



Year: 2006

Die Auswirkung der Sattelpassform von Trainingssätteln auf die Rückengesundheit von Vollblutpferden: ein Vergleich klinischer und röntgenologischer Untersuchungsergebnisse mit Druckmessungen unter dem Sattel (Sattel-Messsystem, Novel GmbH, München)

Werner, Gabriella

Abstract: Mit Hilfe eines elektronischen Sattel-Messsystem (Pliance mobile-16 HE, Novel GmbH; München) wurde der Zusammenhang zwischen klinischen und röntgenologischen Untersuchungsergebnissen und der Passform von Trainingssätteln für Rennpferde untersucht. Dafür wurden altersabhängig 22 Vollblüter im Rennttraining einer klinischen und röntgenologischen Rückenuntersuchung sowie einer Druckmessung unter dem Sattel im Stand mit und ohne Reiter, im leichten Trab und im Galopp im leichten Sitz auf der linken Hand unterzogen. Vergleichend dazu wurde bei 34 Vollblutjährlingen, welche sich noch nicht im Rennttraining befanden, der Rücken klinisch und röntgenologisch untersucht. Signifikante Unterschiede in der Rückenbemuskelung, der Beweglichkeit der Halswirbelsäule und im Auftreten von Verspannungen der langen Rückenmuskulatur und druckdolenten Dornfortsätzen konnten festgestellt werden. Die röntgenologischen Befunde waren in allen Gruppen nahezu gleich verteilt. Punktuelle maximale Druckwerte von mehr als 3,6 N/cm² korrelierten mit druckdolenten Dornfortsätzen, zu harten Sattelpolstern und dem Auftreten von Verspannungen der langen Rückenmuskulatur. Ein Training mit schlecht angepassten Trainingssätteln führt zu einer ungleichmäßigen Kraftübertragung des Reitergewichtes mit hohen Spitzendruckwerten unter dem Sattel. Atrophie und schmerzhafte Verspannungen der langen Rückenmuskulatur sowie druckdolente Dornfortsätze sind die Folge. Röntgenologische Veränderungen werden nicht oder nur kaum beeinflusst, gewinnen aber in Zusammenhang mit Muskelverspannungen verursacht durch schlecht passende Sättel zunehmend an klinischer Relevanz. With the aid of an electronic saddle measurement system (Pliance mobile-16 HE, Novel Corporation, Munich) the correlation between clinical and radiographic findings and the saddle fit of training saddles was evaluated. Age dependently, 22 thoroughbreds in race-training underwent a clinical and radiographic back examination and were subjected to pressure measurements standing at rest with and without a rider, during rising trot and during forward-seat cantering on the left hand. On a comparative basis, a clinical and radiographic back examination was performed on 34 thoroughbred yearlings not yet undergoing race-training. Significant differences were observed in the back muscle mass, cervical spine mobility and in the occurrence of long back muscle tension and pressure-dolent spinous processes. The radiographic findings were virtually evenly distributed in all of the groups. Selective maximal pressure values of more than 3.6 N/cm² correlated with pressure-dolent spinous processes, hard saddle cushions and with the occurrence of long back muscle tension. Training with badly fitted saddles results in an uneven power transmission of the rider's weight with high peak pressure measurements beneath the saddle. Atrophy and painful tension of the long back muscles as well as pressure-dolent spinous processes is the sequel, whereas radiographic changes are not affected. However, their clinical relevance has a tendency to become clinically more relevant in combination with muscle problems of the back due to badly fitting saddles.

ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-163451>

Dissertation

Published Version

Originally published at:

Werner, Gabriella. Die Auswirkung der Sattelpassform von Trainingsätteln auf die Rückengesundheit von Vollblutpferden: ein Vergleich klinischer und röntgenologischer Untersuchungsergebnisse mit Druckmessungen unter dem Sattel (Sattel-Messsystem, Novel GmbH, München). 2006, University of Zurich, Vetsuisse Faculty.

Pferdeklinik der Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich,
Direktor: Prof. Dr. Jörg Auer

Musculoskeletal Research Unit

**Die Auswirkung der Sattelpassform von
Trainingssätteln auf die Rückengesundheit von
Vollblutpferden:**

**Ein Vergleich klinischer und röntgenologischer Unter-
suchungsergebnisse mit Druckmessungen unter dem
Sattel (Sattel-Messsystem, Novel GmbH; München)**

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich

vorgelegt von

Gabriella Werner

Tierärztin

Deutschland

genehmigt im Auftrag von

PD Dr. Brigitte von Rechenberg, Referentin

Prof. Dr. Hans Geyer, Korreferent

Zürich 2006

Die Auswirkung der Sattelpassform von Trainingssätteln auf die Rückengesundheit von Vollblutpferden: Ein Vergleich klinischer und röntgenologischer Untersuchungsergebnisse mit Druckmessungen unter dem Sattel (Sattel-Messsystem, Novel GmbH; München)

Gabriella Werner¹, Jessika M.V. Müller², Erhard Olbrich³, Kai von Salmuth¹, Kuno Alexander von Plocki¹, Hans-Dieter Vontobel³, Jörg A. Auer², Brigitte von Rechenberg²

¹**Tierklinik an der Rennbahn, Iffezheim, Deutschland**

²**Musculoskeletal Research Unit, Pferdeklinik, Vetsuisse-Fakultät
Zürich, Universität Zürich, Schweiz**

³**Stiftung Forschung für das Pferd, Universität Zürich, Schweiz**

Korrespondierende Autorin:

Brigitte von Rechenberg, PD Dr.med.vet., Dipl. ECVS

Fachtierärztin für Chirurgie

Musculoskeletal Research Unit, Pferdeklinik Vetsuisse Fakultät ZH

Universität Zürich

Winterthurerstrasse 260

8057 Zürich

Schweiz

Tel. +41-44-635 8410

Fax. +41-44-635 8917

E-mail: bvonrechenberg@vetclinics.unizh.ch

Für meine Mutter

Inhaltsverzeichnis



Zusammenfassung	I
Summary	II
1. Einleitung	1
2. Material und Methode	4
Messsystem	4
Pferde	5
Reiter	5
Rückenuntersuchung	6
Röntgenbildbeurteilung	7
Sattelbeurteilung	7
Satteldruckmessung in verschiedenen Gangarten	8
Statistik	8

3.	Resultate	9
	Messsystem	9
	Pferde	9
	Rückenuntersuchung	9
	Röntgenbildbeurteilung	10
	Sattelbeurteilung	11
	Satteldruckmessung in verschiedenen Gangarten	12
	Korrelation zwischen Satteldruckmessung und klinischer Untersuchung	13
	Gruppe B - 2 Jährige	13
	Gruppe C - 3 jährige und ältere Pferde	14
4.	Diskussion	16
	Rückenuntersuchung	16
	Röntgenbildbeurteilung	18
	Sattelbeurteilung	22
	Satteldruckmessung in verschiedenen Gangarten	25
	Korrelation zwischen Satteldruckmessung und klinischer Untersuchung	27
5.	Schlussfolgerung	30
6.	Danksagung	31
7.	Literaturverzeichnis	32
8.	Anhang	35
	8.1 Anhang A1 - Abbildungen	35
	8.2 Anhang A2 - Protokolle	36
	8.3 Anhang A3 - Tabellen	39

Zusammenfassung

Mit Hilfe eines elektronischen Sattel-Messsystem (Pliance mobile-16 HE, Novel GmbH; München) wurde der Zusammenhang zwischen klinischen und röntgenologischen Untersuchungsergebnissen und der Passform von Trainingsätteln für Rennpferde untersucht. Dafür wurden altersabhängig 22 Vollblüter im Renntraining einer klinischen und röntgenologischen Rückenuntersuchung sowie einer Druckmessung unter dem Sattel im Stand mit und ohne Reiter, im leichten Trab und im Galopp im leichten Sitz auf der linken Hand unterzogen. Vergleichend dazu wurde bei 34 Vollblutjährlingen, welche sich noch nicht im Renntraining befanden, der Rücken klinisch und röntgenologisch untersucht. Signifikante Unterschiede in der Rückenbemuskelung, der Beweglichkeit der Halswirbelsäule und im Auftreten von Verspannungen der langen Rückenmuskulatur und druckdolenten Dornfortsätzen konnten festgestellt werden. Die röntgenologischen Befunde waren in allen Gruppen nahezu gleich verteilt. Punktuelle maximale Druckwerte von mehr als $3,6 \text{ N/cm}^2$ korrelierten mit druckdolenten Dornfortsätzen, zu harten Sattelpolstern und dem Auftreten von Verspannungen der langen Rückenmuskulatur. Ein Training mit schlecht angepassten Trainingsätteln führt zu einer ungleichmäßigen Kraftübertragung des Reitergewichtes mit hohen Spitzendruckwerten unter dem Sattel. Atrophie und schmerzhafte Verspannungen der langen Rückenmuskulatur sowie druckdolente Dornfortsätze sind die Folge. Röntgenologische Veränderungen werden nicht oder nur kaum beeinflusst, gewinnen aber in Zusammenhang mit Muskelverspannungen verursacht durch schlecht passende Sättel zunehmend an klinischer Relevanz.

Schlüsselwörter: Sattel, elektronisches Sattel-Messsystem, Rennpferde, Rückenschmerzen, Kissing Spine-Syndrom

Summary

Effect of saddle fit of training saddles on the back health of thoroughbred horses: a comparison of clinical and radiographic evaluation results with pressure mapping under the saddle (saddle measurement system, Novel Corporation, Munich)

With the aid of an electronic saddle measurement system (Pliance mobile-16 HE, Novel Corporation, Munich) the correlation between clinical and radiographic findings and the saddle fit of training saddles was evaluated. Age dependently, 22 thoroughbreds in race-training underwent a clinical and radiographic back examination and were subjected to pressure measurements standing at rest with and without a rider, during rising trot and during forward-seat cantering on the left hand. On a comparative basis, a clinical and radiographic back examination was performed on 34 thoroughbred yearlings not yet undergoing race-training. Significant differences were observed in the back muscle mass, cervical spine mobility and in the occurrence of long back muscle tension and pressure-dolent spinous processes. The radiographic findings were virtually evenly distributed in all of the groups. Selective maximal pressure values of more than 3.6 N/cm² correlated with pressure-dolent spinous processes, hard saddle cushions and with the occurrence of long back muscle tension.

Training with badly fitted saddles results in an uneven power transmission of the rider's weight with high peak pressure measurements beneath the saddle. Atrophy and painful tension of the long back muscles as well as pressure-dolent spinous processes is the sequel, whereas radiographic changes are not affected. However, their clinical relevance has a tendency to become clinically more relevant in combination with muscle problems of the back due to badly fitting saddles.

Keywords: saddle, electronic saddle measurement system, horse, back pain, kissing spine-syndrom

1. Einleitung

Schmerzhafte Veränderungen im Bereich der Wirbelsäule, die einen Leistungsabfall hervorrufen, verdienen heutzutage bei Sportpferden besondere Beachtung (*Jeffcott 1978, 1979, 1993, Dämmrich et al. 1993, Haussler et al. 1999*).

Die Zunahme von Rückenproblemen ist auf die enorme Beanspruchung von Sportpferden zurückzuführen, die durch intensives Training und häufige Turniereinsätze stark belastet werden (*von Salis und Huskamp 1978, Jeffcott 1978, 1979, Haussler et al. 1998*). Rückenschmerzen sind ein bekanntes und häufig unterschätztes Problem bei Sportpferden, dessen Ursache entweder primär im Bereich des Rückens oder sekundär infolge einer Lahmheit, unpassenden Sattelzeuges oder Ausbildungsfehlern zu suchen ist (*Jeffcott 1993, Nyikos et al. 2005*). Ein unpassender oder falsch positionierter Sattel kann wesentlich zu dieser Problematik beitragen, indem er punktuell vermehrten Druck auf die Rückenmuskulatur ausübt und dadurch die Bewegungsfreiheit des Pferdes wesentlich beeinflusst. Damit einhergehende Verspannungen der langen Rückenmuskulatur behindern eine effiziente Rückentätigkeit, beeinflussen die Losgelassenheit des Pferdes und sind oft das erste Glied in der Kette bei der Entstehung von Rückenproblemen. Der Bewegungsablauf des Pferdes wird gestört, indem das freie Mitschwingen des Pferderückens verhindert wird (*Werner et al. 2002, Nyikos et al. 2005*). In einer frühen Publikation wurden die Vorteile des elektronischen Messsystems der Firma Novel GmbH München für den Sattler bei der Sattelanpassung, dem Sattelbau und bei der Neuentwicklung von Sätteln, für den Reiter bei der Kontrolle von Sitz und Sitzhilfen und für den Tierarzt bei der Lokalisation von Schmerzpunkten unter dem Sattel angesprochen (*Blümcke, 1994*). In neueren Publikation konnten mit demselben elektronischen Sattelmesssystem die Anforderungen an einen gut passenden Sattel erarbeitet werden (*Werner et al. 2002, Mönkemöller et al. 2005, Nyikos et al. 2005*). Zur Zeit befindet sich jedoch in der Sattelindustrie - nicht zuletzt aus Kostengründen - noch kein geeignetes System auf dem Markt, welches routinemässig bei der Produktion, dem Design, der Anpassung und der Qualitätskontrolle von Sätteln oder der Verbesserung der Sattellage durch Sattelunterlagen eingesetzt wird. Erste Untersuchungen mit Hilfe eines ähnl-

lichen elektronischen Satteldruckmesssystem zeigten, dass 65 % der auf dem Markt erhältlichen Sattelunterlagen die Anpassung eines Sattels entweder verschlechtern, indem die Druckpunkte unter dem Sattel erhöht werden, oder nur kurzzeitig verbessern, da die Druckpunkte bzw. deren Lokalisation unter dem Sattel verlagert werden. Auf lange Sicht werden dadurch häufig weit mehr Probleme verursacht als gelöst, so die Schlussfolgerung der Autorin. Nur 35 % der Sattelunterlagen verbesserten die Passform eines Sattels oder beeinflussen sie nicht auf negative Weise (*Harman*, 1994). In einer nachfolgenden Studie wurde die Reproduzierbarkeit von Messwerten mit einem anderen elektronischen Sattelmesssystem (Force Sensing Array (FSA) Technology) überprüft. Fehlerquellen, welche die objektive Sammlung und Interpretation von Daten beeinflussen, wurden dokumentiert und die Eignung der FSA Technologie zur Entwicklung von Sattelpolstern und Sattelunterlagen bewiesen (*Pullin et al.*, 1996). In einer weiteren Studie wurde mit Hilfe des Saddletech-Druckmesssystem die Sattelpassform an 30 Pferden individuell überprüft. Dabei wurden grundlegende Probleme in der Passform eines Sattels, wie steifes Aufliegen auf dem Pferderücken, Brückenbildung mit starken Druckpunkten im vorderen und hinteren Bereich der Sattellage ohne Belastung der mittleren Sitzfläche, zu enge Kammern mit Druck auf die Wirbelsäule, zu weit nach vorne verlagerte Schwerpunkte mit Druck auf den Widerrist sowie Druckpunkte unter den Pauschen aufgedeckt.

Die Anpassung eines Sattels stellt sich als ein sehr individueller Prozess dar, da es keine für jedes Pferd gültige Passform gibt (*Harman*, 1997) und diese vor allem auch von der Dynamik der Muskulatur während der Fortbewegung abhängt (*Werner et al.* 2002, *Mönkemöller et al.* 2005, *Nyikos et al.* 2005). Bei neueren Untersuchungen zeigte sich bei gesunden Pferden mit gut angepassten Sätteln im Stand eine lineare Beziehung zwischen Reitergewicht und Druck unter dem Sattel, während in den einzelnen Gangarten charakteristische Druckverteilungsmuster festgestellt werden konnten (*Jeffcott*, 1999). Ebenfalls konnten Schmerzen im Bereich der Dornfortsätze und der Lendenmuskulatur, Muskelatrophien der langen Rückenmuskulatur und zu harte Sattelpolster in Verbindung mit maximalen Druckwerten von mehr als 3 N/cm² unter dem Sattel in Verbindung gebracht werden (*Nyikos et al.*, 2005). Ein gut angepasster Sattel sollte daher eine möglichst

breite und gleichmäßige Auflagefläche mit einem weichen und zusammenhängenden Sattelpolster besitzen, wobei eine Brückenbildung sowie konzentrierte Spitzendruckwerte unter dem Sattel und ein nach hinten verlagerter Mittelpunkt des Sattels unter allen Umständen zu vermeiden sind (Werner *et al.* 2002, Mönkemöller *et al.* 2005, Nyikos *et al.* 2005). Eine leicht verbesserte Losgelassenheit eines Pferdes aufgrund einer osteotherapeutischen Behandlung konnte in der Abnahme der Auflagefläche des Sattels durch eine bessere Aufwölbung des Pferderückens und in einer Senkung der einwirkenden Kraft durch eine bessere Adhäsion des Reiters mit dem Sattel auf dem entspannten Pferderücken in Zusammenhang gebracht werden. Die Masse des Reiters erfährt dadurch weniger Beschleunigung in Bezug auf den Pferderücken, was eine Abnahme der einwirkenden Kraft und der Druckwerte unter dem Sattel zur Folge hat (Buess, 2003).

In einigen der bereits erwähnten Studien wurden Pferde mit Anzeichen einer Leistungsdepression untersucht, welche auf Rückenprobleme zurückzuführen sind und in Zusammenhang mit schlecht passenden Sätteln gebracht werden (Harman 1994, Harman 1997, Buess 2003, Nyikos *et al.* 2005). Eine Anpassung der Sättel durch einen Sattler nach Massgaben, die bei der Sattelmessung erarbeitet wurden, konnte die Rückenprobleme vollständig beheben (Mönkemöller *et al.*, 2005). In anderen Studien wurden gesunde Pferde verwendet, um eine neuartige Sattelunterlage zu testen (Pullin *et al.*, 1996).

In der vorliegenden Studie sollte bei 34 Vollblutjährlingen und 22 Vollblütern im Renntraining ein Zusammenhang zwischen der Passform von Trainingssätteln und klinischen und röntgenologischen Rückenbefunden hergestellt werden. Jährlinge zeigen zwar bereits röntgenologische Veränderungen im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule, jedoch kaum klinische Symptome von Rückenschmerzen. Der Studie lag die Hypothese zugrunde, dass durch das Training mit schlecht passenden Trainingssätteln röntgenologische Rückenbefunde zunehmend klinisch relevant werden.

2. Material und Methode

Messsystem

Für die Satteldruckmessung wurde das Computermesssystem Pliance mobile-16 HE der Firma Novel GmbH, München verwendet, wie in früheren Studien bereits berichtet (*Werner et al. 2002, Mönkemöller et al. 2005, Nyikos et al. 2005*). Die zweigeteilte Sattelmatte mit einer Dicke von 2,6 mm bestand aus kautschukähnlichem Material und hatte eine Fläche von jeweils 175 x 512 mm². In der 800 g schweren Messmatte waren pro Sensorfläche je 112 kapazitive, elastische Drucksensoren eingearbeitet. Der Messbereich der einzelnen Sensoren reichte von 0,1 bis 10 Newton/cm². Die Aufzeichnungsrate betrug 44 Hz. Den portablen Mikrocontroller (Pliance-16 HE analyzer) trug der Reiter an einem Gurt befestigt um den Bauch. Über ein Kabel war dieser mit der Messmatte verbunden und registrierte die Sensorwerte. Die ermittelten Daten wurden auf einer PC memory card gespeichert und später kabellos via Blue Tooth auf den PC übertragen. Die Messungen über die PC memory card konnte vom Reiter selbst durch einen Auslöser, der über ein Kabel mit dem Mikrocontroller verbunden war, gestartet und beendet werden, während die Übertragung via Blue Tooth vom Laptop Computer direkt gesteuert werden konnte.

Im Computer wurden die geeichten Messwerte als farbiges Bild wahlweise zwei- oder dreidimensional dargestellt. Es wurden 44 Druckbilder pro Sekunde gespeichert, wobei ein einzelnes Druckbild als „Frame“ bezeichnet wurde. Alle Messdaten einer bestimmten Messperiode wurden mit „File“ angegeben. Die aufgenommenen Daten konnten mit speziell dafür ausgearbeiteten Softwareprogrammen (NovelWin: axis, emed-sf, isobar, magic mountain, novel player, Value master) dargestellt und ausgewertet werden. In den verschiedenen Programmen wurden genau definierte Druckbereiche jeweils durch eine bestimmte Farbe (pink, rot, gelb, grün, blau, schwarz) dargestellt.

Die gesamte Sattellage wurde in sechs Flächen unterteilt und als „Masken“ (M1 – M6) bezeichnet. M1 und M2 stellten dabei den kranialen, M3 und M4 den mittleren und M5 und M6 den Lendenbereich der Sattellage dar, wobei M1, M3 und M5 als linke und M2, M4 und M6 als rechte Auflagefläche definiert wurden.

Für die Analyse der Druckverhältnisse unter dem Sattel wurden folgende Messwerte näher betrachtet:

Ca:	Contact area	- Gesamtauflagefläche (cm ²)
Mf:	Maximum force	- maximale Kraftübertragung (N)
Pp:	Peak pressure	- punktueller Druck (N/cm ²)
Mp:	Maximum mean pressure	- durchschnittlicher, maximaler Druck (N/cm ²)
Mef:	Mean force	- durchschnittliche Kraftübertragung (N)
Ma:	Mean area	- durchschnittliche Auflagefläche (cm ²)

Pferde

Für die Studie, bestehend aus Satteldruckmessung, Rücken- und Röntgenuntersuchung, sowie Sattelbeurteilung, standen insgesamt 22 englische Vollblüter zur Verfügung. Diese unterteilten sich in 6 Hengste, 9 Stuten und 7 Wallache. 5 Pferde wurden in die Gruppe B (2 Jährige) und 17 Pferde in die Gruppe C (3 jährige und ältere Pferde) eingeteilt (Abb. 1 und Abb. 2). Es handelte sich hierbei ausschließlich um Pferde im Rennttraining, die unter gleichen Bedingungen für Galopprennen trainiert wurden. Die Studie wurde jeweils außerhalb der Rennsaison in der Winterpause in der gleichen Umgebung und unter gleichen Bedingungen durchgeführt. Für die Sattelmessung wurden die Pferde von dem Reiter geritten, von dem sie während der Arbeit trainiert werden. Als Sättel wurden die Trainingssättel der jeweiligen Jockeys verwendet.

Vergleichend zu dieser Gruppe wurden 34 englische Vollblutjährlinge (Gruppe A), welche sich noch nicht im Rennttraining befanden, einer Rücken- und Röntgenuntersuchung unterzogen. Diese Gruppe bestand aus 15 Hengsten und 19 Stuten (Abb. 1 und Abb. 2).

Reiter

Für die Studie wurden die Pferde unter normalen Trainingsbedingungen von den Jockeys geritten, von denen sie im täglichen Training gearbeitet werden. Alle Pferde wurden auf demselben Sandplatz geritten und vermes-

sen. Da jeder Reiter durch unterschiedlichen Reitstil und Gewicht die Messungen stark beeinflussen kann, war hier eine gewisse Variabilität gegeben. Da die Gewichtsunterschiede der Jockeys und deren Reitstil jedoch in der Regel nicht so sehr abweichen, wie dies z. B. bei Dressur- und Springreitern der Fall ist, konnte dieser Faktor im Hinblick auf die Beurteilung der tatsächlichen Trainingsbelastung des Rückens vernachlässigt werden.

Rückenuntersuchung

Alle Pferde wurden nach einem speziell dafür ausgearbeiteten und in den früheren Studien verwendeten Protokoll einer standardisierten Rückenuntersuchung unterzogen (Werner *et al.* 2002, Buess 2003, Nyikos *et al.* 2005), wobei eine Lahmheit einer oder mehrerer Gliedmaßen zum Ausschluss aus der Studie führte. Dasselbe Graduierungssystem mit Scores für die einzelnen Untersuchungspunkte wurde wieder angewandt. So wurde jedes Pferd hinsichtlich seines Ernährungszustandes und seiner Bemuskelung begutachtet. Der Nährzustand wurde mit adipös, gut, mäßig oder schlecht beurteilt. Besonderes Augenmerk wurde auf die Bemuskelung im Bereich von Hals, Vorderbein und Schulter, Rücken sowie Kruppe und Hinterhand gelegt. Hierbei wurde protokolliert, ob die Muskulatur gut ausgebildet war oder ob eine Atrophie bzw. eine Hypertrophie bestand. Weiterhin wurde auf Sattel- bzw. Gurtendruck geachtet.

Bei der Palpation wurden das Genick sowie die Muskulatur im Bereich der Hals-, Brust- und Lendenwirbelsäule auf Verspannungen und Schmerzhaftigkeit untersucht. Die Halswirbelsäule wurde auf Druckdolenz und Beweglichkeit, die Dornfortsätze und deren Zwischenräume im Bereich der Brust- und Lendenwirbelsäule auf Schmerzreaktionen überprüft. Bei der Manipulation der Rückenbeweglichkeit wurde die Dorso- und Lateroflexion der Wirbelsäule zu beiden Seiten untersucht und als normale Ausweichreaktion, verminderte Biegsamkeit, Steifheit oder Abwehr protokolliert. Die Schmerzpalpation und Prüfung der Beweglichkeit im Bereich des Ilio-Sakral-Gelenkes wurde entweder als normale Ausweichreaktion, Abwehr oder deutliches ventrales Ausweichen beurteilt.

Röntgenbildbeurteilung

Es wurde je eine Röntgenaufnahme der Dornfortsätze im Bereich der cranialen und caudalen Sattellage im latero-lateralen Strahlengang mit schräg angelegter Kassette angefertigt. Hierbei stand ein tragbares Röntgengerät HF 200 der Firma Gierrth, Neu-Isenburg, eine digitale Röntgenentwicklung FCR AC-3 der Firma Fuji, Düsseldorf, sowie Fuji IP Cassetten 3A in einer Größe von 35,4 x 43 cm zur Verfügung. Der Fokus-Film-Abstand betrug 80 cm. Die Belichtungswerte lagen im Bereich der cranialen Sattellage bei 100 KV/20 mA/0,14 sec. und im Bereich der caudalen Sattellage bei 100 KV/20 mA/0,17 sec..

Bei den erstellten Röntgenbildern wurden die Abstände an der Spitze der Dornfortsätze vermessen und in größer bzw. kleiner als 0,4 cm eingeteilt. Weiterhin wurden Engstände sowie sklerotische und osteolytische Reaktionen und ein Überreiten von Dornfortsätzen protokolliert und mit nein (keine Veränderung), zwischen zwei Dornfortsätzen bzw. zwischen mehr als zwei Dornfortsätzen angegeben. Die bei den jeweiligen Veränderungen betroffenen Dornfortsätze wurden in drei Gruppen (1. Sattellage; 2. Mitte Sattellage bis Lendenwirbelsäule; 3. Sattellage und Ende Sattellage bis Lendenwirbelsäule) zusammengefasst.

Sattelbeurteilung

Da es im Rennsport nicht üblich ist, für jedes Pferd einen angepassten Sattel anzufertigen, werden die Pferde immer mit dem Sattel des jeweiligen Jockeys geritten. Da aber in der Regel ein Pferd im Training immer vom gleichen Jockey geritten wird, wird damit auch stets der gleiche Sattel für ein Pferd benutzt. Für die Messungen kamen 11 verschiedene Trainingsättel vom Typ Rennsattel unterschiedlichen Alters und Qualität zum Einsatz. Auch hier wurde das etablierte Protokoll mit der Vergabe von Scores aus den früheren Studien verwendet (*Werner et al.* 2002, *Buess* 2003, *Nyikos et al.* 2005) wobei besonders auf Reparaturen und Aufpolsterungen im Bereich der Auflagefläche sowie auf die verwendeten Sattelunterlagen geachtet wurde. Bei der Beurteilung des Sattels ohne Pferd wurde das Sattelkissen hinsichtlich seiner Symmetrie und Polsterung untersucht. Die Polsterung wurde als zu hart, gut oder weich und zusammengefallen protokolliert. Wei-

terhin wurde besonders auf die Kammerweite Wert gelegt. Diese wurde als zu eng, gut, zu weit oder keine Kammer angegeben. Verarbeitungsfehler und Defekte wurden genau registriert. Sie wurden mit keine Fehler, Sattelbaum fehlend oder gebrochen, vorstehende Metallteile und Naht bzw. Lederdefekt aufgezeichnet. Der Sattelbaum wurde hinsichtlich seiner Länge beurteilt. Bei der Begutachtung des Sattels am Pferd wurden die Schulterfreiheit und der tiefste Punkt der Sitzfläche bewertet. Letzterer wurde mit korrekt, zu weit hinten oder zu weit vorne angegeben. Weiterhin wurde beurteilt, ob der Gurt lotrecht fällt und ob sich die Steigbügelauflängung korrekt, zu weit vorne oder zu weit hinten befindet.

Satteldruckmessung in verschiedenen Gangarten

Die Sattelmessungen wurden im Stand mit und ohne Reiter sowie in der Bewegung vorgenommen. Im Stand wurde besonders darauf geachtet, dass das Pferd möglichst geschlossen stand und alle vier Gliedmaßen gleichmäßig belastete. In der Bewegung wurden die Messungen im Schritt, im leichten Trab sowie im Galopp im leichten Sitz jeweils geradeaus auf der linken Hand durchgeführt.

Statistik

Für die statistische Auswertung und Berechnung wurde ein kommerziell erhältliches Softwareprogramm (Statview 4.0, Abacus Ltd. California, USA) verwendet. Die prozentuale Verteilung der Befunde aus der Rückenuntersuchung und der Röntgenbild- und Sattelbeurteilung wurden mit der Frequenz Verteilung näher analysiert. Die ermittelten Daten aus der Satteldruckmessung in den einzelnen Gangarten wurden mit einer beschreibenden Statistik eingehend betrachtet. Die Mittelwerte der Ergebnisse aus der Satteldruckmessung und der klinischen Rückenuntersuchung sowie der Röntgenbildbeurteilung wurden mit der Varianzanalyse für wiederholte Messungen (Anova) verglichen. Mit Hilfe von Korrelationsmatrizen wurden Abhängigkeiten zwischen den ermittelten Werten der Satteldruckmessung und Befunden der Rückenuntersuchung sowie der Röntgenbild- und Sattelbeurteilung näher analysiert. Lediglich statistisch signifikante Werte mit einem P-Wert von < 0.05 werden im Text näher besprochen.

3. Resultate

Messsystem

Die einfache und bedienungsfreundliche Handhabung des Satteldruckmesssystems Pliance-Mobile der Firma Novel GmbH, München hat sich grundsätzlich bestätigt. Die Sattelmatte wurde von den 22 Vollblütern im Training problemlos toleriert, was sich auch in früheren Studien (Werner et al. 2002, Buess 2003) gezeigt hatte. Ebenfalls, wie in diesen Studien, zeigte das System, welches ursprünglich für humanmedizinische Untersuchungen in der Fußorthopädie entwickelt wurde, für die Druckmessung unter dem Sattel einige Schwachpunkte. Da die Messsensoren der Sattelmatte sehr empfindlich waren, sind im Verlauf der Untersuchungen bei manchen Pferden einzelne Reihen von Sensoren ausgefallen. Dies wurde korrigiert, indem bei der Auswertung bei den restlichen Pferden die Messergebnisse der jeweiligen Reihen nicht berücksichtigt wurden. Zusätzlich konnten aufgrund des Designs der Messmatte nur Messdaten ca. 3 cm lateral der Dornfortsätze ermittelt werden. Weiterhin zeigte sie wegen ihrer glatten Oberfläche besonders im Bereich des Widerristes eine Tendenz, unter dem Sattel zu verrutschen und musste deshalb immer besonders vorsichtig an dieser Stelle positioniert werden und beim Aufsteigen des Reiters zusammen mit dem Sattel festgehalten werden.

Pferde

Für die Untersuchung standen 34 Vollblutjährlinge (Gruppe A) und 22 Vollblüter im Training (Gruppe B und C) zur Verfügung. Die Röntgenbilder und Messdaten aller Pferde konnten verwendet und keines musste ausgeschlossen werden.

Rückenuntersuchung

Die Rückenuntersuchung wurde bei allen 34 Vollblutjährlingen und 22 Vollblütern im Training, jeweils unabhängig voneinander, von zwei erfahrenen Tierärzten durchgeführt, um eine möglichst objektive Beurteilung der einzelnen Punkte zu erreichen. Die Scores wurden zusammengezählt und die Mittelwerte für die statistische Analyse verwendet.

Bei der Muskulatur des Rückens konnte ein signifikanter ($p = 0.0221$) Unterschied zwischen den Gruppen A und C errechnet werden (Tab. 2). Während bei den Jährlingen 29 Pferde (85,3 %) eine gute Rückenmuskulatur aufwiesen, traf dies bei den 3 jährigen und älteren Pferden nur in 10 Fällen (58,8 %) zu. Bei den 2 Jährigen konnte noch bei 4 Pferden (80 %) eine gute Rückenmuskulatur festgestellt werden (Tab. 4).

Bei der Prüfung der Flexion der Halswirbelsäule konnte ein signifikanter ($p = 0.0081$) Unterschied zwischen den Gruppen A und C verzeichnet werden (Tab. 2). In der Gruppe C zeigten 3 Pferde (17,6 %) eine Einschränkung in der Beweglichkeit, während in der Gruppe A und B kein pathologischer Befund erhoben werden konnte (Tab. 4).

Die Palpation der Rückenmuskulatur ergab einen signifikanten ($p = 0.0012$) Unterschied zwischen den Gruppen A und C (Tab. 2). Bei den 3 jährigen und älteren Pferden konnte in 13 Fällen (76,5 %) eine Verspannung der Rückenmuskulatur verzeichnet werden, während dies bei den Jährlingen nur bei 10 Pferden (29,4 %) der Fall war. In der Gruppe der 2 Jährigen wiesen 3 Pferde (60 %) eine Verspannung der Rückenmuskulatur auf (Tab. 4).

Bei der Prüfung der Dornfortsätze auf Druckdolenz ergaben sich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen A und B ($p = 0.0177$) sowie zwischen den Gruppen A und C ($p = 0.0014$) (Tab. 2). Bei den Jährlingen wurde bei 30 Pferden (88,2 %) kein besonderer Befund festgestellt, während dies bei den 2 Jährigen nur bei 2 Pferden (40 %) und bei den 3 jährigen und älteren Pferden nur bei 8 Pferden (47,1 %) der Fall war (Tab. 4).

Bei allen untersuchten Pferden, bei denen eine Druckdolenz im Bereich der Dornfortsätze festgestellt wurde, konnte diese am häufigsten im Bereich der Sattellage verzeichnet werden. Dies war bei 4 Pferden (11,8 %) der Gruppe A, bei 2 Pferden der Gruppe B (40 %) und bei 6 Pferden der Gruppe C (35,3 %) der Fall (Tab. 4).

Röntgenbildbeurteilung

Für die Röntgenuntersuchung standen ebenfalls 34 Vollblutjährlinge, jedoch nur 20 Vollblüter im Training zur Verfügung, da 2 Pferde wegen Verkaufs in einen anderen Rennstall aus organisatorischen Gründen nicht mehr röntgenologisch beurteilt werden konnten.

Es konnten keine signifikanten röntgenologischen Unterschiede zwischen

den einzelnen Gruppen festgestellt werden (Tab. 3).

Engstände zwischen den Dornfortsätzen wurden bei 28 Jährlingen (82,3 %), bei 3 Pferden (60 %) der 2 Jährigen und bei 13 Pferden (86,7 %) der 3 jährigen und älteren Pferde gefunden (Tab. 5).

Eine Sklerosierung zwischen zwei oder mehr Dornfortsätzen konnte bei 22 Jährlingen (64,7 %), bei 3 Pferden (60 %) der 2 Jährigen und bei 10 Pferden (66,7 %) der 3 jährigen und älteren Pferde nachgewiesen werden (Tab. 5). Osteolytische Veränderungen an zwei oder mehr Dornfortsätzen waren in 17 Fällen (50 %) der Gruppe A und in 3 Fällen (60 %) der Gruppe B zu finden, während dies nur in 6 Fällen (40 %) der Gruppe C festgestellt wurde (Tab. 5).

Ein Überreiten von zwei oder mehr Dornfortsätzen konnte bei 7 Pferden (20,6 %) der Jährlinge und bei 1 Pferd (20 %) der 2 Jährigen festgestellt werden, während dies in 4 Fällen (26,7 %) der Gruppe C gefunden wurde (Tab. 5).

Während bei den Jährlingen mit 21 Pferden (61,8 %) und bei den 3 jährigen und älteren Pferden mit 8 Pferden (53,3 %) am häufigsten Dornfortsätze der Sattellage von diesen röntgenologischen Veränderungen betroffen waren, konnten diese Befunde bei den 2 Jährigen mit jeweils 1 Pferd (20 %) gleichmäßig über den Rücken verteilt protokolliert werden (Tab. 5).

Sattelbeurteilung

Bei der Sattelbeurteilung kann man zusammenfassend sagen, dass die verwendeten Sättel fast ausschließlich sehr alt und in schlechtem Zustand waren. Für die Sattelmessung wurden ausschließlich Trainingsättel für Rennpferde verwendet, die in keinem Fall speziell für ein Pferd maßangefertigt waren.

Die Sattelkissen zeigten bei 12 Pferden (70,6 %) der Gruppe C eine asymmetrische Form, während in der Gruppe B nur bei 1 Pferd (20 %) eine Asymmetrie des Sattelkissens festgestellt werden konnte (Tab. 6).

Das Polster der Sättel wurde bei den 2 Jährigen bei 1 Pferd (20 %) als zu hart, bei 3 Pferden (60 %) als weich bzw. zusammengefallen und bei 1 Pferd (20 %) als gut beurteilt, während bei den 3 jährigen und älteren Pferden das Polster in 9 Fällen (52,9 %) sich als zu hart bzw. in 4 Fällen (23,5 %) als weich oder zusammengefallen herausstellte. Bei 4 Pferden (23,5 %) der

Gruppe C wurde das Polster für gut befunden (Tab. 6).

Die Kammerweite im Bereich des Widerristes der Gruppe C wurde bei 2 Pferden (11,8 %) als zu eng und bei 1 Pferd (5,9 %) als zu weit beurteilt. Bei 3 Pferden (17,6 %) konnte keine Kammer über dem Widerrist festgestellt werden, während bei 11 Pferden (64,7 %) die Kammerweite für gut befunden wurde. In der Gruppe B war bei 1 Pferd (20 %) die Kammerweite vorne zu eng, bei 2 Pferden (40 %) wiesen die Sättel keine Kammer auf, während die restlichen 2 Sättel (40 %) eine gute vordere Kammerweite hatten (Tab.6).

Die hintere Kammerweite zeigte sich bei den 2 Jährigen ebenfalls in 1 Fall (20 %) als zu eng, in 2 Fällen (40 %) als gut, während auch hier bei 2 Pferden (40 %) keine Kammer zu finden war. Bei den 3 jährigen und älteren Pferden hatten 13 Sättel (76,5 %) eine zu enge bzw. 3 Sättel (17,6 %) keine Kammer. Nur in 1 Fall (5,9 %) konnte eine gute Kammerweite verzeichnet werden (Tab. 6).

Satteldruckmessung in verschiedenen Gangarten

Bei der Satteldruckmessung in den verschiedenen Gangarten unterschied sich die Gesamtauflagefläche (Contact area (Ca)) des Sattels bei den 2 Jährigen im Vergleich zu den 3 jährigen und älteren Pferden nicht signifikant (Tab. 1).

Bei der maximalen Kraftübertragung (Maximum force (Mf)), die auf den Pferderücken einwirkt, konnten im Schritt bei der Gruppe B signifikant ($p = 0.0143$) höhere Werte als bei der Gruppe C festgestellt werden (Tab. 1). Weiterhin zeigte sich, dass die punktuellen Druckwerte (Peak pressure (Pp)) sowohl im Stand mit Reiter ($p = 0.0125$) als auch im Schritt ($p < 0.0001$), Trab ($p = 0.0047$) und Galopp ($p = 0.0095$) bei den 2 jährigen Pferden signifikant höher waren als bei den 3 jährigen und älteren Pferden (Tab.1).

Auch bei Betrachtung der durchschnittlichen, maximalen Druckwerte (Maximum mean pressure (Mp)) erhielten wir bei der Gruppe B im Stand mit Reiter ($p = 0.0254$), im Schritt ($p < 0.0001$), im Trab ($p = 0.0138$) und im Galopp ($p = 0.0117$) signifikant höhere Ergebnisse als bei der Gruppe C (Tab. 1).

In der durchschnittlichen Kraftübertragung (Mean force (Mef)), die auf den

Pferderücken einwirkt, unterschieden sich die beiden Gruppen jedoch weniger deutlich. Hier konnten nur im Stand ohne Reiter ($p = 0.0396$) und im Schritt ($p = 0.0019$) signifikant höhere Ergebnisse bei der Gruppe B ermittelt werden (Tab. 1).

Die durchschnittliche Auflagefläche (Mean area (Ma)) des Sattels im Stand ohne Reiter zeigte im Gegensatz zu der gesamten Auflagefläche bei der Gruppe B signifikant ($p = 0.0471$) höhere Werte als bei der Gruppe C (Tab.1).

Korrelation zwischen Satteldruckmessung und klinischer Untersuchung

Größere Unterschiede der Messergebnisse konnten zwischen den Druckmessungen im Stand und im Schritt, sowie zwischen den Druckmessungen im Schritt und in den schnelleren Gangarten festgestellt werden. Dagegen waren die Differenzen der Messergebnisse im Trab und Galopp zu vernachlässigen. Signifikante Korrelationen zu höheren Druckwerten ergaben sich nur in den Gangarten Trab und Galopp. Im Text werden daher im Wesentlichen nur diese beiden Gangarten näher erörtert.

Gruppe B - 2 Jährige

Bei der Betrachtung von Korrelationsmatrizen zeigte die Gruppe B hochsignifikant ($p = < 0.0001$) häufig eine gleichmäßige Verteilung der Muskelverspannungen im Bereich der rechten und linken Rückenmuskulatur (Tab.8).

Pferde, bei denen eine Druckdolenz der Dornfortsätze der Brust- und Lendenwirbelsäule gefunden wurde, zeigten diese signifikant ($p = 0.0289$) häufig im Bereich des Widerristes und der Sattellage (Tab. 8).

Ein Anstieg der maximalen Kraftübertragung im Bereich des rechten Widerristes ($p = 0.0077$), der rechten Sattellage ($p = 0.0157$) und des rechten Lendenbereiches ($p = 0.0004$) konnte in Zusammenhang mit einem asymmetrischen Sattelkissen festgestellt werden. Weiterhin konnte eine Steigerung der maximalen Kraftübertragung im Bereich des rechten Widerristes ($p = 0.0439$) und im rechten Lendenbereich ($p = 0.0305$) einer zu harten Sattelpolsterung zugeordnet werden (Tab. 8).

Ein punktueller Druck von 4,5 N/cm² im rechten Lendenbereich konnte eindeutig mit einer verstärkten Muskelverspannung in Verbindung gebracht werden ($p = 0.0394$) (Tab. 8). Im Trab waren schon punktuelle Druckwerte von 4,26 N/cm² in der linken Sattellage in Zusammenhang mit einem asymmetrischen Sattelkissen ($p = 0.0108$), Druckwerte von 3,61 N/cm² im linken Lendenbereich mit einer zu harten Polsterung ($p = 0.0181$) und Druckwerte von 4,43 N/cm² im rechten Lendenbereich mit Muskelverspannungen in der Brust- und Lendenwirbelsäule ($p = 0.0427$) korreliert (Tab. 16).

Ein durchschnittlicher Maximaldruck von 2,3 N/cm² in der linken Sattellage wurde im Galopp jedoch ohne druckdolente Dornfortsätze verzeichnet ($p = 0.0492$) (Tab. 8).

Gruppe C - 3 jährige und ältere Pferde

In der Gruppe C dagegen konnten Muskelverspannungen im Bereich der linken Rückenmuskulatur ($p = 0.0213$) am häufigsten in der Sattellage (35 %) gefunden werden, während im Bereich der rechten Rückenmuskulatur ($p = 0.0018$) jeweils mit 29,4 % Sattellage und Lendenbereich gleichmäßig betroffen waren (Tab. 9 und Tab. 4). Bei Pferden, die eine Muskelverspannung im Bereich des Rückens zeigten, wurde diese etwas häufiger in der rechten (64,7 %) als in der linken (53 %) Rückenmuskulatur festgestellt (Tab. 4).

Probanden, bei denen eine Druckdolenz der Dornfortsätze verzeichnet wurde, zeigten diese hochsignifikant häufig ($p = < 0.0001$) im Bereich der Sattellage (Tab. 9).

Ebenso scheint ein negativer, wenn auch gerade nicht mehr signifikanter ($p = 0.0505$) Zusammenhang zwischen der Druckdolenz der Dornfortsätze und der Sattelpolsterung zu bestehen. Pferde, deren Sattel ein zu hartes Sattelpolster aufwies, zeigten die Tendenz, bei der Palpation der Dornfortsätze vermehrt mit Schmerzen zu reagieren (Tab. 9).

Bei einer großen Auflagefläche des Sattels in der linken und rechten Sattellage sowie einer im Vergleich deutlich kleineren Auflagefläche im linken Lendenbereich traten gehäuft Muskelverspannungen auf ($p = 0.0109$ bzw. $p = 0.0059$ bzw. $p = 0.0104$) (Tab. 9).

Ein Anstieg der maximalen Kraftübertragung im rechten Lendenbereich wurde einer verstärkten Druckdolenz der Dornfortsätze der Brust- und Len-

denwirbelsäule zugeordnet ($p = 0.0089$) (Tab. 9).

Punktuelle Druckwerte von $4,24 \text{ N/cm}^2$ in der rechten Sattellage und von $3,71 \text{ N/cm}^2$ im rechten Lendenbereich gingen häufig mit einer Schmerzhaftigkeit der Dornfortsätze einher ($p = 0.0137$ bzw. $p = 0.0401$). Weiterhin konnte ein Zusammenhang zwischen einer zu harten Polsterung und einem punktuellen Druck von $3,71 \text{ N/cm}^2$ im rechten Lendenbereich festgestellt werden ($p = 0.0315$) (Tab. 9). Im Trab wurden bei punktuellen Druckwerten von $4,24 \text{ N/cm}^2$ in der rechten Sattellage ($p = 0.0216$) druckdolente Dornfortsätze und eine zu harte Polsterung ($p = 0.0216$) registriert, während schon Druckwerte von $3,65 \text{ N/cm}^2$ im rechten Lendenbereich mit einer zu harten Polsterung ($p = 0.0218$) korrelierten (Tab. 17).

Ein maximaler durchschnittlicher Druck von $2,17 \text{ N/cm}^2$ in der linken Sattellage konnte in Verbindung mit einer vermehrten Druckdolenz der Dornfortsätze verzeichnet werden ($p = 0.0275$) (Tab. 9).

4. Diskussion

In der vorliegenden Studie wurde bei Vollblutpferden unter Verwendung des elektronischen Messsystem Pliance-Mobile (Novel GmbH, München) die Auswirkung der Sattelpassform von Trainingsätteln auf klinische und röntgenologische Rückenbefunde untersucht. Punktuelle Druckwerte von mehr als $3,6 \text{ N/cm}^2$ korrelierten mit druckdolenten Dornfortsätzen, zu harten Sattelpolstern und dem Auftreten von Muskelverspannungen. Es konnten signifikante Unterschiede in der Rückenbemuskelung, in der Beweglichkeit der Halswirbelsäule und im Auftreten von Muskelverspannungen sowie druckdolenten Dornfortsätzen zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden, während die röntgenologischen Befunde in allen Gruppen nahezu gleich verteilt waren.

Die Handhabung des Satteldruckmesssystem hat sich auch in dieser Studie als sehr einfach und für den Reiter als bedienungsfreundlich erwiesen. Die Sattelmatte wurde von den 22 Vollblütern im Training problemlos toleriert, was die Erfahrungen aus vorhergehenden Studien (Werner *et al.* 2002, Buss 2003) bestätigte.

Die Anzahl Pferde pro Altersgruppe war relativ klein, da unter anderem auch aus Kostengründen nicht mehr Tiere für die Erhebung der Daten herangezogen werden konnten. Auch wäre es wünschenswert gewesen, die Gruppe der Jährlinge jährlich nach 1 und 2 Jahren für die Satteldruckmessung heranzuziehen. Da es im Rennsport jedoch üblich ist, dass die Pferde häufig in die ganze Welt verkauft werden, war uns dies aus finanziellen und organisatorischen Gründen nicht möglich gewesen. Nichtsdestotrotz sind auch bei den wenigen Tieren deutliche Resultate mit zum Teil hohen signifikanten Unterschieden und Korrelationen vorhanden, was letztlich bei einer höheren Anzahl Tiere nur umso deutlicher zu Tage getreten wäre.

Rückenuntersuchung

Der Sattel stellt als starre Struktur die Verbindung zwischen den dynamischen Strukturen Pferd und Reiter dar, weshalb die Bewegung des Pferdes durch die Sattelpositionierung und -anpassung wesentlich beeinflusst wird (Harman, 1995). Neben Lahmheiten, Zahnproblemen, schlechter Ausbil-

dung von Pferd und Reiter, fehlender Balance des Reiters, harter Reiterhand und scharfen Gebissen stellt auch eine schlechte Anpassung und Positionierung des Sattels auf dem Pferderücken eine Ursache für das Auftreten von Rückenschmerzen dar (Harman 1995, Jeffcott 1993, Mönkemöller et al. 2005, Nyikos et al. 2005). Durch Fixation der schmerzhaften Strukturen entstehen im Laufe der Ausbildung reflektorische Muskelverspannungen (Ranner und Gerhards, 2001).

In der vorliegenden Studie konnte bei den Jährlingen mit 85,3 % signifikant ($p = 0.0221$) häufiger eine gut ausgebildete Rückenmuskulatur festgestellt werden als bei den 3 jährigen und älteren Pferden, bei denen nur bei 58,8 % der Pferde eine gute Bemuskelung des Rückens protokolliert wurde. Die Tatsache, dass bei den 2 Jährigen ebenfalls bei 80 % der Pferde eine gute Rückenbemuskelung verzeichnet werden konnte, zeigt, dass die Atrophie der langen Rückenmuskulatur sich erst über mehrere Monate durch ständige Einwirkung einer auslösenden Noxe entwickelt. Weiterhin zeigten die 3 jährigen und älteren Pferde mit 76,5 % signifikant ($p = 0.0012$) häufiger eine schmerzhafte Verspannung der Rückenmuskulatur als die Jährlinge mit 29,4 %. In der Gruppe der 2 Jährigen wiesen bereits 60 % der Pferde eine verspannte Rückenmuskulatur auf. Dies wiederum veranschaulicht, dass die Muskulatur des Rückens bereits nach kurzer Belastung des Pferdes als Reitpferd mit Schmerzen reagieren kann (Tab. 2 und Tab. 4).

Bei der Prüfung der Dornfortsätze auf Druckdolenz ergaben sich sowohl signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen A und B ($p = 0.0177$) als auch zwischen den Gruppen A und C ($p = 0.0014$). Bei den Jährlingen wurde bei 11,8 % der Pferde druckdolente Dornfortsätze festgestellt, während dies bei den 2 Jährigen bei 60 % und bei den 3 jährigen und älteren Pferden bei 52,9 % der Pferde der Fall war. Bei allen untersuchten Pferden, bei denen eine Druckdolenz im Bereich der Dornfortsätze festgestellt wurde, konnte diese am häufigsten im Bereich der Sattellage verzeichnet werden (Tab. 2 und Tab. 4). Die Dornfortsätze können also ebenfalls nach kurzer Belastung des Pferderückens durch Reiter- und Sattelgewicht mit schmerzhaften Veränderungen reagieren. Es liegt daher nahe, dass ein Training mit nicht optimal auf das jeweilige Pferd angepassten Sätteln zu schmerzhaften Muskelverspannungen und druckdolenten Dornfortsätzen führen kann. Durch schmerzbedingte Fixation der Wirbelsäule und somit eingeschränk-

ter Rückentätigkeit in Kombination mit den direkten, negativen Folgen des überhöhten Drucks auf die kapilläre Durchblutung der Muskulatur kommt es dann im Laufe der Zeit zu einer Atrophie der langen Rückenmuskulatur. Da eine gewisse Stabilisierung der Rückenwirbelsäule zusätzlich durch die Kopf- und Halshaltung erfolgt (*Wissdorf, 1994*), liegt es nahe, dass sich dadurch im Bereich der Halsmuskulatur ebenfalls pathologische Veränderungen einstellen können. In der vorliegenden Studie zeigten die 3 jährigen und älteren Pferde signifikant ($p = 0.0081$) häufiger eine Einschränkung der Beweglichkeit der Halswirbelsäule als die Jährlinge. 17,6 % der Gruppe C zeigten eine eingeschränkte Flexion der Halswirbelsäule, während dies sowohl bei den Jährlingen als auch bei den 2 Jährigen bei keinem Pferd festgestellt werden konnte (Tab. 2 und Tab. 4).

Nach heute allgemein gültiger Ansicht entspricht die Wirbelsäule der Pferde der Bogen-Sehnen-Theorie, die 1913 von Strasser vorgeschlagen wurde (*Jeffcott, 1979*). Hierbei besteht der Bogen aus der Wirbelsäule, dem Becken und deren Muskulatur, der durch die Sehne, bestehend aus Sternum, abdominalen Muskeln und Linea alba unter Spannung gehalten wird. Diese Theorie und die bereits besprochenen Befunde machen deutlich, dass der Rücken des Pferdes von Natur aus nicht zum Tragen von Lasten ausgelegt ist. Besonders die frühe Belastung des Pferderückens mit dem Gewicht des Reiters kann zu zahlreichen Problemen führen, da Muskulatur und Bänder noch nicht genügend ausgebildet und gefestigt sind (*Wissdorf, 1994*). Schlecht angepasste Sättel und falsche Druckbelastungen stören das Gleichgewicht des Bogen-Sehnen Gefüges im Pferderücken empfindlich.

Röntgenbildbeurteilung

Kissing Spines werden seit langem als Ursache für Rückenprobleme verantwortlich gemacht. Veränderungen dieser Art können jedoch ebenso bei Pferden festgestellt werden, die keine Anzeichen einer reduzierten Leistungsbereitschaft oder schmerzhaften Veränderung im Bereich der thorakolumbalen Wirbelsäule zeigen (*Jeffcott 1978, Gundel und Schatzmann 1997*). In einer Untersuchung von 443 Pferden konnten sich berührende und überreitende Dornfortsätze als häufigste Veränderung im Bereich der caudalen Brust- und der cranialen Lendenwirbelsäule ermittelt werden (*Jeff-*

cott, 1980). *Ranner und Gerhards* (2002) bezeichnen in einer neueren Studie in Süddeutschland das Kissing Spine-Syndrom unabhängig von der klinischen Relevanz mit 56,5 % als dominierendes Krankheitsbild bei „rückenkranken Pferden“, während sie eine klinisch relevante primäre Rückenkrankung nur bei 27 % ihres Patientengutes diagnostizierten, welche eindeutig einen schmerzhaften Palpations- und dazu korrelierenden Röntgen- und Szintigraphiebefund aufwiesen. *Nowak* (1988) zeigte an 21 Pferden, dass nicht alle erhobenen Röntgenbefunde szintigraphisch aktiv, und dass für die szintigraphisch aktiven Zonen nicht immer röntgenologische Befunde erhoben werden konnten. Dies zeigt deutlich, dass nicht jeder röntgenologische Befund eine klinische Relevanz nach sich ziehen muss. Bei einer weiteren Studie an 60 Warmblutpferden konnte mit Hilfe der radiologischen Technik (Röntgen und Szintigraphie) in mehr als der Hälfte der Fälle klinisch und radiologisch übereinstimmend ein Rückenproblem diagnostiziert bzw. ausgeschlossen werden. Bei klinisch-radiologischer Übereinstimmung der Diagnose „Rückenproblem“ wurden in dieser Untersuchung radiologisch ausschließlich chronisch aktive Dornfortsatzveränderungen festgestellt (*Gundel et al.*, 1997). Auch *Ranner und Gerhards* (2002) ermittelten eine große Diskrepanz zwischen röntgenologisch nachgewiesenem und tatsächlich krankheitsverursachendem Kissing Spine-Syndrom. Veränderungen an den Dornfortsätzen scheinen also eine Prädisposition für Rückenschmerzen darzustellen, wobei Pferde ohne klinische Symptomatik weniger schwere Veränderungen aufweisen (*Gundel et al.*, 1997). In einer Studie in Süddeutschland wurden bei klinisch unauffälligen Pferden nur Veränderungen 1. Grades an den Dornfortsätzen gefunden (*Ranner und Gerhards*, 2002). Sich berührende Dornfortsätze führen zu sekundären Muskelspasmen, welche dann für die Rückenschmerzen verantwortlich sind (*Jeffcott*, 1975). In einer postmortalen Untersuchung von 36 Vollblütern konnten bei 92 % der Pferde Veränderungen an den Dornfortsätzen gefunden werden (*Hausler*, 1999). In dieser Studie konnte kein Zusammenhang zwischen dem Alter der Pferde und dem Auftreten und dem Schweregrad der Veränderungen aufgezeigt werden, was sich mit den Ergebnissen aus unseren Untersuchungen deckt. Vergleicht man Vollblüter mit anderen Rassen, so zeigen diese aufgrund der engeren Zwischendornenabstände eine größere Prävalenz für das Auftreten von Veränderungen an

den Dornfortsätzen (*Jeffcott, 1985*). *Ranner und Gerhards* (2002) fanden jedoch erst bei Pferden ab 5 Jahren alle röntgenologischen Schweregrade, wobei sie mit zunehmendem Alter Veränderungen mit höheren Schweregraden beobachten konnten. Sie konnten Befunde an den Dornfortsätzen am häufigsten bei Warmblütern ermitteln, wobei in ihrer Studie 50 % aller vorgestellten Vollblüter am Kissing Spine-Syndrom erkrankt waren. In einer neueren Studie zur Objektivierung der „Stempelprobe“ konnten bei 91,19 % der Pferde konstante Druckreaktionen an den Dornfortsätzen ermittelt werden, wobei diese besonders über Dornfortsätzen ausgelöst werden konnten, die pathologische Röntgenbefunde aufwiesen. Es konnte eine positive Korrelation zwischen Druckreaktionen und höhergradigen pathologischen Röntgenbefunden ermittelt werden. Da jedoch auch in dieser Untersuchung in der Kontrollgruppe höhergradige Röntgenbefunde ohne Druckreaktionen gefunden werden konnten, stellt nach Meinung der Autoren die röntgenologische Veränderung nicht das allein entscheidende Kriterium für eine positive Druckreaktion dar (*Buthe und Hertsch, 2002*). Da die Wirbelsäule des Pferdes einem altersabhängigen Formwandel unterliegt (*Dämmrich et al., 1993*), und somit alle Schweregrade der röntgenologischen Veränderungen auch bei klinisch gesunden Pferden diagnostiziert werden können (*Jeffcott, 1998*), reicht es nicht aus, die Diagnose allein auf eine Röntgenuntersuchung zu stützen. *Ranner und Gerhards* (2001) bezeichnen die Szintigraphie bei unklaren Fällen als Diagnostikum der Wahl, mit deren Hilfe knöcherne Ursachen für Rückenprobleme beim Pferd definitiv bestätigt oder ausgeschlossen werden können.

In Übereinstimmung mit der bereits verfügbaren Literatur ergab die Beurteilung der röntgenologischen Veränderungen an den Dornfortsätzen in der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede zwischen den einzelnen Altersgruppen. Die röntgenologischen Veränderungen an den Dornfortsätzen konnten unabhängig vom Alter in allen 3 Gruppen nahezu gleichmäßig verteilt gefunden werden (Tab. 3). Engstände zwischen den Dornfortsätzen wurden bei 82,3 % der Jährlinge und bei 86,7 % der 3-jährigen und älteren Pferde gefunden, während bei den 2-jährigen nur 60 % der Pferde davon betroffen waren. Sklerotische Veränderungen an den Dornfortsätzen konnten bei 64,7 % der Jährlinge, bei 60 % der 2-jährigen und bei 66,7 % der 3-jährigen und älteren Pferde festgestellt werden, während oste-

olytische Reaktionen an den Dornfortsätzen bei 50 % der Jährlinge, bei 60 % der 2 Jährigen und bei 40 % der 3 jährigen und älteren Pferde verzeichnet wurden. Ein „Überreiten“ von Dornfortsätzen konnte bei 20,6 % der Jährlinge, bei 20 % der 2 Jährigen und bei 26,7 % der 3 jährigen und älteren Pferde nachgewiesen werden (Tab. 5). In einer älteren Untersuchung an Vollblütern wurden überreitende Dornfortsätze häufig bei kurzrückigen Vollblutwallachen gefunden (*Jeffcott, 1993*). Diese knöchernen Schäden an den Dornfortsätzen zeigen seiner Meinung nach die Tendenz, im Mittelpunkt der Rückenwirbelsäule lokalisiert zu sein, was sich mit unseren Beobachtungen deckt. Auch in der vorliegenden Studie waren bei den Jährlingen mit 61,8 % und bei den 3 jährigen und älteren Pferden mit 53,3 % am häufigsten Dornfortsätze der Sattellage von den röntgenologischen Veränderungen betroffen, während bei den 2 Jährigen mit jeweils 20 % gleichmäßig alle Bereiche der Rückenwirbelsäule betroffen waren (Tab. 5). Die Tatsache, dass in der vorliegenden Studie auch bei der Gruppe der Jährlinge im Vergleich zu den 2 Jährigen und den 3 jährigen und älteren Pferden die röntgenologischen Veränderungen etwa gleich häufig festgestellt werden konnten, zeigt in Übereinstimmung mit der vorhandenen Literatur deutlich, dass röntgenologische Reaktionen an den Dornfortsätzen zwar eine Prädisposition für Rückenschmerzen darstellen, jedoch nicht unbedingt zwingend klinisch relevant sein müssen. Durch die Belastung des Pferdes als Reitpferd scheinen sich die röntgenologischen Reaktionen an den Dornfortsätzen nicht wesentlich zu verändern, jedoch kann man eine gewisse Tendenz beobachten, dass diese Veränderungen zunehmend klinisch an Bedeutung gewinnen. In der vorliegenden Studie konnte bei den 3 Jährigen und älteren Pferden signifikant häufiger eine schmerzhaft und schlechter ausgebildete Rückenmuskulatur, druckdolente Dornfortsätze sowie eine eingeschränkte Beweglichkeit der Halswirbelsäule verzeichnet werden. Die Tatsache, dass auch in der Gruppe der Jährlinge schon deutlich röntgenologische Veränderungen festgestellt werden konnten, lässt die Vermutung zu, dass es sich um angeborene Skelettveränderungen handelt. Es liegt hier wahrscheinlich eine erblich fixierte Veränderung vor, die als Domestikationsfolge angesehen werden kann (*Wissdorf, 1994*). *Von Salis und Huskamp (1978)* fanden in ihrer Studie sehr viele anatomisch und röntgenologisch „normale“ Dornfortsätze. Dadurch gelangten sie zu der Überzeugung, dass

es sich bei Veränderungen von Dornfortsätzen in erster Linie um eine Folge von unsachgemäßer und oft verfrühter Ausbildung zum Reitpferd mit einer übermäßigen Beanspruchung dieser Partie des Pferdes handelt. *Ranner und Gerhards* (2002) dagegen bezeichnen den Sattel und das Reitergewicht als Ursache für sich berührende Dornfortsätze, welche vorwiegend in der Sattellage zu finden sind, als zu einfach. Als Gründe dafür geben die Autoren an, dass in ihrer Studie das Kissing Spine-Syndrom schon bei 5 jährigen Pferden als krankheitsauslösende Ursache gefunden wurde, dass alle Altersstufen sämtliche Schweregrade aufweisen und dass das Kissing Spine-Syndrom auch bei klinisch gesunden Pferden gefunden wurde. *Jeffcott* (1985) sieht die Mitte des Rückens als Prädilektionsstelle, da dort das Hauptgewicht des Reiters zum Tragen kommt und die Abstände zwischen den Dornfortsätzen am engsten sind. Dadurch kann man seiner Meinung nach auch erklären, warum besonders Vollblüter gegenüber anderen Rassen, welche weitere Abstände zwischen den Dornfortsätzen aufweisen, davon betroffen sind. *Dämmrich et al.* (1993) kommen aufgrund der morphologischen Befunde zu dem Schluss, dass sich das Kissing Spine-Syndrom aus der ventralen, repetierenden und unphysiologischen Absenkung der Wirbelsäule zwischen dem 10. Brust- und dem 4. Lendenwirbel ableitet. Als Ursache der repetierenden unphysiologischen Absenkung des Rückens sehen die Autoren das Nachlassen der elastischen Verspannung der Wirbelsäule an. Mangelnder Trainingszustand der Rückenmuskulatur sowie Einschränkung der Bewegung des Hebelarms Kopf/Hals führen zur Spannungsminderung, die wiederum zur Folge hat, dass der unverminderte, nach kaudodorsal gerichtete Zug der Rückenmuskulatur vorübergehend nur ungenügend durch den nach kraniodorsal gerichteten Zug von Kopf und Hals kompensiert wird. Dadurch kann die Wirbelsäule in der Bewegung über das normale Maß hinaus nach ventral absinken. Dies wird noch dadurch verstärkt, dass in den Phasen nachlassender Wirbelsäulenspannung das Reitergewicht nicht von der elastischen Wirbelsäulenspannung neutralisiert werden kann.

Sattelbeurteilung

Da der Sattel als starre Struktur die Verbindung zwischen den dynamischen

Strukturen Pferd und Reiter darstellt, ist in vielen Fällen eine schlechte Anpassung und Positionierung des Sattels für einen Leistungsabfall verantwortlich (Harman, 1995a). In einer Studie an 25 Lipizzaner Hengsten stellten Werner *et al.* (2002) objektive Kriterien für die Passform eines Sattels auf. Nach Meinung der Autoren sollte der Sattel eine möglichst breite und gleichmäßige Auflagefläche auf dem Pferderücken während der Bewegung zeigen. Das Reitergewicht sollte durch ein weiches und zusammenhängendes Sattelpolster auf eine große Fläche gleichmäßig verteilt und eine Brückenbildung in jedem Falle vermieden werden. Diese Kriterien gelten ungeachtet des Satteltypes. Harman (1992) fand als Ursache für Rückenschmerzen bei einer Untersuchung an 25 Pferden, die aufgrund einer verminderten Leistungsbereitschaft zur Untersuchung vorgestellt wurden, in 23 Fällen einen schlecht angepassten, fehlerhaft positionierten oder ungleichmäßig gepolsterten Sattel. Am häufigsten wurde der Sattel zu weit vorn positioniert, was die Bewegungsfreiheit des Schulterblattes einschränkt und den Schwerpunkt des Reiters nach hinten verlagert. Um eine fehlerhafte Anpassung des Sattels auszugleichen, werden eine ganze Reihe von auf dem Markt erhältlichen therapeutischen Sattelunterlagen verwendet, durch die jedoch in den meisten Fällen nur vorübergehend eine Besserung erreicht wird und auf lange Sicht mehr Probleme verursacht als gelöst werden (Harmann, 1992). Durch ein zusätzliches Sattelpolster unter einem Sattel, dessen Kammerweite nicht ausreichend ist, um den Dornfortsätzen die nötige Bewegungsfreiheit zu gewährleisten, wird der Druck auf die Wirbelsäule noch weiter erhöht, was häufig eine Muskelatrophie zur Folge hat (Harman, 1995a). Um den korrekten Sitz eines Sattels zu überprüfen, sollte der Sattel allein und auf dem Pferderücken liegend beurteilt werden. Kammerweite, Beschaffenheit und Symmetrie der Sattelpolster sollten in gleichem Maße wie die Positionierung des Sattels auf dem Pferderücken und die Symmetrie der Wirbelsäule und der langen Rückenmuskulatur berücksichtigt werden. Ein nicht korrekt angepasster Sattel kann auch durch eine andere Positionierung in seiner Passform nicht verbessert werden. Wird der Sattel zu weit vorn positioniert, kommt es zur Brückenbildung mit erhöhten Druckpunkten im Bereich der Schulter und der caudalen Sattellage (Harman, 1995b). Durch eine wechselnde Bemuskelung und einen veränderten Ernährungszustand je nach Trainingsprogramm des Pferdes wird die kor-

rekte Sattelanpassung jedoch häufig vor große Schwierigkeiten gestellt (Harman, 1995c).

Die in der vorliegenden Studie verwendeten Trainingsättel waren fast ausschließlich sehr alt, nicht speziell für das jeweilige Pferd maßangefertigt und in keinem besonders guten Zustand. Die Sattelkissen der 3 jährigen und älteren Pferde zeigten zu 70,6 % eine asymmetrische Form, während dies in der Gruppe der 2 Jährigen nur bei 20 % festgestellt werden konnte. Bei den 3 jährigen und älteren Pferden wurden bei 52,9 % der Pferde die Sattelpolster als zu hart und bei 23,5 % als zu weich oder zusammengefallen beurteilt, während bei den 2 Jährigen 20 % zu harte und 60 % weiche oder zusammengefallene Sattelpolster protokolliert wurden. Die Kammerweite im Bereich des Widerristes in der Gruppe C war bei 11,8 % der Sättel zu eng, bei 5,9 % zu weit und bei 17,6 % konnte keine Kammer festgestellt werden. Bei den 2 Jährigen zeigten 20 % der Sättel eine zu enge bzw. 40 % keine Kammer über dem Widerrist. Die hintere Kammerweite war bei den 3 jährigen und älteren Pferden bei 76,5 % der Sättel zu eng. 17,6 % wiesen keine Kammer im Bereich der hinteren Sattellage auf, während in der Gruppe der 2 Jährigen nur 20 % der Sättel eine zu enge, jedoch aber 40 % keine Kammer aufwiesen (Tab. 6).

Vergleicht man die Ergebnisse der Sattelbeurteilung mit den von Werner *et al.* (2002) aufgestellten Kriterien für eine gute Sattelpassform, so fällt auf, dass in der vorliegenden Studie gleich mehrere Gesichtspunkte nicht erfüllt sind. Der hohe Prozentsatz der asymmetrischen Sattelkissen und der zu harten Sattelpolsterung bei den 3 jährigen und älteren Pferden lässt die Vermutung zu, dass eine ungleichmäßige Verteilung des Reitergewichtes auf ein dazu noch zu hartes Sattelpolster für die signifikant schlechtere Rückenmuskulatur und die signifikant häufigeren Muskelverspannungen der langen Rückenmuskulatur der 3 jährigen und älteren Pferde im Vergleich zu den Jährlingen verantwortlich ist. Die Kammerweite, die bei den 2 Jährigen besonders im Bereich des Widerristes und bei den 3 jährigen und älteren Pferden vor allem im Bereich der hinteren Sattellage zu einem hohen Prozentsatz zu eng bzw. nicht vorhanden war, könnte durch Einschränkung der Wirbelsäule in ihrer Bewegungsfreiheit und durch Druck auf die Dornfortsatzspitzen als Ursache für die signifikant häufigere Druckdolenz der Dornfortsätze bei den 2 Jährigen und den 3 jährigen und älteren Pferden im

Vergleich zu den Jährlingen in Frage kommen.

Satteldruckmessung in verschiedenen Gangarten

Die gleichzeitige Bewegung von Reiter und Pferderücken stellt zusammen mit dem nicht vollständig fixierten Sattel eine komplexe dynamische Interaktion von Kräften dar. In vorangegangenen Studien wurde bereits versucht, mit einer elastischen Matte, die mit Drucksensoren versehen ist, diese Kräfte und ihre dynamischen Veränderungen aufzuzeichnen (*Blümcke 1994, Harman 1994, Harman 1995, Pullin et al. 1996, Harman 1997, Jeffcott 1999, Werner 2002, Buess 2003, Mönkemöller et al. 2005, Nyikos et al. 2005*). Während in zwei Studien die Messungen unter dem Sattel im Stand und auf einer 20 Meter Volte im Schritt und Trab durchgeführt wurden, wobei die Daten über ein Kabel von der Messmatte auf den Computer übertragen wurden (*Harman 1994, Harman 1997*), führten *Pullin et al. (1996)* ihre Messungen mit und ohne Reiter im Stand und im Schritt auf einem Laufband durch. *Jeffcott et al. (1999)* verglich statische Messungen im Stand sowie auf einem Holzpferd mit und ohne Reiter und dynamische Messungen im Schritt, Trab und Galopp miteinander. *Werner et al. (2002), Buess (2003), Mönkemöller et al. (2005)* und *Nyikos et al. (2005)* führten Messungen im Stand mit und ohne Reiter und in allen Grundgangarten mit verschiedenen Bahnfiguren durch.

In der vorliegenden Studie konnte in den verschiedenen Gangarten bei der Gruppe B eine etwas größere Gesamtauflagefläche des Sattels festgestellt werden. Es wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede protokolliert, während die durchschnittliche Auflagefläche des Sattels im Stand ohne Reiter bei den 2 Jährigen signifikant höhere Werte zeigte (Tab. 1). Die Tatsache, dass die 2 Jährigen im Vergleich zu den 3 jährigen und älteren Pferden eine besser ausgebildete Rückenmuskulatur aufwiesen, könnte dafür verantwortlich sein, dass die Auflagefläche des Sattels in dieser Gruppe etwas größer ausfiel. *Buess (2003)* fand allerdings eine Abnahme der Auflagefläche bei Pferden, deren Losgelassenheit sich nach einer osteotherapeutischen Behandlung deutlich verbesserte und die dadurch die Rückenmuskulatur unter dem Sattel besser aufwölbten.

Bei der Auswertung der maximalen Kraftübertragung zeigte die Gruppe der

2 Jährigen in allen Gangarten höhere Werte als die Gruppe der 3 jährigen und älteren Pferde. Ein signifikanter Unterschied konnte jedoch nur im Schritt ermittelt werden, während bei der durchschnittlichen Kraftübertragung im Stand ohne Reiter und im Schritt signifikant höhere Werte in der Gruppe der 2 Jährigen gemessen werden konnten (Tab. 1). Eine Änderung der Kraftübertragung kann entweder durch den Sattel, das Pferd oder den Reiter verursacht werden. *Werner et al.* (2002) fand eine höhere Kraftübertragung regelmäßig bei Sätteln mit größerer Auflagefläche, was auch für die vorliegende Studie zutrifft. Laut einem grundlegenden physikalischen Gesetz stellt das Reitergewicht eine Kraft dar, die als Masse x Beschleunigung auf den Pferderücken einwirkt (*Preuschoft et al.*, 1994). Die Tatsache, dass sich junge und untrainierte Pferde noch nicht im Gleichgewicht bewegen und dadurch eventuell eine höhere Kraftübertragung durch den Reiter erfahren, könnte ebenfalls eine Erklärung für die höheren Werte bei den 2 Jährigen sein. In den Gangarten Trab und Galopp, in denen man dann allerdings signifikante Unterschiede erwarten würde, konnte nur die Tendenz zu höheren Werten festgestellt werden. Als „schmiegsamen“ und „weichen Sitz“ bezeichnet man den Zustand, in dem der Reiter den Bewegungen des Pferdes unmittelbar folgt, und in dem es nicht zu einer Ablösung der Sitzfläche vom Sattel kommt. Je schmiegsamer der Sitz, umso geringer also die Kräfte, die zwischen Reiter und Pferd wirken (*Preuschoft et al.*, 1994). In einer neueren Studie konnte eine Abnahme der Kraftübertragung nach osteotherapeutischer Behandlung festgestellt werden, da die Adhäsion zwischen Reiter und Sattel sich auf dem entspannten Rücken deutlich verbessert und somit der Reiter eine geringere Beschleunigung in Bezug auf den Pferderücken erfährt.

In der vorliegenden Studie konnte jedoch gezeigt werden, dass sowohl die punktuellen als auch die durchschnittlichen, maximalen Druckwerte im Stand mit Reiter, im Schritt, Trab und Galopp bei den 2 Jährigen signifikant höhere Werte aufwiesen (Tab. 1). Durch wiederholte Einwirkung von hohen punktuellen und maximalen durchschnittlichen Druckwerten scheint es zu schmerzhaften Verspannungen der Rückenmuskulatur zu kommen, was sich durch eine Einschränkung der Rückentätigkeit und langsam fortschreitende Muskelatrophie äußert. Dass diese Veränderungen einige Zeit in Anspruch nehmen, zeigt sich in der vorliegenden Studie in der Tatsache, dass

sie erst in der Gruppe der 3 jährigen und älteren Pferde signifikant gehäuft auftreten. Aus humanmedizinischen Studien ist bekannt, dass Druckeinwirkungen über die „physiologische Toleranz“ zu traumatischen Schäden mit eindeutig histologisch und physiologisch nachweisbaren Reaktionen führen. Diese Erkenntnisse sind durchaus auch auf andere Säugetiere wie z. B. das Pferd übertragbar. Ischämien, Myalgien, Myogelosen und Hyperalgesien gehören zu den Folgen derartiger mechanischer Traumen (*Blümcke*, 1994).

Korrelation zwischen Satteldruckmessung und klinischer Untersuchung

In der Gruppe der 2 Jährigen zeigten die Pferde hochsignifikant häufig eine gleichmäßige Verteilung der Muskelverspannungen (Tab. 8), während bei den 3 jährigen und älteren Pferden in der linken Rückenmuskulatur mit 35,9 % am häufigsten die Sattellage und in der rechten Rückenmuskulatur mit 29,4 % Sattellage und Lendenbereich gleichmäßig betroffen waren (Tab. 9 und Tab. 4). In der Gruppe C konnten Verspannungen der Rückenmuskulatur mit 64,7 % häufiger in der rechten als in der linken Rückenmuskulatur (53 %) festgestellt werden (Tab. 4). Die Tatsache, dass in der Gruppe C bei 70,6 % der Pferde ein asymmetrisches Sattelkissen gefunden wurde, während dies in der Gruppe der 2 Jährigen nur bei 20 % der Pferde der Fall war (Tab. 6), scheint eine plausible Erklärung für die ungleichmäßige Belastung des Pferderückens und die daraus resultierenden Muskelverspannungen zu sein. Es wäre aber auch denkbar, dass durch den Reiter eine einseitige Belastung der langen Rückenmuskulatur gefördert wird, da die überwiegende Mehrzahl der Reiter Rechtshänder ist, dabei besonders die rechte Gesäßhälfte mehr belastet und häufig dazu neigt in der Hüfte nach links einzuknicken. Dadurch könnte ebenfalls eine verstärkte Belastung im Bereich der rechten Rückenmuskulatur und der linken Sattellage verursacht werden. Die Tatsache, dass in der vorliegenden Studie in der Gruppe der 2 Jährigen im Bereich des Widerristes und der Sattellage signifikant häufig eine Druckdolenz der Dornfortsätze gefunden wurde, während bei den 3 jährigen und älteren Pferden hochsignifikant häufig nur die Sattellage betroffen war (Tab. 4), kann dadurch erklärt werden, dass in der Gruppe B im Bereich

des Widerristes nur bei 40 % der Sättel eine ausreichende Kammerweite festgestellt werden konnte, während in der Gruppe C dies bei 64,7 % der Sättel der Fall war (Tab. 6).

Bei den 3 jährigen und älteren Pferden konnte weiterhin beobachtet werden, dass Pferde, deren Sattel ein zu hartes Sattelpolster aufwies, bei der Palpation der Dornfortsätze vermehrt mit Schmerzen reagierten. Wenn auch der Zusammenhang zwischen der Beschaffenheit des Sattelpolsters und dem Auftreten von druckdolenten Dornfortsätzen gerade nicht mehr signifikant ($p = 0.0505$) war, zeichnete sich doch eine gewisse Tendenz ab, dass durch ein zu hartes Sattelpolster Druckdolenzen im Bereich der Dornfortsätze hervorgerufen werden (Tab. 9).

In Übereinstimmung mit den von *Werner et al.* (2002) aufgestellten Kriterien an die Passform eines Sattels wird auch in dieser Studie deutlich, dass nur eine große und vor allem zusammenhängende Sattelauflagefläche mit einem weichem Sattelpolster in der Lage ist, das Reitergewicht auf dem Pferderücken gleichmäßig zu verteilen. Auch in der vorliegenden Studie konnte bei den 3 jährigen und älteren Pferden einer ungleichmäßigen Auflagefläche des Sattels eindeutig ein gehäuftes Auftreten von Muskelverspannungen zugeordnet werden (Tab. 9). Bei den 2 Jährigen Pferden korrelierte ein asymmetrisches Sattelkissen mit dem Anstieg der maximalen Kraftübertragung. Ein zu hartes Sattelpolster im Bereich des Widerristes und des Lendenbereiches führte infolge einer Brückenbildung zu einem Anstieg der maximalen Kraftübertragung in diesem Bereich (Tab. 8). Bei den 3 jährigen und älteren Pferden konnte dem Anstieg der maximalen Kraftübertragung eine verstärkte Druckdolenz der Dornfortsätze der Brust- und Lendenwirbelsäule zugeordnet werden (Tab. 9).

Punktuelle Druckwerte von mehr als $3,6 \text{ N/cm}^2$ wurden in Zusammenhang mit einer verstärkten Muskelverspannung, druckdolenten Dornfortsätzen und einem zu harten Sattelpolster festgestellt. In einer älteren Studie legte bereits *Blümcke* (1994) die kritische Belastungsgrenze auf 3 Newton fest, während *Werner et al.* (2002) in einer Studie an 25 Lipizzaner Hengsten eine Korrelation zwischen höheren Druckwerten ($> 3,5 \text{ N/cm}^2$) und leichten Schmerzreaktionen an den Dornfortsätzen, einer Muskelatrophie im Rückenbereich und zu harten Sattelpolstern fanden.

Durchschnittliche Maximaldruckwerte von mehr als $2,17 \text{ N/cm}^2$ korrelier-

ten bei den 3 jährigen und älteren Pferden mit einer vermehrten Druckdolenz der Dornfortsätze der Brust- und Lendenwirbelsäule (Tab. 9), während bei den 2 Jährigen Werte von 2,3 N/cm² einer fehlenden Druckdolenz zugeordnet werden konnten (Tab. 8). Es scheint also, dass die 2 Jährigen im Vergleich zu den 3 jährigen und älteren Pferden noch nicht so empfindlich auf höhere Druckwerte reagieren. Wie aus der verfügbaren Literatur hervorgeht, definierte schon *Harman* (1994) in ihrer Untersuchung Sättel mit Druckwerten bis ca. 1,38 N/cm² als sehr gut, mit Druckwerten von etwa 1,43 bis 2,41 N/cm² ohne persistierende Druckpunkte als gut, mit persistierenden Druckpunkten als ausreichend und mit Druckwerten von mehr als ca. 2,43 N/cm² als schlecht angepasst.

Im Rennsport wurde dem Sattel als Verursacher von Rückenproblemen bisher wenig Bedeutung zugemessen. Allgemein wird davon ausgegangen, dass die leichten Rennsättel für den Rücken der Pferde kein Problem darstellen, was diese Studie trotz einer geringen Anzahl von Pferden deutlich widerlegt. Die Realität ist anders und zeigte vor allem auch, dass für die morgendlichen Trainingseinheiten erstens schwerere Trainingssättel mit Betonung auf Bequemlichkeit für den Jockey und weniger auf das Wohl des Pferderückens ausgerichtet verwendet wurden und zweitens bei dieser Serie alle Sättel in schlechtem Zustand waren. Dazu kam, dass im morgendlichen Training die Pferde sehr häufig im leichten Trab und nicht ausschließlich im Galopp trainiert wurden, wobei von den Jockeys keinerlei Anstalten gemacht wurde die Pferde dabei nach vorwärts abwärts zu reiten und damit eine Aufwölbung des Pferderückens zu erreichen. Nach dem Prinzip des „No hoof – no horse“ müsste doch angenommen werden, dass im Rennsport, wo Leistung an vorderster Stelle steht, die Maxime „no horse back – no performance“ gelten müsste. Dazu wären anständige Sättel ohne Defekte mit einer guten Passform die Voraussetzung.

5. Schlussfolgerung

Das elektronische Sattel-Messsystem Pliance-Mobile der Firma Novel GmbH, München, eignete sich sehr gut für die Datenerfassung der Auflagefläche, der Kraftübertragung auf den Pferderücken und der Druckverhältnisse unter dem Sattel.

Punktuelle maximale Druckwerte von mehr als 3,6 N/cm² korrelierten mit druckdolenten Dornfortsätzen, zu harten Sattelpolstern und dem Auftreten von Muskelverspannungen. Bei der klinischen Untersuchung konnten signifikante Unterschiede in der Ausbildung der langen Rückenmuskulatur, in der Beweglichkeit der Halswirbelsäule und im Auftreten von Muskelverspannungen und druckdolenten Dornfortsätzen zwischen den einzelnen Gruppen festgestellt werden, während die röntgenologischen Befunde in allen Gruppen nahezu gleich verteilt waren.

Ein Training mit schlecht angepassten Trainingsätteln führt durch asymmetrische Sattelpolster, zu harte Sattelpolster und zu enge Kammern zu einer ungleichmäßigen Kraftübertragung des Reitergewichtes mit hohen Spitzendruckwerten unter dem Sattel. Wirken diese Faktoren über längere Zeit auf den Pferderücken ein, sind Muskelatrophien und schmerzhaftes Verspannungen der langen Rückenmuskulatur sowie druckdolente Dornfortsätze die Folge. Röntgenologische Veränderungen werden nicht oder nur kaum beeinflusst, gewinnen aber zunehmend an klinischer Relevanz.

In weiteren Studien sollte der Einfluss des Reiters auf die Verteilung der Druckpunkte unter dem Sattel überprüft werden. Zusätzlich müsste ein Prototyp „Trainingsattel für Rennpferde“ geschaffen werden, welcher bessere Voraussetzungen für den Rücken von jungen Vollblütern bietet.

6. Danksagung

Als erstes möchte ich mich bei Frau PD Dr. B. von Rechenberg für die Überlassung des Dissertationsthemas und die Übernahme des Referates ganz herzlich bedanken. Dank Ihrer stets freundlichen Beratung und beharrlichen Unterstützung konnte ich diese Arbeit nun doch noch zum Abschluss bringen.

Bei Herrn Prof. Dr. H. Geyer bedanke ich mich für die Übernahme des Korreferates.

Ein besonderer Dank gilt auch Herrn Dr. H.-D. Vontobel, Stiftung Forschung für das Pferd, und Herrn Dr. Axel Kalpen, Novel GmbH, für die finanzielle Unterstützung der Studie und die Bereitstellung des Satteldruckmesssystems.

Ebenfalls ein großes Dankeschön geht an die Herren D. Fechner, W. Hefter und W. Himmel, Trainer der Trainingszentrale Iffezheim, für das Zurverfügungstellen der Pferde und die Mithilfe bei den jeweiligen Untersuchungen, sowie an Frau Jessika Müller, MSRU, für die Hilfe bei der Durchführung der Satteldruckmessungen.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei Frau Dr. P. Ohnemus, Herrn Dr. K. A. von Plocki und Herrn Dr. K.-W. von Salmuth für die Freistellung von der Klinikarbeit bedanken, ohne die die Durchführung des praktischen Teils und der Aufenthalt in Zürich für die Auswertung der Statistik nicht möglich gewesen wäre.

Mein herzlicher Dank gilt aber auch besonders meiner Mutter und meinen Freunden, die mir mit Rat und Tat beim Anfertigen dieser Arbeit zur Seite gestanden sind.

7. Literaturverzeichnis

Blümcke, S. (1994): Die elektronische Satteldruckmessung und ihre Anwendung. Zusammen Rücken, Buch zum 2. Forum, Edition Schürer Kassel, 62-68

Buess, C. (2003): Kann die Auswirkung einer manuellen Osteotherapie auf die „Losgelassenheit“ des Pferdes während der Arbeit im Dressurviereck mit einer elektronischen Druckmessung unter dem Sattel ermittelt werden? Inaugural-Dissertation, Pferdeklinik der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Zürich, 1-55

Buthe, A. und B. Hertsch (2002): Objektivierung der „Stempelprobe“ als Bestandteil der klinischen Rückenuntersuchung zur Diagnose des Kissing Spines-Syndroms mittels Algotrie in Korrelation mit Röntgenbefunden. Praktischer Tierarzt 83, 436-440

Dämmrich, K., A. Randelhoff und B. Weber (1993): Ein morphologischer Beitrag zur Biomechanik der thorakolumbalen Wirbelsäule und zur Pathogenese des Syndroms sich berührender Dornfortsätze (Kissing Spines-Syndrom) bei Pferden. Pferdeheilkunde 9, 267-281

Gundel, M. und U. Schatzmann (1997): Rückenprobleme beim Pferd: 1. Eine Literaturzusammenfassung zur klinischen Untersuchung. Pferdeheilkunde 13, 199-204

Gundel, M. und U. Schatzmann (1997): Rückenprobleme beim Pferd: 3. Vorschlag eines klinischen Untersuchungsprotokolls zur Abklärung einer Rückenproblematik beim Reitpferd. Pferdeheilkunde 13, 213-221

Gundel, M., U. Schatzmann und G. Ueltschi (1997): Rückenprobleme beim Pferd: Ein Vergleich der bildgebenden Verfahren mit der klinischen Untersuchung. Pferdeheilkunde 13, 659-666

Harman, J. C. (1992): Backs, Performance and Acupuncture, in Proceedings. 38th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners, 337-348

Harman, J. C. (1994): Practical use of a computerized saddle pressure measuring device to determine the effects of saddle pads on the horse's back. Journal of Equine Veterinary Science 14, 606-611

Harman, J. C. (1995): Practical Saddle Fitting, Part 1-3. *The Equine Athlete* 8, 6-13, 14-18, 17-19

Harman, J. C. (1997): Measurement of the pressures exerted by saddles on the horse's back using a computerized pressure measuring device. *Pferdeheilkunde* 13, 129-134

Haussler, K. K. und S. M. Stover (1998): Stress fractures of the vertebral lamina and pelvis in Thoroughbred racehorses. *Equine Veterinary Journal* 30, 374-381

Haussler, K. K., S. M. Stover und N. H. Willits (1999): Pathologic changes in the lumbosacral vertebrae and pelvis in Thoroughbred racehorses. *AJVR*, Vol 60, No. 2, 143-153

Jeffcott, L. B. (1975): Radiographic examination of the equine back case. *Proc 1st int. eqine vet. Conf.*, 133

Jeffcott, L. B. (1978): Klinische und röntgenologische Diagnostik der Wirbelsäulenerkrankungen des Pferdes. *Der praktische Tierarzt* 4, 272-281

Jeffcott, L. B. (1979): Back problems in the horse – a look at past, present and future progress. *Equine Veterinary Journal* 11, 129-136

Jeffcott, L. B. (1980): Disorders of the thoracolumbar spine of the horse – a survey of 443 cases. *Equine Veterinary Journal* 12, 197-210

Jeffcott, L. B. (1985): The examination of a horse with a potential back problem. *Proc of 31st Ann Conv AAEP*, 271-284

Jeffcott, L. B. (1993): Rückenprobleme des Athleten „Pferd“: 1. Ein Bericht über das Erkennen und die Möglichkeiten der Diagnose. *Pferdeheilkunde* 9, 143-150

Jeffcott, L. B. und J. F. Wade (1998): The equine back. *The horse* 5, 20-26

Jeffcott, L. B., M. A. Holmes und H. G. G. Townsend (1999): Validity of saddle pressure measurements using force-sensing technology – preliminary studies. *The Veterinary Journal* 158, 113-119

Mönkemöller, S., R. Keel, D. Hamsch, J. Müller, A. Kalpen, M. Geuder, J. A. Auer und B. v. Rechenberg (2005): Pliance Mobile – 16HE: Eine Folgestudie über elektronische Satteldruckmessungen nach Anpassung der Sattelsituation. *Pferdeheilkunde* 21, 102-114

Nowak, M. (1988): Die klinische, röntgenologische und szintigraphische Untersuchung bei den sogenannten Rückenproblemen des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 4, 193-198

Nyikos, S., D. Werner, J. A. Müller, C. Buess, R. Keel, A. Kalpen, H.-D. Vontobel, K. A. v. Plocki, J. A. Auer und Brigitte von Rechenberg (2005): Elektronische Satteldruckmessungen im Zusammenhang mit Rückenproblemen bei Pferden. *Pferdeheilkunde* 21, 187-198

Preuschhof, H., P. Falaturi und C. Lesch (1994): Was spürt das Pferd vom Reiter? Zusammen Rücken, Buch zum 2. Forum, Edition Schürer Kassel, 20-31

Pullin, J. G., M. A. Collier, C. M. Durham und R. K. Miller (1996): Use of force sensing array technology in the development of a new equine saddle pad: static and dynamic evaluations and technical considerations. *Journal of Equine Veterinary Science* 16, 207-216

Ranner, W. und H. Gerhards (2001): Diagnostik bei Verdacht auf Rückenkrankungen beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 17, 225-232

Ranner, W. und H. Gerhards (2002): Vorkommen und Bedeutung von Rückenkrankungen – insbesondere des „Kissing Spine“-Syndroms – bei Pferden in Süddeutschland. *Pferdeheilkunde* 18, 21-33

Ranner, W., Gerhards, H. und W. Klee (2002): Diagnostische Validität der Palpation bei Pferden mit Rückenproblemen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 114, 420-424

Salis, B. v. und B. Huskamp (1978): Vorläufige Erfahrungen mit der konservativen und chirurgischen Behandlung der Wirbelsäulenerkrankung der Pferde. *Der praktische Tierarzt* 4, 281-284

Werner, D., S. Nyikos, A. Kalpen, M. Geuder, C. Haas, H.-D. Vontobel, J. A. Auer und B. v. Rechenberg (2002): Druckmessungen unter dem Sattel: Eine Studie mit einem elektronischen Sattel-Messsystem (Novel GmbH). *Pferdeheilkunde* 18, 125-140

Wissdorf, H. (1994): Die Wirbelsäule des Pferderückens, ihre häufigsten Veränderungen sowie deren Folgen. Zusammen Rücken, Buch zum 2. Forum, Edition Schürer Kassel, 14-19

8. Anhang

8.1 Anhang A1 - Abbildungen

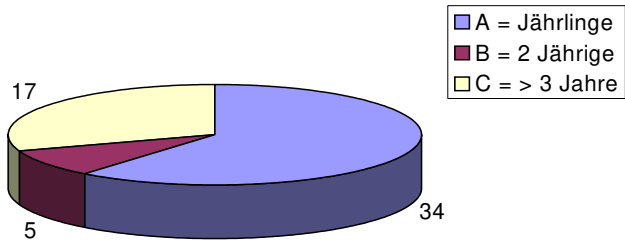


Abbildung 1: Altersverteilung

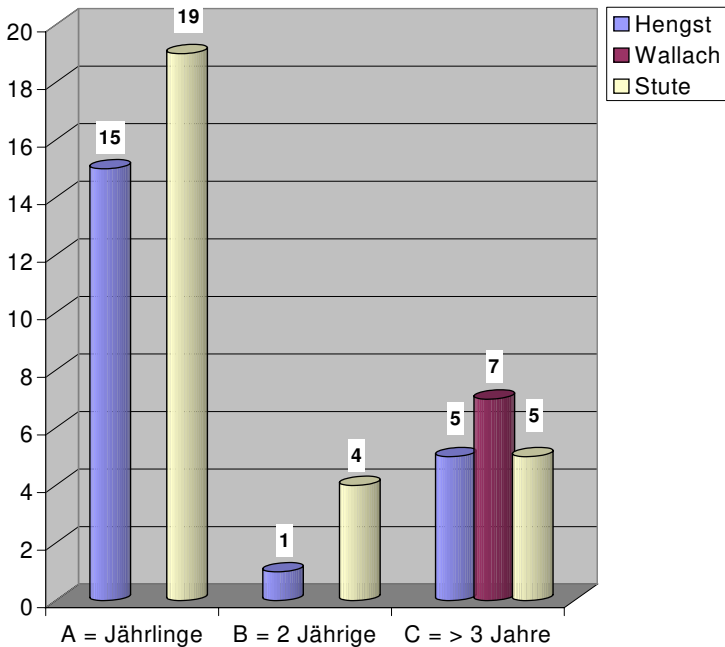


Abbildung 2: Geschlechtsverteilung

8.2 Anhang A2 - Protokolle

Protokoll 1: Rückenuntersuchung

Allgemein:							
Alter:							
Geschlecht:	Hengst	(1)	Wallach	(2)	Stute	(3)	
Adspektion:							
Ernährungszustand:	adipös	(1)	gut	(2)	mässig	(3)	schlecht (4)
Bemuskelung:			gut	(1)	Atrophie	(2)	Hypertrophie (3)
	Hals						
	Vorderbein/ Schulter						
	Rücken						
	Kruppe/ Hinterhand						
Satteldruck:	nein	(1)	ja	(2)	Scheuerstelle	(3)	
Gurtendruck:	nein	(1)	ja	(2)	Scheuerstelle	(3)	
Palpation:							
Genick:	verspannt	(1)	dolent	(2)	normal	(3)	
HWS: Muskulatur:	o. B.	(1)	verspannt	(2)			
Wirbelsäule:	o. B.	(1)	dolent	(2)			
HWS Flexion:	o. B.	(1)	m. B.	(2)			
BWS/LWS: Musk.:	o. B.	(1)	verspannt	(2)			
DFS:	o. B.	(1)	dolent	(2)			
re. Rü.-Musk.	o. B.	(0)	li. Rü.- Musk.		o. B	(0)	
verspannt wo:	Widerrist	(1)	verspannt wo:		Widerrist	(1)	
	Sattellage	(2)			Sattellage	(2)	
	Lendenbereich	(3)			Lendenbereich	(3)	
DFS dolent wo:	o. B.	(0)					
	Widerrist	(1)					
	Sattellage	(2)					
	Lendenbereich	(3)					

Anhang

Protokoll 1: Rückenuntersuchung

Manipulation der RÜ.-beweglichkeit:							
Dorsoflexion:	normale Ausweichreaktion	(1)	Biegsamkeit vermindert	(2)	Steifheit	(3)	Abwehr (4)
Lateroflexion:	normale Ausweichreaktion	(1)	Biegsamkeit vermindert	(2)	Steifheit	(3)	Abwehr (4)
Schmerzpalpation im Bereich des Ilio-Sakral-Gelenkes:	normale Ausweichreaktion	(1)	Abwehr	(2)	deutliches ventrales Ausweichen	(3)	

Protokoll 2: Röntgenbildbeurteilung

Abstände der DFS:	> 0,4 cm	(1)
	< 0,4 cm	(2)
Engstand der DFS:	nein	(1)
	2 DFS	(2)
	> 2 DFS	(3)
Sklerosierung der DFS:	nein	(1)
	2 DFS	(2)
	> 2 DFS	(3)
Osteolyse der DFS:	nein	(1)
	2 DFS	(2)
	> 2 DFS	(3)
Überreiten der DFS:	nein	(1)
	2 DFS	(2)
	> 2 DFS	(3)
betroffene DFS:	Sattellage	(1)
	(T9 - T18)	
	Mitte Sattellage bis LWS	(2)
	(T12 - L3)	
	Sattellage und Ende Sattellage bis LWS	(3)
	(T9-T18, T18 - L3)	
	o. B.	(4)

Anhang

Protokoll 3: Sattelbeurteilung

Allgemeines						
Rennsattel:	ja	(1)		Maßsattel:	ja	(1)
	nein	(2)			nein	(2)
Reparaturen/ Aufpolsterung:	ja	(1)		Sattelunterlage:	Filz/Baumwolle	(1)
	nein	(2)			Filz/Frottee	(2)
					Filz/Baumwolle/ Gel	(3)
					Lammfell	(4)
Beurteilung des Sattels ohne Pferd:						
Sattelkissen:	symmetrisch	(1)		Polsterung:	zu hart	(1)
	assymmetrisch	(2)			gut	(2)
					weich/zusammengefallen	(3)
Kammerweite vorne:	zu eng	(1)		Kammerweite hinten:	zu eng	(1)
	gut	(2)			gut	(2)
	zu weit	(3)			zu weit	(3)
	keine	(4)			keine	(4)
Verarbeitungsfehler/Defekte:	keine	(1)		Sattelbaum	zu lang	(1)
	Sattelbaum fehlend	(2)			zu kurz	(2)
	Sattelbaum gebrochen	(3)			gut	(3)
	Vorstehende Metallteile	(4)				
	Naht/ Leder defekt	(5)				
Beurteilung des Sattels am Pferd						
Schulterfreiheit:	ja	(1)		Tiefster Punkt der Sitzfläche:	korrekt	(1)
	nein	(2)			zu weit vorne	(2)
					zu weit hinten	(3)
Gurt:	fällt lotrecht	(1)		Steigbügelauflage:	korrekt	(1)
	fällt nicht lotrecht	(2)			zu weit vorne	(2)
					zu weit hinten	(3)

8.3 Anhang A3 - Tabellen

Tabelle 1: Vergleich von durchschnittlichen Messergebnissen aus der Satteldruckmessung in verschiedenen Gangarten (Anova)

Gruppe:	B	C	P-Value
Alter:	2 Jahre	≥ 3 Jahre	B, C
Ca sto	113,333 +/- 77,155	91,922 +/- 66,360	0,1707
Ca stm	170,667 +/- 74,288	163,022 +/- 71,369	0,6159
Ca sl	214,133 +/- 68,744	204,583 +/- 62,355	0,4763
Ca tl	221,867 +/- 61,965	223,167 +/- 55,928	0,9139
Ca gl	224,533 +/- 59,938	219,048 +/- 60,620	0,6704
Mf sto	49,050 +/- 45,007	32,343 +/- 39,389	0,0714
Mf stm	120,713 +/- 73,423	114,509 +/- 131,052	0,8059
Mf sl	251,420 +/- 217,442	168,244 +/- 137,871	0,0143
Mf tl	354,827 +/- 194,968	300,875 +/- 187,953	0,1762
Mf gl	390,813 +/- 230,031	310,426 +/- 181,546	0,0554
Pp sto	0,968 +/- 0,545	0,736 +/- 0,640	0,0543
Pp stm	2,029 +/- 0,987	1,594 +/- 0,844	0,0125
Pp sl	3,522 +/- 1,434	2,449 +/- 0,995	< 0,0001
Pp tl	4,449 +/- 1,343	3,725 +/- 1,287	0,0047
Pp gl	4,834 +/- 1,174	4,106 +/- 1,478	0,0095
Mp sto	0,823 +/- 0,495	0,631 +/- 0,761	0,1627
Mp stm	1,701 +/- 0,809	1,357 +/- 0,769	0,0254
Mp sl	1,813 +/- 0,803	1,266 +/- 0,591	< 0,0001
Mp tl	1,938 +/- 0,817	1,587 +/- 0,698	0,0138
Mp gl	2,168 +/- 0,801	1,747 +/- 0,846	0,0117
Mef sto	43,718 +/- 41,880	26,355 +/- 35,532	0,0396
Mef stm	103,621 +/- 67,521	100,794 +/- 119,023	0,902
Mef sl	139,148 +/- 105,853	90,341 +/- 60,167	0,0019
Mef tl	128,124 +/- 82,971	109,221 +/- 67,412	0,2077
Mef gl	139,804 +/- 85,898	117,347 +/- 76,868	0,1858
Ma sto	97,238 +/- 61,923	69,805 +/- 59,915	0,0471
Ma stm	148,572 +/- 76,080	144,187 +/- 73,062	0,7786
Ma sl	157,610 +/- 80,536	137,305 +/- 69,123	0,1797
Ma tl	132,001 +/- 66,415	130,995 +/- 65,719	0,9419
Ma gl	135,703 +/- 63,838	128,860 +/- 66,586	0,6263

Ca (cm²) = contact area, Mf (N) = maximum force, Pp (N/cm²) = peak pressure, Mp (N/cm²) = maximum mean pressure, Mef (N) = mean force, Ma (cm²) = mean area, sto = Stand ohne Reiter, stm = Stand mit Reiter, sl = Schritt links, tl = Trab links, gl = Galopp links

Anhang

Tabelle 2: Vergleich von Befunden aus der Rückenuntersuchung (Anova)

Gruppe:	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C	P-Value	P-Value	P-Value	P-Value
Alter:	Jährlinge	2 Jährige	≥ 3 Jahre	gesamt	A, B	A, C	B, C
Ernährungs- zustand	1,971 +/- 0,3	2 +/- 0	2 +/- 0	0,9022	0,7963	0,6775	*
1 = Adipös							
2 = gut							
3 = mäßig							
4 = schlecht							
Bemuskelung Rücken	1,147 +/- 0,359	1,2 +/- 0,447	1,471 +/- 0,624	0,0689	0,8117	0,0221	0,2545
1 = gut							
2 = Atrophie							
3 = Hypertro- phie							
HWS Flexion	1 +/- 0	1 +/- 0	1,176 +/- 0,393	0,0251	*	0,0081	0,1141
1 = o. B.							
2 = m. B.							
BWS/LWS Musk. versp.	1,294 +/- 0,462	1,6 +/- 0,548	1,765 +/- 0,437	0,0041	0,1728	0,0012	0,4866
1 = o. B.							
2 = verspannt							
BWS/LWS DFS dolent	1,118 +/- 0,327	1,6 +/- 0,548	1,529 +/- 0,514	0,0016	0,0177	0,0014	0,7372
1 = o. B.							
2 = dolent							
BWS/LWS Dor- soflexion	1,088 +/- 0,288	1,2 +/- 0,447	1,176 +/- 0,393	0,5943	0,4912	0,3815	0,8912
1 = normale Ausweichreak- tion							
2 = Biegsam- keit vermindert							
3 = Steifheit							
4 = Abwehr							

Anhang

Tabelle 2: Vergleich von Befunden aus der Rückenuntersuchung (Anova)

BWS/LWS Lateroflexion	1,235 +/- 0,431	1,4 +/- 0,548	1,412 +/- 0,795	0,545	0,5514	0,305	0,968
1 = normale Ausweichreak- tion							
2 = Biegsam- keit vermindert							
3 = Steifheit							
4 = Abwehr							

Tabelle 3: Vergleich von Befunden aus der Röntgenuntersuchung (Anova)

Gruppe:	A	B	C	P-Value	P-Value	P-Value	P-Value
Alter:	Jährlinge	2 Jährige	≥ 3 Jahre	gesamt	A, B	A, C	B, C
Rö.-Bi. Abstand DFS	1,824 +/- 0,387	1,6 +/- 0,548	1,867 +/- 0,352	0,4185	0,2405	0,7247	0,1947
1 = > 0,4 cm							
2 = < 0,4 cm							
Engstand DFS	2,324 +/- 0,768	2,2 +/- 1,095	2,533 +/- 0,743	0,6137	0,746	0,3966	0,4187
1 = nein							
2 = 2 DFS							
3 = > 2 DFS							
Sklerosierung DFS	1,941 +/- 0,814	2 +/- 1	2,067 +/- 0,884	0,8917	0,8856	0,6358	0,8798
1 = nein							
2 = 2 DFS							
3 = > 2 DFS							
Osteolyse DFS	1,765 +/- 0,855	2 +/- 1	1,733 +/- 0,961	0,8396	0,5864	0,9106	0,5674
1 = nein							
2 = 2 DFS							
3 = > 2 DFS							
Überreiten DFS	1,265 +/- 0,567	1,4 +/- 0,894	1,333 +/- 0,617	0,8661	0,6468	0,7194	0,834
1 = nein							
2 = 2 DFS							
3 = > 2 DFS							

Anhang

Tabelle 4: Prozentuale Verteilung von Befunden bei der Rückenuntersuchung

	Jährlinge		2 Jährige		≥ 3 Jahre	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Alter	34	60,7	5	8,9	17	30,4
Geschlecht						
1 = Hengst	15	44,1	1	20	5	29,4
2 = Wallach					7	41,2
3 = Stute	19	55,9	4	80	5	29,4
Ernährungszustand						
1 = adipös	2	5,9				
2 = gut	31	91,2	5	100	17	100
3 = mäßig	1	2,9				
4 = schlecht						
Bemuskelung Hals						
1 = gut	34	100	5	100	17	100
2 = Atrophie						
3 = Hypertrophie						
Bemuskelung VoB/Schulter						
1 = gut	34	100	5	100	17	100
2 = Atrophie						
3 = Hypertrophie						
Bemuskelung Rücken						
1 = gut	29	85,3	4	80	10	58,8
2 = Atrophie	5	14,7	1	20	6	35,3
3 = Hypertrophie					1	5,9
Bemuskelung Kruppe/HiH						
1 = gut	34	100	5	100	17	100
2 = Atrophie						
3 = Hypertrophie						
Satteldruck						
1 = nein	34	100	5	100	17	100
2 = ja						
3 = Scheuerstelle						
Gurtendruck						
1 = nein	34	100	5	100	17	100
2 = ja						
3 = Scheuerstelle						
Genick						
1 = verspannt						
2 = dolent						
3 = normal	34	100	5	100	17	100
HWS Muskulatur						
1 = o. B.	34	100	5	100	16	94,1
2 = verspannt					1	5,9

Anhang

Tabelle 4: Prozentuale Verteilung von Befunden bei der Rückenuntersuchung

	Jährlinge		2 Jährige		≥ 3 Jahre	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
HWS Wirbelsäule						
1 = o. B.	34	100	5	100	17	100
2 = dolent						
HWS Flexion						
1 = o. B.	34	100	5	100	14	82,3
2 = m. B.					3	17,6
BWS/LWS Muskulatur						
1 = o. B.	24	70,6	2	40	4	23,5
2 = verspannt	10	29,4	3	60	13	76,5
BWS/LWS Dornfortsätze						
1 = o. B.	30	88,2	2	40	8	47,1
2 = dolent	4	11,8	3	60	9	52,9
re. Rü.- Musk. verspannt wo						
0 = o. B.	24	70,6	2	40	6	35,3
1 = Widerrist			1	20	1	5,9
2 = Sattellage	6	17,7	1	20	5	29,4
3 = Lendenbereich	4	11,7	1	20	5	29,4
li. Rü.- Musk. verspannt wo						
0 = o. B.	25	73,5	2	40	8	47,1
1 = Widerrist	1	2,9	1	20	1	5,9
2 = Sattellage	6	17,7	1	20	6	35,3
3 = Lendenbereich	2	5,9	1	20	2	11,8
DFS dolent wo						
0 = o. B.	30	88,2	2	40	8	47,1
1 = Widerrist			1	20	1	5,9
2 = Sattellage	4	11,8	2	40	6	35,3
3 = Lendenbereich					2	11,8
Dorsoflexion						
1 = normale Ausweichreaktion	31	91,2	4	80	14	82,4
2 = Biagsamkeit vermindert	3	8,8	1	20	3	17,6
3 = Steifheit						
4 = Abwehr						
Lateroflexion						
1 = normale Ausweichreaktion	26	76,5	3	60	12	70,6
2 = Biagsamkeit vermindert	8	23,5	2	40	4	23,5
3 = Steifheit						
4 = Abwehr					1	5,9
Ilio-Sakral-Gelenk						
1 = normale Ausweichreaktion	34	100	5	100	17	100
2 = Abwehr						
3 = deutliches ventrales Ausweichen						

Anhang

Tabelle 5: Prozentuale Verteilung von Befunden bei der Röntgenbildbeurteilung

	Jährlinge		2 Jährige		≥ 3 Jahre	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Abstand DFS						
1 = > 0,4 cm	6	17,7	2	40	2	13,3
2 = < 0,4 cm	28	82,3	3	60	13	86,7
Engstand DFS						
1 = nein	6	17,7	2	40	2	13,3
2 = 2 DFS	11	32,3			3	20
3 = > 2 DFS	17	50	3	60	10	66,7
Sklerosierung DFS						
1 = nein	12	35,3	2	40	5	33,3
2 = 2 DFS	12	35,3	1	20	4	26,7
3 = > 2 DFS	10	29,4	2	40	6	40
Osteolyse DFS						
1 = nein	17	50	2	40	9	60
2 = 2 DFS	8	23,5	1	20	1	6,7
3 = > 2 DFS	9	26,5	2	40	5	33,3
Überreiten DFS						
1 = nein	27	79,4	4	80	11	73,3
2 = 2 DFS	5	14,7			3	20
3 = > 2 DFS	2	5,9	1	20	1	6,7
betroffene DFS						
1 = Sattellage (T9 - T18)	21	61,8	1	20	8	53,3
2 = Mitte Sattellage bis LWS (T12 - L3)	6	17,7	1	20	3	20
3 = Sattellage und Ende Sattellage bis LWS (T9 - T18; T18 - L3)	1	2,9	1	20	2	13,3
4 = o. b. B.	6	17,7	2	40	2	13,3

Anhang

Tabelle 6: Prozentuale Verteilung der Befunde bei der Sattelbeurteilung

	Gruppe B = 2 Jährige		Gruppe C = ≥ 3 Jahre	
	Anzahl	%	Anzahl	%
Rennsattel				
1 = ja	5	100	17	100
2 = nein				
Maßsattel				
1 = ja				
2 = nein	5	100	17	100
Reparaturen/Aufpolsterung				
1 = ja			7	41,2
2 = nein	5	100	10	58,8
Sattelunterlage				
1 = Filz/Baumwolle	4	80	17	100
2 = Filz/ Frottee				
3 = Filz/Baumwolle/Gel	1	20		
4 = Lammfell				
Sattelpissen				
1 = symmetrisch	4	80	5	29,4
2 = assymmetrisch	1	20	12	70,6
Polsterung				
1 = zu hart	1	20	9	52,9
2 = gut	1	20	4	23,5
3 = weich/zusammengefallen	3	60	4	23,5
Kammerweite vorne				
1 = zu eng	1	20	2	11,8
2 = gut	2	40	11	64,7
3 = zu weit			1	5,9
4 = keine	2	40	3	17,6
Kammerweite hinten				
1 = zu eng	1	20	13	76,5
2 = gut	2	40	1	5,9
3 = zu weit				
4 = keine	2	40	3	17,6
Verarbeitungsfehler/Defekte				
1 = keine	4	80	9	52,9
2 = Sattelbaum fehlend	1	20	1	5,9
3 = Sattelbaum gebrochen				
4 = Vorstehende Metallteile				
5 = Naht/Leder defekt			7	41,2
Sattelbaum				
1 = zu lang				
2 = zu kurz	2	40	3	17,6
3 = gut	3	60	14	82,3

Anhang

Tabelle 7a: Durchschnittliche Messwerte im Galopp

	total		Gruppe B		Gruppe C	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Ca M01 in cm ²	173,05	48,75	163,2	47,19	176,57	50,54
Ca M02	197,05	52	171,2	45,47	206,29	52,52
Ca M03	268,63	18,73	262,4	23,6	270,85	17,15
Ca M04	267,79	18,55	268,8	25,04	267,43	16,81
Ca M05	189,9	61,03	238,4	36,84	172,57	59,26
Ca M06	226,53	66,94	243,2	77,69	220,57	64,82
Ca M07	1322,95	152,22	1347,2	127,2	1314,29	163,69
Mf M01 in N	197,38	117,24	164,64	38,41	209,07	134,23
Mf M02	219,14	151,93	230,8	143,67	214,97	159,81
Mf M03	445,99	118,88	501,4	115,6	426,2	117,71
Mf M04	474,47	197,9	608,4	201,44	426,64	179,95
Mf M05	263,14	125,58	335,96	87,45	237,13	129,29
Mf M06	389,37	251,14	503,68	331,4	348,54	216,14
Mf M07	1681,67	566,11	1942,72	713,07	1588,44	501,72
Pp M01 in N/cm ²	4,13	1,7	4,28	0,77	4,07	1,95
Pp M02	3,68	1,54	4,7	1,77	3,32	1,33
Pp M03	4,59	1,19	4,85	1,01	4,49	1,27
Pp M04	4,54	1,18	5,41	0,79	4,24	1,16
Pp M05	3,82	1,3	4,15	1,19	3,7	1,37
Pp M06	3,92	1,48	4,5	1,27	3,71	1,54
Pp M07	5,41	0,94	5,95	0,47	5,21	1
Mp M01 in N/cm ²	1,54	0,89	1,59	0,61	1,52	0,97
Mp M02	1,6	0,97	2,08	1,03	1,43	0,93
Mp M03	2,21	0,69	2,3	0,588	2,17	0,74
Mp M04	2,2	0,79	2,75	0,58	2	0,78
Mp M05	1,53	0,59	1,75	0,76	1,45	0,53
Mp M06	1,38	0,56	1,74	0,59	1,25	0,51
Mp M07	2,56	0,71	2,97	0,54	2,42	0,72
Mef M01 in N	79,94	58,14	64,34	21,74	85,51	66,39
Mef M02	84,75	60,22	70,51	25,66	89,84	68,65
Mef M03	198,66	60,14	228,87	68,96	187,88	55,4
Mef M04	202,14	75,37	260,41	50,35	181,33	72,89
Mef M05	78,63	39,26	103,53	27,69	69,73	39,68
Mef M06	95,42	53,6	111,16	20,47	89,8	60,99
Mef M07	739,54	213,8	838,82	175,01	704,08	220,73
Ma M01 in cm ²	88,33	49,28	76,94	13,75	92,4	56,89
Ma M02	98,08	49,48	78,63	17,54	105,03	55,65
Ma M03	209,15	23,82	216,95	28,42	206,36	22,48
Ma M04	202,04	36,65	219,43	20,27	195,82	39,69
Ma M05	86,39	34,2	111,66	26,17	77,36	32,8
Ma M06	99,98	34,02	110,61	15,32	96,18	38,36
Ma M07	783,96	107,33	814,22	77,19	773,16	116,79

Ca = contact area, Mf = maximum force, Pp = peak pressure, Mp = maximum mean pressure, Mef = mean force, Ma = mean area M01 = Widerrist links, M02 = Widerrist rechts, M03 = Sattellage links, M04 = Sattellage rechts, M05 = Lendenbereich links, M06 = Lendenbereich rechts, M07 = gesamt

Anhang

Tabelle 7b: Durchschnittliche Messwerte im Schritt

	total		Gruppe B		Gruppe C	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Ca M01 in cm ²	144,38	47,16	140,8	41,42	145,5	50,02
Ca M02	163,81	55,86	156,8	73,23	166	52,05
Ca M03	264	27,71	267,2	24,4	263	29,34
Ca M04	257,91	35,32	278,4	3,58	251,5	38,419
Ca M05	195,43	41,84	217,6	30,15	188,5	43,33
Ca M06	215,62	62,35	224	77,56	213	59,57
Ca M07	1241,14	110,63	1284,8	176,15	1227,5	84,91
Mf M01 in N	89,43	49,25	95,6	33,03	87,5	54,1
Mf M02	123,81	128,44	187,04	200,52	104,05	97,59
Mf M03	203,21	72,58	264,8	67,93	185,28	64,71
Mf M04	255,94	211,3	415,24	305,94	206,16	153,19
Mf M05	186,35	52,96	194,52	60,24	183,8	52,37
Mf M06	268,54	262,01	337,38	150,88	242,68	241,2
Mf M07	929,55	581,29	1259,72	870,23	826,38	448,21
Pp M01 in N/cm ²	2,18	0,71	2,47	0,65	2,09	0,72
Pp M02	2,28	1,26	3,49	1,35	1,9	0,99
Pp M03	2,46	0,83	3,12	1,17	2,25	0,59
Pp M04	2,81	1,37	4,33	1,49	2,33	0,95
Pp M05	2,44	0,67	2,48	0,63	2,42	0,71
Pp M06	2,97	1,4	3,64	1,8	2,77	1,24
Pp M07	3,8	1,2	5,13	0,99	3,39	0,98
Mp M01 in N/cm ²	0,89	0,64	1,12	0,63	0,82	0,65
Mp M02	1,03	0,78	1,69	0,85	0,82	0,65
Mp M03	1,47	0,45	1,76	0,61	1,38	0,36
Mp M04	1,54	0,73	2,29	0,9	1,3	0,48
Mp M05	1,39	0,38	1,37	0,3	1,39	0,41
Mp M06	1,49	0,62	1,85	0,76	1,38	0,55
Mp M07	1,97	0,61	2,62	0,73	1,77	0,41
Mef M01 in N	42,42	35,59	40,84	20,02	42,91	39,76
Mef M02	54,51	54,04	83,39	90,02	45,48	36,98
Mef M03	134,73	58,43	192,04	62,46	116,83	45,55
Mef M04	146,45	90,3	250,04	109,87	114,08	54,39
Mef M05	101,34	32	102,88	30,22	100,86	33,48
Mef M06	132,33	95,52	165,71	135,95	121,89	82,16
Mef M07	611,77	269,65	834,89	394,3	542,05	183,6
Ma M01 in cm ²	69,22	44,75	65,38	13,65	70,42	51,13
Ma M02	79,2	54,56	88,3	69,18	76,35	51,55
Ma M03	217,77	36,4	244,7	21,99	209,36	36,33
Ma M04	202,33	58,93	245,77	17,48	188,76	61,02
Ma M05	136,48	33,12	146,38	33,69	133,38	33,42
Ma M06	147,85	45,56	155,14	64,25	145,57	40,54
Ma M07	852,84	142,09	945,66	151,57	823,83	130,48

Ca = contact area, Mf = maximum force, Pp = peak pressure, Mp = maximum mean pressure, Mef = mean force, Ma = mean area M01 = Widderrist links, M02 = Widderrist rechts, M03 = Sattellage links, M04 = Sattellage rechts, M05 = Lendenbereich links, M06 = Lendenbereich rechts, M07 = gesamt

Anhang

Tabelle 7c: Durchschnittliche Messwerte im Stand mit Reiter

	total		Gruppe B		Gruppe C	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Ca M01 in cm ²	100,8	49,95	92,8	37,78	103,47	54,3
Ca M02	111,2	73,41	107,2	58,13	112,53	79,63
Ca M03	234,4	31,91	248	32	229,87	31,64
Ca M04	224,4	38,45	249,6	17,34	216	40,23
Ca M05	147,6	39,23	176	16,97	138,13	40,28
Ca M06	171,2	62,48	150,4	71,87	178,13	60,13
Ca M07	989,6	166,5	1024	155,44	978,13	173,66
Mf M01 in N	48,49	38,51	58,72	43,9	45,08	37,58
Mf M02	63,26	85,67	53,64	26,39	66,47	98,57
Mf M03	136,52	58,93	182,24	77,89	121,28	44,54
Mf M04	171,34	135,93	190,8	58,92	164,85	154,61
Mf M05	102,05	38,56	125,6	32,62	94,2	38,07
Mf M06	174,7	203,08	113,28	66,79	195,17	230
Mf M07	663,02	421,65	672,92	217,13	659,72	477,25
Pp M01 in N/cm ²	1,13	0,85	1,54	1,01	1	0,78
Pp M02	1,25	1,03	1,84	1,23	1,06	0,91
Pp M03	1,65	0,61	1,83	0,94	1,59	0,49
Pp M04	2,1	0,9	2,78	0,96	1,88	0,78
Pp M05	1,52	0,55	1,54	0,52	1,51	0,58
Pp M06	1,81	0,84	1,8	0,79	1,81	0,88
Pp M07	2,45	0,76	2,88	0,83	2,31	0,71
Mp M01 in N/cm ²	0,91	0,76	1,22	0,77	0,81	0,76
Mp M02	1,04	0,93	1,48	1,13	0,89	0,85
Mp M03	1,39	0,53	1,6	0,79	1,32	0,43
Mp M04	1,76	0,78	2,34	0,73	1,57	0,72
Mp M05	1,29	0,44	1,35	0,47	1,27	0,44
Mp M06	1,58	0,73	1,49	0,51	1,62	0,8
Mp M07	2,13	0,63	2,44	0,56	2,02	0,64
Mef M01 in N	39,78	34,32	44,8	34,01	38,11	35,44
Mef M02	53,21	76,97	39,19	26,41	57,88	88,02
Mef M03	120,76	55,56	164,84	70,63	106,07	42,88
Mef M04	152,61	120,67	171,72	49,24	146,24	137,45
Mef M05	87,37	31,87	105,8	30,62	81,22	30,8
Mef M06	155,28	186,29	95,37	52,57	175,24	211,18
Mef M07	609	383,35	621,73	189,74	604,76	434,84
Ma M01 in cm ²	76,52	51,95	70,78	32,59	78,41	57,83
Ma M02	79,78	65,54	65,37	20,27	84,59	74,93
Ma M03	216,46	34,39	242,58	34,12	207,76	30,78
Ma M04	209,7	40,96	229,3	21,4	203,17	44,3
Ma M05	133,04	34,31	157,17	17,2	125	35,16
Ma M06	156,21	57,87	126,24	49,46	166,21	58,47
Ma M07	871,7	147,7	891,43	91,9	865,13	164,34

Ca = contact area, Mf = maximum force, Pp = peak pressure, Mp = maximum mean pressure, Mef = mean force, Ma = mean area M01 = Widerrist links, M02 = Widerrist rechts, M03 = Sattellage links, M04 = Sattellage rechts, M05 = Lendenbereich links, M06 = Lendenbereich rechts, M07 = gesamt

Anhang

Tabelle 7d: Durchschnittliche Messwerte im Stand ohne Reiter

	total		Gruppe B		Gruppe C	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Ca M01 in cm ²	74,29	47,14	64	25,92	77,5	52,31
Ca M02	76,57	63,53	65,6	25,55	80	71,79
Ca M03	148,95	66,28	187,2	43,3	137	68,69
Ca M04	152,38	66,09	201,6	53,49	137	63,25
Ca M05	52,19	38,42	59,2	31,29	50	41,05
Ca M06	71,62	56,77	102,4	92,16	62	40,21
Ca M07	576	241,77	680	233,17	543,5	242,29
Mf M01 in N	27,36	23,03	29,28	16,76	26,76	25,11
Mf M02	20,71	17,08	24,28	8,46	19,6	19,08
Mf M03	57,88	41,86	82,04	37,99	50,33	41,18
Mf M04	70,1	66,21	105,36	51,17	59,08	67,84
Mf M05	16,95	22,2	17,52	9,07	16,78	25,2
Mf M06	20,15	17,2	23,96	10,32	18,96	18,97
Mf M07	203,21	142,39	274,64	115,91	180,89	145,66
Pp M01 in N/cm ²	0,69	0,46	0,78	0,34	0,66	0,49
Pp M02	0,62	0,53	0,97	0,62	0,52	0,47
Pp M03	0,79	0,43	0,91	0,34	0,75	0,46
Pp M04	1,1	0,82	1,47	0,62	0,98	0,86
Pp M05	0,5	0,37	0,54	0,17	0,48	0,42
Pp M06	0,58	0,5	0,62	0,3	0,56	0,56
Pp M07	1,27	0,77	1,48	0,6	1,21	0,82
Mp M01 in N/cm ²	0,55	0,43	0,7	0,34	0,51	0,45
Mp M02	0,51	0,49	0,88	0,59	0,39	0,41
Mp M03	0,66	0,37	0,83	0,34	0,61	0,38
Mp M04	1,04	1,34	1,03	0,74	1,04	1,5
Mp M05	0,41	0,3	0,48	0,16	0,39	0,33
Mp M06	0,46	0,48	0,54	0,22	0,43	0,53
Mp M07	1,11	0,73	1,29	0,54	1,05	0,78
Mef M01 in N	21,98	19,5	24,89	15,84	21,06	20,89
Mef M02	16,59	15,17	21,12	8,41	15,17	16,7
Mef M03	49,22	38,52	75,72	36,98	40,94	36,14
Mef M04	61,17	62,74	95,48	46,89	50,45	64,4
Mef M05	13,64	16,12	15,45	8,49	13,07	18,05
Mef M06	15,39	15,05	18,15	5,28	14,52	17,07
Mef M07	177,97	134,75	250,82	109,97	155,21	136,62
Ma M01 in cm ²	55,61	44,9	55,71	30,52	55,58	49,39
Ma M02	45,83	37,14	50,67	7,02	44,32	42,61
Ma M03	126,94	65,05	173,39	34,63	112,42	66,17
Ma M04	125,27	72,45	184,69	44,02	106,7	70,27
Ma M05	45,74	33,35	54,92	32,06	42,87	34,23
Ma M06	50,8	31,51	65,42	23,38	46,24	32,94
Ma M07	450,18	224,99	584,8	138,71	408,12	233,31

Ca = contact area, Mf = maximum force, Pp = peak pressure, Mp = maximum mean pressure, Mef = mean force, Ma = mean area M01 = Widerrist links, M02 = Widerrist rechts, M03 = Sattellage links, M04 = Sattellage rechts, M05 = Lendenbereich links, M06 = Lendenbereich rechts, M07 = gesamt

Anhang

Tabelle 7e: Durchschnittliche Messwerte im Trab

	total		Gruppe B		Gruppe C	
	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.	Mean	Std. Dev.
Ca M01 in cm ²	166,86	43,18	145,6	28,51	173,5	45,51
Ca M02	187,05	55,57	172,8	67,79	191,5	52,94
Ca M03	269,71	17,74	262,4	23,6	272	15,73
Ca M04	266,29	19,12	265,6	24,27	266,5	18,18
Ca M05	201,52	46	225,6	29,61	194	48,31
Ca M06	245,71	52,22	259,2	62,64	241,5	50,11
Ca M07	1337,14	135,87	1331,2	156,42	1339	134,43
Mf M01 in N	162,13	95,87	155,88	46,55	164,09	107,98
Mf M02	220,91	167,65	254,8	221	210,31	154,75
Mf M03	367,9	103,99	398,36	90,19	358,38	108,83
Mf M04	404,16	164,82	501,56	209,62	373,73	142,66
Mf M05	286,87	103,94	380,8	134,17	257,51	75,79
Mf M06	440,36	278,79	437,56	232,05	441,24	298,79
Mf M07	1497,67	540,27	1629,6	608,99	1456,44	531,67
Pp M01 in N/cm ²	3,23	1,16	3,51	0,55	3,14	1,3
Pp M02	3,66	1,65	4,42	1,8	3,4	1,58
Pp M03	3,69	0,86	4,26	0,69	3,51	0,85
Pp M04	4,46	1,13	5,16	1,21	4,24	1,04
Pp M05	3,39	1,01	3,61	1,08	3,33	1,01
Pp M06	3,84	1,52	4,43	1,79	3,65	1,43
Pp M07	5,01	1,05	5,75	0,82	4,78	1,02
Mp M01 in N/cm ²	1,36	0,85	1,53	0,73	1,31	0,9
Mp M02	1,57	0,9	1,85	1,06	1,49	0,87
Mp M03	1,98	0,56	2,23	0,72	1,9	0,51
Mp M04	1,95	0,65	2,5	0,63	1,77	0,57
Mp M05	1,32	0,4	1,32	0,45	1,32	0,4
Mp M06	1,25	0,94	1,46	0,6	1,18	0,46
Mp M07	2,27	0,57	2,68	0,61	2,15	0,51
Mef M01 in N	70,9	56,6	61,82	25,62	73,74	63,72
Mef M02	79,2	56,47	67,04	29,63	83	62,88
Mef M03	183,07	61,36	223,45	72,03	170,45	54,07
Mef M04	178,74	64,61	233,63	53,46	161,59	59,04
Mef M05	75,89	28,47	90,06	23,55	71,46	29,06
Mef M06	94,53	47,73	92,74	31,08	95,09	52,72
Mef M07	682,33	193,85	768,74	188,03	655,33	193,41
Ma M01 in cm ²	84,7	48,77	75,29	19,67	87,64	55,04
Ma M02	97,53	52,15	78,56	24,4	103,46	57,53
Ma M03	213,57	19,91	217,93	18,89	212,21	20,61
Ma M04	200,04	38,55	221,05	15,05	193,47	41,57
Ma M05	87,98	22,73	96,66	22,83	85,27	22,74
Ma M06	103,58	33,07	102,53	22,7	103,91	36,33
Ma M07	787,41	108,45	792	78,69	785,97	118,42

Ca = contact area, Mf = maximum force, Pp = peak pressure, Mp = maximum mean pressure, Mef = mean force, Ma = mean area M01 = Widerrist links, M02 = Widerrist rechts, M03 = Sattellage links, M04 = Sattellage rechts, M05 = Lendenbereich links, M06 = Lendenbereich rechts, M07 = gesamt

Anhang

Tabelle 8: Korrelation Gruppe B - Galopp

	Correlation	P-Value
re. R�.‑Musk. wo versp., li. R�.‑Musk. wo versp.	1	< 0,0001
BWS/LWS DFS dolent, DFS wo dolent	0,913	0,0289
Mf M02, Sattelkissen	0,955	0,0077
Mf M02, Polsterung	-0,891	0,0439
Mf M04, Sattelkissen	0,936	0,0157
Mf M06, Sattelkissen	0,987	0,0004
Mf M06, Polsterung	-0,91	0,0305
Pp M06, BWS/LWS Musk. versp.	0,897	0,0394
Mp M03, BWS/LWS DFS dolent	-0,883	0,0492

Tabelle 9: Korrelation Gruppe C - Galopp

	Correlation	P-Value
BWS/LWS Musk. versp., re. R�.‑Musk. wo versp.	0,683	0,0018
BWS/LWS Musk. versp., li. R�.‑Musk. wo versp.	0,548	0,0213
BWS/LWS DFS dolent, DFS wo dolent	0,931	<0,0001
BWS/LWS DFS dolent, Polsterung	-0,48	0,0505
Ca M03, BWS/LWS Musk. versp.	0,645	0,0109
Ca M04, BWS/LWS Musk. versp.	0,68	0,0059
Ca M05, BWS/LWS Musk. versp.	0,649	0,0104
Mf M06, BWS/LWS DFS dolent	0,657	0,0089
Pp M04, BWS/LWS DFS dolent	0,631	0,0137
Pp M06, BWS/LWS DFS dolent	0,55	0,0401
Pp M06, Polsterung	-0,571	0,0315
Mp M03, BWS/LWS DFS dolent	0,581	0,0275

Tabelle 10: Korrelation Gruppe B - Schritt

Correlation	P-Value	
Ca M02, Sattelkissen	0,94	0,0138
Ca M02, Polsterung	-0,892	0,0432
Ca M04, Sattelkissen	-1	<0,0001
Mf M02, Sattelkissen	0,991	0,0001
Mf M03, BWS/LWS DFS dolent	-0,937	0,0156
Mf M04, Sattelkissen	0,99	0,0002
Mf M06, Sattelkissen	0,989	0,0002
Mp M01, BWS/LWS Musk. versp.	-0,988	0,0003
Mp M03, BWS/LWS DFS dolent	-0,909	0,0313
Mp M04, BWS/LWS DFS dolent	-0,887	0,0468

Anhang

Tabelle 11: Korellation Gruppe C - Schritt

	Correlation	P-Value
Ca M06, Polsterung	-0,549	0,0262
Mf M03, Polsterung	0,648	0,0054
Pp M04, BWS/LWS DFS dolent	0,549	0,0262
Pp M06, BWS/LWS DFS dolent	0,594	0,0137
Pp M06, Polsterung	-0,595	0,0134
Mp M01, Sattelkissen	-0,653	0,0049
Mp M01, Polsterung	0,5	0,0477
Mp M02, Sattelkissen	-0,617	0,0094

Tabelle 12: Korrelation Gruppe B - Stand mit Reiter

	Correlation	P-Value
Mf M01, BWS/LWS DFS dolent	-0,944	0,0123
Mf M03, BWS/LWS DFS dolent	-0,9	0,0376
Mf M05, BWS/LWS DFS dolent	-0,926	0,021
Pp M01, BWS/LWS DFS dolent	-0,903	0,0356
Pp M02, BWS/LWS Musk. versp.	-0,933	0,0175
Pp M03, BWS/LWS DFS dolent	-0,892	0,0427
Mp M02, BWS/LWS Musk. versp.	-0,903	0,0352
Mp M03, BWS/LWS DFS dolent	-0,933	0,0176

Tabelle 13: Korrelation Gruppe C - Stand mit Reiter

	Correlation	P-Value
Ca M01, BWS/LWS Musk. versp.	-0,539	0,0369
Ca M06, Sattelkissen	0,541	0,0359
Ca M06, Polsterung	-0,666	0,0054
Mf M01, Sattelkissen	-0,578	0,0223
Pp M01, Sattelkissen	-0,735	0,0011
Pp M01, Polsterung	0,607	0,0147
Mp M01, Sattelkissen	-0,726	0,0014
Mp M01, Polsterung	0,641	0,0084
Mp M02, Sattelkissen	-0,519	0,0466

Anhang

Tabelle 14: Korrelation Gruppe B - Stand ohne Reiter

Correlation	P-Value	
Ca M05, BWS/LWS DFS dolent	-0,957	0,007
Ca M06, Sattelkissen	0,98	0,0011
Ca M06, Polsterung	-0,888	0,0457
Mf M05, BWS/LWS DFS dolent	-0,924	0,0226
Pp M02, BWS/LWS Musk. versp.	-0,961	0,0055
Mp M02, BWS/LWS Musk. versp.	-0,956	0,0075

Tabelle 15: Korrelation Gruppe C - Stand ohne Reiter

	Correlation	P-Value
Ca M03, BWS/LWS Musk. versp.	0,547	0,027
Pp M02, Sattelkissen	-0,606	0,0113
Pp M02, Polsterung	0,546	0,0272
Mp M02, Sattelkissen	-0,61	0,0106
Mp M02, Polsterung	0,599	0,0127

Tabelle 16: Korrelation Gruppe B - Trab

	Correlation	P-Value
Ca M01, Sattelkissen	0,91	0,0309
Ca M02, Sattelkissen	0,884	0,0487
Mf M02, Sattelkissen	0,988	0,0003
Mf M04, Sattelkissen	0,906	0,0335
Mf M05, Polsterung	-0,961	0,0055
Mf M06, Sattelkissen	0,932	0,0177
Mf M06, Polsterung	-0,943	0,0127
Pp M03, Sattelkissen	0,947	0,0108
Pp M05, Polsterung	-0,932	0,0181
Pp M06, BWS/LWS Musk. versp.	0,892	0,0427
Mp M01, BWS/LWS Musk. versp.	-0,97	0,0032
Mp M02, BWS/LWS Musk. versp.	-0,982	0,0009

Tabelle 17: Korrelation Gruppe C - Trab

	Correlation	P-Value
Pp M04, BWS/LWS DFS dolent	0,563	0,0216
Pp M04, Polsterung	-0,563	0,0216
Pp M06, Polsterung	-0,562	0,0218
Mp M01, Polsterung	0,506	0,0444

Lebenslauf

Name:	Gabriella Werner
Geburtsdatum:	20.01.1967
Geburtsort:	Freiburg im Breisgau
Nationalität:	deutsch
1973 - 1977	Tarodunum-Grundschule Burg-Höfen
1977 - 1986	Kreisgymnasium Kirchzarten
06.06.1986	Allgemeine Hochschulreife
Juni 1986 - September 1988	diverse Praktika (Pferdeklinik Landwasser, Reitverein Trossingen, Reitverein Kirchzarten)
September 1988 - Juli 1991	Ausbildung zur Tierarzhelferin, Praxis Dr. Sylvia Strasser, Kirchzarten
15.06.1991	Abschlussprüfung als Tierarzhelferin
Oktober 1991 - März 1997	Studium der Veterinärmedizin an der Justus-Liebig-Universität, Gießen
19.12.1996	Abschluss des dritten Abschnitts der tierärztlichen Prüfung
20.01.1997	Erteilung der Approbation als Tierärztin
Januar 1997 - März 1998	angestellte Tierärztin, Praxis Dr. Hubert Bubmann, Freiburg
seit April 1998	angestellte Tierärztin, Pferdeklinik an der Rennbahn, Iffezheim
seit April 2001	externe Doktorandin an der Pferdeklinik der Vetsuisse- Fakultät Universität Zürich