige erwiesen hat, der in den meisten Fällen die beste Gesamtdetailerkennbarkeit bei der Oxspringaufnahme des Strahlbeins erkennen lässt. Dies bezieht sich auf die digitale Entwicklung mit Hilfe von Speicherfolien (CR-Technik) unter Anwendung der Grödel-Technik mit einem FOA von 15 cm. Dieses Ergebnis deckt sich mit bereits in der Literatur bekannten (Hertsch und Zeller, 1977). Als beste Ausrichtung des ZS hat sich in diesem Fall Pos 2 (2 cm oberhalb der Krone) gezeigt.

Bei Pos 4 besteht durchaus die Gefahr, dass sich das Strahlbein zu hoch im Kronbein abbildet und somit die Forderungen, die im RÖLF 07 bezüglich der Lage des Strahlbeins im Kronbein gestellt sind, nicht mehr erfüllt werden.

Befindet sich der ZS in Pos 1 (auf die Krone zentriert), so werden diese Bilder vor allem mit einem Klotzwinkel von 60 Grad ebenfalls häufig als die besten ausgewertet. In allen diesen Fällen jedoch werden beim selben Klotzwinkel ebenfalls die Bilder mit der Ausrichtung des ZS 2 cm oberhalb der Krone subjektiv als die besten beurteilt. Da diese Pos 2 des ZS unabhängig von Pos 1 auch als die Beste beurteilt wurde, hat sie somit ein besseres Ergebnis.

Die ungünstigste Winkeleinstellung liegt bei 65 Grad, da hier häufig bereits die Gefahr besteht, dass die Abbildung des Strahlbeins im Bezug auf seine Lage im Kronbein nicht mehr den Forderungen im RÖLF 07 entspricht. Pos 4 des ZS ergibt hierbei ebenfalls schlechte Ergebnisse.

Ein Klotzwinkel von 55 Grad kann mitunter auch gute Bilder liefern. Hier erwies sich Pos 3 des ZS den anderen 3 Positionen als ggr. überlegen.

Hinsichtlich der Abweichungen bei der Klassifizierung gemäß RÖLF 07 kann man Tabelle 1 entnehmen, dass durchaus bei denselben Gliedmaßen unter verschiedenen Aufnahmebedingungen auch eine andere Klassifizierung resultieren kann. Der Unterschied beträgt nie mehr als eine Röntgenklasse. Bei 5 von 16 Gliedmaßen ergab sich bei der Klassifizierung kein Unterschied.

Dabei fiel auf, dass höherklassige Befunde geringere Abweichungen zur Folge haben. Nur bei einem von 16 Gliedmaßen betrug die Abweichung eine ganze Röntgenklasse, bei den anderen 10 lag der Unterschied immer bei einer halben Röntgenklasse (Zwischenklassen). Zumeist waren die Röntgenklassen von II zu II-III und von RÖKI II-III zu RÖKI III betroffen.

Der Unterschied in der Beurteilung, der letztendlich zu einer anderen Klassifizierung führte, lag dabei zumeist bei der Beurteilung der Form der C.s., bei der Beurteilung der Struktur des Strahlbeins und teilweise auch an der Beurteilung der Lage der C.s.. Dass die Beurteilung der Länge der C.s. oder der Kontur des Stahlbeins zu einer anderen Klassifizierung führte, war nicht der Fall.

4.3.2 Ergebnisse des Vergleichs zwischen digitaler und analoger Entwicklung

Im Folgenden kommt nun der Vergleich der Abweichungen der einzelnen Parameter zwischen digitaler und analoger Entwicklung. In diesen Versuch wurden lediglich 4 der 16 Gliedmaßen miteinbezogen. Diese wurden nach dem Zufallsprinzip ausgesucht und waren die Gliedmaßen mit den Nummern 8, 13, 16 und 17.

Tabelle 6: Klassifizierung gemäß RÖLF 07 analog entwickelt (intakte Gliedmaßen)

Fuß	Klotz- winkel	ZS	RöKI I	RöKI II	RöKI II-III	RöKI III	RöKI III-IV	RöKI IV	
8	55	ZS auf Krone		•					
		ZS 2 cm über Krone		•					
		ZS 2 cm unter Krone				•			
		ZS 5 Grad geneigt		•					
	60	ZS auf Krone				•			
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone				•			
		ZS 5 Grad geneigt				•			
	65	ZS auf Krone				•			
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone		•		•			
		ZS 5 Grad geneigt				•			
13	55	ZS auf Krone				•			
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone				•	•		
		ZS 5 Grad geneigt				•			
	60	ZS auf Krone				•			
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone				•			
		ZS 5 Grad geneigt				•			
	65	ZS auf Krone				•			
		ZS 2 cm über Krone				•			
		ZS 2 cm unter Krone				•			
		ZS 5 Grad geneigt				•			
16	55	ZS auf Krone						•	
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 2 cm unter Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
	60	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
	65	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
17	55	ZS auf Krone						•	
		ZS 2 cm über Krone						•	
		ZS 2 cm unter Krone						•	
		ZS 5 Grad geneigt						•	
	60	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•
	65	ZS auf Krone							•
		ZS 2 cm über Krone							•
		ZS 2 cm unter Krone							•
		ZS 5 Grad geneigt							•

Tabelle 7: Anzahl der C. s. distales in der analogen Entwicklung

Fuß	Klotz- winkel	ZS	2	3	4	5
8	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
	60	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
	65	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
13	55	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt	•		•	
	60	ZS auf Krone				
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt		•		
	65	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
16	55	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
	60	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
	65	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
17	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt				•
	60	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt				•
	65	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•

Tabelle 8: Form der C.s. distales in der analogen Entwicklung

Fuß	Klotz- winkel	ZS	schmal	breit	zylindrisch	kleinkolbig (bis Senfkorn- größe)	großkolbig (Pfefferkorn- größe und mehr)
8	55	ZS auf Krone			•		
		ZS 2 cm über Krone			•		
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt				•	
	60	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
	65	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
13	55	ZS auf Krone	•				
		ZS 2 cm über Krone	•				
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
	60	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone				•	
		ZS 2 cm unter Krone				•	
		ZS 5 Grad geneigt		•			
	65	ZS auf Krone				•	
		ZS 2 cm über Krone				•	
		ZS 2 cm unter Krone	•				
		ZS 5 Grad geneigt	•				
16	55	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
	60	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
	65	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
17	55	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
	60	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•
	65	ZS auf Krone					•
		ZS 2 cm über Krone					•
		ZS 2 cm unter Krone					•
		ZS 5 Grad geneigt					•

Tabelle 9: Lage der C. s. distales in der analogen Entwicklung

Fuß	Klotz- winkel	ZS	distal-zentral	Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil	im schrägen Seitenteil
8	55	ZS auf Krone	•		
		ZS 2 cm über Krone	•		
		ZS 2 cm unter Krone	•		
		ZS 5 Grad geneigt	•		
	60	ZS auf Krone	•		
		ZS 2 cm über Krone	•		
		ZS 2 cm unter Krone	•		
		ZS 5 Grad geneigt	•		
	65	ZS auf Krone	•		
		ZS 2 cm über Krone	•		
		ZS 2 cm unter Krone	•		
		ZS 5 Grad geneigt	•		
13	55	ZS auf Krone		•	
		ZS 2 cm über Krone		•	
		ZS 2 cm unter Krone			•
		ZS 5 Grad geneigt		•	
	60	ZS auf Krone		•	
		ZS 2 cm über Krone		•	
		ZS 2 cm unter Krone		•	
		ZS 5 Grad geneigt		•	
	65	ZS auf Krone		•	
		ZS 2 cm über Krone		•	
		ZS 2 cm unter Krone		•	
		ZS 5 Grad geneigt		•	
16	55	ZS auf Krone	•		
		ZS 2 cm über Krone	•		
		ZS 2 cm unter Krone	•		
		ZS 5 Grad geneigt	•		
	60	ZS auf Krone	•		
		ZS 2 cm über Krone	•		
		ZS 2 cm unter Krone	•		
		ZS 5 Grad geneigt	•		
	65	ZS auf Krone	•		
		ZS 2 cm über Krone	•		
		ZS 2 cm unter Krone	•		
		ZS 5 Grad geneigt	•		
17	55	ZS auf Krone	•		
		ZS 2 cm über Krone	•		
		ZS 2 cm unter Krone			•
		ZS 5 Grad geneigt			•
	60	ZS auf Krone			•
		ZS 2 cm über Krone			•
		ZS 2 cm unter Krone			•
		ZS 5 Grad geneigt			•
	65	ZS auf Krone			•
		ZS 2 cm über Krone			•
		ZS 2 cm unter Krone			•
		ZS 5 Grad geneigt			•

Tabelle 10: Strukturbeurteilung der Strahlbeine in der analogen Entwicklung

Fuß	Klotz- winkel	ZS	grobmaschig total	zentrale Aufhellung (Einbruch)	feinmaschig	
8	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
	60	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
	65	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
13	55	ZS auf Krone	•			
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt	•			
	60	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
	65	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
16	55	ZS auf Krone		•		
		ZS 2 cm über Krone		•		
		ZS 2 cm unter Krone		•		
		ZS 5 Grad geneigt		•		
	60	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
	65	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
17	55	ZS auf Krone			•	
		ZS 2 cm über Krone			•	
		ZS 2 cm unter Krone			•	
		ZS 5 Grad geneigt			•	
	60	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•
	65	ZS auf Krone				•
		ZS 2 cm über Krone				•
		ZS 2 cm unter Krone				•
		ZS 5 Grad geneigt				•

Es kann gesagt werden, dass die Unterschiede hinsichtlich der einzelnen Parameter zwischen analoger und digitaler Entwicklung geringer ausfallen, je höhergradig die Befunde sind. Varianzen treten in der Anzahl der C.s. auf. Es ist jedoch nicht so, dass man in der analogen Entwicklung generell die höhere Anzahl erkennen kann (s. Fuß 13). Hier traf dies allerdings zumeist zu (Ausnahme Fuß 13 bei einem Klotzwinkel von 65 Grad).

Bei der Beurteilung der Form der C.s. kam es zu einer 50 % -igen Übereinstimmung. Die Strahlbeine, die eine Übereinstimmung in der Beurteilung der Form der C.s. zeigten, wiesen hochgradige Befunde auf. Bei den anderen beiden Gliedmaßen (Nr. 8 und Nr. 13) kam es zu Abweichungen bei der Formbeurteilung der C. s.

Wird der ZS um 5 Grad geneigt und auf die Krone ausgerichtet, so kam es bei 2 Bildern zu einer günstigeren Befundung auf den analog entwickelten Röntgenbildern im Gegensatz zu den digital entwickelten.

Ansonsten wurde die Form der C.s. auf den analog entwickelten Bildern meist als schlechter eingestuft, als das auf den digital entwickelten der Fall war. Generell konnte aufgrund der Zentrierung keine schlechtere oder bessere Formbeurteilung abgelesen werden.

Die Beurteilung der Lage der C.s. ergab zumeist eine Abweichungen zwischen den Lokalisationen Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil / im schrägen Seitenteil. Hierbei war auffällig, dass sich gerade bei hochgradigen Befunden (Fuß 17) in den Bildern, die analog entwickelt wurden die Lage der C.s. anders darstellte. Zwischen den einzelnen Klotzwinkeln konnte hier kein Unterschied gesehen werden. Ebenso kam es auch nicht auf die Position des ZS an.

Diese Bedingungen spielten auch bei der Strukturbeurteilung keine Rolle. Die Beurteilung der Struktur des Strahlbeins in den analog entwickelten Aufnahmen ergab zumeist ein besseres Ergebnis hinsichtlich der Klassifizierung gemäß RöLF 07, als dies bei der Beurteilung der digital entwickelten Bilder der Fall war.

Hinsichtlich der Klassifizierung gemäß RöLF 07 kann gesagt werden, dass bei den analog entwickelten Oxspringaufnahmen lediglich bei einer Klotzeinstellung von 55 Grad eine bessere Klassifizierung zu Stande kam als bei den digital entwickelten Aufnahmen. Dies war auch nur bei 50 % der Fall (Fuß 8 und 13).

Für den Vergleich der Beurteilung von digital und analog entwickelten Oxspringaufnahmen ergab sich somit kein großer Unterschied. Vor allem nicht hinsichtlich des unter 4.3.1 als am Besten ausgewerteten 60-Grad-Winkels des mobilen Oxspringklotzes.

55-Grad-Aufnahmen, welche analog entwickelt werden, können unter Umständen besser klassifiziert werden, als solche, die digital entwickelt werden. Dies ist vor allem auf die günstigere Strukturbeurteilung des Strahlbeins zurückzuführen. Dem jedoch steht die ungünstigere Beurteilung der Lage der C.s. gegenüber.

5 Diskussion

Da Lahmheiten bei Pferden eine der häufigsten Ursachen sind für das Ausscheiden des Pferdes aus dem Sport, wollen die Ursachen dafür natürlich gerne so früh wie möglich erkannt und behandelt werden. Da das Pferd heutzutage als Partner im Sport oder in der Freizeit einen viel höheren Stellenwert einnimmt, als zu Zeiten, da es hauptsächlich als Arbeitstier gesehen wurde, steigt demnach nicht nur sein emotionaler Wert, sondern auch der finanzielle.

Aus diesem Grund ist es im Laufe der letzten Jahrzehnte für Pferdebesitzer auch immer wichtiger geworden, sich so früh wie möglich über eventuelle Risiken, die der "Sportpartner Pferd" in sich trägt, zu informieren. Am Besten sollten solche Risiken von vornherein erkannt und aufgedeckt sein. Deswegen hat die Röntgenuntersuchung des Bewegungsapparates beim Pferd im Rahmen einer Kaufuntersuchung auch immer größere Bedeutung gewonnen.

Da die im Rahmen einer Kaufuntersuchung angefertigten Röntgenaufnahmen jedoch nur Momentaufnahmen zum Zeitpunkt des Kaufs / Verkaufs sind, ist es daher nicht möglich, Prognosen für die gesundheitliche Zukunft des jeweiligen Pferdes im Hinblick auf etwaige Mängel zu geben (Lauk, 2002; Bemmann, 2004 ; Stadler, 2008b). Vielmehr sollten bei einer solchen Untersuchung momentan vorliegende erhebliche gesundheitliche Beeinträchtigungen des zu untersuchenden Pferdes aufgedeckt werden (Hertsch, 2002; Blendl, 2005; Stadler, 2005). Aus diesem Grund sollen die angefertigten Röntgenbilder sowohl dem Tierarzt in seiner beratenden Funktion bei Kaufuntersuchungen als auch den Käufern im Hinblick auf ihre Entscheidung eine Hilfe sein. Häufig ist dies jedoch leider nicht der Fall, da sich aus mehr Information auch mehr Unsicherheiten ableiten lassen.

Bei der Einteilung der Befunde im Rahmen der Röntgenuntersuchung bei einer Kaufuntersuchung, bietet der Röntgenleitfaden dem untersuchenden Tierarzt eine Hilfestellung. Hierbei muss stets darauf geachtet werden, dass man sich nach der aktuellen Ausgabe richtet. Momentan ist dies der neue Röntgenleitfaden 2007 (Hertsch, 2008).

Trotz aller Hilfestellungen, die den Tierärzten bei der Durchführung einer Kaufuntersuchung mittlerweile gegeben werden (Hippiatrika-Formularvertrag, Röntgenleitfaden), wird die Durchführung einer solchen aufgrund des hohen Haftungsrisikos immer noch häufig abgelehnt. Gerade bei teuren Pferden, wenn sich der Preis der Kaufuntersuchung nach dem Preis des zu kaufenden / verkaufenden Pferdes richtet, lehnen viele Tierärzte eine Kaufuntersuchung ab, da sie spätere gerichtliche Auseinandersetzungen scheuen. Dass dies leider der Fall ist, haben die Erfahrungen der letzten Jahre seit der Modernisierung des Schuldrechts 2001 gezeigt (Adolphsen, 2003; Beger, 2006).

Durch das neue Schuldrecht wird dem Pferdekäufer zugestanden, eventuelle Mängel auch nach einiger Zeit noch geltend zu machen. Dies trifft dann häufig den Tierarzt, da sich der Verkäufer bereits rechtlich abgesichert hat. Da ein Verkäufer heute selbst sehr daran interessiert ist, soweit wie möglich alle Mängel des zu verkaufenden Pferdes aufzudecken, wird im Nachhinein oft das tierärztliche Gutachten der Kaufuntersuchung angefochten.

Gerade bei reiterlichen Problemen oder Lahmheiten werden daraufhin die Röntgenaufnahmen des Pferdes zur Grundlage eines gerichtlichen Verfahrens. Allein schon aus diesem Grund sollten die Originalunterlagen und -bilder immer beim Tierarzt verbleiben. Auch muss sichergestellt sein, dass die angefertigten Röntgenbilder eine angemessene Qualität aufweisen, um eventuelle Mängel eines Pferdes auch einwandfrei feststellen zu können. Da dies gerade bei digital entwickelten Röntgenaufnahmen vom Strahlbein häufig noch nicht der Fall ist, wurde das Thema im Rahmen dieser Dissertation aufgegriffen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es zum einen, zu zeigen, dass man auch mit Hilfe der digitalen Entwicklung, hier mit Hilfe von Speicherfolien hochwertige Strahlbeinaufnahmen vor allem im Hinblick auf die Detaillierbarkeit der Canales sesamoidales distales anfertigen kann. Zum anderen sollte die Frage beantwortet werden, ob es möglich ist, Befunde "wegzuröntgen" oder sie so darzustellen, dass eine andere Klassifizierung gemäß dem Röntgenleitfaden 2007 zu Stande kommt. Bereits seit einigen Jahren ist man sich einig, dass eine gute Qualität von digital entwickelten Röntgenaufnahmen nicht allein durch die digitale Auslesung und Bildbearbeitung ohne Veränderung der Röntgenaufnahmetechnik im Vergleich zur konventionell-analogen Entwicklung zu erreichen ist (Kock, 2003). Gerade im Hinblick auf die im Röntgenleitfaden geforderte Oxspringaufnahme des Strahlbeins, die immer eine Überlagerung durch das Kronbein bedingt, muss die Information, die auf der Speicherfolie erfasst wird, so hoch wie möglich sein.

Ein weiterer Punkt ist die gegenteilige Auffassung in der Literatur gegenüber der Verwendung eines Rasters bei Speicherfolien (Ueltschi, 1999; Kock, 2003 ; Weinberger, 2004). Aufgrund der anfangs durchgeführten Umfrage an Pferdekliniken, welche Kaufuntersuchungen durchführen und des geringen Erfahrungsschatzes bei der Anwendung der Grödel-Technik in der Tiermedizin, wurde entschieden auf ein herkömmliches Streustrahlen-Raster zu verzichten und die Oxspringaufnahmen mit Hilfe der Grödeltechnik anzufertigen. Zu Beginn wurden mit Hilfe von Reihenuntersuchungen die optimalen Belichtungsparameter gesucht, da diese für die verwendeten Speicherfolien in Kombination mit dem verwendeten Röntgengerät noch nicht ermittelt waren. Beurteilt wurden die Bildinformationen am unbearbeiteten Rohbild.

Die verwendeten Belichtungsparameter von 80 kV / 45 mA mit einer Belichtungszeit von 1,5 s erscheinen auf den ersten Blick recht hoch, doch wurde bereits des Öfteren erwähnt, dass bei Verwendung von Speicherfolien die Belichtungsparameter ca. um das 1,5 - fache höher sein müssen, als bei Verwendung hochauflösender oder feinzeichnender Mammographiefolien. Die Belichtungszeit von 1,5 s war in den Versuchen mit den Präparaten sehr gut zu verwenden. Dass diese Belichtungszeit am lebenden, sich bewegenden Pferd nur sehr schwer einzuhalten ist, versteht sich von selbst.

Die Strahlenbelastung jedoch, die bei 15 Aufnahmen pro Fuß für die zu untersuchenden Pferde entstanden wäre, erschien weder tierschutzgerecht noch entsprach es dem Strahlenschutz. Außerdem kam die Untersuchung des isolierten Strahlbeins hinzu, wozu man Pferde gebraucht hätte, die anschließend zur Euthanasie oder zum Schlachthof gegangen wären. Da dies nicht praktikabel war und die Untersuchung als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen sollte, fiel die Entscheidung auf Präparate.

Bisherige Veröffentlichungen gaben bei Anwendung der Grödel-Technik einen optimalen Abstandswert (FOA) von 14 - 15 cm an (Kock, 2003). Dies deckte sich auch mit den Ergebnissen der Umfrage. Wurde die Grödel-Technik angewandt, dann nur bei digitaler Entwicklung und mit einem FOA von 15 cm. Diese Ergebnisse wurde einer Überprüfung mit Hilfe der o. g. Röntgenanlage unterzogen. Aufgrund der subjektiven Beurteilung mehrerer erfahrener Tierärzte stimmten die Ergebnisse mit denen der Literatur überein und für die eigentlichen Versuche wurde ein FOA von 15 cm festgelegt. Da es in dieser Arbeit um Strahlbeinaufnahmen bei der Kaufuntersuchung ging, welche immer der subjektiven Beurteilung des untersuchenden Tierarztes unterliegen, reichte diese aus, um den FOA mit der höchsten Detailerkennbarkeit zu ermitteln.

Des Weiteren sollte der optimale Winkel des Oxspringklotzes ermittelt werden. Dieser Winkel wird im Röntgenleitfaden nicht vorgegeben. Allerdings gab es schon vor vielen Jahren die Empfehlung einen konstanten Winkel von 60 Grad zu verwenden (Hertsch und Zeller, 1977). Um zu überprüfen, inwieweit dies Anwendung findet, wurde in der durchgeführten Umfrage auch der Winkel der verwendeten Oxspringklötze ermittelt. Da sich die Häufigkeiten auf den empfohlenen 60-Grad-Winkel sowie auf den 55-Grad-Winkel konzentrierten, wurden diese beiden Winkel untersucht. Um die Abweichungen im Hinblick auf den empfohlenen 60-Grad-Winkel in beide Richtungen beurteilen zu können, wurde auch der 65-Grad-Winkel in die Untersuchung miteinbezogen.

Auch in der Ausrichtung des ZS gab es verschiedene Meinungen. So wurde empfohlen den ZS oberhalb des Kronsaums zu zentrieren (Wintzer, 1964 ; Park, 1989; Dik und Broek, 1995; Hinterhofer et al., 2008), direkt auf den Kronsaum (Münzer, 1982; Dämmrich et al., 1983) oder zuletzt den ZS um 5 Grad geneigt und auf die Krone ausgerichtet (Jahn, 2008).

Diese Aussagen sollten ebenfalls überprüft werden. Hinzugenommen wurde noch die Ausrichtung des ZS 2 cm unterhalb der Krone. Diese Form der Zentrierung ist bisher nur bei hängenden Aufnahmen erwähnt worden (Johnson und Ackermann, 1975; Geres und Köppel, 1983).

Die Tatsache, dass verschiedene Winkel des Oxspringklotzes untersucht werden sollten, stellte das Problem dar, Klötze mit verschiedenen Winkeln zur Verfügung zu haben oder aber einen Klotz, bei dem der Winkel variabel einstellbar ist. Um gleiche Aufnahmebedingungen zu schaffen, wurde die 2. Variante gewählt und ein eigener modifizierter, winkelverstellbarer Oxspringklotz entworfen.

Dieser wies leider einige Defizite auf. So sind die seitlichen Führungsschienen aus Metall, weshalb er für seitliche Aufnahmen, die im Oxspringklotz angefertigt werden, nicht sehr sinnvoll ist. Ein weiterer Punkt ist das Material. Wie in der Literatur empfohlen, wurde Plexiglas verwendet, da sich dieses auch sehr gut bearbeiten ließ. Die Auflagefläche für den Huf allerdings war eine Platte und nicht keilförmig, wie dies bei den herkömmlichen Oxspringklötzen der Fall ist. Die Tatsache, dass das Plexiglas so als Ausgleichsfilter dient (Hertsch und Zeller, 1977), konnte bei diesen Aufnahmen nicht ausgenutzt werden.

Der Abstand der Fußspitze zum Boden war mit 15 cm konstant. Hier wurde die einzige bekannte Angabe verwendet.

Um wie im RÖLF 07 gefordert, sowohl das Hufbein als auch das Kronbein ganz auf den Röntgenbildern mit abzubilden, wurde die Speicherfolienkassette auf dieselbe Höhe des eigentlichen Klotzes gestellt. D. h. sie wurde 15 cm hinter der hinteren Begrenzung des Oxspringklotzes auf den Sockel gestellt. Steht die Röntgenkassette nicht auf gleicher Höhe wie der eigentliche Klotz, oder ist sie zu klein, wird entweder die Hufspitze abgeschnitten oder das Kronbein wird nicht vollständig mit abgebildet. Ein solcher Fehler kann weit reichende Folgen haben, sollten solche Bilder einer Kaufuntersuchung vor Gericht gelangen. Ein weiterer Punkt ist auch die Belichtung. Werden die Belichtungswerte zu hart eingestellt, so ist es durchaus möglich, die Hufbeinspitze so zu überschießen, dass sie sich auf dem Röntgenbild nicht mehr darstellt. Dies darf auf keinen Fall bei Bildern geschehen, die im Rahmen einer Kaufuntersuchung angefertigt werden. Aus diesem Grund sind die in dieser Arbeit angegebenen Belichtungswerte auch nicht problemlos zu übernehmen.

Inwieweit die hier erzielten Ergebnisse Gültigkeit besitzen, wenn lebende, sich bewegende Pferde geröntgt werden, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten. Auch die geringe Anzahl der untersuchten Präparate ist ein Punkt. Aufgrund dieser Tatsache konnten statistisch keine Tests durchgeführt werden, um Abhängigkeiten zu ermitteln. So wäre es sehr interessant, zu erfahren, ob ein bestimmter Klotzwinkel immer bei einer bestimmten Hufform oder einem bestimmten Winkel der Dorsalwand bessere Ergebnisse erzielt.

Hierüber wurde bereits ausführlich in der Literatur diskutiert und bisher ebenfalls kein eindeutiges Ergebnis erzielt (Lang, 1981; Langguth, 1983; Lukas, 1987).

Ob sich das in dieser Arbeit erzielte Ergebnis des besten Klotzwinkels von 60 Grad auch dann halten lässt, wenn man die Gliedmaßen lebender Pferde röntgt, ist ebenfalls fraglich. Denn bei den hier verwendeten Präparaten fallen die aktive Beugung und Streckung, sowie der Zug der tiefen Beugesehne am Strahlbein weg. Aus diesem Grund ist es unabdingbar, die Versuche in geringerem Maße nochmals mit Hilfe lebender Pferde zu verifizieren. Mit der Literatur allerdings deckt sich dieses Ergebnis, wurde der 60-Grad-Winkel des Oxspringklotzes bereits schon einmal als gängiger Standard vorgeschlagen (Hertsch und Zeller, 1977). Allerdings ist dies, wie die zu Beginn durchgeführte Umfrage zeigt, nicht unbedingt umgesetzt worden in der alltäglichen Praxis. Dazu muss gesagt werden, dass dies nie eine Forderung, sondern lediglich ein Vorschlag war.

Sollte man darüber nachdenken, die Forderung für einen einheitlichen Winkel des Oxspringklotzes in den Röntgenleitfaden zu übernehmen, so bedarf es sicherlich noch weiterer Untersuchungen in diese Richtung. Möglich wäre aber auch die Angabe des verwendeten Klotzwinkels, so wie auch die Anwendung der Grödel-Technik erwähnt werden muss.

Auch das im Rahmen dieser Arbeit erzielte Ergebnis hinsichtlich der besten Ausrichtung des Zentralstrahls 2 cm oberhalb der Krone deckt sich teilweise mit den Angaben in der Literatur (Wintzer, 1964 ; Park, 1989; Dik und Broek, 1995; Hinterhofer et al., 2008). Auch die Ausrichtung des ZS direkt auf die Krone wird in der Literatur häufig angegeben (Münzer, 1982; Dämmrich et al., 1983) und hat in der hier vorliegenden Arbeit gute Ergebnisse erzielt. Die Zentrierung 2 cm oberhalb des Kronsaums war der Zentrierung direkt auf die Krone allerdings ggr. überlegen.

Ein Klotzwinkel von 65 Grad erwies sich bei den anhand von Präparaten erstellten Aufnahmen als der ungünstigste, da hier durchaus die Gefahr besteht, dass sich das Strahlbein im Hinblick auf die Forderung im Röntgenleitfaden zu hoch im Kronbein abbildet. Eine Abhängigkeit, bei welchen Gliedmaßen diese Gefahr höher ist, konnte aufgrund der geringen Fallzahlen nicht ermittelt werden.

Andersherum besteht bei einer Klotzwinkeleinstellung von 55 Grad durchaus die Gefahr, dass sich das Strahlbein zu tief abbildet und der distale Rand sich mit dem Hufgelenk überlagert. Ob dies auch bei lebenden Pferden, mit aktivem Zug der Beugesehnen der Fall ist, muss geprüft werden. Ebenso, ob dabei auch die Gefahr einer zu hohen Abbildung des Strahlbeins im Kronbein bei einer Klotzwinkeleinstellung von 65 Grad noch weiter steigt.

Durch die aktive Beugung im Hufgelenk bei lebenden Pferden von Seiten des Hilfspersonals ist es durchaus denkbar, dass sich diese Ergebnisse nicht mehr halten lassen und sich eventuell ein Klotzwinkel von 55 Grad dem von 60 Grad gegenüber überlegener zeigt.

Bei dieser Untersuchung zeigte sich bei einem Klotzwinkel von 55 Grad die Ausrichtung des ZS 2 cm unterhalb der Krone den anderen beiden Positionen gegenüber ggr. überlegen. Auch dieses Ergebnis muss anhand lebender Pferde nochmals kritisch überprüft werden, da der hier erzielte Unterschied sehr gering war.

Pos 4 des ZS (um 5 Grad geneigt und auf die Krone zentriert) steht momentan heftig zur Debatte. So besteht durchaus die Gefahr, auch bei einem Klotzwinkel von 60 Grad das Strahlbein zu hoch im Kronbein abzubilden. Dieser Punkt muss auf alle Fälle bedacht und überprüft werden. In einigen Fällen wurde auch bei diesen Untersuchungen Pos 4 mit als die günstigste beurteilt. Allerdings nie als die einzige, sondern immer gemeinsam mit der Ausrichtung des ZS in Pos 1 und / oder 2. Daher liefert hier die Ausrichtung des ZS um 5 Grad geneigt und auf die Krone ausgerichtet bei einem Winkel des Oxspringklotzes von 60 Grad keine weiteren Informationen. Auch ist es in der Praxis wesentlich umständlicher diese Ausrichtung des ZS einzustellen, weshalb sie aufgrund dieser Ergebnisse nicht als die bessere empfohlen werden kann.

Ein weiteres Problem dieser Arbeit sind die Abweichungen hinsichtlich der einzeln beurteilten Parameter, wie sie im RÖLF 07 aufgelistet sind (Anzahl, Form, Lage und Länge der C.s. dist. sowie Struktur und Kontur des Strahlbeins). Betrachtet man diese Parameter einzeln und beurteilt sie in den einzelnen Bildern gegeneinander, so kann man zwar die Abweichungen sehen und statistisch festhalten, hat aber keine Aussage hinsichtlich des Gesamteindrucks des Röntgenbildes. Und dieser spielt bei der Beurteilung von Röntgenbildern immer eine große Rolle. Vor allem bei der Beurteilung der Röntgenbilder hinsichtlich einer Kaufuntersuchung. Dabei wird auch in der Literatur immer erwähnt, dass es sich um subjektive Eindrücke handelt. Aus diesem Grund lässt sich die Beurteilung der Röntgenbilder nicht statistisch starr nach einzelnen Parametern beurteilen, sondern braucht den subjektiven Eindruck für die Auswertung. Wäre nur die statistische Auswertung herangezogen worden, so hätte es für die einzeln ausgewerteten Parameter jeweils nur im Bezug darauf die besten Bilderergebnisse gegeben. Gesucht waren aber die Aufnahmebedingungen, welche die besten Ergebnisse in der Detailerkennbarkeit liefern. Und diese Detailerkennbarkeit setzt sich sowohl aus der Anzahl, der Form, der Lage und der Länge der C.s. sowie aus der Kontur und der Struktur des Strahlbeins zusammen. Somit war es für die Auswertung unbedingt von Nöten, dass die subjektive Bildbeurteilung miteinbezogen wurde. Diese wurde mit den Ergebnissen der statistischen Auswertung verglichen, so dass das Gesamtergebnis auf diesem Wege zu Stande kam.

Eine subjektive Beurteilung selbst birgt immer die Gefahr, von weiteren Personen anders beurteilt zu werden. Da dies im Realfall bei Kaufuntersuchungen jedoch auch der Fall ist, wurde sie nicht ausgeschlossen.

Beim Vergleich der Ergebnisse zwischen analoger und digitaler Entwicklung ging es nicht um die besten Aufnahmebedingungen bei der analogen Entwicklung, sondern vielmehr um die Fragestellung, ob es der Tatsache entspricht, dass der Informationsgehalt analog entwickelter Oxspringaufnahmen höher ist, als der der entsprechenden digital entwickelten. Es war somit eine Vergleichsstudie. Aus diesem Grund wurden auch nur 4 der 16 Gliedmaßen darin aufgenommen. Diese wurden nach dem Zufallsprinzip ausgesucht.

Die Aufnahmebedingungen waren dieselben, die Geräteeinstellungen wurden der Entwicklung den feinzeichnenden Folien angepasst. Aus diesem Grund erscheinen die Belichtungsparameter auch für die Praxis realistischer als die bei den zuvor durchgeführten, digital entwickelten Aufnahmen. Im Folgenden wurden dieselben Beurteilungsparameter aufgenommen. Die einzelnen Punkte wurden mit den entsprechenden der digital entwickelten Aufnahmen verglichen. So konnten die Abweichungen abgelesen werden. Hierbei ging es nicht um den Gesamteindruck, sondern lediglich um die Frage, ob der Informationsgehalt derselbe ist bei analoger und digitaler Entwicklung. Aus diesem Grund wurde auf eine subjektive Beurteilung verzichtet. Die Abweichungen waren unabhängig von der Einstellung des Winkels des Oxspringklotzes und der Positionierung des ZS.

Die Beurteilung der Länge der C. s. dist., sowie der Kontur des Strahlbeins ergab größtenteils Übereinstimmungen. Abweichungen zeigten sich in der Anzahl, der Form und der Lage der C.s. dist. sowie in der Strukturbeurteilung des Strahlbeins. Auffällig dabei war, dass die Struktur des Strahlbeins in den analog entwickelten Aufnahmen meist günstiger beurteilt wurde als in den entsprechenden digital entwickelten Aufnahmen. Dies lässt den Schluss zu, dass der Informationsgehalt hinsichtlich der Strahlbeinstruktur bei digital entwickelten Oxspringaufnahmen höher ist, als bei analog entwickelten. Zu derselben Ansicht kam man bereits vor einigen Jahren (Kock, 2003). Da in der Literatur nach wie vor über die Bedeutung der C. s. dist. im Bezug auf eine Podotrochloseerkrankung gestritten wird, ist dies ein wichtiger Punkt. Die Anzahl der C. s. dist. wird in den analog entwickelten Aufnahmen, wenn es zu Abweichungen kommt meist höher.

Da dieser Punkt für die Klassifizierung der Oxspringaufnahme gemäß RÖLF 07 aber keine Rolle spielt, soll darauf nicht weiter eingegangen werden. Hinsichtlich der Lage der C.s. zeigte sich, dass einer von 4 Gliedmaßen in den analog entwickelten Bildern eine schlechtere Lagebeurteilung gemäß dem RÖLF 07 erfuhr, als in den digital entwickelten.

Dies ist insofern von Bedeutung, da sich dadurch die Klassifizierung der Oxspringaufnahmen durchaus verändern kann. Bei der Beurteilung der Form der C. s. dist. kam es in 50 % der Fälle zu einer Übereinstimmung. Diese Strahlbeine zeigten jedoch sehr hochgradige Befunde. Bei der anderen Hälfte kam es zu Abweichungen bei der Formbeurteilung der C. s.. Wird der ZS um 5 Grad geneigt und auf die Krone ausgerichtet, so kam es bei 2 Bildern zu einer besseren Befundung auf den analog entwickelten Röntgenbildern. Ansonsten wurde die Form der C. s. dist. auf den analog entwickelten Bildern meist als schlechter beurteilt als auf den digital entwickelten. Generell konnte keine schlechtere oder bessere Formbeurteilung aufgrund der Ausrichtung des ZS gesehen werden.

Vergleicht man die Klassifizierung der entsprechenden Bilder untereinander, so fällt auf, dass diese bei einem Klotzwinkel von 60 immer dieselbe ist. Somit kann dieser Winkel auch für die analogen Aufnahmen im Vergleich zu digitalen als der Beste angesehen werden. Hinsichtlich des ZS wird hier nicht unterschieden. Auch bei einer Winkeleinstellung von 65-Grad sind die Übereinstimmungen hinsichtlich der Klassifizierung gemäß RöLF 07 übereinstimmend. Abweichungen treten bei einem Klotzwinkel von 55-Grad auf. Diese bewegen sich innerhalb einer halben Röntgenklasse. Bei einer Gliedmaße wird dieser in der digital entwickelten Aufnahme günstiger beurteilt, bei dem anderen in der analog entwickelten. Eine eindeutige Aussage im Bezug auf einen Winkel des Oxspringklotzes von 55 Grad ist somit nicht möglich.

Zur Auswertung der Umfrage zu den Oxspringklötzen an verschiedenen Kliniken in Deutschland muss gesagt werden, dass diese sicher nicht die Situation in ganz Deutschland widerspiegelt. Im Vergleich zur Anzahl der Pferdekliniken, die Kaufuntersuchungen beim Pferd durchführen, sind nur sehr wenige befragt worden. Diese befanden sich zumeist in einem kleinen geographischen Umkreis, so dass die Ergebnisse nicht flächendeckend zu Stande kamen.

Das Ergebnis der Untersuchungen dieser Arbeit zeigt, dass die Winkeleinstellung des Oxspringklotzes für die im RöLF 07 geforderten dorso-palmaren Aufnahmen des Strahlbeins wichtiger ist als die Ausrichtung des ZS.

Auf die Verwendung eines Streustrahlenrasters kann bei digitaler Entwicklung mittels Lumineszenzspeicherfolien gut verzichtet werden.

Zur Reduktion der Streustrahlung und somit auch zur Reduktion von Unschärfe wird empfohlen die Grödel-Technik mit einem FOA von 15 cm anzuwenden. Der am günstigsten zu empfehlende Winkel des Oxspringklotzes entspricht 60 Grad. Die Ausrichtung des ZS 2 cm oberhalb der Krone ergibt hierbei die besten Aufnahmen.

Gravierende Unterschiede zur Ausrichtung des ZS direkt auf die Krone treten jedoch nicht auf. Die Position des ZS 2 cm unterhalb der Krone kann nicht empfohlen werden. Wird der ZS um 5 Grad geneigt und auf die Krone zentriert, besteht durchaus die Gefahr, dass sich das Stahlbein zu hoch im Kronbein abbildet und die im RÖLF 07 geforderte Aufnahmequalität nicht mehr eingehalten werden kann.

Eine Abhängigkeit bestimmter Hufformen- oder Winkel konnte in dieser Untersuchung nicht festgestellt werden. Dazu bedarf es weitergehender Versuche. Vor allem besteht auch Klärungsbedarf, inwieweit sich diese Ergebnisse auf die Ergebnisse der Bilder von lebenden Pferden übertragen lassen. Gerade im Hinblick auf die Ausrichtung des ZS um 5 Grad geneigt, ist dies sehr interessant.

Sollten in späteren Ausgaben des Röntgenleitfadens genauere Bedingungen für die Oxspringaufnahmen definiert werden, so kann aufgrund der Ergebnisse dieser Studie der 60-Grad-Winkel mit einer Ausrichtung des ZS 2 cm oberhalb des Kronsaums bei maximaler Einblendung empfohlen werden. Wird die Grödeltechnik angewandt, so muss diese bereits mit dem genauen FOA angegeben werden.

Es ist somit nicht empfehlenswert von den Vorgaben des RÖLF 07 (Hufbodenwinkel: 60 Grad, Hufspitze 15 cm über dem Boden, Position des Oxspringklotzes auf Höhe des Standbeins) abzuweichen.

Diese Vorgaben sind allgemein bekannt, weit verbreitet, werden eingehalten und liefern somit die Möglichkeit des Vergleichs bei guter Objektdarstellung.

6 Zusammenfassung

Ziel dieser Versuche war es, herauszufinden, inwieweit sich die Ergebnisse bei der Aufnahme nach Oxspring unter verschiedenen Aufnahmeparametern verändern. Zu Beginn wurden einige Pferdekliniken in Deutschland angefahren und die verwendeten Oxspringklötze nach einer bestimmten Vorlage ausgemessen. So wurden die Winkel der Oxspringklötze, sowie der Abstand zwischen Hufspitze und Boden ermittelt.

Für die eigenen Versuche wurden 16 Gliedmaßen von Schlachtpferden unbekannter Herkunft und Genese verwendet. Die verschiedenen Aufnahmeparameter waren die drei Klotzwinkel von 55 Grad, 60 Grad und 65 Grad sowie für jeden dieser Winkel die Ausrichtung des Zentralstrahls in 4 Positionen: direkt auf die Krone, 2 cm darüber, 2 cm darunter und um 5 Grad geneigt und auf den Kronsaum zentriert. Zuerst wurde ein eigener mobiler Oxspringklotz aus Plexiglas erbaut, der winkelverstellbar war. Mit diesem wurden sowohl die Vorversuche als auch die Hauptversuche durchgeführt.

In den Vorversuchen ging es darum, die Frage zu klären, ob es möglich ist, mit Hilfe der Grödel-Technik auf ein herkömmliches Streustrahlenraster bei digitaler Entwicklung mittels CR-Technik zu verzichten. Hier wurde ein FOA von 15 cm als derjenige ermittelt, bei dem sowohl ein scharfes Bild zu Stande kam als auch eine hohe Detailerkennbarkeit vorhanden war. Dieser FOA von 15 cm wurde für alle Aufnahmen in den Hauptversuchen verwendet.

Im Folgenden wurden von jeder Gliedmaße bei je drei Winkeleinstellungen 4 Oxspringaufnahmen mit verschiedener Ausrichtung des ZS angefertigt. Die Bilder der Hauptversuche wurden anhand einzelner Parameter beurteilt. Diese Parameter entsprachen den Beurteilungspunkten im RöLF 07. Auch die Klassifizierung gemäß RöLF galt als ein Beurteilungsparameter.

Im zweiten Teil wurden per Zufall 4 der 16 Gliedmaßen ausgewählt und dieselben Aufnahmen nochmals mit Hilfe eines Streustrahlenrasters und feinzeichnender Folien aufgenommen. Diese Aufnahmen wurden analog entwickelt und entsprechend der digital entwickelten Aufnahmen ausgewertet.

Zum Schluss wurden sämtliche Strahlbeine vom umgebenden Gewebe isoliert und nochmals den Klotzwinkeln entsprechend in verschiedenen Positionen geröntgt. Indem bei jeder Winkeleinstellung zuvor eine seitliche Aufnahme angefertigt wurde, konnte mit Hilfe von angelegten Tangenten die Stellung des Strahlbeins im Huf bei einer bestimmten Einstellung des mobilen Oxspringklotzes ermittelt werden. Auch von diesen Aufnahmen, die alle digital entwickelt wurden, wurden die einzelnen Beurteilungsparameter erhoben. Hierbei wurden immer die in der Ausrichtung des ZS verschiedenen Aufnahmen eines Fußes bei einer der drei Winkeleinstellungen mit der der entsprechenden Aufnahme des isolierten Strahlbeins

verglichen und die Abweichungen aufgenommen. Als beste Aufnahmen wurden die der intakten Gliedmaßen gewertet, die die meisten Übereinstimmungen mit den entsprechenden Aufnahmen der isolierten Strahlbeine ergaben oder sogar einen besseren Informationsgehalt enthielten als diese.

Die einzeln ausgewerteten Parameter der analog entwickelten Bilder wurden mit den entsprechenden der digital entwickelten Bilder verglichen. Dabei kam man zu dem Ergebnis, dass es mit der digitalen Entwicklung unter Anwendung der Grödel-Technik durchaus möglich ist, qualitativ hochwertige Oxspringaufnahmen für eine Kaufuntersuchung anzufertigen. Im Bezug auf die Beurteilung der Strahlbeinstruktur liefern digital entwickelte Bilder sogar bessere Ergebnisse. Aufgrund der geringen Fallzahl, welche vielmehr einer Fallbeschreibung gleicht, fehlt eine statistische Auswertung dazu.

Zusammenfassend kann somit gesagt werden, dass ein Winkel des Oxspringklotzes von 60 Grad mit einer Ausrichtung des ZS 2 cm oberhalb der Krone unter Anwendung der Grödeltechnik mit einem FOA von 15 cm bei digitaler Entwicklung mit Hilfe der CR-Technik die besten Ergebnisse liefert.

Werden Röntgenaufnahmen im Rahmen einer Kaufuntersuchung angefertigt und digital entwickelt, so können folgende Aufnahmeparameter als Standard empfohlen werden:

- Oxspringklotz auf Höhe des Standbeins
- Höhe der Hufspitze 15 cm oberhalb des Bodens
- Verzicht auf ein Streustrahlenraster bei digitaler Entwicklung, stattdessen Anwendung der Grödel-Technik mit einem FOA von 15 cm
- Winkel des Oxspringklotzes von 60 Grad
- Ausrichtung des ZS 2 cm oberhalb der Krone

7 Summary

Improvement of the object-bedding and the x-ray-beam in the upright-pedal-route at the horse with aiming a standard for the Röntgenleitfaden 2007

The aim of this experiment was to find out how the results change for the upright-pedal route by using different parameters. At the beginning, several German clinics for horses were visited and the blocks to do the upright pedal route were measured according to a certain model. Consequently, the angle of the block for the upright-pedal route which were used as well as the distance between the ground and the top of the horse's hoof were determined.

For my own tests, 16 feet of horses for slaughter from unknown origins and genesis were used. The different parameters were the three angles of the block (55 degrees, 60 degrees and 65 degrees) and the alignment of the x-ray beam in four different positions for each of the angles. These four different positions are: directly on the coronet, 2 cm above, 2 cm below, and inclined by 5 degrees and directed towards the coronet. First, a movable block which can do different angles was built using Plexiglas. Not only the pilot test but also the main tests were conducted with this block.

The question whether it is possible to do without a conventional scatter radiation grid by using the Grödel-technique and the computed radiography was tried to answer in the pilot tests. Here, the distance of 15 cm between the film and the object was determined with which it was possible to take a sharp picture while at the same time being able to recognize details. This distance of 15 cm between the film and the object was used for all upright-pedal routes in the main tests as well. In the following, of each foot four upright-pedal routes with different directions of the x-ray beam were taken from three different angles. The pictures of the main tests were analyzed according to different parameters. These parameters correspond to the criteria in the guidelines for X-Ray interpretations 07. The classification according to these guidelines was also taken as analysis criteria.

In the sond part, four out of the 16 feet were selected randomly and the same upright-pedal roots as mentioned above were taken again with a scatter radiation grid and a high quality film. These upright-pedal routes were developed in an analog way and were analyzed equally as the digitally developed ones.

At the end, several navicular bones were isolated from the surrounding tissue and x-rays taken again from different positions with different block angles. With a certain setting of the movable upright-pedal route, the position of the navicular bone in the equine foot could be determined by using a tangent. This was possible because a latero-medial projection of the distal limb had been taken in each angle position before.

The different analysis parameters were also taken from these upright-pedal routes, which were all developed digitally. Deviations of the different parameters were analyzed statistically.

Consequently, the different upright-pedal routes of a foot with the direction towards the x-ray beam in one of the three angle settings were compared to those of the corresponding upright-pedal routes of the isolated navicular bones. The difference and deviations were recorded. It turned out that the best upright-pedal routes were those of the intact feet. These intact feet had the most agreement with the upright-pedal routes of the isolated navicular bones; sometimes they even provided better information than the others.

The different analyzed parameters of the upright-pedal routes with analogue radiation were compared to those with digital radiography. As a result, it was shown that it was possible to get high quality upright-pedal routes for a purchase examination with digital radiography using the Grödel-technique. In regard to the structure of the navicular bones one could even get a better resolution in details with digital radiography.

The analysis of the digital radiography in regard to the isolated navicular bones showed an ambiguous result statistically. This was due to the fact that the analysis referred particularly to one single parameter and not to the general impression of the upright-pedal route. Therefore, a subjective analysis of the individual pictures was necessary; this is the same as is usually the case with a purchase examination. The statistic and the subjective analyses were finally compared and differences noted.

In brief, the best results were gained when the angle of the block to do the upright-pedal route was 60 degrees, directing at the x-ray beam and placed 2 cm above the coronet. In addition, using the Grödel-technique and a distance between film and object of 15 cm in computed radiography were the best conditions and prerequisites of all those under discussion.

8 Literaturverzeichnis

Ackermann, N., et al. (1977):

Navicular Disease in the Horse:

Risk Factors, Radiographic Changes and Response to Therapy

Journal of the American Veterinary Medical Association 170 S. 183 - 187

Adolphsen, J. (2002):

Das neue Pferdekaufrecht

Pferdeheilkunde 18 S. 294 - 297

Adolphsen, J. (2003):

Die Kaufuntersuchung nach der Schuldrechtsreform

Teil 1 - Neue Aspekte beim Pferdekauf

Der praktische Tierarzt 84 S. 114 - 119, 372 - 377

Adolphsen, J. (2003):

Die Kaufuntersuchung nach der Schuldrechtsreform

Teil 2 - Neue Aspekte für die tierärztliche Kaufuntersuchung

Der praktische Tierarzt 84 S. 372 - 377

Althaus, J., et al. (2006):

Praxishandbuch Tierarztrecht

Schlütersche Verlagsanstalt, Hannover

Barnewitz, D. (2002):

Röntgenbefundkatalog für die Ankaufsuntersuchung

Der praktische Tierarzt 83 S. 152 - 153

Beger, O. (2006):

Die tierärztliche Kaufuntersuchung im Kontext

mit der Beschaffenheitsvereinbarung beim Pferdekauf

Leipzig, Veterinärmed. Fakultät, Hochschul Diss.

Bemmann, K. (2004):

Tierärztliche Kaufuntersuchung von Pferden:
Die Röntgenklasse II im Spiegel der Rechtssprechung
Der praktische Tierarzt 12 S. 898 - 902

Bemmann, K. und Schüle, E. (2006):

Osteochondrose und Kaufuntersuchung aus juristischer Sicht
Pferdespiegel 2/2006 S. 60 - 68

Bemmann, K., et al. (2008):

Die Änderung des Röntgenleitfadens und ihre Bedeutung
für die tierärztliche Praxis und Forensik
Recht der Landwirtschaft 06 S. 141 - 148

Blendl, C. (2005):

Das digitale Röntgenbild in der Veterinärmedizin
Pferdespiegel 1/2005 S. 12 - 24

Buchmann (1996):

Handbuch Radiographie
Philips Medizin Systeme, Hamburg

Butler, J. A., et al. (1993):

Clinical Radiology of the Horse
Blackwell Scientific Publications, London

Campbell, J. R. und Lee, R. (1972):

Radiological Techniques in the Diagnosis of Navicular Disease
Equine Veterinary Journal S. 135 - 138

Cawley, A. J. (1960):

Radiology V
Can. Vet. J. 1 S. 554 - 559

Colles, C. M. (1979):

Ischaemic necrosis of the navicular bone and its treatment
The Veterinary Record 104 S. 133 - 137

Colles, C. M. (1982):

Navicular disease and its treatment

In Practice S. 29 - 36

Colles, C. M. (1983):

Interpreting radiographs 1: The foot

Equine Veterinary Journal 15 S. 297 - 303

Colles, C. M. (1984):

Navicular disease and its treatment

Vet. Ann. 24 S. 164 - 170

Colles, C. M. und Hickman, J. (1977):

The Aterial Supply of the Navicular Bone and its Variations in Navicular Disease

Equine Veterinary Journal 9 S. 150 - 154

Cronau, P. F. (1974):

Die Bedeutung der Röntgenuntersuchung beim Ankauf des Pferdes

Tierärztliche Umschau 29 S. 132 - 135

Dämmrich, K., et al. (1983):

Die Podotrochlose des Pferdes aus heutiger Sicht

Berliner Münchner Tierärztliche Wochenschrift 96 S. 293 - 302

Delius, C. (1982):

Pathomorphologische und röntgenologische Veränderungen

am isolierten Strahlbein beim Pferd

Hannover, Tierärztl. Hochschul. Diss.

Dik, K. J., et al. (1999):

The heredity and role of the navicular bone condition and shape

in the pathogenesis of navicular disease:

studies based on standardised radiological grade (0-4) and shape (1-4) classification

6. Genfer Kongress für Pferdemedizin und -Chirurgie, 1999

Dik, K. J., et al. (2001a):

Relationships of age and shape of the navicular bone to the development of navicular disease: a radiological study

Equine Veterinary Journal 33 S. 172 - 175

Dik, K. J., et al. (2001b):

The radiographic development of the distal and proximal double contours of the equine navicular bone on dorsoproximal-palmarodistal oblique (upright pedal) radiographs, from age 1 to 11 month

Equine Veterinary Journal 33 S. 70 - 74

Dik, K. J. und Broek, J. v. d. (1995):

Role of navicular bone shape in the pathogenesis of navicular disease: a radiological study

Equine Veterinary Journal 27 S. 390 - 393

Dik, K. J., et al. (1993):

Ergebnisprotokoll des 1. und 2. Treffens der Röntgenkommission am 14.04. in Utrecht und am 01.07.1993 in Zürich

Gesellschaft für Pferdemedizin, Dortmund

Dorfmüller, C. (2005):

Von C. W. Röntgen bis zu den DR-Systemen der Gegenwart

Pferdespiegel 1/2005 S. 3 -10

Douglas, S. W. und Williamson, H. D. (1970):

Veterinary radiological interpretation

Verlag Acford, Chichester, Sussex

Douglas, S. W. und Williamson, H. D. (1972):

Principles of veterinary radiography 2nd ed.

Bailliere Tindall, London

Douglas, S. W. und Williamson, H. D. (1977):

Grundlagen der Röntgenologie in der Veterinärmedizin

Verlag Paul Parey

Drommer, W., et al. (1992):

Licht- und elektronenmikroskopische Befunde an den Canales sesamoidales
des Strahlbeines bei der Podotrochlose des Pferdes
Pferdeheilkunde 8 S. 15 - 21

Eikmeier (1977):

Forensische Probleme der Ankaufsuntersuchung - Allgemeines -
Der praktische Tierarzt 3 S. 165 - 166

Eikmeier, H. (1981):

Haftpflicht des Tierarztes bei der Pferdebehandlung und der Pferdeankaufsuntersuchung
Der praktische Tierarzt, Collegium veterinarium S. 47 - 49

Eikmeier, H., et al. (1990):

Lehrbuch der Gerichtlichen Tierheilkunde
Verlag Paul Parey

Fellmer, E. und Brückner, S. (2004):

Der Tierarzt als gerichtlicher und außergerichtlicher Sachverständiger -
Gutachten nach neuem Delikts- und Werkvertragsrecht
Tierärztliche Praxis 32 S. 174 - 179

Georgi, R. und Koert, A. (2005):

Qualität von digitalen Röntgenbildern
Pferdespiegel 1/2005 S. 38 - 40

Geres, V. und Köppel, E. (1983):

Ein Beitrag zur röntgenologischen Darstellung des Strahlbeins
Berliner Münchner Tierärztliche Wochenschrift 96 S. 226 - 228

Gerweck, G. (2000):

Der Pferdekauf
Enke Verlag, Stuttgart

Hartung, K. und Keller, H. (1970):

Untersuchungen über die strahlenabsorbierende Wirkung
äußerlich anzuwendender Medikamente bei Röntgenaufnahmen
Schweizer Archiv für Tierheilkunde 112 S. 480 - 486

Hartung, K. und Münzer, B. (1983):

Über die Eigentumsrechte an Röntgenaufnahmen
Der praktische Tierarzt 3 S. 194 -196

Hartung, K. und Tellhelm, B. (2000):

Der Weg zum guten Röntgenbild
Enke Verlag, Stuttgart

Hertsch, B. (1983):

Die röntgenologische Diagnose der Podotrochlose
Wien, 1983

Hertsch, B. (1991):

Die Korrelation des röntgenologischen Befundes bei der Lahmheits- und Kaufuntersuchung
BPT-Kongreß 1991, Duisburg

Hertsch, B. (1992):

Die Korrelation des röntgenologischen Befundes bei der Lahmheits- und Kaufuntersuchung
Praktischer Tierarzt 73 S. 823 - 830

Hertsch, B. (1999):

Strahlbein-Syndrom: Gegenwart und Zukunft
6. Genfer Kongreß für Pferdemedizin und -Chirurgie

Hertsch, B. (2002):

Der klinisch-orthopädische Untersuchungsgang
im Rahmen der Kaufuntersuchung beim Pferd
Praktischer Tierarzt 83 S. 44 - 48

Hertsch, B. (2003):

Leitfaden für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes
(Röntgenleitfaden)

Pferdeheilkunde 19 S. 185 - 198

Hertsch, B. (2008):

Vorwort zum Röntgenleitfaden (RöLF 07)

Deutsches Tierärzteblatt 3/2008 S. 292 - 303

Hertsch, B. und Beerhues, U. (1988):

Der Wendeschmerz als Symptom bei der Lahmheitsuntersuchung des Pferdes -
Pathomorphologische, röntgenologische und klinische Untersuchungen

Pferdeheilkunde 4 S. 15 - 22

Hertsch, B. und Höppner, S. (1999):

Untersuchung des Strahlbeins

6. Genfer Kongress für Pferdemedizin und -Chirurgie S. 102 - 106

Hertsch, B. und Steffen, D. (1986):

Röntgenologische und vergleichend patho-morphologische Untersuchungen an Strahlbeinen
unter besonderer Berücksichtigung der Canales sesamoidales -

Ein Beitrag zur Diagnose der Podotrochlose

Dtsch. tierärztl. Wschr. 96 S. 353 - 359

Hertsch, B., et al. (1982):

Die sogenannten "Gefäßlöcher" des Strahlbeins und ihre Beziehung zum Hufgelenk

Tierärztliche Praxis 10 S. 365- 379

Hertsch, B. und Zeller, R. (1977):

Röntgenologische Veränderungen am Strahlbein und ihre Bedeutung

Praktischer Tierarzt Sonderheft coll. vet. 58 S. 15 - 18

Hickman, J. (1964):

Navicular Disease

3. Ann. Congress British Eq. Vet. Assoc. S. 13-18

Hickman, J. (1989):

Navicular disease - what are we talking about?

Equine Veterinary Journal 21 S. 395 - 398

Hinterhofer, C., et al. (2008):

Die radiologische Untersuchung des Pferdehufes

Der praktische Tierarzt, Suppl. 6 6 / 2008 S. 23 - 29

Höppner, S. (2008):

Das Hufrollen-Syndrom

16. Hufbeschlagtagung für Hufschmiede und Tierärzte, Berlin

Hornkamp, M. (1991):

Untersuchungen zur Aussagekraft der Tangentialaufnahme des Strahlbeins beim Pferd

Gießen, Univ., Fachber. Veterinärmed., Hochschul Diss.

Huskamp, B. (1983):

Tierärztliche Aspekte bei der Ankaufsuntersuchung

Der praktische Tierarzt 2 S. 141 - 146

Jahn, W. (2008):

Die praktische Anwendung des Röntgenleitfadens

bpt-Kongreß 2008, Hannover

Johnson, J. H. u. und Ackermann, N. (1975):

Radiography Of The Equine Foot

The Equine Practitioner S. 496 - 698

Kaser-Hotz, B. (1990):

Radiologische Untersuchungen am Strahlbein klinisch gesunder Pferde

DVG - Tagung 1990

Kaser-Hotz, B. u. und Ueltschi, G. (1992):

Radiographic Appearance of the Navicular Bone in Sound Horses

Veterinary Radiology and Ultrasound 33 S. 9 - 17

Kealy, J. K. (1972):

Navicular Disease

Acta radiologica 319 S. 63 - 66

Keller, H. u. und Grundmann, S. (1995):

Radiologische Verlaufsuntersuchung der Podotrochlose

Tierärztliche Praxis 23 S. 46 - 52

Kersjes, A. W. v. (1983):

Die Ankaufsuntersuchung, insbesondere die Bedeutung der Röntgenaufnahmen

Der praktische Tierarzt 3 S. 189 - 194

Kettner, N.-U. (2003):

Erstellung eines Computerprogramms zur Präsentation des Leitfadens

für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes

Berlin, Freie Univ., Fachber. Veterinärmed., Hochschul Diss.

Klimke, R. (1983a):

Juristische Aspekte der Ankaufsuntersuchung

Der praktische Tierarzt 3 S. 255 - 259

Klimke, R. v. (1983b):

Juristische Aspekte der Ankaufsuntersuchung

Der praktische Tierarzt 2 S. 153 - 159

Kock, C. (2003):

Die Darstellung des Strahlbeins von Warmblutpferden

mit der digitalen Röntgenanlage PCR AC3 der Firma Philips

Hannover, Tierärztl. Hochschul. Diss.

Köhler, H. und Kraft, H. (1984):

Gerichtliche Veterinärmedizin

Verlag Ferdinand Enke, Stuttgart

Lang, J. (1981):

Röntgeometrische Untersuchungen bei verschiedenen Projektionen des Strahlbeins

Bern, Vet Suisse Universität, Hochschul Diss.

Langfeldt, N. (1986):

Statistische Untersuchungen zum Problembereich der Podotrochlose
Hannover, Tierärztl. Hochschul. Diss.

Langguth, B.-R. (1983):

Zur Darstellung röntgenologisch nachweisbarer Veränderungen
am Margo Distalis des Strahlbeins
Ludwig-Maximilians-Universität München, Veterinärmed. Fakultät Hochschul Diss.

Laubenberger, T. und Laubenberger, J. (1999):

Technik der medizinischen Radiologie
Verlag Deutscher Ärzte, Köln 7. Auflage

Lauk, H. D. (2002):

Kaufuntersuchung - die ständige Herausforderung.
Brauchen wir einen erweiterten Standard?
Pferdeheilkunde 18 S. 212 - 216

Lukas, B. (1987):

Die röntgenologische Darstellung der Entwicklung des Strahlbeins (Os sesamoideum distale)
der Schultergliedmaße vom neugeborenen Fohlen bis zum etwa 3-jährigen Pferd
unter besonderer Berücksichtigung der Canales sesamoidales(C. s.)
Hannover, Hochschul Diss.

MacGregor, C. M. (1986):

Radiographic assessment of navicular bones,
based on changes in the distal nutrient foramina
Equine Veterinary Journal 18 S. 203 - 206

Müller, F.-P. (1982):

Röntgenologische Reihenuntersuchungen an den Vordergliedmaßen
drei- bis siebenjähriger hannoverscher Pferde
Hannover, Tierärztl. Hochschul Diss.

Müller, H. (1977):

Die klinische und röntgenologische Untersuchung der Schulter, des Karpus, des Kniegelenks, des Mittelfußes und des Gleichbeintrageapparates und ihre Beurteilung bei der Ankaufsuntersuchung
Praktischer Tierarzt 58 S. 199 - 205

Münzer, B. (1982):

Röntgendiagnostik in der Pferdepraxis
Enke Verlag, Stuttgart

Neumann, L. (2005):

Das Pferdekaufrecht nach der Schuldrechtsmodernisierung
Berlin, Freie Univ., Fachber. Rechtswissenschaft, Hochschul Diss.
FN-Verlag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung GmbH

Numans, s. R. u. und van der Watering, C. C. (1973):

Navicular Disease: Podotrochlitits Chronica Aseptica Podotrochlosis
Equine Veterinary Journal 5 S. 1 - 8

O'Brien, T. R., et al. (1975):

Navicular disease in Thoroughbred horse:
A morphologic investigation relative to a new radiographic projection
J. Am. Vet. Rad. Assoc. 16 S. 39 - 51

Oexmann, B. (2002):

Forensische Probleme der Tierarzthaftung beim Pferd
Tierärztliche Praxis 30 S. 344 - 349

Olsson, S.-E. (1954):

On Navicular Disease in the Horse
a roentgenological and patho-anatomical study
Nord. Vet.-Med. 6 S. 547 - 566

Ostblom, L., et al. (1982):

Histological study of navicular bone disease
Equine Veterinary Journal 14 S. 199 - 202

Oxspring, G. E. (1935):

The Radiology of Navicular Disease, With Observations On Its Pathology
The Veterinary Record 15 S. 1433 - 1477

Park, R. D. (1989):

Radiographic Examination of the Equine Foot
Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 5 S. 47 - 67

Pfeiffer, S. (1962):

Makroskopische, röntgenologische und histopathologische Untersuchungen
über Veränderungen an mazerierten Strahlbeinen bei Schlachtpferden
Hannover, Tierärztl. Hochschul. Diss.

Plewa, D. (1987):

"Vertrag über die Untersuchung eines Pferdes" -
Ein Beitrag zur Standardisierung der Ankaufsuntersuchung beim Pferd
Teil 1: Juristische Anmerkungen
Pferdeheilkunde 3 S. 297 - 302

Plewa, D. (2002):

Die Kaufuntersuchung des Pferdes aus rechtlicher Sicht
Pferdeheilkunde 18 S. 284 -288

Plewa, D. (2008):

Überblick über gerichtliche Entscheidungen zur Kaufuntersuchung
Pferdeheilkunde 24 S. 24 - 25

Plocki, K. A. v., et al. (1988):

"Vertrag über die Untersuchung eines Pferdes" -
Ein Beitrag zur Standardisierung der Ankaufsuntersuchung beim Pferd
Teil II: Praktische Anwendung
Pferdeheilkunde 4 S. 207 - 213

Poulos, P. W. (1992):

Radiologic Evaluation of the Horse Relevant to Purchase
Veterinary Clinics of North America: Equine Practice 6 S. 319 - 328

Poulos, P. W., et al. (1983):

Navicular disease

Proc. Ann. Conv. Am. Assoc. Equine Pract. 29 S. 239 - 277

Pryer, A. A. (1934):

The diagnosis of navicular disease

Vet. Rec. 14 S. 253 - 263

Reid, C. F. (1980):

Radiography and purchase examination in the horse

Vet. Clin. North Am. Large Anim. Pract. 2 S. 151 - 202

Richards, R. (2005):

Transportables digitales Detektor-Röntgensystem (DR) für die Pferdemedizin

Pferdespiegel 1/2005 S. 44 - 46

Rijkenhuizen, A. B. M. (2002):

Kaufuntersuchung - Klinisch orthopädischer Untersuchungsgang

Pferdeheilkunde 18 S. 231 - 240

Rijkenhuizen, A. B. M. (2008):

Neue Erkenntnisse zum Equine-Palmar-Foot-Syndrom Teil 1

Pferdespiegel 2/2008 S. 57 -

Röstel-Peters, B. (1987):

Untersuchungen zur Röntgendiagnostik der Podotrochlose

Darstellbarkeit, Aussagekraft und Schematisierung von Befunden

Freie Universität Berlin, Veterinärmed. Fakultät Hochschul Diss.

Salis, B. v. (1996):

Ankaufsuntersuchung beim Pferd

Gustav-Fischer-Verlag

Schebitz, H. und Wilkens, H. (1986):

Atlas der Röntgenanatomie des Pferdes , 4. Auflage

Parey Buchverlag Berlin

Schüle, E. (2008):

Der neue Kaufuntersuchungsvertrag
bpt-Kongreß 2008, Hannover

Seifert, C. (2005):

Digitales Bildmanagement in der Veterinärmedizin
Pferdespiegel 1/2005 S. 32 - 33

Stadler, P. (2005):

Röntgenbefundung bei Ankaufsuntersuchungen - Anspruch und Wirklichkeit
Pferdespiegel 1/2005 S. 51 - 53

Stadler, P. (2008a):

Der neue Röntgenleitfaden
(Aussagemöglichkeiten und Grenzen)
bpt-Kongreß 2008, Hannover

Stadler, P. (2008b):

Die Grenzen der tierärztlichen Kaufuntersuchung beim Pferd
im Spiegel semantischer und rechtlicher Betrachtungen
Pferdeheilkunde 24 S. 577 - 585

Tellhelm, B., et al. (1988):

Zur optimalen röntgenologischen Darstellung der Pferdezehe unter Praxisbedingungen
Tierärztliche Praxis 16 S. 395 - 401

Turner, T. A. und Fessler, J. F. (1982):

The Anatomic, Pathologic and Radiographic Aspects of Navicular Disease
Comp. Cont. Education Pract. Vet. 4 S. 350 - 355

Ueltschi, G. (1999):

Radiographie und Szintigraphie beim Podotrochlosesyndrom
6. Genfer Kongress für Pferdemedizin und -Chirurgie S. 119 - 121

Ueltschi, G. v. (2002):

Zur Röntgendiagnostik des Strahlbeins
Pferdeheilkunde 18 S. 217 - 224

van der Watering, C. C. und Morgan, J. P. (1975):
Chip fractures in navicular disease of the horse
J. Am. Vet. Radiol. Soc. 16 S. 206 - 210

Vereinigung, D. R. (2002):
FN-Formularvertrag
FN-Verlag der Deutschen Reiterlichen Vereinigung

Verschooten, F. v., et al. (1987):
Das Syndrom der Podotrochlose und sein röntgenologischer Aspekt
Wiener tierärztliche Monatsschrift 2 S. 36 - 44

von Volkmann, T. (1998):
Film-Folien-Systeme
Moderne Bildgebung (Hrsg.: K. Ewen) Verlag Thieme, Stuttgart

Wagner, F. (1982):
Vergleichende röntgenologische Untersuchungen an den Strahlbeinen
der Vorder- und Hintergliedmaßen bei Pferden
Hannover, Tierärztl. Hochschul. Diss.

Webbon, P. M. (1981):
Problems associated with the use of radiography
in the examination of a horse for a purchaser
Equine Veterinary Journal 13 S. 15 - 18

Weinberger, T. (2004):
Röntgenologische Darstellung des Strahlbeins - Einsatz eines Karbon-Rasters
Pferdespiegel 2/2004 S. 20 -23

Westhues, M. (1938):
Über das Wesen, die Diagnostik und die Therapie der Podotrochlitis chronica des Pferdes
Berliner Münchner Tierärztliche Wochenschrift 51 S. 781 - 785

Wilkinson, G. T. (1952):
Certain Radiographical Features of Navicular Disease
The Veterinary Record 64 S. 607 - 610

Wintzer, H.-J. v. (1964):

Zur Podotrochлитis chronica aseptica des Pferdes

Eine klinische, pathologisch-anatomische und röntgenologische Studie

Profschrift, Verlag Schotanus und Jens, Utrecht

Wintzer, H.-J. v. (1970):

Zur Bewertung des Röntgenbildes vom Strahbein des Pferdes in der Lahmheitsdiagnostik

Schweizer Archiv für Tierheilkunde S. 471 - 479

Wissdorf, H., et al. (1998):

Praxisorientierte Anatomie des Pferdes

Verlag Schaper, Alfeld, Hannover

Wittman, F. (1940):

Ätiologie, Diagnostik und Therapie der chronischen Podotrochlose des Pferdes

Z. Veterinärkd. 52 S. 97 - 112

Zeller, R. (1972):

Ankaufsuntersuchungen in der Praxis

Der praktische Tierarzt 13 S. 488 - 492

Zeller, R. (1976):

Grundlagen der Beurteilung von Röntgenaufnahmen

Praktischer Tierarzt, Sonderheft, coll. vet. 58 S. 5 - 10

Zweers, A. D. und Dik, K. J. (1988):

De diagnostische betekenis van de "skyline"-opname ten behoeve van het röntgenologisch onderzoek van het straalbeen van het paard

Tijdschr. Diergeneesk. 113 S. 260 - 269

9 Anhang

Leitfaden für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes (Röntgenleitfaden)

Vorwort

Der Röntgenleitfaden liegt nunmehr in seiner zweiten Überarbeitung vor. Er trägt den Kurztitel RöLF 07.

Die röntgenologische Untersuchung von Pferden zum Zwecke des Kaufs ist weltweit eine übliche und etablierte Methode. Die Röntgenaufnahmen als bleibende Dokumente werden in der Regel von mehreren Fachkollegen beurteilt und interpretiert. Es ist deshalb nicht selten, dass dabei unterschiedliche Meinungen geäußert werden. Die Differenz der Meinungen war dann stets der Nährboden für gerichtlich ausgetragene Streitigkeiten. Diese Problematik ist bereits im Jahre 1991 vom Ausschuss „Pferde“ der Deutschen Tierärzteschaft aufgegriffen worden. Die Lösung sah man darin, eine Kommission zu gründen, die eine Empfehlung zu den Qualitätsansprüchen der Standardaufnahmen, zur Nomenklatur der röntgenologischen Befunde und Hinweise auf die Interpretation der röntgenologischen Veränderungen erstellt. Die erste Kommission bestand aus den Professoren Ueltschi aus Bern, Dik aus Utrecht und Hertsch aus Hannover. Der Vorsitz wurde dem Unterzeichnenden vom Ausschuss übertragen. Das Ergebnisprotokoll der Treffen der ersten Röntgenkommission wurde im Jahre 1993 dem Ausschuss „Pferde“ vorgestellt und über den Ausschuss von der Deutschen Tierärzteschaft zur Anwendung empfohlen.

Die Vorteile dieser Interpretationshilfe hatten sich bald herausgestellt. Die einheitliche Vorgehensweise und Beurteilung half allen Beteiligten und schützte die Tierärzte vor unangebrachten Erwartungen und Forderungen. Ihre neutrale Position wurde gefestigt. Die Einteilung in Klassen machte dem Laien das Ergebnis besser verständlich.

Die erste Überarbeitung des Röntgenleitfadens wurde durch die zweite Röntgenkommission (Prof. Gerhards, München; Prof. Hertsch, Berlin; Dr. Jahn, Bargteheide; Dr. von Saldern, Telgte) im Jahre 2002 vorgelegt.

Die dritte Röntgenkommission (Prof. Gerhards, München; Prof. Hertsch, Berlin; Dr. Jahn, Bargteheide; Dr. Brunken, Verden) legt jetzt im Jahre 2007 die zweite Überarbeitung des Röntgenleitfadens (RöLF 07) vor.

Vorausgegangen waren viele Sitzungen des Arbeitskreises der Gesellschaft für Pferdemedizin (GPM) zur Gestaltung der Röntgen-CD zum Röntgenleitfaden. Anregungen aus diesem Kreis, aus der Praxis und der Rechtsprechung sind in die Neufassung eingeflossen.

Die Neufassung beinhaltet

1. eine im Text, aber nicht im Sinn veränderte Definition der Klassen I bis IV,
2. die Beibehaltung des Prinzips, die Befunde der Klasse II nicht zwingend zu erwähnen,
3. eine verfeinerte Differenzierung der Röntgenbefunde,
4. eine daraus resultierende Erweiterung der Zahl der Befunde von 200 auf 286,
5. eine verbesserte Gliederung und
6. keinen Einfluss der klinischen Befundung mehr auf die Klasseneinteilung, sondern nur auf die Endbeurteilung der Kaufuntersuchung.

Es bleibt zu betonen, dass die von der Kommission vorgenommene Befundeinteilung in Klassen und Zwischenklassen einerseits auf gesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen beruht, andererseits aber da, wo die Ergebnisse fehlen, die fachkompetente Einschätzung der Kommission vorgenommen wurde.

In vielen Fällen werden sich Aussagen zur Klasse nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen belegen lassen, wie sie die Rechtsprechung bereits gefordert, aber gleichzeitig als unmöglich dargestellt hat. (Verlangt wird z.B. Probanden eines bestimmten Befundes in gleicher Ausprägung, gleicher Rasse, gleichen Alters, gleichen Geschlechtes und definierter gleicher Nutzung und Haltung über einen Zeitraum von zwei bis fünf Jahren zu kontrollieren.)

Großer Dank gebührt der GPM, die mit ihrer finanziellen Unterstützung überhaupt den Röntgenleitfaden ermöglicht hat. Keine andere Institution der Deutschen Tierärzteschaft hat derart großzügig diese Arbeit unterstützt. Dabei ist zu berücksichtigen, dass alle Mitglieder der Röntgenkommission und des Arbeitskreises Röntgen-CD ehrenamtlich tätig waren und ihre wertvolle Arbeitszeit für diese zeitraubende Tätigkeit geopfert haben.

Allen herzlichen Dank für engagierte, klare und saubere Diskussionsarbeit.

Auch dieser Röntgenleitfaden muss eines Tages neuen, abgesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasst werden. Missbrauch und Missdeutung werden reduziert, aber nicht ausgeschlossen.

Der Röntgenleitfaden 2007 soll wie seine Vorgänger den Tierarzt in die Lage versetzen, eine neutrale Begutachtung von Röntgenbefunden für Käufer und Verkäufer zu erstellen.

Prof. Dr. B. Hertsch

Röntgenleitfaden (RöLF 07)

Leitfaden für die röntgenologische Beurteilung bei der Kaufuntersuchung des Pferdes

überarbeitete Fassung 2007

Präambel

Der Röntgenleitfaden stellt eine Empfehlung für Tierärzte zur Beurteilung der gesundheitlichen Bedeutung röntgenologischer Befunde bei der Kaufuntersuchung von Pferden dar. Dieser Leitfaden soll nicht der Beurteilung von lahmen Pferden, von Fohlen bis zum Absatzalter und von Jungpferden zum Zwecke der Zuchtauswahl dienen. Hierfür müssen gesonderte Grundlagen erarbeitet werden.

Er ist eine Empfehlung der Bundestierärztekammer, basierend auf der Fassung der zweiten Röntgenkommission aus dem Jahre 2002, überarbeitet von der dritten Röntgenkommission 2007 (Prof. Dr. Gerhards, Prof. Dr. Hertsch, Dr. Jahn und Dr. Brunken).

Die röntgenologische Untersuchung umfasst Standardprojektionen (siehe „Standardaufnahmen“ und „erweiterte Röntgenuntersuchung“). Durch ergänzende (in der Aufnahmerichtung vom Standard abweichend) und spezielle (definierte Spezialaufnahmen, wie z.B. die Skylineaufnahme des Strahlbeins) Aufnahmen kann die Untersuchung ausgeweitet werden. Nicht alle röntgenologischen Befunde sind mit diesen Standardprojektionen erfassbar.

Die Erweiterung oder Reduzierung des Standards der Untersuchung erfolgt nach Absprache zwischen dem Auftraggeber und dem Tierarzt.

Die Beurteilung im Leitfaden bezieht sich auf die Standardprojektionen und die Aufnahmen der erweiterten Röntgenuntersuchung (Knie und Rücken).

Die erhobenen röntgenologischen Befunde werden in Klassen eingeteilt.

Alle darüber hinausgehenden Aufnahmen werden individuell beurteilt und nicht in Klassen eingeteilt.

Die Einteilung in Röntgenklassen berücksichtigt sowohl die Forderungen der Pferdekäufer und der Pferdeverkäufer, als auch die Aussagemöglichkeit der Tierärzte.

Das Ergebnis der klinischen Untersuchung einschließlich Vorbericht, Alter, Zuchtrichtung und Nutzung kann bei der Kaufuntersuchung in die Endbeurteilung des Pferdes einfließen.

Die exakte Lokalisation eines lahmheitsverursachenden Schmerzes ist im Rahmen von Kaufuntersuchungen nicht möglich.

Dieser Leitfaden gibt den derzeitigen Stand der Erfahrungen der Pferdepraxis wieder. Er muss neuen abgesicherten wissenschaftlichen Erkenntnissen gegebenenfalls angepasst werden.

Anmerkungen zu Qualität und Technik:

Die röntgenologische Untersuchung muss unter Berücksichtigung der Regeln des Strahlenschutzes der beteiligten Personen durchgeführt werden. Das setzt auch die Fortschreibung der Fachkunde nach § 18 (2) der Röntgenverordnung (RöV) voraus.

Die Geräteeinstellung muss in der Qualität Röntgenaufnahmen ergeben, mit der Knochenstrukturen, Konturen, Gelenklinien und Weichteilbereiche zu beurteilen sind. Bei den geforderten Standardaufnahmen sind diese Qualitätsmerkmale nicht immer in der optimalen Form zu erreichen.

Für die Dokumentation der Röntgenaufnahmen (Kennzeichnung und Beschriftung) dürfen nur Verfahren eingesetzt werden, die nicht nachträglich auf dem Röntgenbild angebracht werden. Dies gilt auch für die digitale Röntgentechnik.

Als derzeitiger Standard gilt DICOM 3.0. Konventionelle und digitale Röntgenaufnahmen stehen in der Wertigkeit gleichberechtigt nebeneinander.

Auf jeder Aufnahme muss die Kennzeichnung und Beschriftung lesbar sein. Die Kennzeichnung der Gliedmaßen kann durch Abkürzungen für vorne rechts, vorne links, hinten rechts und hinten links erfolgen. Im Zweifelsfall gilt die Regel, dass die Kennzeichnung stets „von der Körpermitte weg“ angebracht ist. Die Beschriftung sollte mindestens den Namen des Besitzers oder des Auftraggebers, den Namen des Pferdes, die Lebensnummer, das Aufnahmedatum und den Hersteller der Röntgenaufnahme sowie gegebenenfalls Alter, Farbe und Geschlecht des Pferdes angeben.

Die Zuordnung der Röntgenaufnahme zu einem Pferd muss zweifelsfrei möglich sein.

Das Entfernen der Hufeisen wird sowohl für die Zehe 90° als auch für die Oxspringaufnahme empfohlen. Die Entfernung der Hufeisen ist notwendig, wenn wichtige Bereiche durch das Hufeisen nicht beurteilbar und weitere Qualitätsmängel zu befürchten sind. Wird keine, wegen der Überlagerung notwendige neue Röntgenaufnahme angefertigt, sollte eine Absprache mit den Parteien erfolgen.

Empfehlung zur Technik der Standardaufnahmen:

1. Zehe 90° (Übersichtsaufnahme)

Diese Aufnahme in der Übersicht wird für die Vorder- und Hintergliedmaße als unverzichtbar angesehen. Die Untersuchung der Zehe 90° erfolgt bei planer Fußung auf einer bodenparallelen Erhöhung. Die Zehe 90° auf dem Oxspringklotz gilt nicht als Standard, sondern als zusätzliche Aufnahme. Abgebildet sein müssen die Konturen der Hufkapsel, einschließlich des Bereiches der Hufspitze (Vordergliedmaße) und proximal Fesselgelenk und Gleichbeine.

Für die Darstellung der Zehe der Hintergliedmaßen kann auf eine Erhöhung verzichtet werden, wenn der überwiegende Teil des Hufes abgebildet ist.

Mit der Übersichtsaufnahme Zehe 90° ist eine gleichzeitige orthograde Darstellung des Hufgelenkes und des Strahlbeins sowie des Fesselgelenkes und der Gleichbeine nicht möglich.

2. Oxspring-Aufnahme

Das Strahlbein soll in der unteren Hälfte des Kronbeins abgebildet werden. Der distale Rand des Strahlbeins darf sich nicht mit dem Hufgelenkspalt decken und die Qualität muss die Beurteilung von Kontur und Struktur des Strahlbeins erlauben. Huf- und Kronbein sollten auf dieser Übersichtsaufnahme mit abgebildet sein. Die Übersichtsaufnahme liefert gegenüber der Detailaufnahme (nur Strahlbein) mehr Informationen zu den Zehenknochen insgesamt.

3. Tarsus

Für die Standarduntersuchung werden drei Aufnahmerichtungen empfohlen (0°, 45°-70° und 90°-135°). Wenn abweichend davon nur 2 Aufnahmen gefertigt werden, dann sollten diese die Richtungen 45°-70° und 90°-135° umfassen. Auf allen Aufnahmen des Tarsus müssen der Calcaneus und der proximale Bereich des Os metatarsale III dargestellt sein.

Empfehlung zur Technik der erweiterten Röntgenuntersuchung:

Der Umfang einer erweiterten Röntgenuntersuchung zusätzlich zum Standard ist absprache- und aufklärungsbedürftig.

Absprache: Aufnahmerichtungen

Aufklärung: Aussagemöglichkeit

4. Knie

Aufnahmerichtungen: 90° - 115° und 0°/180°

Dargestellt sein müssen die Kniescheibe, der distale Anteil des Femurs und der proximale Bereich der Tibia einschließlich des Fibulakopfbereiches.

Bei der Untersuchung am stehenden Pferd muss insbesondere bei der 180° Aufnahme mit einer eingeschränkten Qualität gerechnet werden.

5. Rücken (Dornfortsätze)

Aufnahmerichtung: 90° bzw. 270°

Dargestellt sein müssen die dorsalen Anteile der Dornfortsätze und die dazugehörigen Zwischenräume (T4-L4 theoretisch möglich).

Am stehenden Pferd ist ihre Darstellung nur in Teilen der Brust- und vorderen Lendenwirbelsäule möglich. Befunde an den Wirbelgelenken und den Wirbelkörpern müssen, soweit dargestellt, aufgeführt werden. Diese werden nicht klassifiziert.

Für die komplette Darstellung (T4 – L4, sofern darstellbar) sind mindestens zwei Röntgenaufnahmen mit je 40 cm langen Kassetten erforderlich. Durch Absprache kann die Untersuchung auf eine Röntgenaufnahme für den Hauptbereich der Sattellage um T15 reduziert werden.

Befundbeschreibung:

Zur Verdeutlichung können Ausmaß und Lokalisation in vorgefertigte Skizzen eingezeichnet werden. Nicht eingezeichnet werden Artefakte und Befunde, die allgemein als röntgenologisch-anatomische (biologische) Varianten gedeutet werden. Zur Unterstützung der Befundbeschreibung liegen Röntgenskizzen der Standardaufnahmen von Zehe, Tarsus, Knie und Dornfortsätzen bei.

Unklare, undeutliche oder verdächtige Befunde auf den Standardaufnahmen sollten durch spezielle Aufnahmen abgesichert werden. Kontrollaufnahmen sollen im Zweifelsfall einen schwerwiegenden (Klasse IV) Befund absichern und Artefakte ausschließen. Sie sind entweder als erneute Aufnahme in der ursprünglichen Aufnahmerichtung mit kontrollierten Aufnahmebedingungen oder als ergänzende Aufnahme in neuer Aufnahmerichtung durchzuführen.

Die Befundbeschreibung mit Worten sollte umfassen:

1. Art oder Struktur

z.B. Aufhellung oder Verschattung

verminderte (Osteoporose) oder verstärkte Strukturichte (Sklerose) mit Gradeinteilung gering- oder mittel- oder hochgradig (nicht näher spezifiziert, sondern persönliche Beurteilung)

homogen oder inhomogen

diffus oder zirkumskript

2. Form oder Kontur

z.B. konkav oder konvex

Zubildung oder Defekt

glatt oder rau

abgerundet oder eckig/spitz

konisch, zylindrisch, kolbig, verzweigt

3. Größe oder Ausmaß

z.B. Länge, Breite, Durchmesser ca. in Millimeter oder Vergleichsangaben, z.B. Senfkorn.
Bei digitaler Aufnahmetechnik ist ein Vergleichsmaßstab erforderlich; ggf. verwendete
Grödel-Technik muss angegeben werden.

4. Lokalisation

z.B. dorsal oder palmar bzw. plantar
kranial oder kaudal
proximal oder distal
artikulär oder periartikulär
medial oder lateral
axial oder abaxial
median oder paramedian
medullär oder kortikal oder periostal
subchondral
zentral

Die Befundbeschreibung sollte durch Angabe der Ziffer im Röntgenleitfaden kenntlich gemacht werden. Es ist durchaus möglich, dass nicht alle Befunde im Röntgenleitfaden aufgelistet sind. Nicht im Röntgenleitfaden aufgeführte Befunde müssen angegeben werden. Sie werden nicht klassifiziert.

Beurteilung

Für die Beurteilung wird eine Einteilung in folgende vier Klassen vorgenommen.

Klasse I:

Röntgenologisch ohne besonderen Befund und Befunde, die als anatomische Formvarianten eingestuft werden.

(Idealzustand)

Klasse II:

Befunde, die gering vom Idealzustand abweichen, bei denen das Auftreten von klinischen Erscheinungen in unbestimmter Zeit mit einer Häufigkeit unter 3 % geschätzt wird.

(Normzustand)

Klasse III:

Befunde, die von der Norm abweichen, bei denen das Auftreten von klinischen Erscheinungen in unbestimmter Zeit mit einer Häufigkeit von 5 % bis 20 % geschätzt wird.

(Akzeptanzzustand)

Klasse IV:

Befunde, die erheblich von der Norm abweichen, bei denen klinische Erscheinungen wahrscheinlich (über 50%) sind.

(Risikozustand)

Zwischenklassen:

Die Unterteilung in die Zwischenklassen I-II, II-III und III-IV soll zum Ausdruck bringen, dass verschiedene Untersucher möglicherweise nach der Deutlichkeit der Befunde und der eigenen Erfahrungen zu unterschiedlichen Ergebnissen kämen. Eine weitere Unterteilung ist nicht vorgesehen. Die Differenz der Prozentzahlen zwischen den Klassen II, III und IV entspricht der Einteilung in die Zwischenklassen II-III und III-IV.

Die Befunde der Klasse II können, die der Klassen II-III, III, III-IV und IV müssen bei der Befunderhebung beschrieben werden.

Ein Befund, der den Klassen II-III und III-IV gemäß Röntgenleitfaden zugeordnet wird, aber vom Untersucher in die Klasse II oder III eingeteilt wird, muss beschrieben werden. Ein Abweichen vom Röntgenleitfaden muss erwähnt und die herab- oder heraufgestufte Zuordnung nachvollziehbar begründet werden. Von eindeutig definierten Röntgenklassen (z.B. Klasse III oder Klasse IV) darf nicht abgewichen werden.

Die Einteilung in die Röntgenklassen ist nur an die röntgenologischen Befunde gebunden (Röntgenbeurteilung). Es wird empfohlen, die Röntgenklasse sowohl für den Einzelbefund, als auch für die röntgenologische Gesamtbeurteilung zu nennen. Die Klassifizierung des höchsten Einzelbefundes entspricht der röntgenologischen Gesamtbeurteilung.

Im Rahmen einer vollständigen Kaufuntersuchung können die klinischen Befunde (Anamnese, Adspektion, Palpation, Funktion und Ergebnis der Provokationsproben) in Verbindung mit den röntgenologischen Befunden in die persönliche tierärztliche Empfehlung (Endbeurteilung des Pferdes) positiv oder negativ einfließen.

Eine Röntgen-CD, erarbeitet vom Arbeitskreis Röntgen-CD RÖLF 07, entsprechend der Röntgen-CD RÖLF 02, soll die im Folgenden aufgeführten Befunde beispielhaft belegen.

1. Zehe 90°	Klasse
1.1 Hufwinkel	
1.1.1 vorne 45 - 55°	I
1.1.2 hinten 50 - 55°	I
1.1.3 vorne 40 - 45° und 55 - 60°	II
1.1.4 hinten 45 - 50° und 55 - 60°	II
1.1.5 vorne < 40° und > 60°	III
1.1.6 hinten < 45° und > 60°	III
1.1.7 Differenz rechts/links >5°	III
1.2 Zehenachse	
1.2.1 ungebrochen vorne 45 - 55°	I
1.2.2 ungebrochen hinten 50 - 55°	I
1.2.3 ungebrochen vorne 40 - 45° und 55 - 60°	II
1.2.4 ungebrochen hinten 45 - 50° und 55 - 60°	II
1.2.5 ungebrochen vorne < 40° und > 60°	III
1.2.6 ungebrochen hinten < 45° und > 60°	III
1.2.7 ungebrochen Differenz rechts/links >5°	III
1.2.8 deutlich gebrochen >5° im Hufgelenk als Beugung	II - III
1.2.9 deutlich gebrochen >5° im Hufgelenk als Überstreckung	II - III
1.2.10 deutlich gebrochen >5° im Krongelenk als Beugung	II - III
1.2.11 deutlich gebrochen >5° im Krongelenk als Überstreckung	II - III
1.3 Hufwand - Hufbein	
1.3.1 Hufwand - dorsale Hufbeinkontur	I
1.3.2 Hufwand – dorsale Hufbeinkontur, Divergenz ab distaler Hälfte	II – III
1.3.3 Hufwand – dorsale Hufbeinkontur nicht parallel $\square \square 3^\circ$ (Rotation)	II - III
1.3.4 Hufwand – dorsale Hufbeinkontur nicht parallel, > 3°	III – IV
1.3.5 Hufwand – dorsale Hufbeinkontur nicht parallel, Rotation um die Hufbeinspitze	III
1.3.6 Aufhellung in der Hufwand	III – IV
1.4 Abstand Hufwand - Hufbein (Warmblüter) gemessen im rechten Winkel von der Mitte des Hufbeines	
1.4.1 < 1,5 cm - 2,0 cm	I - II
1.4.2 > 2,0 cm	III – IV

1.5 Hufbein - Margo solearis	
1.5.1 glatt in der dorsalen Hälfte leicht unregelmäßig konturiert in der palmaren/plantaren Hälfte.....	I - II
1.5.2 Abbruch, Fraktur einschließlich „Hufbeinspitze“.....	III - IV
1.5.3 Zubildung an der Kontur.....	II - III
1.5.4 starke unregelmäßige Kontur der hinteren Hälfte	III
1.5.5 Atrophie (Einbiegung) der Kontur glattrandig.....	III
1.5.6 Osteolyse in der hinteren Hälfte.....	IV
1.5.7 Winkel Margo solearis - Hufsohle > 5°	III
1.6 Dorsale Hufbeinwand 90°	
1.6.1 gestreckter Verlauf mit glatter Kontur	I
1.6.2 krallenförmige Deformierung, geringgradig.....	II
1.6.3 krallenförmige Deformierung, deutlich	II - III
1.6.4 Aufbiegung der Hufbeinspitze	III
1.6.5 Zubildung in der unteren Hälfte, glatt konturiert	II
1.6.6 Zubildung unregelmäßig konturiert	III
1.6.7 Atrophie der Hufbeinspitze.....	III
1.7 Processus extensorius 90°	
1.7.1 rund, schmal.....	I
1.7.2 breit, eckig, kantig, spitz (kein Randwulst), zweigipfelige Kontur, glatt.....	II
1.7.3 spitz ausgezogener Randwulst	II - III
1.7.4 mehrfach spitzzackig, unregelmäßig, und/oder unscharf konturiert	II - III
1.7.5 Isolierte Verschattung mit unterschiedlicher Deutung.....	II - III
1.7.6 Isolierte Verschattung mit unterschiedlicher Deutung und geringen Zubildungen dorsal an Huf- und Kronbein.....	III
1.7.7 Aufhellungslinie an der Basis	IV
1.8 Hufbeinäste 90°	
1.8.1 Aufhellungslinie (Deutung als Fissur oder Fraktur)	IV
1.8.2 Isolierte Verschattung am Hufbeinast.....	II
1.9 Strahlbein 90°	
1.9.1 Sklerosierung der Spongiosa (unsicherer Befund, ergänzende Aufnahmen empfehlenswert).....	III - IV
1.9.2 Osteoporose der Spongiosa.....	II - III

1.9.3 Zubildung (oder isolierte Verschattung) am Strahlbeinseitenende oder im Bereich des proximalen Randes	II - III
1.9.4 zentrale Delle (flache Konkavität) des Sagittalkammes.....	I
1.9.5 Usur, zentraler Einbruch (scharf begrenzter Defekt)	IV
1.9.6 Zystoider Defekt	IV
1.9.7 Randexostosen Strahlbein - Hufbein Hilfsgelenkfläche	II - III
1.9.8 deutliche Diskrepanz im Vergleich der Befunde rechts - links.....	II - III
1.10 Hufknorpelverknöcherung 90°	
1.10.1 am Ansatz (ein- oder beidseitig)	II
1.10.2 mittelgradig bis vollständig.....	II - III
1.10.3 isoliert im Hufknorpel.....	II
1.10.4 Aufhellungslinie im verknöcherten Hufknorpel	III
1.11 Hufgelenk 90°	
1.11.1 Gelenkspalt gleichmäßig.....	I
1.11.2 Konturveränderung an der Huf- oder Kronbeinfläche	III - IV
1.11.3 Strukturveränderungen im subchondralen Gelenkflächenbereich.....	III - IV
1.11.4 Zubildungen Kronbein Randwulst dorsal	II - III
1.11.5 Zubildungen Kronbein Randwulst palmar und/oder Strahlbein Margo proximalis	III - IV
1.11.6 Zubildungen dorsal auf der Kronbeinkontur, unregelmäßig, rau.....	III - IV
1.12 Kronbein 90°	
1.12.1 glatt konturierte Vorwölbung der distalen seitlichen Bandhöcker.....	I - II
1.12.2 Dorsale Zubildungen (proximal, extraartikulär)	II - III
1.12.3 Zubildung an der Kronbeinlehne, distal gerichtet.....	II - III
1.12.4 Zubildung palmar/plantar am Ansatz der oberflächlichen Beugesehne.....	II - III
1.12.5 Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV
1.13 Krongelenk 90°	
1.13.1 Subluxation	III
1.13.2 Randexostose dorso-proximal, klein, glatt am Vorderbein.....	II - III
1.13.3 Randexostose dorso-proximal, klein, glatt am Hinterbein	II
1.13.4 Randexostose dorso-proximal, groß, rau	III - IV
1.13.5 Zubildung periartikulär klein mit oder ohne Weichteilschatten.....	II - III
1.13.6 Zubildung periartikulär groß mit oder ohne Weichteilschatten	III - IV

1.13.7 Isolierte Verschattung Vorderbein	III - IV
1.13.8 Isolierte Verschattung Hinterbein	II – III
1.14 Fesselbein 90°	
1.14.1 Zubildungen palmar / plantar (Leist)	II - III
1.14.2 Zubildung dorsal (dorsolateraler Ansatz des lateralen Zehenstreckers).....	II - III
1.14.3 Zubildung dorsal periostal, periartikulär.....	II - III
1.14.4 Isolierte Verschattung palmar / plantar des Fesselbeins, Deutung als Knochenlösung am Fesselbein.....	III
1.14.5 Isolierte Verschattungen palmar / plantar des Fesselbeines, Deutung als Ossifikation in der tiefen Beugesehne.....	III - IV
1.14.6 Isolierte Verschattungen palmar / plantar des Fesselbeines, Deutung als Ossifikation in den distalen Gleichbeinbändern.....	III -IV
1.14.7 Aufhellung (Zystoider Defekt).....	IV
1.15 Fesselgelenk 90°	
1.15.1 Zubildung distodorsal Mc III / Mt III	II - III
1.15.2 Zubildung Randexostose dorsoprox. Fesselbein.....	II - III
1.15.3 Mc III / Mt III Zubildung am Kapselansatz suprakondylär	II - III
1.15.4 Einkerbung dorsoproximal am Rand des Sagittalkamms	II
1.15.5 Einkerbung auf dem Sagittalkamm dorsal ohne Fragment	II - III
1.15.6 Einkerbung auf dem Sagittalkamm dorsal mit Fragment.....	III
1.15.7 vergrößerter periartikulärer Weichteilschatten.....	III
1.15.8 Isolierte Verschattung im dorsalen oder dorsoproximalen Bereich	II - III
1.15.9 Isolierte Verschattung palmar/plantar,	II - III
1.15.10 proximo-palmar/plantare Einziehung am McIII/MtIII	III
1.15.11 Sagittalkamm palm./plant. hakenförmig deformiert	II - III
1.15.12 Achsenknickung distal McIII/MtIII	II – III
1.16 Gleichbeine 90°	
1.16.1 Randexostosen Facies articularis distal oder proximal	II - III
1.16.2 grobmaschige Struktur	II - III
1.16.3 Osteolyse oder Aufhellung (Zystoider Defekt).....	III - IV
1.16.4 Zubildungen an der palmaren /plantaren Kontur (Fesselringband), geringgradig	II – III
1.16.5 Zubildungen an der palmaren /plantaren Kontur (Fesselringband), mittel- bis hochgradig	III - IV

1.16.6 Weichteilschatten als Einschnürung im Bereich des Fesselringbandes	II - III
1.16.7 Zubildung Apex	II - III
1.16.8 Zubildung Basis, klein und glatt	II
1.16.9 Zubildung Basis, deutlich oder rau	II - III
1.16.10 schmale Gefäßkanalzeichnung.....	II
1.16.11 Strukturauflösungen im Bereich der Gefäßkanäle, Vorderbein	III
1.16.12 Strukturauflösungen im Bereich der Gefäßkanäle, Hinterbein	II-III
1.16.13 Isolierte Verschattung proximal der Gleichbeinspitze	II - III
1.16.14 Aufhellungslinie Fissur/Fraktur	III - IV
1.16.15 deutlicher Größenunterschied der Gleichbeine im Vergleich lateral – medial mit glatter Kontur und gleichmäßiger Struktur	II – III (projektionsbedingte Vergrößerung berücksichtigen)
1.16.16 deutlicher Größenunterschied der Gleichbeine im Vergleich lateral – medial mit unregelmäßiger Kontur und ungleichmäßiger Struktur.....	III – IV (projektionsbedingte Vergrößerung berücksichtigen)
1.16.17vergrößerter Abstand zwischen Fesselbein und Gleichbein.....	II - III
1.16.18 schollige oder streifenförmige Isolierte Verschattungen im Verlauf des Fesselträgers, der Beugesehnen oder der Sehnenscheide	III – IV

2. Oxspring-Aufnahme 0°

Klasse

2.1 Strahlbein 0°	
2.1.1 deutliche Diskrepanz im Vergleich der Befunde rechts - links bezüglich Größe	II - III
2.1.2 dtl. Diskr. im Vergl. der Befunde re. – li. bezügl. Form des Strahlbeins	II - III
2.1.3 dtl. Diskr. im Vergl. der Befunde re. – li. bezügl. Form u. Anzahl der Canales	II - III
2.1.4 Anzahl der Canales sesamoidales distales im zentralen geraden Teil.....	I
2.1.5 Lage der Canales proximal	III
2.1.6 Lage der Canales distal – zentral	I
2.1.7 Lage der Canales Übergangsbereich zum schrägen Seitenteil.....	II – III
2.1.8 Lage der Canales im schrägen Seitenteil	III - IV
2.1.9 Länge der Canales über 1/4 der Strahlbeinbreite	II
2.1.10 Form der Canales schmal, spitz, breit, konisch oder zylindrisch	I - II
2.1.11 Form der Canales kleinkolbig (bis Senfkorngröße).....	II - III
2.1.12 Form der Canales großkolbig (Pfefferkorngröße und mehr)	III - IV
2.1.13 Form der Canales verzweigt (Y-förmig)	III - IV

2.1.14 Struktur grobmaschig total	II - III
2.1.15 Struktur grobmaschig partiell.....	III
2.1.16 Struktur osteoporotisch (Atrophie der Struktur).....	II - III
2.1.17 Struktur sklerosiert	III
2.1.18 Struktur zentrale Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV
Kontrollaufnahme empfohlen	
2.1.19 Struktur zentrale Aufhellung (Einbruch).....	IV
Kontrollaufnahme empfohlen	
2.1.20 Struktur Aufhellungslinien, Deutung als Fraktur, Ossifikationsstörung (Artefakte ausschließen)	IV
Kontrollaufnahme empfohlen	
2.1.21 Kontur - Zubildungen Seitenenden spitz.....	III
2.1.22 Kontur - Zubildungen proximal	II - III
2.1.23 Kontur - Zubildungen distal am Übergang zum schrägen Seitenteil.....	II - III
2.1.24 Kontur - Zubildungen Isolierte Verschattung am Übergang zum schrägen Seitenteil.....	II - III
 2.2 Hufbein 0°	
2.2.1 Aufhellungslinien, Deutung als Fraktur (Artefakte ausschließen)	IV
Kontrollaufnahme empfohlen	
2.2.2 Aufhellung (Zystoider Defekt) Kontrollaufnahme empfohlen.....	IV
2.2.3 Kontur Margo solearis gleichmäßig	I
2.2.4 Kontur Margo solearis unregelmäßige Kontur	II - III
2.2.5 Kontur Margo solearis sehr unregelmäßige Kontur	III - IV
2.2.6 Kontur Margo solearis zentral mit flacher Einziehung (Crena)	II
2.2.7 Kontur Margo solearis großkonische oder rundliche Einziehung	II - III
2.2.8 Kontur Margo solearis mit Isolierter Verschattung.....	III - IV
 2.3 Hufknorpelverknöcherung 0°	
2.3.1 am Ansatz (ein- oder beidseitig)	II
2.3.2 mittelgradig bis vollständig.....	II - III
2.3.3 isoliert im Hufknorpel.....	II
2.3.4 Aufhellungslinie im verknöcherten Hufknorpel	III
 2.4 Kronbein 0°	
2.4.1 Einziehung in der Mitte der distalen Gelenkfläche.....	II - III
2.4.2 Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV

Kontrollaufnahme empfohlen bei Überlagerung des distalen Strahlbeinrandes mit dem distalen Kronbeinrand

2.4.3 Aufhellung (erweiterter Markraum)..... I

2.4.4 Randexostose proximomedial und/oder -lateral..... II – III

2.5 Fesselbein 0° (sofern abgebildet)

2.5.1 Zubildungen distal (Leist)..... II - III

2.5.2 Zubildungen distal Seitenbandbereich II - III

2.5.3 Zubildungen proximal Seitenbandbereich II - III

2.5.4 Zubildungen proximal Gelenkrand II - III

2.5.5 Fraktur- oder Fissurlinie (Artefakte ausschließen) Kontrollaufnahme empfohlen.....IV

2.5.6 Aufhellung (Zystoider Defekt) proximal oder distal, zentral oder abaxialIV

Kontrollaufnahme empfohlen

3. Tarsus 0°, 45-70°, 90-135°

Klasse

3.1 Talokruralgelenk

3.1.1 Tibia glatt konturierte Zubildung kranio-distal..... II

3.1.2 Tibia Abflachung im Bereich des Sagittalkammes..... II

3.1.3 Tibia Einkerbung im Bereich des Sagittalkammes II - III

3.1.4 Tibia Isolierte Verschattung, einzelnes Dissekat, kompakt II - III

3.1.5 Tibia Isolierte Verschattung, malazisches Dissekat (mehrgeteilt) oder mehrere ...III – IV

3.1.6 Tibia Aufhellung (Zystoider Defekt)IV

3.1.7 Tibia persistierende distale Fibulaepiphysenfuge I - II

3.1.8 Tibia persistierende distale Tibiaepiphysenfuge..... II

3.1.9 Tibia Malleoli Randexostose..... II – III

3.1.10 Tibia Malleoli Isolierte VerschattungIII

3.1.11 Talokruralgelenk freie Isolierte Verschattung II - III

3.1.12 Talus distal gerichtete Zubildung II

3.1.13 Talus distal gerichtete Zubildung mit Aufhellungslinie II - III

3.1.14 Talus Isolierte Verschattung im Rezessus des Talokruralgelenkes II - III

3.1.15 Talus Isolierte Verschattung dorsal des Os tarsi centrale..... II - III

3.1.16 Talus Aufhellung (Zystoider Defekt)IV

3.1.17 Talus Rollkämme, Einkerbung, Abflachung II

3.1.18 Talus Rollkämme, Isolierte VerschattungIII

3.1.19 Calcaneus Zubildung proximal und distal Sustentaculum taliIII - IV

3.1.20 Calcaneus Gelenkspalt Talus-Calcaneus Sklerosierung und lokalis. Aufhellungen
.....III – IV

3.1.21 Calcaneus umschriebene Strukturveränderung.....	II - III
3.1.22 Calcaneus Osteolyse	IV
3.1.23 Calcaneus Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV
3.2. Intertarsalgelenke und Tarsometatarsalgelenk	
3.2.1 klar durchgehende Gelenkspalten, gleichmäßige Knochenstruktur	I
3.2.2 deutliche Synovialgruben, keine Deformierung der Tarsalknochen	I
3.2.3 verschwommene oder schmale Gelenkspalten.....	II
3.2.4 deutlich verschmälerte Gelenkspalten (strichförmig)	III - IV
3.2.5 Randwülste und -zacken bis 2 mm (Osteophyten)	II - III
3.2.6 Randwülste und -zacken über 2 mm	III
3.2.7 Randexostose am Mt III (Osteophyten bis 2 mm)	II
3.2.8 Randexostose am Mt III (Osteophyten größer 2 mm)	II - III
3.2.9 Strukturauflösung und Usuren in den Gelenkspalten.....	IV
3.2.10 Zystoide Defekte (Kontrollaufnahmen)	IV
3.2.11 Durchbauung der Gelenkspalten und Synovialgruben.....	III - IV
3.2.12 periostale Reaktionen aplaniert.....	II - III
3.2.13 periostale Reaktionen rau und unregelmäßig.....	III - IV
3.2.14 Kapselverkalkung	III - IV
3.2.15 innere Bandverknöcherung ohne oder mit Ankylosenbildung.....	IV
3.2.16 periostale und desmale Reaktionen am Mt III - Mt II - Mt IV	
3.2.17 (Überbein sofern abgebildet)	II - III
3.2.18 sagittale Aufhellungslinie in der proximalen Mt III-Gelenkfläche (0°-Aufnahme).....	III
3.2.19 unregelmäßige Sklerosierung proximal am Mt III (0°-Aufnahme)	
Insertionsdesmopathie M. interosseus medius	III
3.2.20 Hypertrophie des lateralen Griffelbeinkopfes oder Os t IV (Hasenhacke)	III
3.2.21 Periostitis ossificans laterales Griffelbein (Rehbein)	III
3.2.22 Deformierung des Os tc oder Os t III.....	III - IV
3.2.23 Zubildung proximal am lat. Griffelbeinkopf (Mt IV)	II

4. Knie

Klasse

4.1 Patella (Knie 90-115°)	
4.1.1 Vorderfläche Konturveränderungen rund, kleiner 5 mm.....	II
4.1.2 Vorderfläche Konturveränderungen unregelmäßig, rau.....	II - III
4.1.3 Vorderfläche Konturveränderungen spitzzackig.....	III
4.1.4 Vorderfläche Kontur- und Strukturveränderungen	II - III
4.1.5 Vorderfläche Isolierte Verschattung.....	II - III

4.1.6 Patellabasis kranial randständig (Vorderfläche), Zubildung 2 mm u. größer	I - II
4.1.7 Patellabasis Zubildungen gelenkflächennah, größer 2 mm	III
4.1.8 Patellabasis Isolierte Verschattung.....	III
4.1.9 Patellabasis Zubildung an der Kante der Facies articularis proximalis, kleiner 3 mm....	II - III
4.1.10 Patellabasis Zubildung an der Kante der Facies articularis proximalis, größer 3 mm	III - IV
4.1.11 Facies articularis Konturveränderungen zentral	IV
4.1.12 Facies articularis Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV
4.1.13 Patellaspitze Zubildung rund, kleiner 5 mm.....	II
4.1.14 Patellaspitze Zubildung spitzzackig, größer 3 mm.....	III
4.1.15 Patellaspitze Isolierte Verschattung.....	III
4.1.16 Aufhellungslinien (Deutung als Fissur oder Fraktur).....	III - IV
4.1.17 Aufhellung (Zystoider Defekt).....	IV
4.2 Trochlea femoris (Knie 90-115°)	
4.2.1 Einkerbung, kranio-proximal oder distal der medialen Trochlea.....	I - II
4.2.2 Abflachung der Kontur im mittleren Drittel der lateralen Trochlea, glatt.....	II - III
4.2.3 unregelmäßige Abflachung der gesamten Trochleakontur.....	III
4.2.4 Strukturveränderung (oval, spindelförmig, unregelmäßig)	
unterhalb der Kontur des lateralen Rollkammes	III
4.2.5 Isolierte Verschattung ohne Abflachung der Kontur, kleiner als 2 mm.....	II - III
4.2.6 Isolierte Verschattung ohne Abflachung der Kontur, größer als 2 mm	III
4.2.7 Isolierte Verschattung mit Abflachung der Kontur.....	III - IV
4.2.8 Isolierte Verschattungen zwei oder mehr	III - IV
4.2.9 Isolierte Verschattung(en) im distalen Gelenkbereich	III - IV
4.2.10 Aufhellung (Zystoider Defekt) im Bereich der Femurrollkämme	IV
4.3 Femorotibialgelenk (Knie 90-115°)	
4.3.1 Isolierte Verschattung(en), auch fleckig, im Bereich der Menisken (kranial oder kaudal)	IV
4.3.2 Eminentia intercondylaris unregelmäßige Kontur, glatt	II
4.3.3 Eminentia intercondylaris unregelmäßige Kontur, rau	II - III
4.3.4 Eminentia intercondylaris spitzzackige und/oder scharfkantige Konturveränderungen	III - IV

4.3.5 Eminentia intercondylaris Aufhellungslinie (Deutung als Fissur oder Fraktur)	IV
4.3.6 Femurkondylus, Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV
4.4 Tuberositas tibiae (Knie 90-115°)	
4.4.1 Konturveränderung glatt	II
4.4.2 Konturveränderung spitzzackig (größer als 2 mm)	III
4.4.3 kerbige Einziehung im distalen Bereich der Apophysenfuge der Tuberositas tibiae (älter 4 J.)	IV
4.5 Kniegelenk (Knie 0° oder 180°)	
4.5.1 medialer Femurkondylus Konturveränderung zentral in der Gelenkfläche, Einziehung mit Sklerosierung	II – III
4.5.2 medialer Femurkondylus Konturveränderung zentral in der Gelenkfläche, Einziehung ohne Sklerosierung	III
4.5.3 medialer Femurkondylus Randwulstbildung am Rand der Gelenkfläche	II - III
4.5.4 medialer Femurkondylus Isolierte Verschattung, hirse Korn- bis pfefferkorn groß	II - III
4.5.5 medialer Femurkondylus Isolierte Verschattung, haselnuss groß	IV
4.5.6 medialer Femurkondylus Aufhellung (Zystoider Defekt)	IV
4.5.7 Fossa intercondylaris unregelmäßige Kontur abaxial lateral	II - III
4.5.8 lateraler Femurkondylus glatte, auch prominente Kontur des Epikondylus lateralis	I
4.5.9 lateraler Femurkondylus Übergang zur Fossa condylaris, Zubildung und/oder Deformation	
4.5.10 Femorotibialgelenk lateral und/oder medial, Isolierte Verschattung	III - IV
4.5.11 Tibia Aufhellung Area intercondylaris	I
4.5.12 Tibia Zubildung medialer Kondylus	II - III
4.5.13 Tibia Zystoider Defekt, lateral und/oder medial	IV
4.5.14 Tibia Eminentia intercondylaris, Aufhellungslinie	III - IV
4.5.15 Tibia Eminentia intercondylaris, Deformierung durch Zubildung	III
4.5.16 Fibula eine oder mehrere querverlaufende Aufhellungslinien	I
4.5.17 Fibula eine oder mehrere querverlaufende Aufhellungslinien, Deutung als Fraktur	III-IV
4.5.18 Zubildungen zwischen Fibula und Tibia	III

5. Rücken	Klasse
5.1 Dornfortsätze Widerrist	
5.1.1 Zubildung dorsal	II
5.1.2 Zubildung(en) kranial und/oder kaudal	II - III
5.1.3 Deformierung geringgradig	II
5.1.4 Deformierung mittel - hochgradig	II - III
5.1.5 Deformierung mit Pseudarthrosenbildung	III
5.1.6 Deformierung mit Ankylosenbildung	III
5.1.7 Frakturen chronisch, abgeheilt, mit/ohne Dislokation	III - IV
5.1.8 Dornfortsatz mit Zystoidem Defekt	III - IV
5.2 Dornfortsätze Bereich Sattellage und Lendenwirbelsäule	
5.2.1 Zwischenräume über 8 mm ohne reaktive Veränderungen	I
5.2.2 Zwischenräume 2 bis 8 mm ohne reaktive Veränderungen	II
5.2.3 Zwischenräume kleiner 2 mm ohne reaktive Veränderungen	II - IV
5.2.4 Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen (Sklerosierungssaum, Zubildung).....	II-III
5.2.5 Berühren der Dornfortsätze ohne deutliche reaktive Veränderungen	III
5.2.6 Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung	III - IV
5.2.7 Berühren der Dornfortsätze mit Zystoiden Defekten	III - IV
5.2.8 Dornfortsatz mit Zystoidem Defekt	III - IV
5.2.9 Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden	III - IV
5.2.10 Zubildung dorsal	II
5.2.11 Zubildung(en),kraniale und/oder kaudale Kontur	II - III
5.2.12 Zubildung nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal gerichtet	II
5.2.13 Zubildung nasenförmig mit Aufhellungslinie	II - III
5.2.14 Verschattung, dorsal, kappenartig.....	II - III

Gesellschaft für Pferdemedizin e. V.

Postfach 55 02 51

D – 44210 Dortmund

Telefon/Telefax 0231-737399

<http://www.g-p-m.org>

info@g-p-m.org

Bundestierärztekammer e. V.

Oxfordstraße 10

D – 53111 Bonn

Telefon: 0228-725460

Telefax: -7254666

<http://www.bundestieraerztekammer.de>

geschaeftsstelle@btk-bonn.de

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Messskizze Oxspringklotz	26
Abbildung 2: der winkelverstellbare Oxspringklotz	27
Abbildung 3: Versuchsaufbau	30
Abbildung 4: Grödel-Technik	32
Abbildung 5: Ausmessung Strahlbeinwinkel	34
Abbildung 6: Winkeleinstellung Strahlbein	35
Abbildung 7: Oxspringaufnahme (Röntgenkassette in Kontakt zur Gliedmaße)	40
Abbildung 8: Oxspringaufnahme mit FOA von 10 cm in der Grödeltechnik	41
Abbildung 9: Oxspringaufnahme mit FOA von 15 cm in der Grödeltechnik	42
Abbildung 10: Oxspringaufnahme mit FOA von 20 cm in der Grödeltechnik	43
Abbildung 11: Oxspringaufnahme mit FOA von 25 cm in der Grödeltechnik	44
Abbildung 12: 55 Grad, ZS auf Krone	64
Abbildung 13: 55 Grad, ZS 2 cm über Krone	64
Abbildung 14: 55 Grad, ZS 2 cm unter Krone	65
Abbildung 15: 55 Grad, ZS 5 geneigt	65
Abbildung 16: 60 Grad, ZS auf Krone	66
Abbildung 17: 60 Grad, ZS 2 cm über Krone	66
Abbildung 18: 60 Grad, ZS 2 cm unter Krone	67
Abbildung 19: 60 Grad, ZS 5 Grad geneigt	67
Abbildung 20: 65 Grad, ZS auf Krone	68
Abbildung 21: 65 Grad, ZS 2 cm über Krone	68
Abbildung 22: 65 Grad, ZS 2 cm unter Krone	69
Abbildung 23: 65 Grad, ZS um 5 Grad geneigt	69
Abbildung 24: Strahlbein isoliert,	70
Abbildung 25: Strahlbein isoliert,	70
Abbildung 26: Strahlbein isoliert,	70

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Klassifizierung gemäß RÖLF 07 digital entwickelt (intakte Gliedmaßen)	46
Tabelle 2: Anzahl der C. s. distales	49
Tabelle 3: Form der C. s. distales	53
Tabelle 4: Lage der C. s. distales	56
Tabelle 5: Strukturbeurteilung der Strahlbeine	60
Tabelle 6: Klassifizierung gemäß RÖLF 07 analog entwickelt (intakte Gliedmaßen)	73
Tabelle 7: Anzahl der C. s. distales in der analogen Entwicklung	74
Tabelle 8: Form der C.s. distales in der analogen Entwicklung	75
Tabelle 9: Lage der C. s. distales in der analogen Entwicklung	76
Tabelle 10: Strukturbeurteilung der Strahlbeine in der analogen Entwicklung	77

12 Dank

Ich möchte mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. B. Hertsch bedanken.

Für die Überlassung dieses interessanten Themas und die mir jederzeit entgegengebrachte Unterstützung. Sei es in Form von praktischen Tipps oder Hilfe bei der Literaturrecherche.

Weiterer Dank gilt den Mitarbeitern der Radiologie der Klinik für Pferde.

Frau Dr. Münzer für Ihre fachliche Unterstützung, sowie Herrn Obst für die Hilfestellung bei der Anfertigung und Auswertung der Röntgenbilder.

Vielen Dank auch den Mitarbeitern der Lehrschieme der Klinik für Pferde, für Ihre tatkräftige Unterstützung bei der Anfertigung des winkelverstellbaren Oxspringklotzes, sowie bei der fachgerechten Vorbereitung der Gliedmaßen für die Oxspringaufnahmen.

Ganz besonderer Dank gilt auch meiner Schwester Sonja für Ihre fachliche Unterstützung bei der Übersetzung der Zusammenfassung ins Englische, sowie meinem Freund Sebastian, für seine ständige Hilfsbereitschaft, moralische Unterstützung und die Durchsicht des Manuskripts.

13 Selbständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, Bettina Rheiner, die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt zu haben.

Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe

Berlin, den 15. Mai 2010

Bettina Rheiner.