

---

Aus dem Zentrum für klinische Tiermedizin der Tierärztlichen  
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Arbeit angefertigt unter der Leitung von Prof. Dr. med. vet. H. Gerhards

„Radiologische Befunderhebung an der Brustwirbelsäule des  
Pferdes gemäß des Röntgenleitfadens 2007 unter  
Berücksichtigung der klinischen Relevanz“

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde der  
Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von Carmen Geiger

aus Schwabmünchen

München 2012

Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan: Professor Dr. med. vet. Joachim Braun

Referent: Professor Dr. med. vet. Hartmut Gerhards

Koreferentin: Professor Dr. med. vet. Alexandra Meyer-Lindenberg

Tag der Promotion: 21. Juli 2012

*Ich widme diese Arbeit meinen Eltern*

**INHALTSVERZEICHNIS**

|  |          |
|--|----------|
| INHALTSVERZEICHNIS.....  | I        |
| ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....   | V        |
| <b>1 EINLEITUNG .....</b>  | <b>1</b> |
| <b>2 LITERATURÜBERSICHT.....</b>                                     | <b>2</b> |
| 2.1 ANATOMIE DER WIRBELSÄULE BEIM PFERD.....                         | 2        |
| 2.1.1 <i>Allgemeiner Aufbau</i> .....                                | 2        |
| 2.1.1.1 Brustwirbel .....  | 3        |
| 2.1.1.2 Lendenwirbel .....   | 7        |
| 2.1.1.3 Kleine Wirbelgelenke .....                                   | 8        |
| 2.1.1.4 Zwischenwirbelscheiben.....                                  | 9        |
| 2.1.1.5 Wirbelsäulenbänder .....                                     | 9        |
| 2.1.1.5.1 Kurze Bänder .....   | 10       |
| 2.1.1.5.2 Lange Bänder.....  | 12       |
| 2.1.1.6 Muskeln .....  | 15       |
| 2.2 BIOMECHANIK.....   | 16       |
| 2.2.1 <i>Einwirkende Kräfte</i> .....                                | 20       |
| 2.2.2 <i>Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule</i> .....    | 21       |
| 2.2.3 <i>Die Wirbeltypen</i> .....                                   | 24       |
| 2.2.4 <i>Kopf-Hals-Haltung</i> .....                                 | 26       |
| 2.2.5 <i>Kopf-Hals-Position beim Reiten</i> .....                    | 27       |
| 2.2.6 <i>Dynamik der Wirbelsäule</i> .....                           | 29       |
| 2.2.6.1 Schritt .....  | 29       |
| 2.2.6.2 Trab.....  | 30       |
| 2.2.6.3 Galopp .....   | 31       |
| 2.2.6.4 Sprung.....  | 32       |
| 2.3 ERKRANKUNGEN, DIE RÜCKENBESCHWERDEN BEIM PFERD VERURSACHEN ..... | 34       |
| 2.3.1 <i>Knochenveränderungen</i> .....                              | 34       |
| 2.3.1.1 Verformungen der Wirbelsäule .....                           | 34       |
| 2.3.1.2 Frakturen .....  | 35       |
| 2.3.1.3 andere Knochenveränderungen .....                            | 35       |
| 2.3.1.4 Entzündungen.....  | 35       |
| 2.3.2 <i>Weichteilverletzungen</i> .....                             | 35       |
| 2.3.2.1 Myopathien .....   | 35       |
| 2.3.2.2 Zerrungen .....  | 35       |
| 2.3.2.3 andere Läsionen des weichen Gewebes .....                    | 35       |
| 2.3.3 <i>Isolierte Verschattungen an den Dornfortsätzen</i> .....    | 36       |
| 2.3.4 <i>Frakturen der Dornfortsätze</i> .....                       | 37       |
| 2.3.5 <i>Kissing-Spine-Syndrom</i> .....                             | 38       |
| 2.3.5.1 Unterteilung des KSS.....                                    | 43       |

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 2.3.6    | <i>Pathogenese</i> .....   | 44        |
| 2.3.6.1  | Verschmolzene Wirbel.....  | 45        |
| 2.3.6.2  | Histologische Veränderungen.....   | 45        |
| 2.4      | RÖNTGENOLOGISCHE UND SZINTIGRAPHISCHE BEFUNDE .....  | 45        |
| 2.4.1    | <i>Spondylarthropathia deformans</i> .....   | 48        |
| 2.4.2    | <i>Spondylopathia deformans</i> .....  | 49        |
| 2.5      | DIAGNOSTIK.....  | 50        |
| 2.5.1    | <i>Anamnese</i> .....  | 51        |
| 2.5.2    | <i>Adspektion</i> .....  | 52        |
| 2.5.3    | <i>Lahmheitsuntersuchung</i> .....   | 52        |
| 2.5.4    | <i>Palpation</i> .....   | 52        |
| 2.5.5    | <i>Röntgen</i> .....   | 53        |
| 2.6      | ZUSAMMENHANG ZWISCHEN RÜCKENPROBLEMEN UND DEM REITEN .....   | 55        |
| 2.6.1    | <i>Hinter dem Zügel gehen, „Rollkur“ bzw. Hyperflexion</i> .....   | 58        |
| <b>3</b> | <b>MATERIAL UND METHODEN .....</b>   | <b>60</b> |
| 3.1      | METHODE .....  | 60        |
| 3.1.1    | <i>Patientenmaterial</i> .....   | 60        |
| 3.1.2    | <i>Röntgenaufnahmen</i> .....  | 61        |
| 3.1.3    | <i>Auswertung der Aufnahmen</i> .....  | 65        |
| 3.1.4    | <i>Klinische Untersuchung</i> .....  | 65        |
| 3.1.5    | <i>Beurteilung des Abstandes zwischen den Dornfortsätzen</i> .....   | 70        |
| 3.1.6    | <i>Auswertung der Röntgenbilder bzw. Röntgenbefunde</i> .....  | 71        |
| 3.1.6.1  | Röntgenklasse I: Zwischenräume größer 8mm ohne reaktive Veränderungen.....   | 73        |
| 3.1.6.2  | Röntgenklasse II: Zwischenräume 2 bis 8 mm ohne reaktive Veränderungen .....   | 74        |
| 3.1.6.3  | Röntgenklasse II – III: Zwischenräume kleiner als 2 mm ohne reaktive Veränderungen.....                                | 75        |
| 3.1.6.4  | Röntgenklasse II – III: Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen<br>(Sklerosierungssaum, Zubildungen)..... | 76        |
| 3.1.6.5  | Röntgenklasse III: Berühren der Dornfortsätze ohne reaktive Veränderungen .....  | 77        |
| 3.1.6.6  | Röntgenklasse III – IV: Berühren der Dornfortsätze mit starken Sklerosierungen und/oder<br>Zubildungen.....            | 78        |
| 3.1.6.7  | Röntgenklasse III – IV: Berühren der Dornfortsätze mit zystoidem Defekt .....  | 79        |
| 3.1.6.8  | Röntgenklasse III – IV: Dornfortsätze mit zystoidem Defekt. ....   | 80        |
| 3.1.6.9  | Röntgenklasse III – IV: Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden .....  | 81        |
| 3.1.6.10 | Röntgenklasse II: Zubildung dorsal .....   | 82        |
| 3.1.6.11 | Röntgenklasse II – III: Zubildungen kraniale und/oder kaudale Kontur .....   | 83        |
| 3.1.6.12 | Röntgenklasse II: Zubildungen, nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal gerichtet .....                            | 84        |
| 3.1.6.13 | Röntgenklasse II – III: Zubildungen nasenförmig mit Aufhellungslinie .....   | 85        |
| 3.1.6.14 | Röntgenklasse II – III: Verschattung, dorsal kappenartig .....   | 86        |
| 3.1.7    | <i>Statistische Auswertung</i> .....   | 86        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>4</b> | <b>ERGEBNISSE .....</b>   | <b>88</b>  |
| 4.1      | ALLGEMEINE UND SPEZIELLE UNTERSUCHUNG.....  | 88         |
| 4.1.1    | <i>Gewicht und Stockmaß</i> .....   | 88         |
| 4.1.2    | <i>Körperform</i> .....   | 88         |
| 4.1.3    | <i>Bemuskelung</i> .....  | 88         |
| 4.1.4    | <i>Palpationsbefund</i> .....   | 89         |
| 4.1.5    | <i>Probleme beim Reiten</i> .....   | 89         |
| 4.2      | RADIOLOGISCHE VERÄNDERUNGEN .....   | 90         |
| 4.2.1    | <i>Zwischenräume über 8 mm ohne reaktive Veränderungen (Röntgenklasse I)</i> .....                | 90         |
| 4.2.2    | <i>Zwischenräume 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen</i> .....                                   | 91         |
| 4.2.3    | <i>Zwischenräume kleiner 2 mm ohne reaktive Veränderung</i> .....                                 | 93         |
| 4.2.4    | <i>Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen (Sklerosierungsraum, Zubildung)</i> ..... | 93         |
| 4.2.5    | <i>Berühren der Dornfortsätze ohne deutliche reaktive Veränderungen</i> .....                     | 94         |
| 4.2.6    | <i>Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung</i> .....              | 94         |
| 4.2.7    | <i>Berühren der Dornfortsätze mit zystoiden Defekten</i> .....                                    | 96         |
| 4.2.8    | <i>Dornfortsatz mit zystoidem Defekt</i> .....  | 96         |
| 4.2.9    | <i>Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden</i> .....                                      | 98         |
| 4.2.10   | <i>Dorsale Zubildung</i> .....  | 98         |
| 4.2.11   | <i>Zubildungen, kraniale und/oder kaudale Kontur</i> .....  | 99         |
| 4.2.12   | <i>Zubildung nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal</i> .....                               | 101        |
| 4.2.13   | <i>Zubildungen nasenförmig mit Aufhellungslinien</i> .....  | 101        |
| 4.2.14   | <i>Verschattung, dorsal, kappenartig</i> .....  | 101        |
| 4.3      | KLASSEN .....   | 104        |
| 4.3.1    | <i>Gesamtklassen</i> .....  | 104        |
| 4.3.2    | <i>Körperform</i> .....   | 105        |
| 4.3.3    | <i>Palpation</i> .....  | 105        |
| 4.3.4    | <i>Reitprobleme</i> .....   | 105        |
| 4.3.5    | <i>Alter</i> .....  | 106        |
| 4.3.6    | <i>Stockmaß</i> .....   | 107        |
| 4.3.7    | <i>Gewicht</i> .....  | 107        |
| 4.4      | RÖNTGENTECHNIK.....   | 109        |
| <b>5</b> | <b>DISKUSSION .....</b>   | <b>111</b> |
| 5.1      | AUSWERTUNGSKRITERIEN.....   | 111        |
| 5.1.1    | <i>Rasse</i> .....  | 111        |
| 5.1.2    | <i>Alter</i> .....  | 112        |
| 5.1.3    | <i>HQ</i> .....   | 113        |
| 5.1.4    | <i>Gewicht und Stockmaß</i> .....   | 114        |

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| 5.1.5    | <i>Klinisch auffällige und unauffällige Pferde</i> .....   | 114        |
| 5.2      | DIE EINZELNEN RADIOLOGISCHEN BEFUNDE HINSICHTLICH DER AUSWERTUNGSKRITERIEN .....                                       | 116        |
| 5.2.1    | <i>Verschattungen dorsal kappenartig</i> .....   | 116        |
| 5.2.2    | <i>Zwischenräume 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen und Zwischenräume &lt; 2mm ohne reaktive Veränderungen</i> ..... | 117        |
| 5.2.3    | <i>Zwischenräume 2 – 8 mm mit reaktiven Veränderungen</i> .....  | 119        |
| 5.2.4    | <i>Dorsale Zubildungen</i> .....   | 120        |
| 5.2.5    | <i>Zubildungen kraniale und/oder kaudale Kontur</i> .....  | 121        |
| 5.2.6    | <i>Zystoide Defekte</i> .....  | 122        |
| 5.2.7    | <i>Berühren mit reaktiven Veränderungen</i> .....  | 122        |
| 5.3      | RADIOLOGISCHE DARSTELLUNG .....  | 123        |
| <b>6</b> | <b>ZUSAMMENFASSUNG</b> .....   | <b>125</b> |
| <b>7</b> | <b>SUMMARY</b> .....   | <b>129</b> |
| <b>8</b> | <b>LITERATURVERZEICHNIS</b> .....  | <b>132</b> |
| <b>9</b> | <b>ANHANG</b> .....  | <b>148</b> |
| 9.1      | LEBENS LAUF.....   | 148        |
| 9.2      | DANKSAGUNG.....  | 150        |

## **ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS**

|         |  |
|---------|--|
| KSS     | Kissing Spines Syndrom                         |
| KS      | Kissing Spine                                  |
| HQ      | Hochquadratische Pferde                        |
| Q       | Quadratische Pferde                            |
| LQ      | Längsquadratische Pferde                       |
| T10-T18 | Zehnter bis achtzehnter thorakaler Brustwirbel |
| L1-L2   | Erster und zweiter Lendenwirbel                |
| RöLf    | Röntgenleitfaden                               |



## **1 Einleitung**

Heutzutage werden immer mehr Pferde mit Rückenerkrankungen in der tierärztlichen Praxis vorgestellt. Hierbei handelt es sich nicht nur um Sportpferde, sondern auch um Freizeitpferde. Ursächlich sind die von den Besitzern wahrgenommenen Leistungseinbußen, zunehmende Reitprobleme sowie merkbliche Wesensveränderungen der Pferde. Für viele Reiter und Züchter stellt dies ein erhebliches Problem dar.

Die Ursachen für Rückenbeschwerden können vielschichtig sein. Neben Weichteilerkrankungen können auch pathologische Veränderungen an der Wirbelsäule vorkommen. Die knöchernen Veränderungen besonders im Bereich der Dornfortsätze müssen jedoch nicht immer, wie bereits von einigen Autoren beschrieben, im Zusammenhang mit einer Rückenerkrankung stehen. Viele klinisch unauffällige, zum Teil sportlich erfolgreiche Pferde weisen massive knöcherne Veränderungen besonders der Dornfortsätze im Sattellagenbereich auf. Aus diesem Grund ist es besonders wichtig, dass Tierärzte bei der Untersuchung von vermeintlichen Rückenpatienten eine gründliche klinische Rückenuntersuchung durchführen und die erhobenen Befunde einschließlich der anschließend radiologischen Untersuchungsbefunde entsprechend interpretieren können. Eine Kombination aus klinischer Untersuchung, das heißt Adspektion, Palpation und Provokation, sowie radiologischer, szintigraphischer und sonographischer Untersuchung erlauben eine detaillierte und aussagekräftige Befundung rückenkranker Pferde.

Welche Faktoren für die Entstehung der verschiedenen radiologischen Befunde an der Brust- und Lendenwirbelsäule maßgeblich mitverantwortlich sind, konnte bis heute noch nicht eindeutig geklärt werden.

Aus diesem Grund wurde versucht, anhand einer großen Anzahl von Pferden, klinische und radiologische Befunde im Bereich der Sattellage zu erheben. Anschließend wurde bei diesen Befunden der Zusammenhang hinsichtlich anatomischer, physiologischer und nutzungsbedingter Faktoren überprüft, um eine genauere Aussage über ihren Einfluss bei der Entstehung von Rückenerkrankungen geben zu können.

## **2 Literaturübersicht**

Die Behandlung vermeintlicher Rückenerkrankungen ist nur in seltenen Fällen zufriedenstellend. Die Gründe hierfür liegen in einer anspruchsvollen klinischen Diagnostik, sowie der klinischen Relevanz der erhobenen radiologischen und klinischen Befunde. Für eine exakte Befundung von Rückenproblemen ist demzufolge eine gute Kenntnis von Anatomie und Biomechanik des Rückens notwendig.

Deshalb werden im folgenden Kapitel die grundlegenden Zusammenhänge über die Anatomie und die Biomechanik der Brust- und Lendenwirbelsäule sowie deren Gelenke, Bänder und Muskeln dargestellt, basieren auf den Beschreibungen von NICKEL et al. (1984), KADAU (1991), KRÜGER (1939) WISSDORF et al. (1998) und DÄMMRICH et al. (1993). Abweichende Aussagen dieser Autoren, sowie Arbeiten anderer Autoren bezüglich anatomischer und biomechanischer Zusammenhänge werden mit entsprechenden Literaturangaben im Text belegt.

### **2.1 Anatomie der Wirbelsäule beim Pferd**

#### **2.1.1 Allgemeiner Aufbau**

Die Wirbelsäule als Ganzes übernimmt verschiedene Funktionen und Aufgaben. Diese lassen sich untergliedern in:

- Schutz des Rückenmarks
- Tragen von Kopf und Hals sowie des Rumpfes mit den darin befindlichen Eingeweiden
- Übertragen von Bewegungsimpulsen der Hintergliedmaßen auf den gesamten Körper
- Ansatz und Ursprungspunkt verschiedener Muskeln und Bänder.

Von der seitlichen Ansicht weist die Wirbelsäule drei verschiedene Krümmungen auf (NICKEL et al. (1984)):

1. Dorsalkonvexe Kopf-Hals-Krümmung
2. Dorsalkonkave Hals-Brust-Krümmung
3. Dorsalschwachkonvexe Brust-Lenden-Krümmung

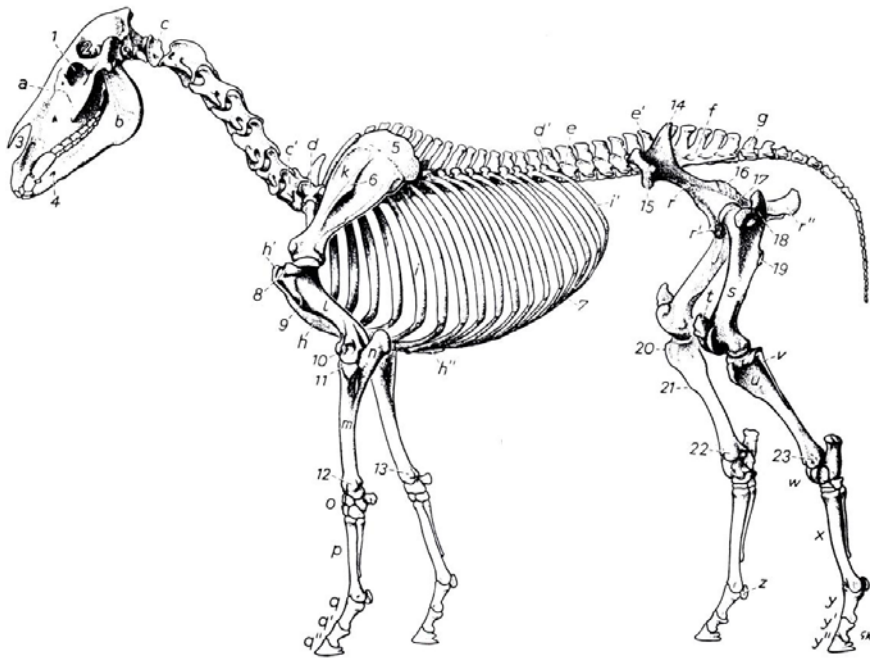


Abb. 1: Skelettaufbau eines Pferdes, mit den drei typischen Wirbelsäulenkrümmungen (aus Nickel et al. 1984)

Die Wirbelsäule des Pferdes lässt sich entsprechend den einzelnen Körperregionen in 7 Halswirbel, 18 (17 – 19) Brustwirbel, 6 (5 – 7) Lendenwirbel, 5 Kreuzbeinwirbel, sowie 15 bis 21 Schwanzwirbel unterteilen (NICKEL et al. (1984), KÖNIG, LIEBICH (2001), SALAMON et al. (2004)).

- |    |                                 |
|----|---------------------------------|
| 1  | Corpus vertebrae                |
| 2  | Extremitas kranialis            |
| 3  | Crista ventralis                |
| 4  | Bandleiste                      |
| 5  | Venenloch                       |
| 6  | Arcus vertebrae                 |
| 7  | Processus spinosus              |
| 8  | Processus transversus           |
| 9  | Processus articularis kranialis |
| 10 | Processus articularis kaudalis  |
| 11 | Processus mamillaris            |
| 12 | Processus accessorius           |
| 13 | Foramen vertebrale              |
| 14 | Incisura vertebralis kranialis  |
| 15 | Incisura vertebralis kaudalis   |

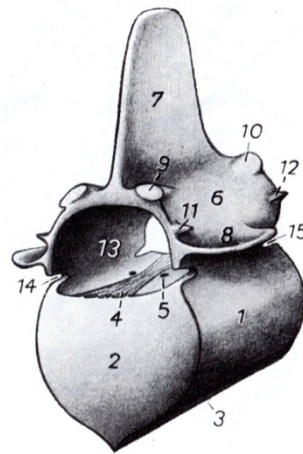


Abb. 2: Einheitliche Grundform eines Wirbels (aus Nickel et al. 1984)

### 2.1.1.1 Brustwirbel

Die Brustwirbelsäule besteht aus 18 Brustwirbeln. Diese sind in der Mitte der Brustwirbelsäule schwächer ausgebildet als die Hals- und Lendenwirbel und

werden nach kaudal hin wieder kräftiger. Zudem sind sie wesentlich kürzer gestaltet als die Hals- und Lendenwirbel. Dies lässt sich auch daran erkennen, dass zwar doppelt so viele Brustwirbel wie Lendenwirbel vorhanden sind, jedoch die gesamte Brustwirbelsäule nur um ein Drittel länger ist als die Lendenwirbelsäule (SALOMON et al. (2004)).

Der erste und zweite Brustwirbel besitzt eine stärker ausgebildete bzw. gewölbte Extremitas kranialis und kaudalis. Ansonsten sind diese bei den restlichen Brustwirbeln wesentlich flacher angelegt.

Die Dornfortsätze (Processus spinosi) nehmen an Länge bis zum vierten, maximal fünften Brustwirbel zu und werden dann bis zum 12. – 13. Brustwirbel wieder deutlich kürzer. Laut JEFFCOTT (1975b) weist der sechste Brustwirbel den längsten Processus spinosus auf. Lendenwärts haben die restlichen Brustwirbel und die Lendenwirbel gleichlange Processus spinosi.

Die Brustwirbelsäule zeichnet sich durch unterschiedlich geneigte Dornfortsätze aus. Im kranialen Bereich sind diese nach kaudal geneigt, im kaudalen Abschnitt hingegen nach kranial.

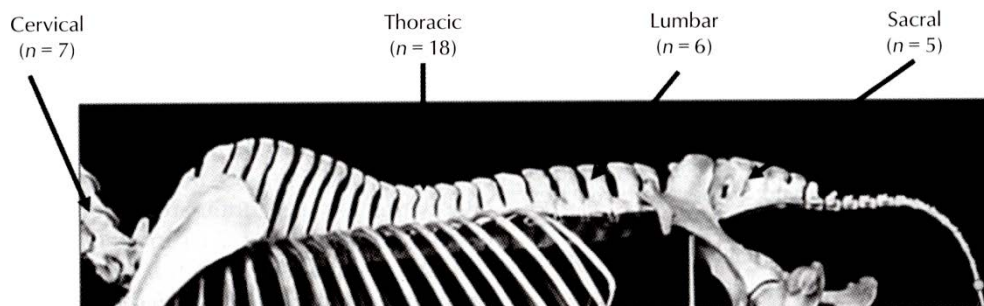


Abb. 3: Anzahl der einzelnen Wirbel, sowie die Neigung ihrer Processus spinosi (aus Henson (2009))

Dazwischen befindet sich der sogenannte antiklinale Brustwirbel (entspricht dem Brustwirbel mit senkrecht stehendem Dornfortsatz). Laut NICKEL et al. (1984) und WISSDORF et al. (1998) handelt es sich dabei um den 14., 15. oder 16. Brustwirbel, nach JEFFCOTT (1975b) und HENSON (2009) hingegen um den 15. Brustwirbel.

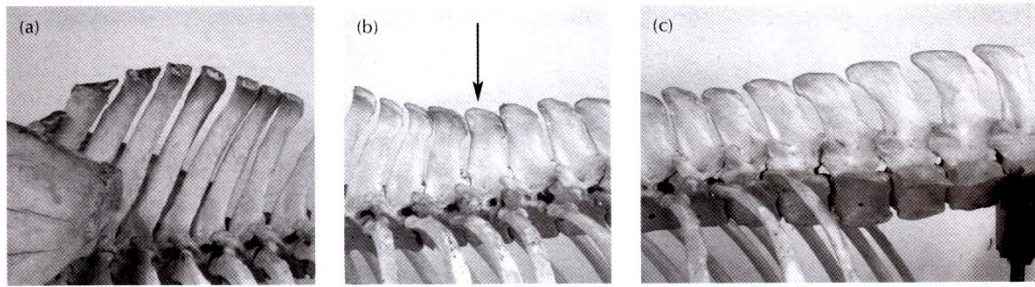


Abb. 4: Antiklinaler Brustwirbel (T15) (aus Henson (2009))

Die Dornfortsätze der ersten 5 – 8 (9) Brustwirbel besitzen Knorpelkappen mit eigenem Verknöcherungskern (GRIMMELMANN (1977), JEFFCOTT (1979b)) welche sich im Alter von etwa 7 bis 15 Jahren verschließen. Die Zunahme der Widerristhöhe zwischen dem 3. und 6. Lebensjahr beruht auf dem länger anhaltenden Wachstum dieser apophysären Ossifikationszentren.

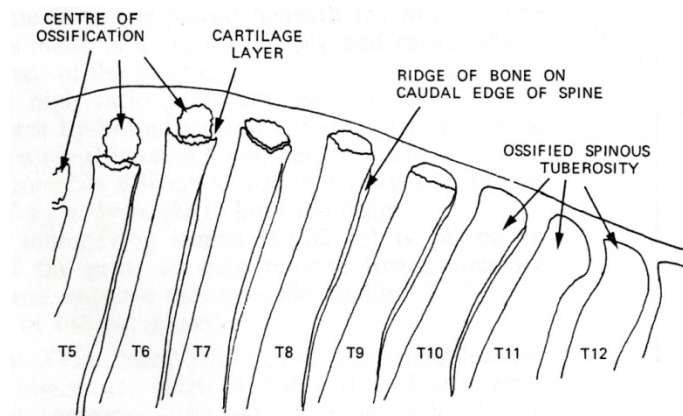


Abb. 5: Knorpelkappen im Widerristbereich mit separaten Ossifikationszentren (aus Jeffcott (1975))

Beim neugeborenen Fohlen besitzen die Dornfortsätze die Form eines stumpfen Keiles mit leichter kaudaler bzw. kranialer Neigung.

Etwa mit einem Jahr beginnt sich die Tuberositas spinae auszuformen:

- Kraniale Kante der Tuberositas überragt schnabelförmig die Kranialfläche des Processus spinalis.

- Dorsalfläche der Tuberositas spinae fällt in der kaudalen Hälfte in einem nach ventral gerichteten Bogen ab.  
(DÄMMRICH et al. (1993))

1991 untersuchte KADAU die Dornfortsätze und Interspinalräume und unterteilte diese in zwei Typen:

- Typ I: 1. – 9. Brustwirbel
  - Enorme Länge und Neigungswinkel
  - Ausgeprägte Tuberositas
  - Apophysäre Knorpelkappen
  - Im Querschnitt dreieckig
  - Gleichmäßig breite Interspinalräume mit engen Abständen zwischen den Dornen.

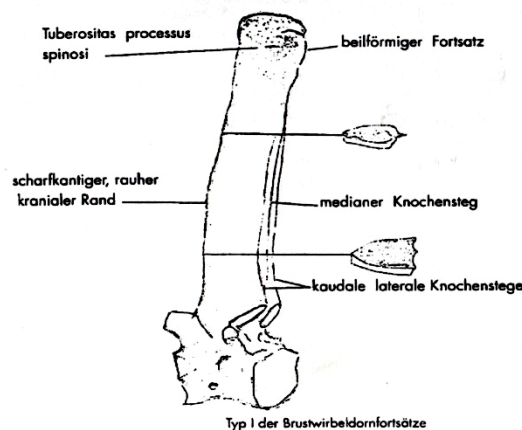


Abb. 6a: Typ I der Brustwirbeldornfortsätze aus Kadau 1991

- Typ II: 13. Brustwirbel – 6. Lendenwirbel
  - Flache Form
  - Im Querschnitt längsoval
  - Von kranial nach kaudal die Dornen deutlich breiter und ihre Gipfel zu einem Kamm verdickt
  - Ihre Gipfel besitzen eine kraniale schnabelförmige Spitze und kaudal eine flache sowie verbreitete Fläche
  - Ursächlich durch diese anatomische Form gestalten sich die Interspinalräume in der Mitte breiter als zwischen den Gipfeln.

Die kraniale Kante ist schmal, die kaudale hingegen weist eine flache Rille bzw. einen Kamm auf und stellt sich radiologisch oft als doppelte Linie dar.

Im mittleren Bereich der Dornfortsätze ist das Periost oft rau, dieses hat keine klinische Bedeutung (JEFFCOTT (1975b)).

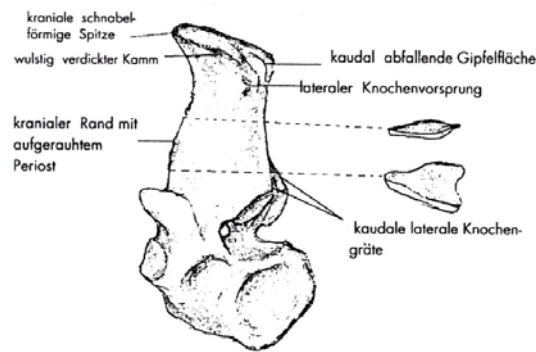


Abb. 6b : Typ II der Brustwirbel- Lendenwirbel- dornfortsätze aus Kadau 1991

JEFFCOTT und DALIN (1980) untersuchten die Abstände zwischen den Dornfortsätzen an Kadavern. Hierbei konnte im Bereich T10 – T11 ein Abstand von 3,8 mm – 5,5 mm im Bereich T16 – T18 von durchschnittlich 8,2 mm, im Bereich T18 – L1 von durchschnittlich 4,8 mm und im Bereich L1 – L2 durchschnittlich 11,0 mm gemessen werden. Im Bereich des antiklinalen Wirbels (T14 und T15) konnte der kleinste Abstand von 3,4 mm gemessen werden.

### 2.1.1.2 Lendenwirbel

Das Pferd besitzt in der Regel 6 (selten 5 oder 7) Lendenwirbel (NICKEL et al. (1984)). Seine Wirbelkörper sind deutlich länger und massiver als die der Brustwirbelkörper. Die Dornfortsätze sind alle fast gleich lang, platt und nach kranial geneigt. Die kranialen und kaudalen Endflächen (Extremitas craniales und caudales) der Wirbelkörper sind nicht gewölbt. Ventral der Wirbelkörper befindet sich die Crista ventralis; diese ist an den letzten 2 bis 3 Wirbeln nicht mehr vorhanden. Die Wirbelbögen sind hoch und bilden dadurch einen weiten Wirbelkanal; dies ist nötig, um eine Lendenschwellung des Rückenmarkes aufzunehmen.

Durch die Verzahnung der einzelnen Wirbel erhält die Lendenwirbelsäule die Festigkeit, welche für die Übertragung der Bewegungsimpulse von der Beckengliedmaße auf den gesamten Körper und den Ansatz der die Eingeweide tragenden Bauchwand von besonderer Bedeutung ist.

Die Gelenkfortsätze der Lendenwirbel besitzen ebenso wie die kaudalen Brustwirbel sagittale Gelenkflächen. Diese, sowie die oben erwähnte Verzahnung der einzelnen Wirbel verhindern, somit eine seitliche Biegung der Lendenwirbelsäule. Es besteht nur eine axiale Rotationsbewegung (HENSON (2009)). Laut WISSDORF et al. (1998) ist aufgrund der Form der Gelenksflächen an den Lendenwirbeln eine axiale Rotationsbewegung fast unmöglich.

### **2.1.1.3 Kleine Wirbelgelenke**

Die kleinen Wirbelgelenke stellen die Verbindung zwischen den kranialen und kaudalen Gelenkfortsätzen der Wirbel dar (Wirbelbogengelenke). Hierbei handelt es sich um sogenannte synoviale Schiebegelenke, deren Bewegung parallel zu den Gelenkflächen verläuft.

Im Gegensatz zu den Halswirbeln besitzen die Brust- und Lendenwirbel enge Gelenkkapseln und kleine Gelenkflächen. Hieraus resultiert die nach kaudal hin immer mehr abnehmende Bewegungsmöglichkeit. Zudem ändern die Gelenkflächen von kranial nach kaudal ihre Stellung.

Während im kranialen Brustwirbelbereich eine tangentielle Stellung der Gelenkflächen vorliegt zeigt der kaudale Brustwirbel- und Lendenwirbelbereich eine sagittale Stellung auf. Somit nimmt die Beweglichkeit von kranial nach kaudal hin ab. Den kranialen Brustwirbeln gestattet dies somit Kreisbewegungen um die Längsachse, den kaudalen Brust- und Lendenwirbeln hingegen nur ein dorsoventrales Auf- und Abbiegen (Kyphose/Lordose). Seitwärtsbewegungen (Skoliose) sind an der gesamten Wirbelsäule erheblich vorhanden, zwischen den einzelnen Wirbeln aufgrund der unterschiedlichen Ausrichtung ihrer Gelenkflächen jedoch nur gering (NICKEL et al. (1984), HENSON (2009)).



#### 2.1.1.4 Zwischenwirbelscheiben

Die einzelnen Wirbelkörper sind an ihrer Extremitas cranialis und Extremitas k caudalis nicht durch synoviale Gelenke sondern Zwischenwirbelfugen (Symphysis intervertebrales) miteinander verbunden. Der Raum zwischen Extremitas craniales und Extremitas caudales wird vollständig von den Zwischenwirbelscheiben (Disci intervertebrale) ausgefüllt.

Diese sind sogenanntes bradythropes Gewebe, d. h. sie sind avaskulär und ihre Stoffwechselprozesse erfolgen ausschließlich durch Diffusion (BENNINGHOF (1985)).

Die Zwischenwirbelscheiben bestehen aus einer Faserung, dem sogenannten Anulus fibrosus. Diese äußere Zone besteht aus laminären Fasern, welche zwiebelschalenförmig angeordnet und mit den dorsalen und ventralen Längsbändern verbunden bzw. verschmolzen sind.

Die Besonderheit beim Pferd sind seine fibrinöse Beschaffenheit und das Fehlen eines makroskopischen Nucleus pulposus (Gallertkerns) (KRÜGER (1939), ROONEY (1979, 1982), JEFFCOTT und DALIN (1980), JEFFCOTT (1985b), TOWNSEND und LEACH (1984) TOWNSEND et al. (1986), KADAU (1991), DÄMMRICH et al. (1993)).

Aufgrund des fehlenden Nucleus pulposus und der dünnen Beschaffenheit des Discus sind Bandscheibenvorfälle beim Pferd, anders als beim Mensch und Hund, äußerst selten (van WEEREN (2004)).

#### 2.1.1.5 Wirbelsäulenbänder

Bezüglich ihrer unterschiedlichen Funktion unterscheidet man an der Wirbelsäule zwei Gruppen von Bändern: die kurzen Wirbelsäulenbänder, welche zwischen benachbarten bzw. zwei hintereinanderliegenden Wirbeln verlaufen, und die langen Wirbelsäulenbänder, welche an mehreren Wirbeln inserieren und somit größere Abschnitte der Wirbelsäule miteinander verbinden (NICKEL et al. (1984)).

### 2.1.1.5.1 Kurze Bänder

#### 1. Ligamenta flava (Zwischenbogenbänder)

Sie bestehen aus einer elastischen Bindegewebsplatte und verschließen den Raum zwischen zwei benachbarten Wirbelbögen. Das heißt sie bedecken somit die Spatia interarticularia. Als eigenständige Bänder kommen sie beim Pferd nur zwischen dem 1. und 2. Brustwirbel, dem 5. und 6. Lendenwirbel und besonders kräftig im Spatium lumbosacrale vor (KADAU (1991)).

#### 2. Ligamenta interspinalia (Zwischendornenbänder)

Diese bestehen aus straffem Bindegewebe und füllen den Raum zwischen den Processus spinosi der Brust- und Lendenwirbelsäule aus. Sie sind stets paarig angelegt, eine Ausnahme stellen jedoch der 1. und 2. Brustwirbel, der letzte Lendenwirbel und die Kreuzbänder dar (KADAU (1991)). Laut KADAU (1991) lassen sich die Ligamenta interspinalia in fünf Teile untergliedern:

- oberflächlicher
- ventraler
- mittlerer
- dorsaler
- unpaarer medianer Anteil, welcher die kontralateralen Seiten miteinander verbindet.

Diese einzelnen Anteile sind durch jene Fasern scherengitterartig zu einer Platte verbunden.

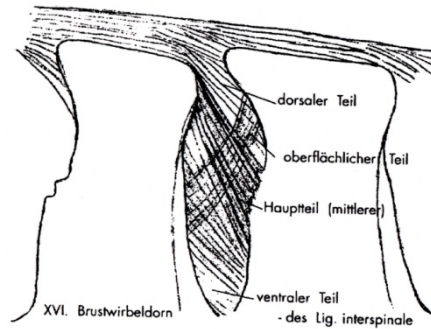


Abb. 7: Schematische Darstellung eines Ligamentum interspinale (aus Kadau (1991))

Der Hauptanteil (mittlere Teil) zieht vom kaudalen Rand des vorderen Dorns schräg nach kaudoverstral des kranialen Rands des nachfolgenden Dornfortsatzes. Der dorsale Anteil entspringt aus Bindegewebe ventral des Ligamentum supraspinale, zieht von dort in den Interspinalraum und setzt an der kranialen Seite des kaudalen Dorns im oberen Drittel an. Der mediane Anteil verbindet den paarig angelegten Hauptteil miteinander. Der ventrale Interspinalraum wird von den ventralen Anteilen, welche zum Teil in Ligamenta flava bzw. die Gelenkkapsel übergehen, ausgefüllt. Die oberflächlichen Anteile ziehen lateral des mittleren Teils (Hauptteils) nach kranioventral, d. h. vom kranialen Rand des vorangegangenen Dorns im unteren Drittel. Eine wichtige Rolle bei der Bildung der Ligamenta interspinalia stellen kaudal des 12. Brustwirbeldornfortsatzes die Sehnen des Musculus spinalis, sowie des kaudal entspringendem Musculus longissimus dorsi, welche das „funktionelle“ Ligamentum supraspinale bilden, dar. Sie sind an den kranialen, schnabelförmigen Spitzen der Dornfortsätze befestigt, ziehen tief in die Intercostalräume hinein und stellen somit den dorsalen Anteil der Ligamenta interspinalia dar (KADAU 1991).

### 3. Ligamenta intertransversaria (Zwischenquerbänder)

Diese verlaufen zwischen den Querfortsätzen zweier benachbarter Wirbel. Als eigentliche Ligamenta intertransversaria sind sie nur am Ursprung der Querfortsätze vorhanden, da der Raum zwischen den Querfortsätzen zum größten Teil durch den stark sehnigen Musculus quadratus lumborum ausgefüllt wird (KADAU (1991)).

### 2.1.1.5.2 Lange Bänder

#### 1. Ligamentum nuchae

Dieses Band stellt die elastische Fortsetzung des Supraspinalbandes nach kranial dar. Es erstreckt sich von der Squama occipitalis und geht in das Ligamentum supraspinale über. Beim Pferd besteht es aus dem sogenannten Nackenstrang (Funiculus nuchae) und dessen Nackenplatte (Lamina nuchae). Beide Strukturen sind vollständig paarig ausgebildet (NICKEL et al (1984)).

Der Nackenstrang, Funiculus nuchae, entspringt als runder Strang beidseits an der Protuberantia occipitalis externa, läuft über den 1. Halswirbel, verbindet sich ab dem 3. Halswirbel mit der Nackenplatte und zieht dann bis zum Processus spinosus des 3./4. Brustwirbels. Dort wird er unter Verbindung seiner paarigen Anteile zum Ligamentum supraspinale. Dieses haftet sich nach Verknöcherung der Knorpelkappen der Brust-, Lendenwirbel und Kreuzbein an deren Dornfortsätze an. Zwischen Nackenstrang und Atlas bzw. Axis können sich aufgrund von Druckeinwirkungen zwei inkonstante Schleimbeutel (Bursa subligamentosa nuchalis kranialis und kaudalis) entwickeln.

Die paarig angelegte Nackenplatte, Lamina nuchae oder pars cervicalis, entspringt vom Kamm des Axis und des Tuberculum dorsale der nächsten drei Halswirbel sowie vom Processus spinosus der beiden letzten Halswirbel. Die kranialen Anteile dieser Platte inserieren am Nackenstrang und an den Seitenflächen des 3. und 4. Brustwirbeldorns. Die kaudalen Anteile, welche zum Teil dem Nackenstrang anhaften, ziehen zum größten Teil zu dem 1. Brustwirbeldorn und dem ersten Ligamentum supraspinale sowie vereinzelt zum Nackenstrang.

Zwischen Widerristkappe (Verbreiterung des Nackenbandes am Widerrist) und dem 2./3. Brustwirbel befindet sich der Widerristschleimbeutel Bursa subligamentosa supraspinalis. Dieser tritt konstant auf und ist von Geburt an bei jedem Pferd vorhanden (NICKEL et al. (1984), KADAU (1991)).

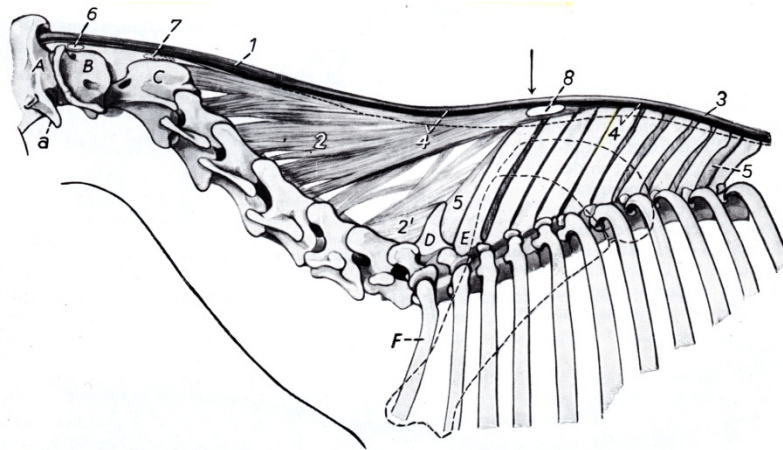


Abb. 8: Ligamentum nuchae und Ligamentum supraspinale  
(aus Nickel et al. (1984))

## 2. Ligamentum supraspinale (Rückenband)

Dieses Band stellt die kaudale Fortsetzung des Ligamentum nuchae dar. Es beginnt am 3. – 4. Brustwirbel und ist an den Dornen der Brust-, Lendenwirbel und ersten Kreuzwirbel befestigt. Laut NICKEL et al. (1984) handelt es sich um ein unpaariges Rückenband, welches am 3. – 4. Brustwirbel beginnt und bis zum Kreuzbein zieht. Sein kaudaler Anteil ist sehnig angelegt. Es heftet sich an die Knorpelkappen der Brust-, Lenden- und Kreuzwirbeldornen an. Das Ligamentum supraspinale inseriert auf der Dorsalfläche und beidseits der Kranialkante der Tuberositas spinae (DÄMMRICH et al. (1993)).

KADAU (1991) führte genauere Untersuchungen der Bänder und Gelenke im Brust- und Lendenwirbelbereich durch. Hierbei konnte er eine Unterteilung des Ligamentum supraspinale in drei Abschnitten aufzeigen:

- a) unpaar-elastischer Abschnitt vom 4./5. bis 9./10. Brustwirbel
- b) paarig-elastischer Abschnitt vom 12. Brustwirbel bis 16./17. Brustwirbel: Hier besteht keine feste Verankerung zwischen dem Band und den Dornfortsatzgipfeln, da in diesem Bereich (11. Brustwirbel) die Fascie des Musculus spinalis unter das Ligamentum supraspinale zieht.
- c) KADAU (1991) bezeichnet diesen rein sehnigen Abschnitt als „funktionellen Abschnitt“ oder auch „funktionelles Ligamentum supraspinale“. Er beginnt etwa im Bereich des 12. Brustwirbels und zieht bis zum Spatium lumbosacrale. Hier ziehen die Sehnen

des Musculus spinalis und Musculus longissimus dorsi weit in die Interspinalräume und bilden das „funktionelle Ligamentum supraspinale“.

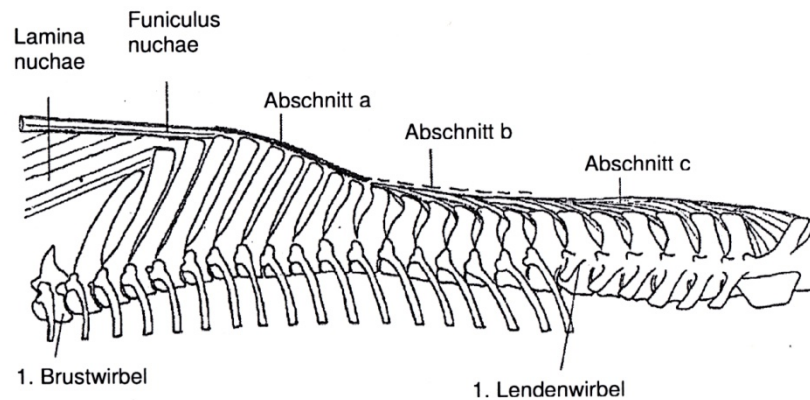


Abb. 9: Unterteilung Ligamentum supraspinale in 3 Abschnitte (aus Kadau (1991))

### 3. Ligamentum longitudinale dorsale (dorsales Längsband)

Dieses Band verläuft im gesamten Wirbelkanal auf der Dorsalfläche der Wirbelkörper. Es zieht vom Axis bis zum Kreuzbein, zudem heftet es sich an den Anulus fibrosus der Bandscheiben (ELLENBERGER und BAUM (1977), SALOMON et al. (2004)).

### 4. Ligamentum longitudinale ventrale (ventrales Längsband)

KADAU (1991) unterteilte dieses Band zum einen in einen medianen longitudinal gelegenen Anteil, welcher schwach am 12. Brustwirbel beginnt, im Bereich etwa des 16. Brustwirbels kräftig verläuft und am Kreuzbein endet. Zum anderen befinden sich im Bereich zwischen dem 7. bis 15. Brustwirbels laterale Anteile, welche benachbarte Wirbelkörper miteinander verbinden und direkten Kontakt mit den Bandscheiben besitzen.

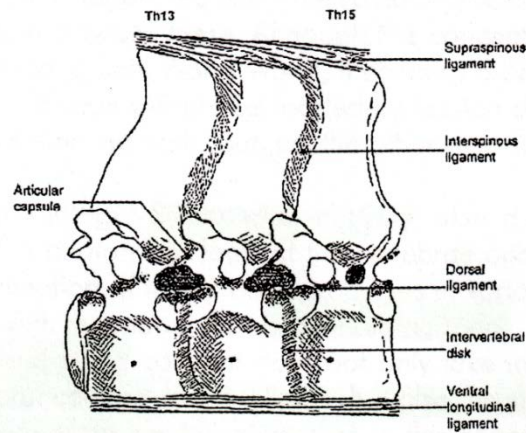


Abb. 10: Unterschiedliche Bandstrukturen  
(aus van Weeren (2004))

### 2.1.1.6 Muskeln

Es gibt eine Vielzahl von thoracolumbalen Muskeln, welche sich nach unterschiedlichen Schemata einteilen lassen. Eines davon ist das Schema von Jessica A. Kidd (HENSON (2009)), die sie hinsichtlich ihrer Positionierung an den Processus transversi in zwei Gruppen untergliederte, das heißt in sogenannte epaxiale und hypaxiale Muskelgruppen. Epaxiale Muskeln befinden sich dorsal der Processus transversi, hypaxiale Muskeln hingegen ventral davon.

Funktionen:

- A. Epaxiale Muskeln: Strecken der Wirbelsäule sowie seitliche Bewegung bei unilateraler Kontraktion
- B. Hypaxial: Beugung der Wirbelsäule und seitliche Bewegung

Einteilung der epaxialen Muskeln:

#### 1. Gruppe: oberflächliche Muskeln

- Musculus trapezius thoracalis
- Musculus latissimus dorsi

#### 2. Gruppe: tiefere Muskeln

- Musculus rhomboideus thoracalis
- Musculus serratus dorsalis kranialis
- Musculus serratus dorsalis kaudalis
- Musculus iliocostalis dorsalis
- Musculus longissimus dorsi

- Musculus multifidus dorsi
- Musculus intertransversarius lumborum

hypaxiale Muskeln:

- Musculus psoas major
- Musculus psoas minor
- Musculus iliacus
- Musculus quadratus lumborum.

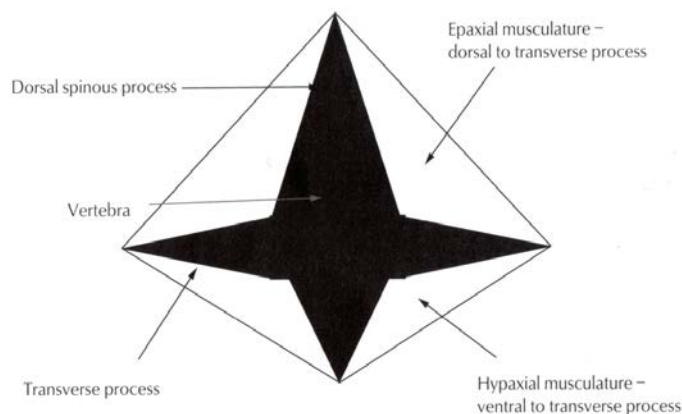


Abb. 11: Einteilung der verschiedenen Muskeln anhand ihrer Position in epaxiale und hypaxiale Muskelgruppen (aus Henson (2009))

## 2.2 Biomechanik

In der Antike beschrieb Galenus (AD 130-200) den Rücken als aufgewölbtes Dach, wobei der Rücken und die Rippen das Dach über den Brust- und Lendenwirbeln bildeten. Ein Zusammenbrechen dieses Daches würde durch die Dornfortsätze verhindert. Die Tatsache, dass die Dornfortsätze im Normalfall keinen ständigen Kontakt zueinander haben, macht diese These unbrauchbar bzw. widersprüchlich (van WEEREN (2004), (2006)).

Das nächste Konzept wurde von GERGMANN (1847) und ZSCHOKKE (1892) und weiteren Autoren, sowie später von KRÜGER (1939) beschrieben. Dieses Konzept vergleicht den Rücken mit einer Brückenkonstruktion, die von vier Pfeilern (Vorder- und Hintergliedmaßen) gestützt wird, der sogenannten geraden Wirbelbrücke. Die Brust- und Lendenwirbelsäule mit Muskeln und Bändern stellt die Brücke dar.



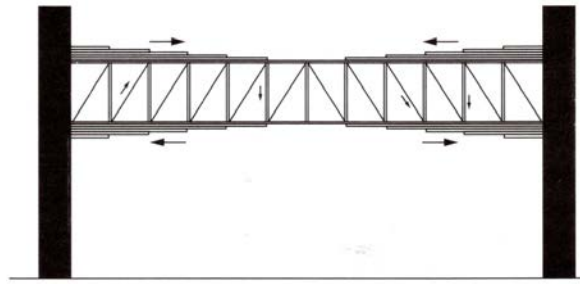


Abb. 12 a: Konstruktionszeichnung einer nach dem Prinzip der Wirbelbrücke gebauten Brücke. In dicken schwarzen Strichen sind die Teile der Brücke dargestellt, die auf Druck beansprucht werden, in offenen Linien jene, die auf Zug beansprucht werden. Die Pfeile geben die Wirkungsrichtung des Druckes (schwarz) und Zuges (offen) an (aus Krüger (1939))

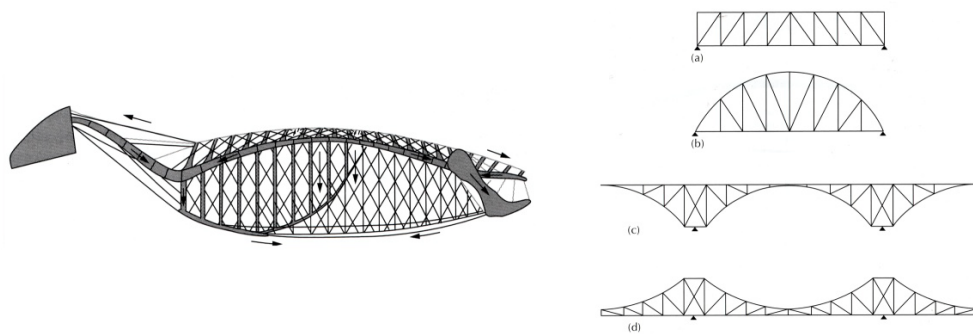


Abb. 12 b/c: Prinzip der Bogensehnenbrücke (b), unterschiedliche Brückenformen als Analoga für den Aufbau des equinen Rückens (c) (aus Sljiper (1946))

Hierbei ist unter Druck die obere Gurtung (Muskeln und Bänder) einer Zugbelastung unterworfen, während die untere Gurtung (Dornfortsätze, Wirbelkörper) diese Druckbelastung kompensieren muss. Laut BADOUXE (1975) und NICKEL et al. (1984) liegen in Wirklichkeit eher genau umgekehrte Verhältnisse vor. Hierbei stellen die Dornfortsätze Streben dar, welche bei Berührung ein Durchsacken der Brücke verhindern.

Es war der Zoologe SLIJPER, der 1946 als Erster das bereits von Barthez (1798) angesprochene Modell der parabolischen Bogensehnenbrücke beschrieb, an welchem bis heute festgehalten wird. Bei diesem Modell stellen die Wirbelkörper und die Zwischenwirbelscheiben den druckfesten Untergurt dar, wobei der Obergurt durch die Dornfortsätze und Wirbelbögen als knöcherner Ansatz für das Ligamentum supraspinale, Ligamentum interspinale sowie den Musculus longissimus dorsi, Musculus spinalis und Musculus multifidus gebildet wird (NICKEL et al. (1984)). Die Sehnen bilden die Muskeln und Bandstrukturen der

ventralen Mittellinie (van WEEREN (2004)). Eine Kontraktion der Bandmuskeln bzw. Bauchdeckenmuskulatur, besonders die des *Musculus rectus abdominis*, führt zu einer dorsokonvexen Krümmung des Rückens. Wird hingegen die dorsale Wirbelsäulenmuskulatur in Zugrichtung nach kaudodorsal kontrahiert, ergibt sich ein Absenken und Verspannen des Brückenbogens.

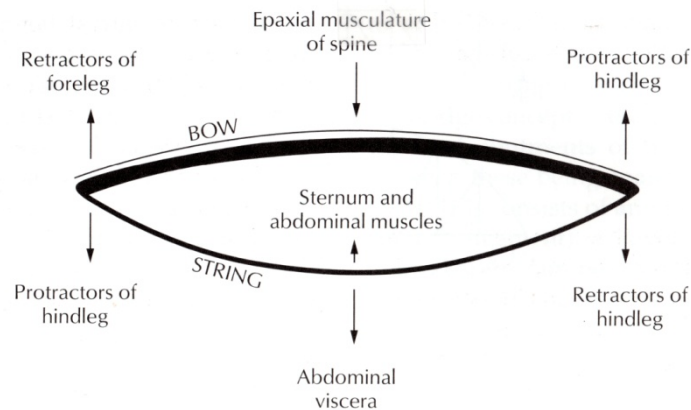


Abb. 13: Bewegung des Rückens beeinflusst durch die oben beschriebene Bogen-Sehnenkonstruktion (aus van Weeren (2004))

Die Stabilität des Rückens wird zum einen durch anatomische Gegebenheiten (Form der Wirbel, Bauchapparat, Bandscheibendicke, Form und Größe der Wirbelfortsätze) und zum anderen durch ein Spanngurtsystem erreicht. Dieses Spanngurtsystem setzt sich aus langen Bändern und Muskeln zusammen, die die Wirbelsäule tragfähig aufspannen (WEISHAUPT (2001)).

Den oberen Spanngurt bilden das Nackenband (*Ligamentum nuchae*) und das Rückenband (*Ligamentum supraspinale* und *Musculus longissimus dorsi*). Dadurch werden Kopf-Hals, Rücken und Hinterbeine funktionell miteinander verbunden. Der untere Spanngurt setzt sich aus Halsmuskulatur und Bauchmuskulatur zusammen.

Somit erklärt sich, dass bei vorwärts-abwärts gerichteter Kopf-Hals-Haltung (Stirnlinie des Pferdes befindet sich vor der Senkrechten) die Wirbelsäule aufgespannt wird. Dies wird unterstützt, indem durch gezielte Kontraktion der Bauchdeckenmuskulatur das Becken angehoben wird und das Pferd mit beiden Hinterbeinen unter den Schwerpunkt tritt (Untertritt). Hierdurch kann ein gewisser Teil der aktiven Haltearbeit des Rückens passiv durch Bänder und Fascien

getragen werden. Dies erlaubt es der Rückenmuskulatur sich in der Bewegung zyklisch zu kontrahieren, aber gleichzeitig auch zu entspannen. Ist die Rückenmuskulatur hingegen einer permanenten Dauerkontraktion ausgesetzt, wirkt sich dies direkt auf das Zusammenspiel mit Vorder- und Hintergliedmaßen aus. Dadurch wird ein Schwingen im Rücken verhindert und die Folge ist eine Extension der Wirbelsäule. Die Schrittlänge der Gliedmaßen wird zunehmend kürzer und taktunreiner (MEYER (1996), WEISHAUPT (2001)).

Pferde mit derartig anhaltender Extension können prädispositioniert für das Kissing-Spine-Syndrom und Weichteilschädigungen sein (MEYER (1996), De COCQ et. al. (2006)).

Der Pferderücken erhält seine Flexibilität zum größten Teil durch den Tonus der Rückenmuskulatur, weniger durch die Ligamenta intervertebralia, die Ligamenta interarticularia, das Ligamentum nuchae und die elastischen Zwischenwirbelscheiben (JEFFCOTT (1979a)).

Die Wirbelsäule ist während der Bewegung verhältnismäßig starr. Dies spiegelt die spezielle Anpassung an die schnelle Fortbewegung zu Lande wider (NICKEL et al. (1984)). Die Pferdewirbelsäule weist vier Grundbewegungen auf (KRÜGER (1939)):

- Lateralflexion
- Dorsoflexion
- Ventroflexion
- Axiale Rotation

Diese Bewegungen stellen die Summe jeder Einzelbewegung in den Wirbelgelenken dar. Jeder dieser Wirbel weist drei Gelenke auf:

- Zwischenwirbelscheiben
- auf jeder Seite die kleinen Wirbelgelenke.

Dies fassten TOWNSEND et al. (1983) unter dem Begriff „Three-joint-complex“ zusammen. Da beim Pferd die Processus transversi im Bereich der Lendenwirbelsäule miteinander artikulieren, sprechen die Wissenschaftler hier von einem „Five-joint-complex“.

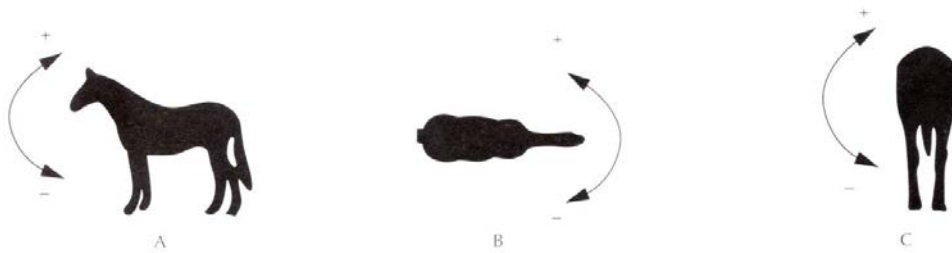


Abb. 14: Schematische Darstellung der 3 Grundbewegungen des Pferderückens. A: Flexion/Extension, B: Lateroflexion/seitliches Biegen, C: Axiale Rotation (aus van Weeren (1982), (2004))

TOWNSEND et al. (1983) beschreibt noch drei zusätzliche eher passive Bewegungsmöglichkeiten:

- longitudinale Dehnung und Kompression der gesamten Wirbelsäule und wenn man die Bewegung zwischen zwei isolierten Wirbeln betrachtet
- vertikales Herausgleiten
- horizontales Herausgleiten

### 2.2.1 Einwirkende Kräfte

Auf die Bogensehnenbrücke können verschiedene Faktoren Einfluss nehmen:

- Trächtigkeit oder jegliche Art von Lasten, inklusive Reiter und Sattel. Hierbei entsteht eine Extension des Rückens.
- Wie bereits von ROONEY (1982) beschrieben, nehmen auch die vier Gliedmaßen Einfluss auf die Rückenbewegung. Das Vorführen der Vorderbeine verursacht eine Extension des Rückens, das Zurücksetzen hingegen ein Aufwölben dessen. Die Hintergliedmaßen bewirken genau das Gegenteil (van WEEREN (2006), HENSON (2009)).

Ein letzter, aber nicht unwichtigerer Gesichtspunkt ist der Einfluss von Kopf und Hals auf die Biomechanik des Pferderückens. Eine nach vorne-abwärts gerichtete Kopf-Hals-Position bzw. tiefe Kopf-Hals-Position verursacht Zug auf das Ligamentum nuchae; dies bewirkt eine nach vorne gerichtete Rotationsbewegung der Processus spinosi des 2. bis 6. thorakalen Brustwirbels. Diese langen Dornfortsätze formen die Basis des Widerrists.

### 2.2.2 Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule

Um die Kinematik des Pferderückens noch besser zu verstehen, wurden zahlreiche Versuche an lebenden und toten Pferden durchgeführt. Laut KRÜGER (1939) liegt eine maximale Bewegung der Wirbelsäule in dorsoventraler und lateraler Richtung vor.

TOWNSEND et al. (1983) untersuchte in vitro die Wirbelsäulen von 18 Pferden. Dabei konnte ein maximales Auf- und Abbiegen der Wirbelsäule im lumbosacralen Bereich aufgezeigt werden. Zwischen dem 6. Lendenwirbel und 1. Schwanzwirbel bzw. 5. und 6. Lendenwirbel konnte eine Abweichung von bis zu 25 Grad nachgewiesen werden. Im Bereich zwischen dem 2. Brustwirbel und 5. bzw. 6. Lendenwirbel waren nur 4 Grad Abweichung messbar.

Eine maximale seitliche Biegung war zwischen dem 11. und 12. Brustwirbel darstellbar (10 – 11 Grad Abweichung). Am letzten lumbalen Wirbel hingegen lag nur eine Abweichung von 1 Grad vor. Die prominenteste axiale Rotation befand sich im Bereich zwischen dem 9. und 14. Brustwirbel (5 Grad Abweichung), kranial davon 5 Grad, kaudal etwa 1 Grad und lumbosacral 2 – 3 Grad Abweichung.

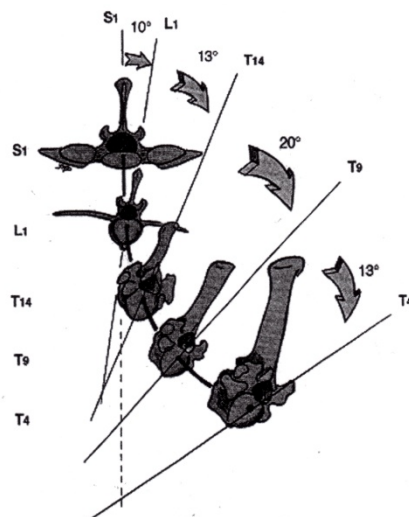


Abb. 15: Eine Beugung der Brust- und Lendenwirbelsäule ist stets verbunden mit einer axialen Rotation (aus van Weeren (2006)). (Gradabweichungen)

Um ein Verständnis für die Kinematik des Pferderückens zu bekommen, ist es wichtig zu verstehen, dass die Kinematik aller Strukturen die Summe aus 6

Grundbewegungen darstellt, das bedeutet: 3 Rotations- und 3 Translationsbewegungen. Für die Wirbelsäule des Pferdes stellen die 3 Rotationsbewegungen die wichtigsten Grundbewegungen dar.

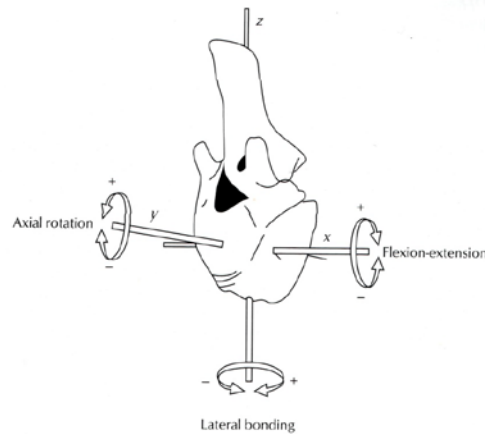


Abb. 16: Grundbewegungen des Pferderückens veranschaulicht anhand der Rotationsbewegungen eines einzelnen Wirbels innerhalb der x-y-z-Achse eines orthogonalen Koordinatensystems (aus van Weeren (2004))

Die Ventroflexion und die Dorsoflexion der equinen Wirbelsäule werden als Rotation um die x-Achse dargestellt. Die Rotation um die Längsachse der Wirbelsäule ist gleichzusetzen mit der Rotation um die y-Achse. Die laterale Biegung der Wirbelsäule wird durch die Rotation um die z-Achse veranschaulicht. Die laterale Biegung hingegen kann nur in Kombination mit entgegengesetzter axialer Rotation stattfinden (TOWNSEND (1985), HENSON (2009)).

Im Gegensatz zu den Rotationsbewegungen können Translationsbewegungen nur sehr begrenzt durchgeführt werden (HENSON (2009)).

Basierend auf diesen Bewegungsmöglichkeiten können die Intervertebralgelenke in vier Hauptgruppen untergliedert werden:

T1 und T2:

Dieses Gelenk ist charakterisiert durch eine deutliche dorsoventrale Bewegung, also weniger durch eine axiale Rotation. Der Grund hierfür basiert darauf, dass die kaudale Gelenkfläche des T1 und die kraniale Gelenkfläche des T2 ineinander greifen. Dies lässt eine dorsoventrale, jedoch keine axiale Bewegung zu (TOWNSEND und LEACH. (1984)).

T2 bis T16:

In diesem Bereich sind Gelenkflächen schmaler, relativ flach und in ihrer Ausrichtung tangential. Die Form und die Ausrichtung dieser Gelenke erlauben eine Bewegung in 3 Ebenen (TOWNSEND und LEACH (1984)):

- dorsoventrale Flexion und Extension
- seitliches Biegen
- axiale Rotation.

Die dorsoventrale Bewegung in diesen Gelenken ist relativ eingeschränkt; dies wird zum einen durch die dünnen ovalen Zwischenwirbelscheiben, zum anderen durch die starke ligamentäre Verbindung zwischen den Dornfortsätzen (Ligamenta interspinalia) verursacht (TOWNSEND et al. (1983), TOWNSEND et al. (1986)).

Eine ersichtliche laterale Biegung ist laut JEFFCOTT und DALIN (1980) ab dem 13. Brustwirbel nicht mehr möglich, ebenso finden ab dem 11. Brustwirbel kaum noch Rotationsbewegungen statt.

Die axiale Rotation und seitliche Biegung weisen deutliche Unterschiede im Bereich des 2. bis 16. Brustwirbels auf. Der größte Bewegungsspielraum bezüglich axialer Rotation und seitlicher Biegung befindet sich im Bereich des 9. bis 14. Brustwirbels (TOWNSEND und LEACH (1984)).

T16 bis L6

Hier sind nur geringe Bewegungen aufgrund der radialen Ausrichtung der Gelenkflächen und des Vorhandenseins von Gelenkflächen, welche mit dem Processus mamillaris verschmolzen sind, möglich (TOWNSEND und LEACH (1984)).

## L6 bis S1

Das Lumbosacralgelenk entspricht dem Gelenk mit der größtmöglichen dorsoventralen Flexion (SLIJPER (1946), JEFFCOTT (1977), JEFFCOTT und DALIN (1980), TOWNSEND et al. (1983), TOWNSEND und LEACH (1984)). Dies bedingen die schmalen, sagittal ausgerichteten Gelenkflächen, die dicken Zwischenwirbelscheiben, die weiten interspinalen Abstände zwischen L6 und S1 sowie das nur schwach ausgebildete Bandsystem (JEFFCOTT und DALIN (1980), KADAU (1991)).

| Region | Dorsoventral flexion and extension | Axial rotation | Lateral bending |
|--------|------------------------------------|----------------|-----------------|
| T1-2   | ++                                 | +              | +               |
| T2-T16 | +                                  | +++            | +++             |
| T16-L6 | +                                  | +              | +               |
| L6-S1  | ++++                               | +              | +               |

Abb. 17: Tabellarische Auflistung der möglichen Bewegungen in unterschiedlichen Abschnitten der Brust- und Lendenwirbelsäule (Tabelle aus Townsend und Leach(1984))

### 2.2.3 Die Wirbeltypen

Die einzelnen Wirbel lassen sich anhand ihrer Anatomie in Hals-, Brust-, Lenden- und Schwanzwirbel unterteilen. Morphologisch wurden sie 1916 von VIRCHOW und 1936 von KRÜGER in einen tangentialen und radialen Typ eingeteilt.

- Tangentialer Typ

Die Gelenkflächen sind hier tangential und flächenhaft ausgerichtet (KRÜGER 1939). Dieser Gelenktyp gestaltet somit hauptsächlich eine Längsdrehung um die Sagittalachse und weniger eine dorsoventrale Flexion (KRÜGER (1939), TOWNSEND et al. (1984), TOWNSEND (1985)).



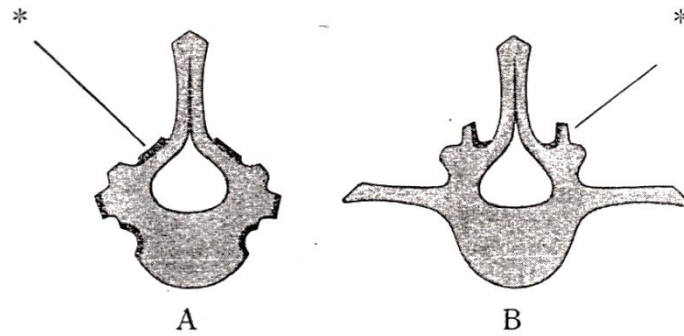


Abb. 18: A: Tangentialer Wirbeltyp; B: Radialer Wirbeltyp  
(aus Krüger (1939))

- Radialer Typ

Dieser ist gekennzeichnet durch seine sagittale Ausrichtung der Gelenksflächen (NICKEL et al. (1984), TOWNSEND und LEACH (1984), KADAU (1991)). Hieraus resultieren in erster Linie die Bewegungen um die Querachse, d. h. gute dorsoventrale Flexion, jedoch nur geringe axiale Rotation und seitliche Biegung (KRÜGER (1939), TOWNSEND und LEACH (1984)).

KRÜGER (1939) beschreibt eine scharfe Abgrenzung zwischen dem radialen und tangentialen Typ. Nach seiner Ansicht reicht der radiale Typ vom zweiten Halswirbel bis zum zweiten Brustwirbel.

Der zweite Brustwirbel stellt hier einen sogenannten Wechselwirbel dar, d.h. seine kranialen Gelenkflächen sind vom radialen Typ, die kaudalen Gelenkflächen hingegen vom tangentialen Typ. Ab dem zweiten Brustwirbel beginnt der tangentialer Gelenktyp und reicht bis zum 16. Brustwirbel. Auch diesen beschreibt Krüger als sogenannten „Wechselwirbel“. Seine Gelenkflächen verhalten sich genau umgekehrt wie die des zweiten Brustwirbels. Diese Ansicht dementiert KADAU (1991). Er ist der Meinung, dass sich die Gelenkflächen nicht schlagartig ändern, wie es KRÜGER (1939) beschreibt, sondern eher allmählich mit zunehmender radialer Stellung der Gelenkflächen. Hierbei macht er jedoch keine genauen Angaben, an welchem Wirbel die Änderung der Ausrichtung der Gelenkflächen beginnt bzw. endet.

### 2.2.4 Kopf-Hals-Haltung

Ein weiterer Gesichtspunkt in der Biomechanik des Pferderückens ist der Einfluss der Kopf- und Hals-Haltung. Wird der Kopf hoch getragen, führt dies zur Extension des Rückens im thorakalen Bereich und zu einer Flexion im lumbalen Bereich. Wird der Kopf hingegen abgesenkt, verursacht das Ligamentum nuchae Zug auf den Widerrist und führt somit zu einer Flexion des thorakalen Bereichs und einer Extension im lumbalen Bereich des Rückens (van WEEREN (2006)). Diese Zusammenhänge spielen eine wichtige Rolle bei der Ausbildung eines jungen Dressurpferdes.

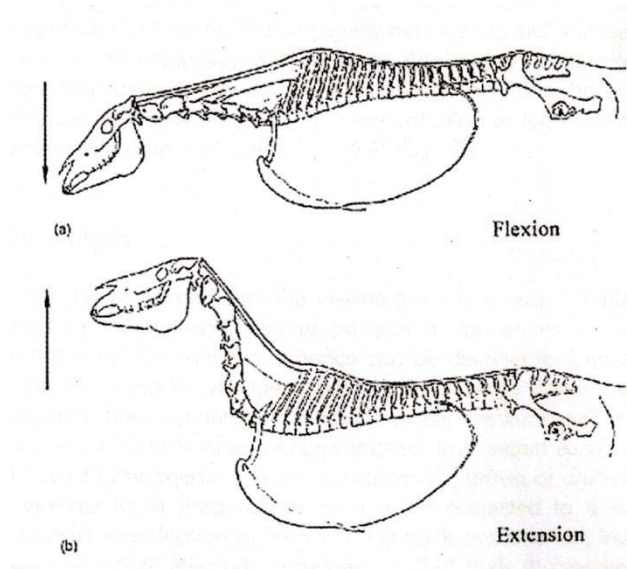


Abb. 19: Einfluss der Kopf-Hals-Haltung auf Flexion (a) und Extension (b) der Brust- und Lendenwirbelsäule (aus van Weeren (2004))

MEYER (1996) und DÄMMRICH et al. (1993) zeigten hierzu Zusammenhänge eines durchgedrückten Rückens mit hoher Kopf-Hals-Position auf. Bei einem sogenannten durchgedrückten Rücken werden die einzelnen Wirbel in ihren oberen Anteilen (Processus spinosi) näher aneinandergeschoben. Zudem verhindert eine zusätzliche hohe Kopf-Hals-Position ein nach "Unten-Vorne-Ziehen" der Dornfortsätze. Dadurch wird das Durchbiegen des Rückens nicht mehr begrenzt.

### 2.2.5 Kopf-Hals-Position beim Reiten

Die FEI (Fédération Equestre Internationale) beschreibt die gewünschte Kopf-Hals-Position für die Dressurarbeit wie folgt:

Das Genick des Pferdes sollte aufgerichtet sein, der Kopf hoch und etwas vor der Senkrechten getragen werden. Diese Position des Kopf und Halses entspricht nicht ganz der Position, die ein Pferd in natura einnimmt. Diese Methode gilt jedoch seit Jahrzehnten als Richtlinie des in der Dressur arbeitenden Pferdes.

In den frühen 70ern entwickelte sich im Bereich des Pferdespringsports eine neue Trainingsmethode, die sogenannte „Rollkur“. Hierbei werden die Pferde mit einer übermäßigen Beugung des Halses und einer sehr tiefen und niedrigen, teils gegen die Brust gerichteten Kopfposition geritten. Diese Technik wurde auch mit Erfolg von zahlreichen und bekannten Dressurreitern übernommen, aber auch aus Tierschutzgründen kritisiert (HENSON (2009)).

Zahlreiche Versuche wurden hierzu durchgeführt, z. B. verglichen RHODIN et al. (2005) die natürliche Kopf-Hals-Haltung mit einer höheren bzw. tieferen Position. Hierfür untersuchte er Pferde auf dem Laufband, bei denen die Kopf-Hals-Position mittels Ausbindern tiefer bzw. höher eingestellt wurde. Damit konnte eine signifikante Reduzierung der Flexion-Extension und seitlichen Biegung im lumbalen Bereich des Rückens bei hoher Kopfhaltung aufgezeigt werden. Ebenso war die axiale Rotation deutlich reduziert.

Die tiefe Kopf-Hals-Position, bei der keine übermäßige Hyperflexion wie bei der sogenannten Rollkur vorlag, unterschied sich nicht signifikant von der natürlichen Kopf-Hals-Haltung, jedoch zeigte sich eine zunehmende Einschränkung der Bewegungen.

GÓMEZ et al. (2006) befassten sich mit derselben Thematik noch intensiver anhand von Laufbandversuchen. Hierbei wurden 6 Kopf-Hals-Positionen (KHP) untersucht. Das Ergebnis dieser Untersuchung war, dass unterschiedliche KHP einen erheblichen Einfluss auf die Biomechanik des Rückens haben.

Die KHPen, bei welchen das Genick gestreckt wurde (2/3/5), verursachten eine verstärkte Extension der kranialen Brustwirbelregion und zudem eine Flexion des kaudalen Brustwirbel- und Lendenwirbelbereiches. Bei der sogenannten „Rollkur“ waren genau entgegengesetzte Verhältnisse nachweisbar.

Bei der KHP 2 und 5 bestand im Schritt eine Reduktion der Flexion und Extension im Bereich der Lendenwirbelsäule sowie im Trab bei KHP 3. Die KHP 5 (sehr hohe Kopfhaltung) war die einzige Position mit negativer Auswirkung auf die intervertebralen Abstände. Ebenso bestand bei dieser reduzierten Position eine deutlich reduzierte Hinterhandaktion. Bei der KHP 4 (Rollkur) war eine Zunahme der Flexion und Extension sowohl in der Brust- als auch Lendenwirbelsäule gegeben.

Anhand dieser Untersuchungen wurde darauf geschlossen, dass eine (sehr) hohe Kopf-Hals-Position normale Bewegungsabläufe erheblich behindert.

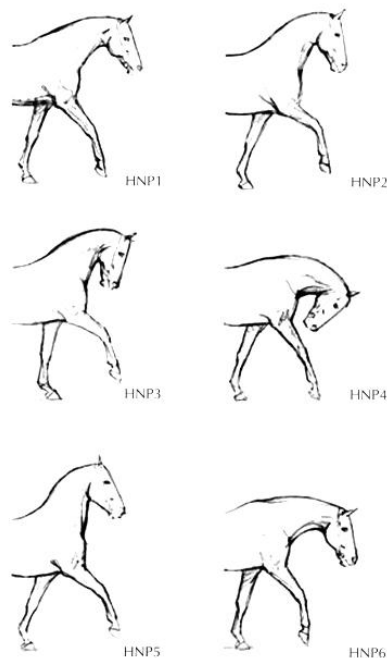


Abb. 20: Kopf-Hals-Positionen (KHPen) des Pferdes  
 HNP1: Physiologische KHP (Kopf und Hals uneingeschränkt)  
 HNP2: Angehobene Halsposition, Nasenrücken vor der Vertikalen  
 HNP3: vgl. HPN2, Nasenrücken hinter der Vertikalen  
 HNP4: gesenkte KHP, Nase hinter der Vertikalen  
 HNP5: Kopf und Hals in extrem hoher Position  
 HNP6: KHP vorwärts abwärts  
 (aus Henson (2009))

POURCELOT et al. (1998) und AUDIGIE et al. (1999) analysierten die Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule. AUDIGIE et al. (1999) versuchten anhand dieser Bewegungsabläufe schlecht springende Pferde von guten zu unterscheiden. Es wurden erhebliche Unterschiede zwischen beiden Gruppen gefunden. Hierbei bestand bei der schlechteren Gruppe eine erhebliche

Flexion des Thoracolumbalbereichs und Lumbosacralbereichs vor dem Absprung, was vielleicht auf eine geringere Spannung im Rücken beim Übergang von der Vorwärts- zur Aufwärtsbewegung schließen lässt. Während der Flugphase zeigten die schlechten Springpferde eine geringere Extension im lumbosacralen Bereich.

## **2.2.6 Dynamik der Wirbelsäule**

### **2.2.6.1 Schritt**

Der Rhythmus der Gliedmaßenbewegungen spiegelt sich zu einem Großteil in den Bewegungen des Stammes wider. Hierbei können deutliche Horizontal- (seitliche Schwingungen) und Vertikalschwingungen (Schwingungen in dorsoventraler Richtung) beobachtet werden.

In der Schwingphase der Hintergliedmaße wird die Kruppe der betreffenden Seite angehoben und dabei die Lendenwirbelsäule geringgradig dorsal aufgekrümmt und entsprechend beim Aufsetzen wieder abgesenkt. Da zwischen Rumpf und Schultergliedmaßen eine rein muskuläre (symsarkotische) Verbindung besteht, sind in diesem Bereich die Vertikalschwingungen deutlich weniger ausgeprägt. In dem Moment der Zweibeinstütze treten pendelnde Horizontalbewegungen des Rumpfes auf (NICKEL et al. (1984)).

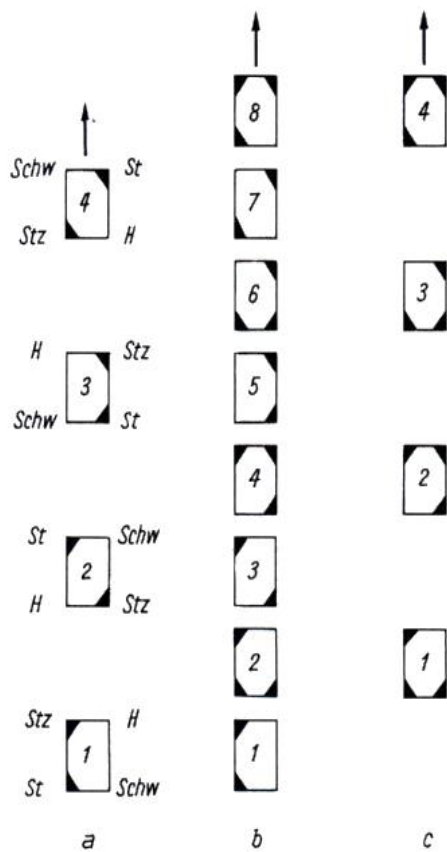


Abb. 500. Stützkonstellationen des Schrittes.  
a Flotter Schritt; b gewöhnlicher Schritt; c verkürzter Schritt

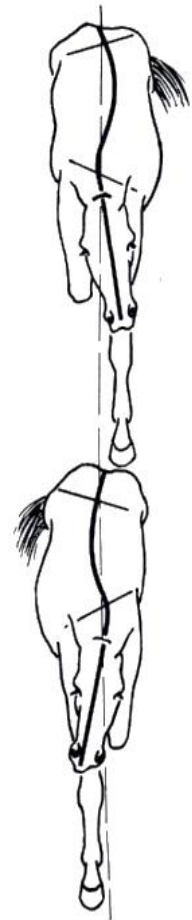


Abb. 502. Mitbewegung von Stamm und Kopf im Schritt beim Pferd.

Abb. 21: Fußungsfolge im Schritt sowie die Mitbewegung des Kopfes und des Stammes (aus Nickel et al. (1984)).

Laut KRÜGER (1939/1941) zeigen sich im Schritt die stärksten Wirbelsäulenbewegungen sowohl an der Brustwirbelsäule in seitlicher Richtung als auch an der Lendenwirbelsäule in dorsoventraler Richtung, was sich aus der Notwendigkeit einer stetigen Seitenverschiebung des Schwerpunktes ergibt.

### 2.2.6.2 Trab

Der Trab stellt laut NICKEL et al. (1984) einen sogenannten einfachen, diagonalen Synchronismus dar. Das heißt die Fußfolge im Trab erfolgt abwechselnd diagonal, gleich und regelmäßig (hinten links und vorne rechts, danach hinten rechts und vorne links).

Die Hauptstützarbeit wird sowohl im Trab als auch Galopp von den diagonalen Gliedmaßen geleistet, weshalb eine Verschiebung des Schwerpunktes zur Seite, wie beim Schritt, nicht erforderlich ist. Deshalb findet keine Lateralflexion der

Brustwirbelsäule statt. Um die Trabbewegung zu ermöglichen, wird der Körperstamm versteift, um den Gliedmaßenmuskeln eine solide Aktionsbasis zu verschaffen. Die Schwingungen der Wirbelsäule finden zum größten Teil in dorsoventraler Richtung statt (KRÜGER (1939), (1941), NICKEL et al. (1984)).

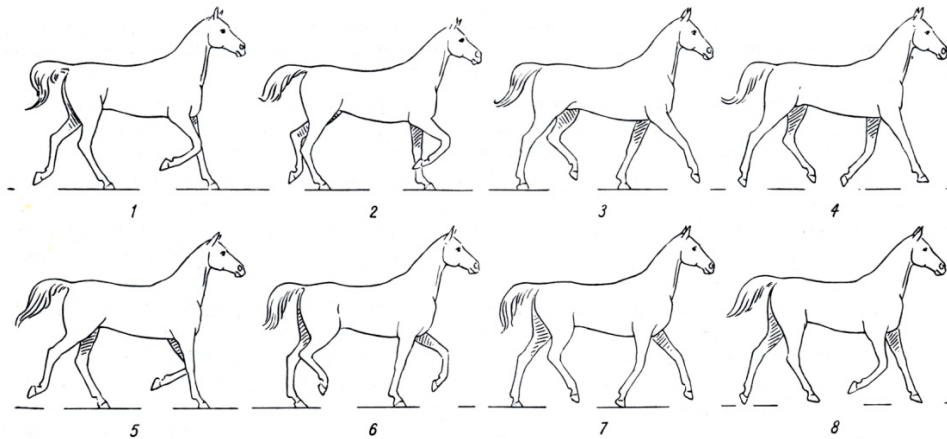


Abb. 507. Mitteltrab des Pferdes.

Abb. 22: Schrittfolge im Trab (aus Nickel et al. (1984))

### 2.2.6.3 Galopp

Beim Galopp wird der Körperstamm nicht wie beim Schritt und Trab nach vorne geschoben, sondern mit großer Kraft und Schnelligkeit nach vorne geschleudert. Hier ist die Rumpfbücke mehr oder weniger aktiv beteiligt (NICKEL et al. (1984)).

Die kräftigen Bewegungsimpulse des Galopps gehen in erster Linie von den Gliedmaßen aus, die Rückenmuskulatur dient hierbei der Festigung und Versteifung der Rumpfbücke, d.h. der Rücken führt praktisch keine Bewegung aus.

Sowohl ventrodorsale Flexion als auch Lateroflexion der Wirbelsäule sind nur sehr gering vorhanden (NICKEL et al. (1984), KRÜGER (1939), (1941)). Während der Vorführphase der Hintergliedmaße findet der Großteil der Dorsoventralflexion im Lumbosacralgelenk statt (NICKEL et al. (1984)).

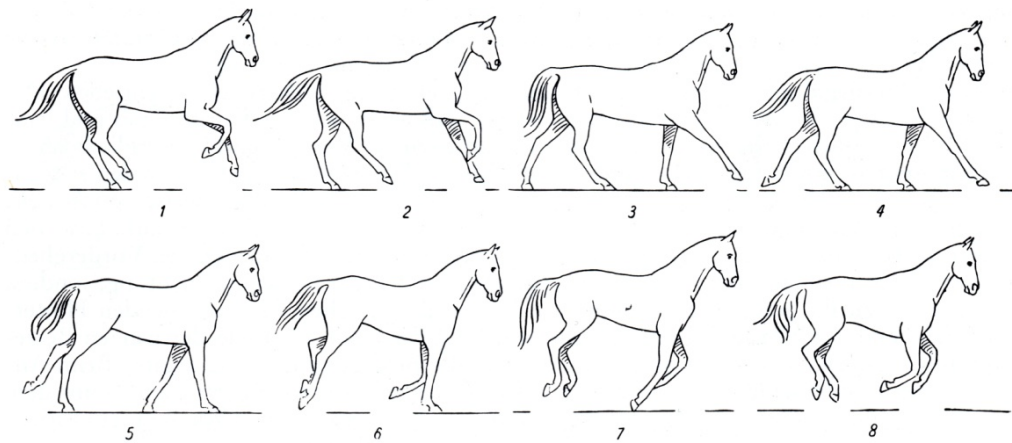


Abb. 513. Mittelgalopp des Pferdes (Rechtsgalopp).

Abb.23: Schrittfolge im Galopp (aus Nickel et al. (1984))

#### 2.2.6.4 Sprung

Der Sprung wird gewöhnlich aus der Galoppbewegung heraus ausgeführt und entspricht somit nur einer Abwandlung dieser (NICKEL et al. (1984)). Vorbereitung, Ausführung und Vollendung stellen die drei Vorgänge des Sprunges dar. Bei der Vorbereitung werden der Kopf und Hals angehoben, wodurch ein gewisses Abbremsen der gesamten Bewegung stattfindet. Die äußere Hinterhand greift weit unter den Rumpf, die Vorderhand stößt sich vom Boden ab, wobei sich die lange Rückenmuskulatur massiv kontrahiert und die vordere Körperhälfte anhebt.

Bei der Ausführung des Sprungs werden beide Vordergliedmaßen angezogen und der ganze Rumpf wird durch Kontraktion der Rücken-, Lenden- und Hinterbackenmuskulatur weiter angehoben. Der Körper wird durch kraftvolles Strecken nach vorne über das Hindernis geschleudert, dabei werden Kopf und Hals nach vorne gestreckt.

Bei der Landung, also der Vollendung des Sprungs, werden Kopf und Hals wieder angehoben, dadurch wird die Beschleunigung etwas abgebremst (NICKEL et al. (1984)).



Laut JEFFCOTT (1979a) und DÄMMRICH et al. (1993) besteht eine maximale Ventroflexion der Wirbelsäule vom Absprung bis zur Mitte des Sprungs, gefolgt von einer Dorsoflexion kurz vor der Landung.

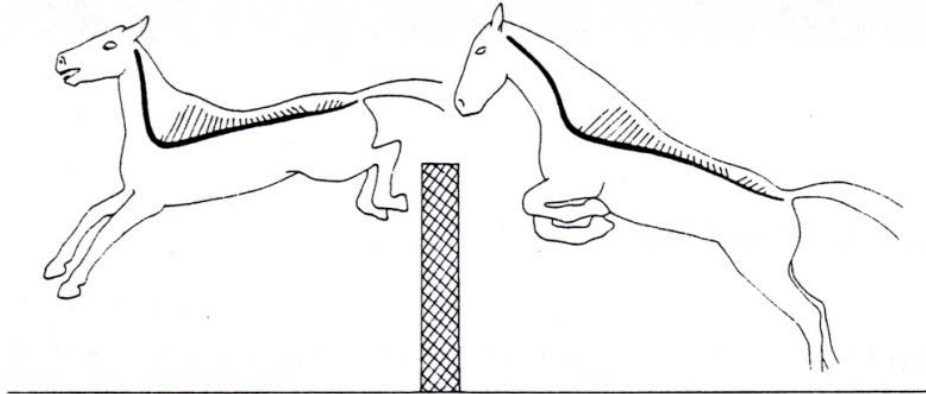


Abb. 24: Sprungphase; Strichzeichnung eines Pferdes beim Sprung. Die ungefähre Lage der Wirbelsäule wurde aufgenommen, um die relative Unbeweglichkeit der thorakolumbalen Wirbelsäule zu zeigen (aus Jeffcott (1979a))

## 2.3 Erkrankungen, die Rückenbeschwerden beim Pferd verursachen

| <b>Erkrankungen, die Rückenbeschwerden beim Pferd verursachen</b> |  |
|---|--|
| Allgemeine Bezeichnung  | Spezielle Ursache  |
| Verformung der Wirbelsäule  | Unnormale Krümmungen der Wirbelsäule<br>Skoliose, Lordose, Kyphose<br><br>Synostose (angeborene Wirbelverwachsung)   |
| Weichteilverletzungen   | Muskelzerrungen des M. longissimus dorsi und/oder der inneren Lendenmuskeln<br>Zerrung oder Zerreißung des Ligamentum supraspinosum des Rückens<br>Verschlag (Lumbago, Myositis) oder Verkrampfung der Rückenmuskulatur<br>Zerrung im Kreuzdarmbeinbereich |
| Frakturen   | der Dornfortsätze, einfach oder mehrfach der Wirbelkörper und -bögen   |
| Andere Knochenveränderungen                                       | Ossifizierende Spondylose<br>Berühren und überlappen der Dornfortsätze<br>Osteoarthritis und Verwachsungen der Dorn-, Quer- und Gelenkfortsätze  |
| Schwierigkeiten der Behandlung                                    | Schlechte Ausbildung und Rittigkeit<br>Schlecht passendes Sattelzeug   |
| Verschiedene Erkrankungen   | Hautläsionen, Druckstellen und Dasselbeulen in der Sattellage<br>Kopfschütteln und Zahnerkrankungen  |

Abb. 25: Tabelle aus Jeffcott 1978

### 2.3.1 Knochenveränderungen

#### 2.3.1.1 Verformungen der Wirbelsäule

- Abnormale Krümmungen der Wirbelsäule
  - Skoliose (Verbiegung nach lateral)
  - Lordose (Verbiegung nach ventral)

- Kyphose (Verbiegung nach dorsal)
- Angeborene Wirbelverwachsung (Synostose)

### **2.3.1.2 Frakturen**

- Der Dornfortsätze einfach oder mehrfach
- Wirbelbögen und Wirbelkörper
- (Becken)

### **2.3.1.3 andere Knochenveränderungen**

- ossifizierte Spondylose
- Kissing-Spine-Syndrom
- Osteoarthritis und Verwachsungen der Dorn-, Quer- und Gelenkfortsätze

### **2.3.1.4 Entzündungen**

- Osteomyelitis (Knochendegeneration)

## **2.3.2 Weichteilverletzungen**

### **2.3.2.1 Myopathien**

- Belastungsmiopathien (Belastungsrhabdomyolyse)
- Andere Myopathien (traumatisch, viral, bakteriell)

### **2.3.2.2 Zerrungen**

- Muskelzerrung: Musculus longissimus dorsi und/oder der inneren Lendenmuskel
- Bänderzerrung, Bänderzerreiung: Ligamentum supraspinosum
- Zerrung des Kreuzdarmbeinbereichs

### **2.3.2.3 andere Läsionen des weichen Gewebes**

- Hautläsionen (z. B. Wunden, Narben, Warzen, Pruritus) verursachen möglicherweise sekundäre Anzeichen von Rückenschmerzen.
- Druckstellen, Scheuerstellen und Dasselbeulen in der Sattellage.

### 2.3.3 Isolierte Verschattungen an den Dornfortsätzen

Isolierte Verschattungen an den Dornfortsätzen werden des Öfteren bei der radiologischen Untersuchung festgestellt. Laut GRIMMELMANN (1977) handelt es sich hierbei um Knorpelkappen ohne eigenen Ossifikationskern. Diese befinden sich vor allem im kaudalen Wirbelsäulenabschnitt sowie in der Sattellage. GRIMMELMANN (1977) beobachtete zudem, dass sich bei den Verknöcherungen der Knorpelkappen ohne Ossifikationskern, welche enchondral von den Dornfortsätzen erfolgen, immer ein glatt verlaufender dorsaler Rand darstellt.

SAGER (1997) bezeichnet die kaudal der Dornfortsatzenden schuppenförmigen, radiologischen Verschattungen als sogenannte Insertionskalzifikationen.

BUTLER et al. (2010) hingegen sind der Meinung, dass es sich bei den isolierten Verschattungen um eine sogenannte „Verstauchung“ des Ligamentum supraspinale handelt. Dies entsteht beispielsweise durch ein Trauma (Stoß, Schlag...); dabei kommt es im Bereich der Insertionsstelle des Ligamentum supraspinale an den dorsalen Dornfortsatzenden zum Abheben des Periost.

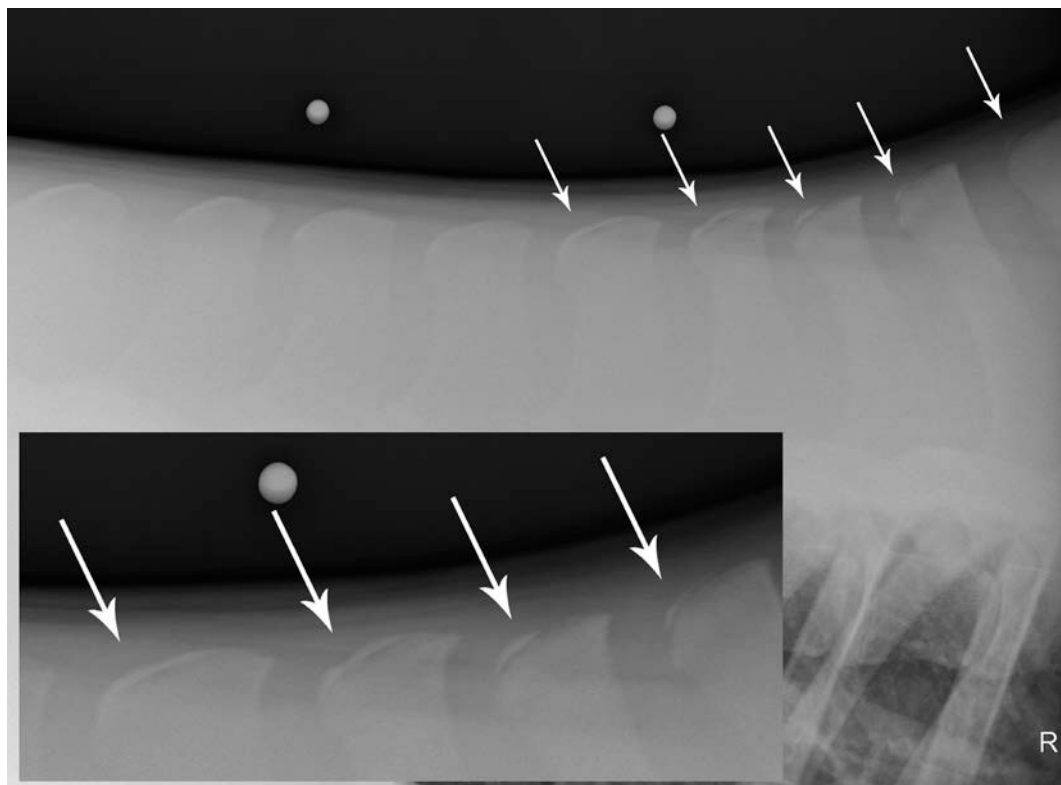


Abb. 26: eigenes Röntgenbild zur Veranschaulichung von Verschattungen dorsal kappenartig

Am häufigsten kann dies am T10 bis T13 und L1 bis L3 beobachtet werden (BUTLER et al. (2010)). Radiologisch zeichnen sich diese als „Flocken“ dorsal der Dornfortsatzenden ab (BUTLER et al. (2010)).

Die isolierten Verschattungen können auch im Zusammenhang mit Entzündungen des umgebenden Weichteilgewebes auftreten. Hierbei zeigen die Pferde mehrere Monate deutliche Symptome für Rückenschmerzen. In der Regel normalisiert sich das klinische Bild wieder, die radiologischen Veränderungen bleiben jedoch bestehen (BUTLER et al. (2010)).

#### **2.3.4 Frakturen der Dornfortsätze**

Frakturen an den Dornfortsätzen werden als multiple Frakturen im Widerristbereich T3 bis T10 beschrieben (JEFFCOTT (1993b)). Derartige Verletzungen treten am häufigsten bei Jungtieren (z. B. 18 Monate bis 3 Jahre auf). Vorgeschichtlich entstehen diese meist im Zusammenhang mit traumatischen Ereignissen, z.B. Steigen und sich rückwärts Überschlagen. Die gebrochenen Spitzen der Dornfortsätze überreiten gewöhnlich und sind nach ventrolateral verschoben. Oft handelt es sich um Splitterbrüche. Die Regeneration derartiger Verletzungen ist innerhalb von 4 bis 6 Monaten zufriedenstellend abgeschlossen und verursacht keinerlei Leistungseinbußen.

Frakturen von Wirbelkörpern oder des Neuralbogens führen zu einer Unterbrechung des Wirbelkanals; aus ihnen resultieren neurologische Störungen (TOWNSEND et al. (1986), JEFFCOTT (1978), (1993a)).

Es ist wichtig die Ossifikationszentren der Dornfortsätze im Widerristbereich nicht mit Frakturen zu verwechseln (KOCH (1980)).

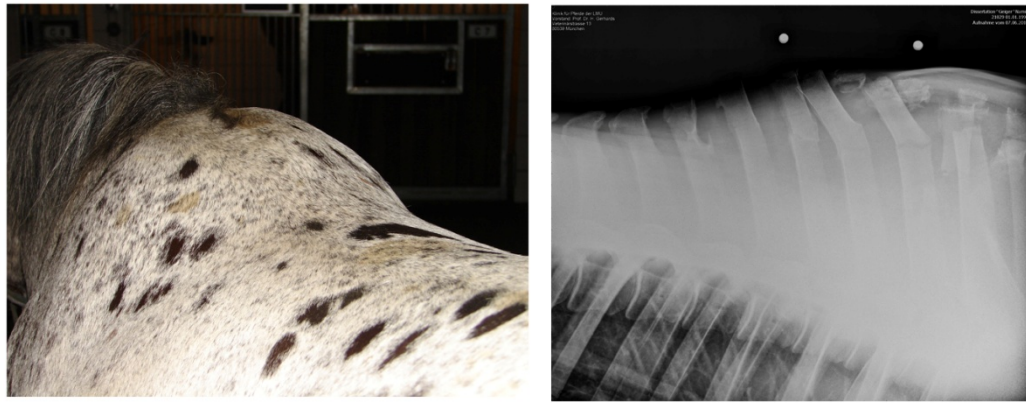


Abb. 27: Röntgenbilder Ossifikationszentren im Widerristbereich und Fraktur im Bereich der Widerristdornfortsätze (eigenes Foto/Röntgenbild, 6j. Knappstrupper-Wallach nach Sturz und Rückwärtsüberschlag aus dem Hänger)

### 2.3.5 Kissing-Spine-Syndrom (KSS)

Laut JEFFCOTT (1993a, b) tritt das KSS am häufigsten bei Vollblütern und sogenannten Kreuzzüchtungen mit kurzem Rücken auf; ursächlich dafür sind die sehr engen Interspinalräume im Vergleich zu anderen Pferderassen. Ebenso sind Springpferde und Vielseitigkeitspferde häufig mehr betroffen als anderweitig sportlich genutzte Pferde, da hier maximale Flexion und Extension des Rückens erforderlich sind. Die Hauptlokalisationsstelle für das KSS ist laut JEFFCOTT (1993a, b) der Sattellagenbereich (T12 bis T17), da hier die Interspinalräume am engsten sind und der Rücken in diesem Bereich die größte Belastung (durch den Sattel und Reiter) erfährt. Dennoch kann das KSS auch im kaudalen Widerristbereich und kranialen Lendenwirbelbereich auftreten (ROBERTS (1968)). Im Zusammenhang mit KSS lassen sich oft auch überreitende Wirbel beobachten. Diese können zudem deutliche periostale Reaktionen bzw. Sklerosen, sowie zystenähnliche Defekte aufweisen.

Symptome laut JEFFCOTT (1993a, b):

- Steifheit im Rücken
- Vermindertes Springvermögen
- Reduzierter Schwung aus der Hinterhand
- Leistungsminderung
- Widersätzlichkeit bei Arbeiten, Striegeln und Beschlagen der Hinterbeine

- Dorsoventrale Flexion des Rückens
- Atrophie des M. longissimus

Das Kissing-Spine-Syndrom ist laut JEFFCOTT (1980a, b), PETERSON et al. (1987) und DÄMMRICH et al. (1993) die am häufigsten vorkommende Wirbelsäulenerkrankung beim Pferd. Es gestaltet sich oft schwer, das KSS eindeutig zu erkennen, da es nicht immer mit Rückenschmerzen einhergehen muss und sich im Alter die Interspinalräume physiologischerweise verengen. Es können ein oder mehrere Wirbel betroffen sein. Nach Ansicht von DÄMMRICH et al. (1993) sind besonders die Bänder des Obergurts, v.a. die Ligamenta interspinalia im Zusammenhang mit KSS unphysiologisch beansprucht und gestaucht. Bevorzugt tritt das KSS im Bereich T10 bis L4 auf und dort besonders zwischen T13 und T15. Die Ursache dafür sehen DÄMMRICH et al. (1993) in der dorsoventralen Flexion und Extension der Wirbelsäule, welche in diesem Abschnitt (T10 bis L4) am meisten auftritt. Das heißt eine Annäherung und schließlich ein Berühren der Dornfortsätze tritt bevorzugt in Wirbelsäulenabschnitten mit der meisten dorsoventralen Flexion und Extension auf. Diese Bewegungsmöglichkeiten werden im kaudalen Lendenwirbelbereich durch die Artikulation der Seitenfortsätze und im kranialen Brustwirbelbereich durch die 8 bis 9 sternalen Tragrippen eingeschränkt.

Veränderungen am Ligamentum supraspinale konnte DÄMMRICH et al. (1993) nicht feststellen, jedoch am dorsalen Anteil der Ligamenta interspinalia (adaptive Veränderungen). Dies zeigt sich dadurch, dass das Fasergewebe im Bereich der Insertionen verbreitert ist und vermehrt Chondrozyten enthält. Anschließend setzt eine vermehrte Mineralisation in dem verbreiteten Bereich ein, wodurch eine deutliche Knochenzubildung (Exostosen) entsteht, in schlimmen Fällen kann es bis zur Pseudoarthrosebildung zwischen den Dornfortsätzen kommen (SALIS und HUSKAMP (1978), JEFFCOTT (1980), DÄMMRICH et al. (1993)).

Es ist keine einheitliche Nomenklatur für KSS in der Literatur bekannt.

- ROBERTS (1968): extreme Vergrößerung der Dornfortsätze bis hin zur Überlappung (KSS).
- Thorakales interspinales Syndrom (TIS) (SALIS und HUSKAMP (1978), HUSKAMP und NOWAK (1988)).
- Leichte Abwandlung: Thorakolumbales interspinales Syndrom (TLI)

bezeichnet den unphysiologischen Kontakt zwischen den Dornfortsätzen der Brust- und Lendenwirbelsäule (PETTERSSON et. al. (1987)).

- Syndrom sich berührender Dornfortsätze (DÄMMRICH et al. (1993)).

Im englischen:

- Overriding vertebral spinous processes (KLIDE (1989))
- Kissing-Spine-Syndrome (JEFFCOTT (1980b))
- "Overriding" (CROWHURST (1975)), hierbei handelt es sich um ähnliche radiologische Befunde der Lendenwirbeldornfortsätze.

Das thorakale interspinale Syndrom weist folgende pathologische Veränderungen an den Dornfortsätzen und kleinen Wirbelgelenken auf (RANDELHOFF (1997)):

- Annäherung und Berührung der Dornfortsätze im Wirbelsäulenbereich mit dorsoventraler Beweglichkeit (T12 bis T17)
- Insertionsdesmopathien am Ligamentum supraspinale und Ligamenta interspinalia
- Exostosen am Dornfortsatz, einzeln oder herdförmig
- Osteophytenbildung
- Zystenähnliche Defekte
- Pseudoarthrosen
- Leistenartige Zubildungen in mittlerer Höhe an der kranialen Kante des Dornfortsatzes
- Spondylarthropathia deformans an den kleinen Wirbelgelenken.

Der Erste, der das KSS beschrieb, war nicht ROBERTS (1968), der als Erster die operative Behandlung des KSS durchführte, sondern VIRCHOW (1916). Dieser beschrieb, dass an den Kanten der Dornfortsätze oft Osteophyten gefunden wurden, welche bis in die Zwischenräume reichen, wodurch eine sogenannte „Verklammerung“ entstehen kann.

Das KSS beschreibt die Annäherung der thorakolumbalen Dornfortsätze, die im weiteren Verlauf zur Berührung und Überlappung bis hin zur Gelenkbildung zwischen den Dornfortsätzen führen kann. DÄMMRICH et al. (1993), SALIS und HUSKAMP (1978), JEFFCOTT (1980a), ROONEY (1979) berichteten von einem Fall mit ankylosierten Dornfortsätzen.

Vollblüter, die im Spring- oder Vielseitigkeitssport eingesetzt werden, zeigen laut



JEFFCOTT (1979b, 1980b, 1985b, 1993a, b, c) eine gewisse Disposition für KSS. Auch TURNER (2011) konnte in ihrer Arbeit feststellen, dass Vollblüter verglichen mit anderen Rassen signifikant häufiger betroffen sind. Diese weisen im Vergleich mit anderen Pferderassen engere Intervertebralabstände auf (JEFFCOTT (1979b, 1993b)). Diese Disposition hängt vielmehr von der Nutzung ab, da bis heute noch keine genetische Rasse- oder Geschlechtsdisposition festgestellt werden konnte. SALIS und HUSKAMP (1978) sehen eine Disposition bei Pferden mit ausgeprägter Lordose und bei schlaksigen Springpferden. TOWNSEND et al. (1986) vermuten, dass KSS durch die Entwicklung breiter, flacher Dornfortsätze in den ersten Lebensjahren entstehen.

Auch SALIS und HUSKAMP (1978) sehen einen Zusammenhang zwischen Pferdetyp und Nutzungsart. Ihrer Auffassung nach besteht eine Disposition bei Warmblutpferden mit ausgeprägter Lordose und sogenanntem langen Rücken. Es sind somit nicht die kleinen kompakten Pferdetypen, sondern vielmehr die großen, rasch wachsenden und eher schlaksigen Springpferde. Heutzutage ist man zu der Überzeugung gelangt, dass das KSS in erster Linie die Folge von unsachgemäßer und verfrühter Ausbildung zum Reitpferd ist (SALIS und HUSKAMP (1978)).

JEFFCOTT(1985a) untersuchte 443 Pferde mit angeblichen Rückenproblemen. Er unterteilte sie hinsichtlich ihrer sportlichen Nutzung:

Gruppe A: Vielseitigkeit

Gruppe B: Springen

Gruppe C: Dressur und Galopper

Ergebnisse:

- 21% in Gruppe A wiesen Kreuzdarmbeinschmerzen auf, nur 12% in Gruppe B und C
- 48% der Gruppe B hatten KSS, in der Gruppe A waren es 35% und in Gruppe C 27%
- Weichteilverletzungen traten relativ gleichmäßig verteilt in allen 3 Gruppen auf:
  - 28% Gruppe A
  - 27% Gruppe B
  - 25% Gruppe C

KLIDE (1984) konnte an 2661 Wirbeln der Pferdespezies *Equus occidentalis* (40000 – 20000 a.D.) belegen, dass KSS auch bei diesem bereits ausgestorbenen und nicht reiterlich genutzten Pferdetyp vorkam (TOWNSEND et al. (1986), WALMSLEY et al. (2002), RANDELHOFF (1992)).

Laut JEFFCOTT (1975a, 1979a, 1980a, 1985b, 1993a, b) ist das KSS hauptsächlich im Bereich der Sattellage (T12 bis T17) zu finden, da hier der physiologische Abstand zwischen den Dornfortsätzen am geringsten ist. Zudem weist dieser Bereich deutliche dorsoventrale und weniger laterale Flexion auf (JEFFCOTT (1980), DÄMMRICH et al. (1993)). Außerdem wird dieser Bereich zusätzlich durch den Sattel und das Reitergewicht belastet, dies führt zu einer weiteren Verminderung des Abstands der Dornfortsätze (de COCQ et al. (2006), JEFFCOTT (1980), (1993a, b)). DÄMMRICH et al. (1993) untersuchten 90 Wirbelsäulen. Hier zeigten sich im Bereich zwischen T10 und L4 Veränderungen im Sinne von KSS. T13 bis T15 waren am häufigsten betroffen. Eine weitere Lokalisation von KSS ist im kaudalen Widerrist (JEFFCOTT (1993a, b)) und in der kranialen Lendenwirbelsäule zu finden (ROBERTS (1968), JEFFCOTT (1993a, b)). Hier werden keine definierten Bereiche angegeben. Auch ROBERTS (1968) und DENOXX (1999) sehen die Lendenwirbelsäule als mögliche Lokalisation für das KSS.

### 2.3.5.1 Unterteilung des KSS

JEFFCOTT (1980a) unterteilt KSS in 5 Grade:

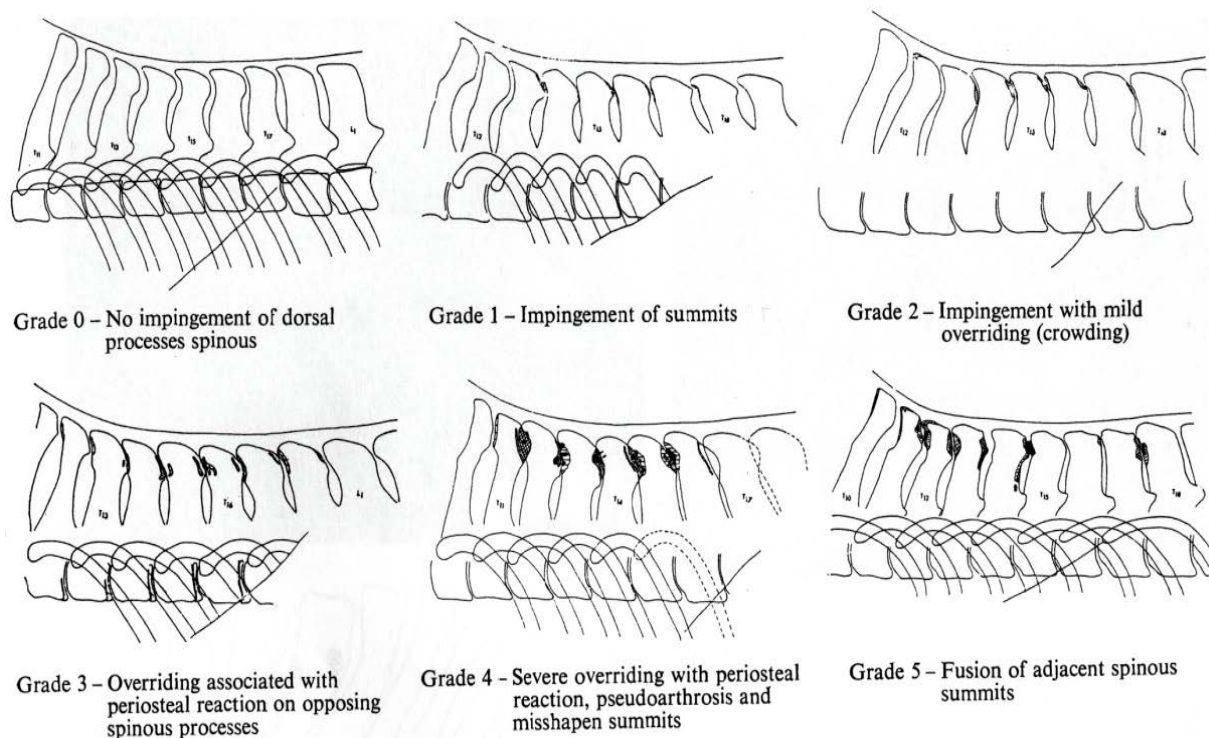


Abb. 28: Einteilung KSS in 5 Grade (aus Jeffcott (1980a))

HUSKAMP und NOWAK (1988) unterscheiden beim KSS zwei unterschiedliche Typen:

Beim Typ I entstehen durch zu enge Zwischenräume zwischen den Processus spinosi Druckschäden. Dieser Typ wird als sogenanntes „Kissing Spine“ bezeichnet.

Beim Typ II entstehen bei normal großen Zwischenräumen Zugschäden. Es sind zwischen Typ I und II Mischformen möglich.

Anhand histologischer Untersuchungen zeigen sich an den veränderten Dornfortsätzen alle Anzeichen einer „proliferierenden Periostitis“ mit „Exophytenbildung“, die in Pseudoarthrosen und Ankylosen übergehen können (SALIS und HUSKAMP (1978), JEFFCOTT (1979a), (1980a)). Es werden hier keine Angaben über die Lokalisation an der Wirbelsäule gemacht.

Pathohistologische Veränderungen laut HUSKAMP und NOWAK (1988):

- Auflockerung kollagener Faserbündel
- Verfettung und hyaline Verquellung von Bändergewebe
- Im Grenzbereich von Bändern und Knochen herdförmige Massennekrose, die zu Zusammenhangstrennungen führt.

### 2.3.6 Pathogenese

JEFFCOTT (1975b) erschienen viele Faktoren wie Exterieur, Alter, Art der Nutzung, Temperament und Management bedeutsam für die Pathogenese des Kissing Spines Syndrom (KSS).

von SALIS und HUSKAMP (1978) sind der Ansicht, dass eine zu frühe und unsachgemäße Ausbildung eine mögliche Ursache für die Entstehung von KSS darstellt. Durch die schnelle Ausbildung unter Zunahme von sogenannten Hilfszügeln (Schlaufzügeln), Sporen und Gerten wird das Pferd mit Gewalt an die Hand bzw. den Zügel gestellt. Dadurch entsteht ein Durchbiegen der Wirbelsäule. Die Rückenmuskulatur erfährt dadurch eine Verkrampfung und die Ligamenta interspinalia werden durch das Aneinanderstoßen der Dornfortsätze gequetscht und zermalmt.

Beim Pferd verhindert die stark entwickelte und unter Belastung sich noch verstärkende ventrale Verspannung der Wirbelsäule durch den Anulus fibrosus und das Ligamentum longitudinale ventrale, dass die Wirbelkörper beim ventralen Absenken des Rückens auseinanderweichen. Dadurch erfährt der ventrale Wirbelkörperabstand eine Fixierung, aus welcher gewisse Stellungsänderungen der Wirbel beim Absenken des Rückens resultieren. Hierbei kommt es zu einer stärkeren Druckbelastung im dorsalen Segment des Diskus und zu einer dichteren Annäherung der Dornfortsätze. Es können sich hierbei pathohistologischen Lamellenstauchungen im dorsalen Segment des Diskus und der Fibrillenbrücke in den Ligamenta interspinalia ergeben. Die kleinen Wirbelgelenke bilden den Drehpunkt, um den die Stellungsänderung der Wirbel zueinander erfolgt. Dabei wird in diesen Schiebegelenken geringe Beweglichkeit ohne Konkurrenz der Gelenkflächen mehr oder weniger aufgehoben. Hieraus resultiert die Spondylarthropathia deformans beim KSS. Dies wurde bereits 1988 von NOWAK beschrieben (DÄMMRICH et al. (1993)).

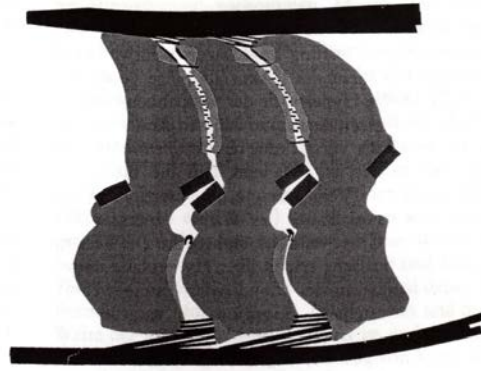


Abb. 29: Darstellung der Auswirkungen der ventralen Absenkung an der thorakolumbalen Wirbelsäule bei fixiertem ventralem Wirbelkörperstand (aus DÄMMRICH et al. (1993))

### 2.3.6.1 Verschmolzene Wirbel

Dies betrifft zwei oder mehrere Wirbel, tritt jedoch selten an den thorakolumbalen Dornfortsätzen auf. Die fehlende knöcherne Kalusbildung hilft bei der Unterscheidung zwischen angeborener oder frakturbedingter Verschmelzung der Wirbel (BUTLER et al. (2010)).

### 2.3.6.2 Histologische Veränderungen

Im Alter nimmt die Ausformung der Tuberositas spinae durch die biomechanische Belastung, die von den inserierenden Bändern verursacht wird, zu. Die kollagenen Faserbündel des Ligamentum supraspinale verbinden sich mit dem kranialen Abschnitt der Dorsalfläche des Dornfortsatzendes. Sie ziehen über die kaudale Kante der Tuberositas spinae und inserieren fächerförmig am nachfolgenden Dornfortsatz.

Die kraniale Kante von Tuberositas und Processus spinalis verlängert sich entsprechend der Zugbelastung über die Insertionen. Histologisch sind hier eine Dickenzunahme des chondroiden Fasergewebes im Bereich der Faserinsertionen erkennbar sowie eine zunehmende Mineralisationszone vom Dornfortsatz mit anschließendem Ersatz durch Knochengewebe (DÄMMRICH et al. (1993)).

## 2.4 Röntgenologische und szintigraphische Befunde

Radiologisch zeigen sich verschmälerte Abstände zwischen den Dornfortsätzen im Sattellagenbereich. In einzelnen Fällen sind Auflagerungen und

Brückenbildungen zwischen den Wirbeln zu erkennen (SALIS und HUSKAMP (1978)). Ebenso können lokale periostale Reaktionen und kleine zystenähnliche Knochenveränderungen nachweisbar sein (JEFFCOTT (1975b), (1980a)). Szintigraphisch lassen sich bereits Veränderungen im Skelettsystem darstellen, die radiologisch noch nicht erfassbar sind (NOWAK (1988)). Dies wurde 2004 von Erichsen et al. an Pferden ohne klinische Befunde am Rücken genauer untersucht. Dabei zeigte sich, dass bei der szintigraphischen Untersuchung merklich andere Befunde diagnostiziert wurden als bei den radiologischen Vergleichsuntersuchungen.

Radiologisch ist es nur schwer bis gar nicht möglich, Anfangsstadien des KSS zu diagnostizieren. Dies wurde bereits 1997 von RANDELHOFF anhand histologischer und radiologischer Befunde verglichen. Der gleichen Meinung ist auch TURNER (2011), ihrer Ansicht nach ist Röntgen ohne entsprechende Klinik nicht aussagefähig, dennoch sind radiologisch auffällige Tiere prädispositioniert für das Kissing Spines Syndrom.

JEFFCOTT (1980a) untersuchte den Rücken von 443 Pferden sowohl radiologisch als auch klinisch. Oftmals entsprachen die radiologischen Veränderungen an den Dornfortsätzen nicht dem klinischen Bild. Zudem belegt die Szintigraphie, dass nicht alle radiologischen Befunde auf aktive, entzündliche und schmerzhaft Umbauprozesse zurückzuführen waren.

Eine radiologische Untersuchung von 904 Warmblutpferden, die keinerlei Beschwerden am Rücken aufwiesen, ergab Folgendes: 32,5% wiesen keine Befunde an den Dornfortsätzen auf, 17,9% der Pferde zeigten radiologisch Berühren oder Überlappungen der Dornfortsätze und bei weiteren 28,1% waren ein oder mehrere intervertebrale Abstände verengt. Die Befunde wurden nach der Klassifizierung von Sager (1997) bewertet. Alle Befunde wurden auch bei nicht gerittenen Pferden beobachtet. Tendenziell steigen die radiologischen Befunde an den Dornfortsätzen leicht mit zunehmendem Alter der Pferde (BRUNKEN et al. (2006)). Laut diesen Autoren zeigten vor allem Dressurpferde hochgradige radiologische Befunde an den Dornfortsätzen.

In einer weiteren vergleichenden Studie wurden 176 rückenranke Pferde radiologisch untersucht. Hierbei konnte eine genau gleiche statistische Verteilung der radiologischen Befunde aufgezeigt werden wie in der der klinisch

unauffälligen Pferde (BRUNKEN et al. (2006)).

Radiologisch ist nur ein geringer Anteil der pathologisch anatomischen Veränderungen im Bereich der Dornfortsätze darstellbar. Zur Klassifizierung der Veränderungen wurden verschiedene Schemata erarbeitet (JEFFCOTT (1980a, b), PETERSON et al. (1987)).

**TABELLE 1B:** Vergleich der Graduierungsschemata

| Petterson et al. (1987)   | mod.Petterson (1996)   | Sager (1997)   |
|---|--|--|
| Grad 0: Ohne besonderen Befund  | Grad 0: Normaler Abstand zwischen den Dornfortsätzen   | Grad 0: Ohne besonderen Befund   |
| Grad I: Verkürzter Abstand ohne sonstige Veränderungen zwischen zwei oder mehreren Dornfortsätzen                               | Grad I: Engstand zwischen zwei oder mehr Dornfortsätzen mit Sklerosierungen und/oder osteolytischen Bereichen                    | Grad I: Dorsale Zubildungen auf den dorsalen Dornfortsätzen  |
| Grad II: Verkürzter Abstand mit leichter Sklerosierung und/oder leichter Rarefaktion zwischen zwei oder mehreren Dornfortsätzen | Grad II: Berührung zwischen zwei oder mehr Dornfortsätzen mit sklerotischen und/oder osteolytischen Bereichen                    | Grad II: „Nasenbildung“ am kranio-dorsalen Dornfortsatzende  |
| Grad III: Kontakt mit Rarefaktion zwischen zwei oder mehreren Dornfortsätzen  | Grad III: Berührung und Überreiten mit sklerotischen und/oder osteolytischen Bereichen   | Grad III: Verkürzter Abstand ohne sonstige Veränderung   |
| Grad IV: Kontakt mit Rarefaktion zwischen drei oder mehreren Dornfortsätzen   | Grad IV: Berührung und Überreiten mit sklerotischen und/oder osteolytischen Bereichen zwischen zwei oder mehreren Dornfortsätzen | Grad IV: Verkürzter Abstand mit leichter Sklerosierung zwischen zwei oder mehreren Dornfortsatzenden             |
| Grad V: „Überreitende“ Dornfortsätze mit Sklerosierung und/oder Rarefaktion von zwei Dornfortsätzen                             |  | Grad V: Kontakt mit Rarefaktion zwischen zwei oder mehreren Dornfortsätzen                                       |
|   |  | Grad VI: Überlappende Dornfortsätze mit Sklerosierung und/oder Rarefaktion bei zwei oder mehreren Dornfortsätzen |

Abb. 30: unterschiedliche radiologische Klassifizierungsschemata (aus Brunken et al. (2006))

JEFFCOTT (1979b) ist der Meinung, dass auch bei rückengesunden Pferden ein geringgradiges Berühren oder Überlappen der Dornfortsätze vorkommt. Jedoch erhöht sich mit zunehmendem Schweregrad der morphologischen Veränderung die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von klinischen Symptomen.

JOHNS et al. (2008) untersuchten 81 rückenranke Pferde. Hiervon wiesen 28 Pferde KSS und 15 Pferde Spondylarthrosen (kleine Wirbelgelenke) auf; 16 Pferde zeigten beide Veränderungen. Bei 17 Pferden konnten keine radiologischen Veränderungen gefunden werden.

RANDELHOFF (1997) beschrieb röntgenologisch drei Stadien im Zusammenhang mit KSS.

1. Stadium: Röntgenologisch geringgradige Veränderungen der Dornfortsätze. Grund hierfür sind die weit nach kranial verlängerten Spitzen der kranialen Tuberositas der Dornfortsätze, die somit die Interspinalräume verschmälern. Zudem wurden Exostosen, die die ehemals glatten Tuberositates überragten, sowie leistenförmige Zubildungen in der Mitte der Dornfortsätze beobachtet.
2. Stadium: Die Dornfortsätze sind hier mittelgradig verändert. Es bestehen Formveränderungen der Dornfortsätze.  
Die kranialen und kaudalen Tuberositates, zweier aufeinanderfolgender Dornfortsätze können sich durch Begradigung der konkaven Rundung der kranialen Tuberositas und durch Entrundung der benachbarten kaudalen Tuberositas mittels Knochengewebszubildung in der Form einander angleichen. Dies führt zu verschmälerten Abständen zwischen zwei betroffenen Dornfortsätzen im veränderten Bereich.
3. Stadium: Dornfortsätze, die radiologisch hochgradige Veränderungen aufweisen zeichnen sich durch die fast kongruent geformten kranialen und kaudalen Tuberositates zweier aufeinanderfolgender Dornfortsätze aus.  
Durch eine vollständige Kongruenz der benachbarten Tuberositates mit verstärkten Deckplatten an ihren Kontaktflächen sowie sehr engen Interspinalräumen entsteht der Eindruck einer Nearthrose.  
Zudem erscheinen zystoide Defekte durch eine Aussparung im ventralen Bereich der durch Exostosenbildung entzündeten Kante der kaudalen Tuberositas. Es treten in diesem Stadium auch Exostosen im ventralen Interspinalbereich auf (JEFFCOTT (1975), PETTERSOON et al. (1987), DÄMMRICH et al. (1993)).

#### 2.4.1 Spondylarthropathia deformans

Diese Erkrankung wird auch als Spondylarthrose bezeichnet. Dabei kommt es zu einer chronisch deformierten Umformung der Facettengelenke. Ursachen hierfür sind:

- Traumata
- Erhöhte statische und mechanische Belastung der Wirbelsäule
- Degenerative Veränderungen im Annulus fibrosus und in den Zwischenwirbelscheiben.



In schlimmeren Fällen kommt es zu Verkalkungen und der Bildung periostaler Auflagerungen mit anschließender Ossifikation (DIETZ et al. (1999)).

Laut DÄMMRICH et al. (1993) wird die Spondylarthropathia deformans durch eine Inkongruenz der kleinen Wirbelgelenke verursacht. Bei der ventralen Absenkung wird die Kongruenz der kleinen Gelenkflächen aufgehoben.

Schon 1916 (VIRCHOW) wurde diese Veränderung beim Pferd beschrieben. Dabei sind die seitlichen Gelenke der Wirbelkörper und/oder Gelenke zwischen den Lendenwirbel-Querfortsätzen betroffen.

DÄMMRICH et al. (1993) untersuchten 81 Wirbelsäulen mit KSS. Hier zeigten 30 von 81 Wirbelsäulen gleichzeitig zum KSS auch Veränderungen im Sinne einer Spondylarthropathia deformans. Dabei nahm die Schwere der Veränderungen mit dem Lebensalter und der Ausbildung des KSS zu.

Auch JOHNS et al. (2008) konnten mit ihrer Studie zeigen, dass von 81 rückenkranken Pferden 16 Pferde sowohl KSS als auch gleichzeitig Spondylarthrose der kleinen Wirbelgelenke aufwiesen.

NOWAK (1988) ist sogar der Meinung, dass arthrotische Veränderungen an den kleinen Wirbelgelenken vorkommen und der Grund dafür sind, dass Pferde nach einer Kissing-Spine-OP keine klinische Besserung zeigen.

#### **2.4.2 Spondylopathia deformans**

Diese Erkrankung ist auch als Spondylose bekannt. Es handelt sich hierbei um eine selten auftretende chronisch degenerative Erkrankung des ventralen Bandapparates (Ligamentum longitudinale ventrale) der Brustwirbelsäule.

Hierbei sind morphologische Veränderungen am Ligamentum longitudinale ventrale der Zwischenwirbelscheiben und der Wirbelkörper zu sehen. Diese Veränderungen treten beim Pferd am häufigsten im Bereich des 9. bis 15. Brustwirbels auf (DIETZ et al (1999)). Laut MARKS (1999) befindet sich die häufigste Lokalisation zwischen dem 10. und 16. Brustwirbel. Betroffen sind hauptsächlich rückenkranken Pferde, die älter als 6 Jahre sind (WISSDORF et al. (1998)).

Oft findet man diese Veränderungen als radiologische Nebenbefunde, ohne dass sie irgendwelche klinischen Symptome verursachen. In solchen Fällen sind benachbarte Wirbelkörper meistens vollständig knöchern miteinander verbunden (DIETZ et al (1999)).

JEFFCOTT (1993b) sieht als mögliche Ursache der Spondylopathia deformans einen traumatischen Sturz. Zudem treten diese Veränderungen gehäuft bei Stuten sowie Dressur- und Springpferden auf. Dies wird durch die Last der Fohlen während mehrerer Graviditäten und durch das Gewicht schwerer Reiter erklärt (ROONEY (1979)).

Die ventralen Lamellenlagen des Annulus fibrosus und das Ligamentum longitudinale ventrale werden aufgrund der Zugbelastung mittels Apposition vom Knochengewebe verstärkt. Randexostosen entstehen, die sich zunehmend vergrößern, schließlich aufeinander zuwachsen und zu einer massiven Knochenplatte verschmelzen (ROONEY (1979), TOWNSEND (1985)).

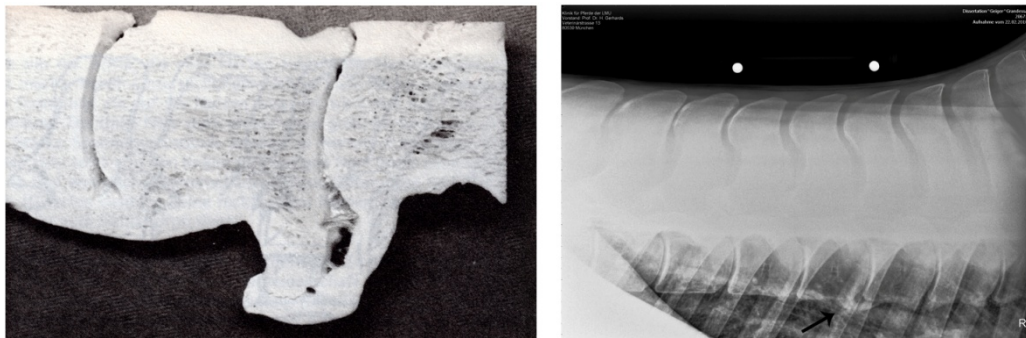


Abb. 31 a/b: Spondylopathia deformans (Foto aus Rooney (1979); eigenes Röntgenbild 11j. Warmblut Stute, S-Springen)

## 2.5 Diagnostik

Untersuchungsgänge zum diagnostischen Vorgehen eines Rückenproblems wurden bereits von mehreren Autoren beschrieben: (JEFFCOTT (1975b, 1978, 1979a, 1980a, 1981, 1985, 1993a , 1995), STASHAK (1989), GUNDEL und SCHATZMANN (1997), MARTIN und KLIDE (1999), RANNER (1997), RANNER und GERHARDS (2001), DENOIX und DYSON (2002), JEFFCOTT und HAUSSLER (2004)).

Übersicht über den Untersuchungsgang beim Pferd mit möglicher Rückenerkrankung:

#### Untersuchung eines Pferdes mit einem möglichen Rückenproblem

Das Untersuchungsprotokoll eines Pferdes sollte soweit wie möglich standardisiert sein und folgende Punkte enthalten:

##### Anamnese

Einschätzung von Managementfaktoren  
Erfahrungen des Besitzers, Temperament und Leistungsfähigkeit des Pferdes  
Zeitpunkt des Anfalls und Dauer der klinischen Symptome  
Reaktion auf durchgeführte Behandlungen, insbesondere Manipulation und Gabe von NSAID

##### Klinische Untersuchung

in Ruhe: visuelle Inspektion, Palpation, Manipulation  
rektale Palpation  
unter Belastung: an der Hand, an der Longe, unter dem Reiter oder gefahren

##### Röntgenologische Untersuchung

laterale Aufnahmen der thorakolumbalen (T2-L3/4) und der sakrokokzygealen (S2-Cy4) Bereiche, im Stehen durchgeführt  
Aufnahmen der lumbosakralen WS (C4-S5) in Vollnarkose  
Lineartomographie zur Untersuchung von Kreuzdarmschäden

##### Laboruntersuchung

hämatologische Untersuchung – großes Blutbild  
biochemische Untersuchung – einschließlich muskelspezifische Enzyme (AST und CK) vor und nach Belastung

##### Andere Hilfsmittel

lokale Anästhesie der Dornfortsatzzwischenräume  
Faradisation der Muskeln zur Bestätigung von Schmerzhaftigkeit  
Auswirkung von Kurzzeitverabreichung von NSAID auf die Leistung  
Slaptest zum Beweis einer Stenose im Zervikal-WS-Bereich als Ursache einer geringgradigen bis schweren Inkoordination der Hinterhand  
Szintigraphie bei knöchernen Schädigungen  
Thermographie zur Darstellung von „Hot spots“ im Bereich der Rückenmuskeln.

Abb. 31: Tabelle aus Jeffcott (1993b)

Weitere Untersuchungsmöglichkeiten sind: Szintigraphie, Thermographie, Sonographie.

### 2.5.1 Anamnese

Diese ist sehr wichtig, da bei Rückenproblemen oft keine eindeutigen klinischen Symptome bzw. zielführende Vorberichte der Besitzer vorliegen. Die meisten Besitzer berichten in diesem Zusammenhang von Richtigkeitsproblemen (wie: „macht sich im Rücken fest“, „schwingt nicht sauber“, „zeigt wenig Aktion in der Hinterhand“ oder „ist taktunrein“). Es ist zudem wichtig sich im Vorfeld über Temperament, Verwendungszweck, Sattel, Ausbildungsstand von Pferd und Reiter, sowie Leistungsparameter zu informieren. Die signifikanten Anzeichen für Rückenbeschwerden sind zum einen deutliche Leistungsminderungen und zum anderen Veränderungen des Temperaments (JEFFCOTT (1993b), GUNDEL und SCHATZMANN (1997), RANNER und GERHARDS (2001)).

### **2.5.2 Adspektion**

Hierbei sollte das Pferd alle 4 Gliedmaßen gleichmäßig belasten und auf planem, festem Untergrund stehen (JEFFCOTT (1993 a, b), GUNDEL und SCHATZMANN (1997)). Dabei sollte besonders auf den Zustand der Bemuskelung (Rücken und Becken), alte Verletzungen, Umfangsvermehrungen bzw. Druckstellen geachtet werden. Die Bemuskelung kann gemäß RANNER (1997, 2001) in diesem Zusammenhang in drei Grade unterteilt werden (RANNER (1997), RANNER und GERHARDS (2001)).

Des Weiteren wird die Länge der thorakolumbalen Wirbelsäule abgeschätzt (Widerristhöhe verglichen mit der Länge). Dabei neigen Pferde mit kurzem Rücken zu Knochenveränderungen (z. B. KSS), wohingegen bei Pferden mit langem Rücken Muskel- und Bänderzerrungen vorkommen (JEFFCOTT (1978), (1993b), GUNDEL und SCHATZMANN (1997)).

### **2.5.3 Lahmheitsuntersuchung**

Differenzialdiagnostisch sollte eine Hinterhandlahmheit ausgeschlossen werden. Diese führt sowohl zu Veränderungen des Bewegungsmusters, zu Taktunregelmäßigkeiten als auch bei langem Bestehen zu einer schmerzhaften Verspannung der Rückenmuskulatur.

Dies alles könnten Symptome von Rückenbeschwerden vortäuschen (JEFFCOTT (1985, 1993 a, b), KOCH (1980), CROWHURST (1975)).

### **2.5.4 Palpation**

Da auch rückengesunde Pferde klinische, röntgenologisch und pathologische Befunde aufweisen können, stellt die Palpation einen wichtigen Bestandteil der Rückenuntersuchung dar (JEFFCOTT (1993 a, b), RANNER und GERHARDS (2001)).

Eine solche Untersuchung des Rückens sollte am besten in einem Untersuchungsstand durchgeführt werden. Dabei steht der Untersucher etwas erhöht, um eine bessere adspektorische Beurteilung der Muskulatur sowie der Haut durchführen zu können (JEFFCOTT (1993a, b), RANNER (1997), GUNDEL und SCHATZMANN (1997)).

Zu Beginn der Untersuchung streift der Untersucher sanft mit der Hand entlang dem gesamten Pferderücken, das heißt vom Widerrist bis zum Schweif. Dies ist wichtig damit sich das Pferd an die Manipulation gewöhnen kann. Gleichzeitig können in diesem Zusammenhang Veränderungen der Haut und Verhärtungen der Muskulatur ertastet werden (JEFFCOTT (1993 a)).

An diese oberflächliche Palpation schließt sich eine kräftige, in die Tiefe reichende Palpation an. Hierbei können sowohl der Muskeltonus als auch reaktive Zonen erfasst werden (GUNDEL und SCHATZMANN (1997)).

Bei einer Palpation der Dornfortsatzspitzen als auch deren Zwischenräume sollte auf Schmerzhaftigkeiten wie z. B. Stöhnen, Austreten, Schweifschlagen, Verspannungen der Rückenmuskulatur oder Mimikveränderungen geachtet werden.

Durch Provokation der Ventro-, Dorso- und Lateroflexion wird die Beweglichkeit der Wirbelsäule überprüft. Hier sollte der kraniale Abschnitt der Brustwirbelsäule eine ausgeprägte Lateroflexion, sowie eine geringe Dorso- und Ventroflexion aufweisen. Der kaudale Brustwirbelsäulenabschnitt sowie die Lendenwirbelsäule verhalten sich genau umgekehrt. Bei dieser Provokationsprobe streift der Untersucher z. B. mit einem Kugelschreiber vom Widerrist bis über die Sitzbeinhöcker. Hier kann eine fehlende Reaktion als eingeschränkte Beweglichkeit der Wirbelsäule angesehen werden.

### **2.5.5 Röntgen**

Die radiologische Untersuchung der thorakolumbalen Wirbelsäule ist in Seitenlage unter Allgemeinanästhesie (UELTSCHI (1996), WEAVER et al. (1999)) im Stehen mit schräger Kassette (KRELING und LANK (1996), HENSON (2009)) oder im Stehen mit vertikal positionierter Kassette (JEFFCOTT (1978, 1979b, 1980, 1981, 1985), RANNER et al. (1999), JOHNS et al. (2008), HENSON (2009), BUTLER et al. (2010)) durchführbar.

Bevor die Aufnahmen angefertigt werden, ist sicherzustellen, dass sich kein Schmutz oder andere Substanzen am Rücken befinden, die radiologische Artefakte verursachen könnten.

Es wird in der Literatur empfohlen den Patienten zu sedieren. Dadurch sind weniger Abwehrbewegungen, geringerer Stress für den Patienten und ein besseres Handling möglich (JOHNS et al. (2008), HENSON (2009)). Der Patient sollte während der radiologischen Untersuchung alle 4 Gliedmaßen gleichmäßig belasten, um Rotationsartefakte zu vermeiden.

Es ist möglich, röntgenologische Aufnahmen der Dornfortsätze, der kleinen Wirbelgelenke und der Wirbelkörper im Bereich des Widerrists (T1 bis T9), der kranialen und kaudalen Sattellage T10 bis T18 und der Lendenwirbelsäule, am stehenden Pferd, mit senkrecht ausgerichteter Kassette und lateromedialen Strahlengang anzufertigen (JEFFCOTT (1978, 1975 a, 1979 a, b, c, 1980 b, 1981, 1985 a), RANNER et al. (1999), JOHNS et al. (2008), HENSON (2009), BUTLER et al. (2010)).

Die Wirbelkörper die sich außerhalb des Lungenfelds befinden (kaudal von T16), können nicht immer dargestellt werden (JEFFCOTT (1979c)).

Es ist im Allgemeinen schwierig die knöchernen Anteile der thorakolumbalen Wirbelsäule scharf und kontrastreich darzustellen. Ein Grund hierfür ist das sie umgebende Weichteilgewebe, genau gesagt die Muskelmasse (v.a. Musculus longissimus dorsi). Hierbei nimmt die Schichtdicke von proximal nach distal immer mehr zu. Um aus diesem Grund qualitativ hochwertige und auswertbare Röntgenbilder zu erhalten, wird daher in der Literatur die Verwendung hochwertiger Folien, steilzeichnender Filme, Parallelrasterkassetten und Aluminium-Blei-Filter empfohlen (RANNER et al. (1999), HENSON (2009)).

Eine Beurteilung erfolgt laut NOWAK (1988) anhand dreier Merkmale:

1. Abstände der Dornfortsätze (Verengung (Abstand 1 – 4mm), Überlappen (>1mm))
2. Veränderungen der Konturen und/oder Strukturen der Dornfortsätze
3. Insertionsexostosen (Veränderungen der kleinen Wirbelgelenke).

Auswertbare radiologische Veränderungen:

- Versmälerte Intervertebralabstände der Dornfortsätze
- Randsklerosierungen
- Exostosenbildungen

- Osteolytische, zystenähnliche Veränderungen
- Nearthrosebildung
- In seltenen Fällen Ankylosierung der Dornfortsätze

(JEFFCOTT (1978, 1979c, 1980a, 1985a), SALIS und HUSKAMP (1978), UELTSCHI (1980)).

Die häufigste Lokalisation dieser Veränderungen ist im Bereich der Sattellage zu finden (12. bis 17. Brustwirbel JEFFCOTT (1979d, 1980a), 13. bis 15. Brustwirbel UELTSCHI (1980)).

Die kaudale Lendenwirbelsäule wird radiologisch durch die Hüfthöcker (Tuber coxae) überlagert. Um diesen Abschnitt radiologisch untersuchen zu können, sind Aufnahmen in Rückenlage unter Allgemeinanästhesie erforderlich (HENSON (2009)).

Je nachdem welche Röntgen- und Plattensysteme eingesetzt werden, betragen die Belichtungswerte 100 bis 150 KV und 250 bis 500 mAS. Diese sind auch von der jeweiligen Bemuskulung des Patienten abhängig (JEFFCOTT (1975a, b, 1978, 1979a, 1981, 1985a, 1980b), RANNER et al. (1999), HENSON (2009)).

## **2.6 Zusammenhang zwischen Rückenproblemen und dem Reiten**

Die Art der Nutzung (Dressur, Springen etc.), die Ausbildung und die Reitweise stehen häufig in einem sehr engen Zusammenhang mit immer öfter auftretenden Rückenproblemen bei Pferden (HUSKAMP und NOWAK (1988)). Aus diesem Grund ist es notwendig, dass der Untersuchende und behandelnde Tierarzt Kenntnisse über dieses Thema (Aspekt) bzw. gewisse reiterliche Grundkenntnisse besitzt (HENSON (2009)).

Hochtragende Stuten verdeutlichen mit ihrem häufig nach unten durchgedrückten Rücken, in welchem Maße die Belastung der „Brücke“ mit einem Gewicht, welches zum einen auf ihrem „Bogen“ liegen, kann an diesem z. B. wie ein Teil der Eingeweide hängt oder wie der andere Teil der Eingeweide auf die Sehne drückt, das Haltungs- und Bewegungsgefüge der Pferde verändern kann. Eine solche Belastung lässt sich nur durch verstärkte Muskelarbeit reduzieren. Ein Beispiel für den Einfluss auf Lasten, die auf den Pferderücken einwirken, ist das einer tragenden Stute. Diese verdeutlicht mit ihrem häufig nach unten

durchgedrückten Rücken, in welchem Maße die Belastung der „Brücke“ mit einem Gewicht das Haltungs- und Bewegungsgefüge verändern kann. Beispielsweise kann das Gewicht eines Fohlens im Leib der Stute sowie ein Teil der Eingeweide auf dem „Bogen“ zu liegen kommen. Ebenso verursacht der andere Teil der Eingeweide Druck auf die Sehne. Dadurch entsteht ein deutlich nach unten gerichteter Zug auf den Pferderücken (MEYER (1996)).

Eine ähnliche Belastung für den Pferderücken stellt in diesem Zusammenhang die Last des Reiters dar. Es wirkt vergleichbar wie die Eingeweide oder das Fohlen im Leib der Stute, auch wenn diese unterschiedlichen Belastungen an verschiedenen Stellen Druck und Zug hervorrufen.

Laut MEYER (1996) kann die Last des Reiters auf den Pferderücken als Eingriff in das Haltungs- und Bewegungsgefüge genauer an dem Beispiel der Ramonten (angerittene Pferde) veranschaulicht werden. Diese drücken beim Besteigen des Reiters ihren Rücken nach unten weg, bewegen sich unter der Last des Reiters nur zögerlich und zum Teil nur schwankend vorwärts. Es benötigt Monate, damit sich derartige Folgen durch die Mehrbelastung nicht mehr zeigen. Ebenso führt MEYER (1996) als auch HEUSCHMANN (2008) in diesem Zusammenhang Pferde auf, die unter der Last des Reiters generell an Bewegung verlieren und trotz regelmäßigen und intensiven Trainings ihren Raumgriff und die Leichtigkeit der Bewegung ohne Reiter nicht zurückgewinnen.

Wie bereits mehrfach erwähnt ist die häufigste Reaktion des Pferderückens auf eine Mehrbelastung wie z. B. durch das Reitergewicht das Nachgeben der Wirbelbrücke nach unten. Dabei werden die Rückenwirbel in ihrem oberen Anteil stärker aneinandergeschoben (DÄMMRICH et al. (1993)).

Dieses Bild des durchgedrückten Rückens wird durch den damit verbundenen stark aufgerichteten engen Hals deutlich verstärkt. Eine solche Halsposition führt dazu, dass das Supraspinalband und die mit diesem in Verbindung stehenden Muskeln die Dornfortsätze nicht mehr nach vorne ziehen und somit ein Durchbiegen des Rückens nach unten nicht mehr begrenzen. Bei den Ramonten stellt eine solche Begrenzung zum einen die kontrahierte Rückenmuskulatur als auch ein tief eingestellter, gedehnter Hals dar (d.h. eine vorwärts-abwärts gerichtete Reitweise).



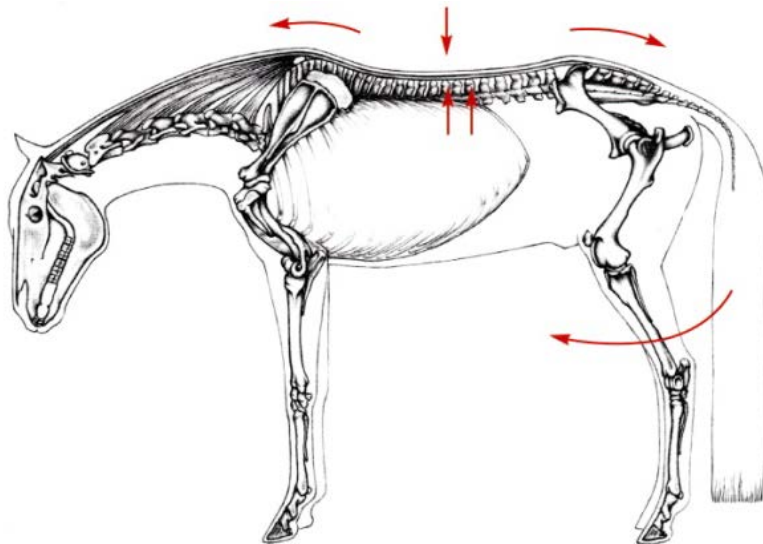


Abb. 33: Vorwärts-abwärts gerittenes Pferd. Durch eine vorwärts-abwärts gedehnte Oberlinie wird der Rücken in der gewünschten Position angehoben, dadurch wird der *Musculus longissimus dorsi* entspannt und bleibt während der Bewegung frei beweglich. (aus Heuschmann (2008))

Eine weitere Möglichkeit, dem von dorsal einwirkenden Druck Widerstand zu leisten, besteht in der Kontraktion der Rückenmuskulatur. Dies verursacht eine Versteifung der Wirbelsäule bis hin zur Verkrampfung der Muskeln und bewirkt ein dorsales Aufwölben der Wirbelsäule. Bei dieser Verkrampfung und Versteifung des Pferderückens kann der Hals in Aufrichtung stehen. Eine derartige Verkrampfung verhindert eine federnde Auf- und Abwärtsbewegung des Rückens und verursacht ein „Werfen“ bzw. Stoßen des Reiters (MEYER (1996), HEUSCHMANN (2008)).

Pferde, die nach diesem Schema geritten werden, bezeichnet man in der Literatur als sogenannte „Schenkelgänger“. Ein über Monate oder Jahre fortgesetztes Training mit derart verspanntem Rücken zieht neben psychischen auch körperliche Schäden wie z. B. Muskelschäden oder radiologische Veränderungen nach sich (HEUSCHMANN (2008)).

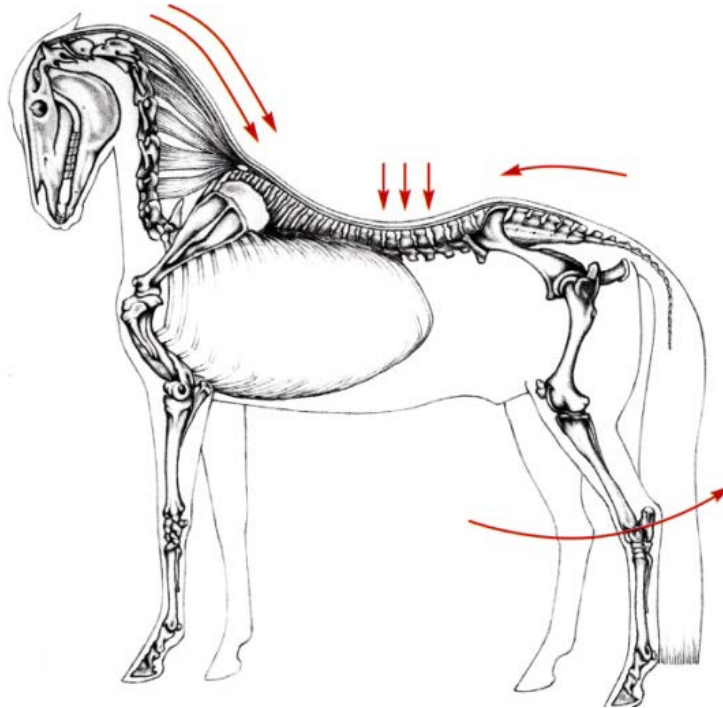


Abb. 34: Absolut aufgerichtetes Pferd, sehr verkürztem Hals mit hohlem Rücken und gleichzeitig herausgestelltem Hinterbein (aus Heuschmann (2008))

### 2.6.1 Hinter dem Zügel gehen, „Rollkur“ bzw. Hyperflexion

Das Aufrollen mit am Widerrist gesenktem Hals (Hyperflexion) verursacht aufgrund der Zugwirkung der Bänder und Muskeln an den Dornfortsätzen der Rückenmuskeln und des Supraspinalbandes einen straffen nach oben gewölbten Rücken. Dies bewirkt eine reduzierte Losgelassenheit sowie eine Begrenzung des Vorgeifens der Hinterhand unter den Rumpf. Solche Pferde laufen auf der Vorderhand. Durch eine deutlich reduzierte Schulterfreiheit werden die Bewegungen bei normalem oder gar verringertem Tonus häufig schleichender, bei deutlich erhöhtem Tonus höher und eiliger (MEYER (1996), HEUSCHMANN (2008)).

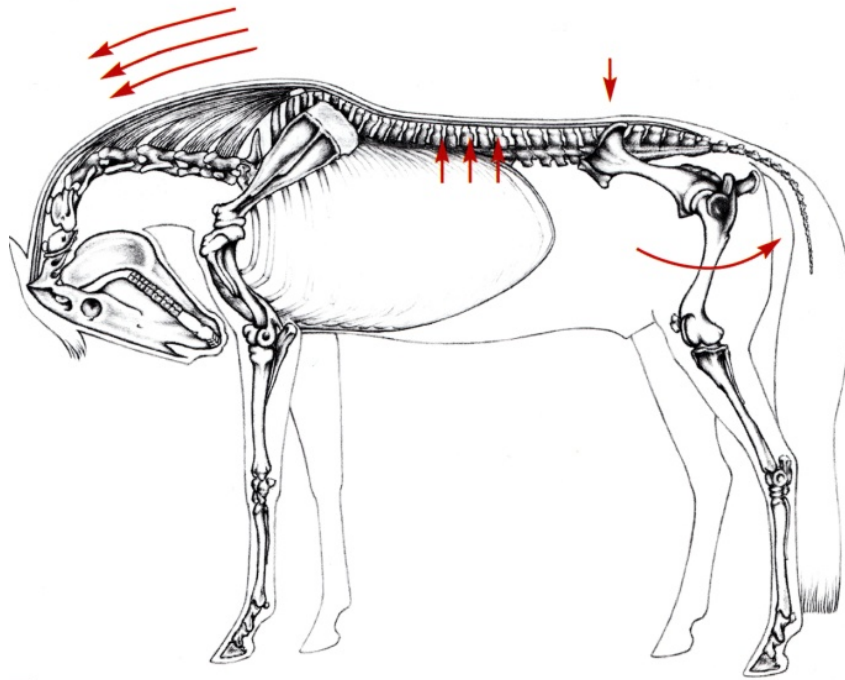


Abb. 35: Extrem tiefe Kopf-Halsposition mit „falschem Knick“. Die Pferde zeigen hier einen überspannten Rücken mit stark angehobener Rückenlinie und gleichzeitig gerader Kruppe. (aus Heuschmann (2008))

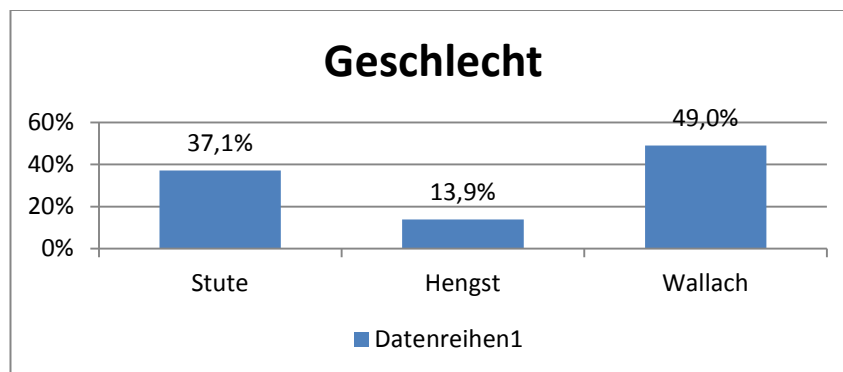
### 3 Material und Methoden

In der vorliegenden Doktorarbeit wurde eine Analyse des Pferderückens gemäß des Röntgenleitfadens 2007 durchgeführt. Die hierfür verwendeten Röntgenaufnahmen wurden im Rahmen dieser Doktorarbeit im Zeitraum 2009 bis 2010 in der Klinik für Pferde der LMU München angefertigt.

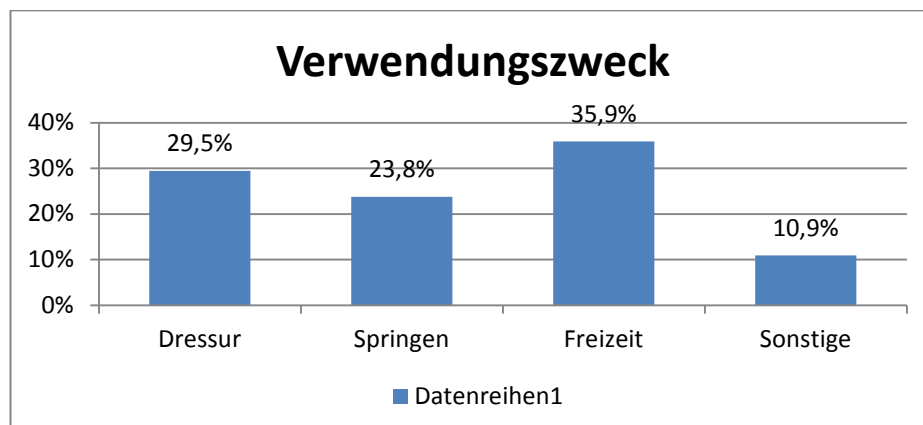
#### 3.1 Methode

##### 3.1.1 Patientenmaterial

Bei den 404 klinisch und radiologisch untersuchte Pferden handelt es sich um 267 Warmblüter (267/404, 66,1%), 61 Ponys (61/404, 15,1%), 25 Quarter Horses (25/404, 6,2%), 19 Arabische Vollblüter (19/404, 4,7%) und 32 sonstigen Rassen (32/404, 7,9%) verschiedenen Alters (2 – 31 Jahre) und beiderlei Geschlechts (Stuten (150/404, 37,1%), Wallache (198/404, 49,0%), Hengste (56/404, 13,9%).

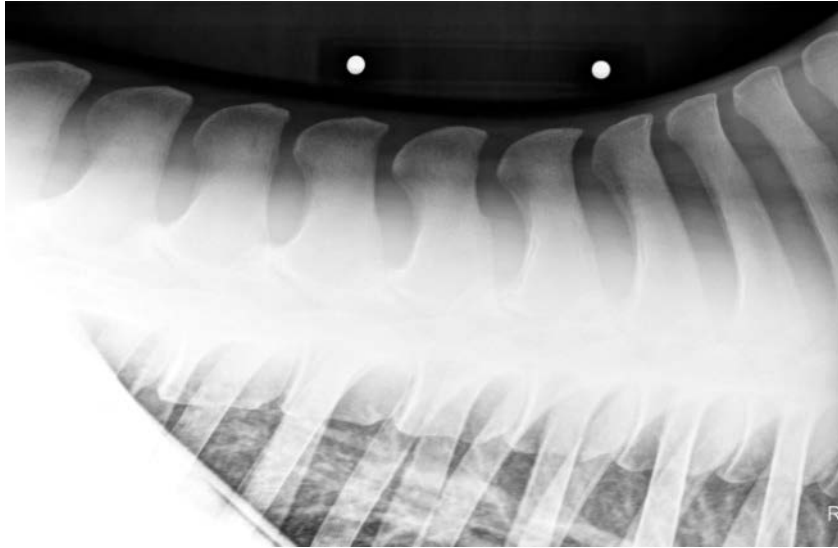


Diese Pferde wurden sportlich unterschiedlich als Freizeit- (145/404, 35,9%), Dressur- (119/404, 29,5%) oder Spring-Pferde (96/404, 23,8%) genutzt. Anderweitig genutzte Pferde machten 44/404, 10,9% aus.



### 3.1.2 Röntgenaufnahmen

Die Röntgenbilder wurden in der Klinik für Pferde der LMU München angefertigt. Hierbei wurde bei jedem Pferd eine seitliche Aufnahme des Rückens angefertigt, bei der die Dornfortsätze im Bereich von T<sub>10</sub> bis L<sub>1</sub> beurteilt werden konnten.



a)



b)

Abb. 36 a/b: Radiologische Darstellung des Bereichs T<sub>10</sub> bis L<sub>1</sub>

Für die Herstellung dieser Röntgenaufnahmen wurde ein stationärer, mikroprozessorgesteuerter Multipuls-Röntgengenerator mit einer Leistungsfähigkeit von 800 mA bei gleichzeitig 100 kV bzw. 530 mA bei 150 kV (Polydoros® 80, Firma Siemens) verwendet. Das dazugehörige Detektorsystem XDR 1-M® stammte von der Firma Veterinärmedizinisches Dienstleistungszentrum GmbH (VetZ) aus Hannover. Hierzu gehörte zudem ein Flachdetektor aus amorphem Silizium mit Szintillator (CXDI-50 G® von der Firma Canon)



Abb. 37: Detektorplatte im Plattenhalter

Der Flachdetektor (35cm x 43 cm) wurde in einen beweglichen bzw. fahrbaren Kassettenhalter der Firma Podoblock eingelegt und anschließend mit 50 bis 96 kV und 30 bis 63 mAS bei einem Film-Fokus-Abstand von ca. 100 cm belichtet.

Der Röntgenzentralstrahl wurde bei jedem Pferd am 15. Brustwirbel bzw. im Bereich des 14. bis 16. Brustwirbels projiziert. Zur Markierung hierfür diente die bereits erwähnte 10 cm Messstrecke, die am Pferderücken in diesem Bereich befestigt wurde.

Der Strahlengang erfolgte von lateral im 90°-Winkel zur Wirbelsäule, der Flachdetektor wurde dabei leicht schräg ans Pferd angelegt, um den Objekt-Film-Abstand zu verkürzen (SAGER (1997)). Zur Minimierung der zu druchdringenden Schichtdicke wurde darauf geachtet, die Bilder bei maximaler Expiration anzufertigen (BUTLER et al. (2010)).

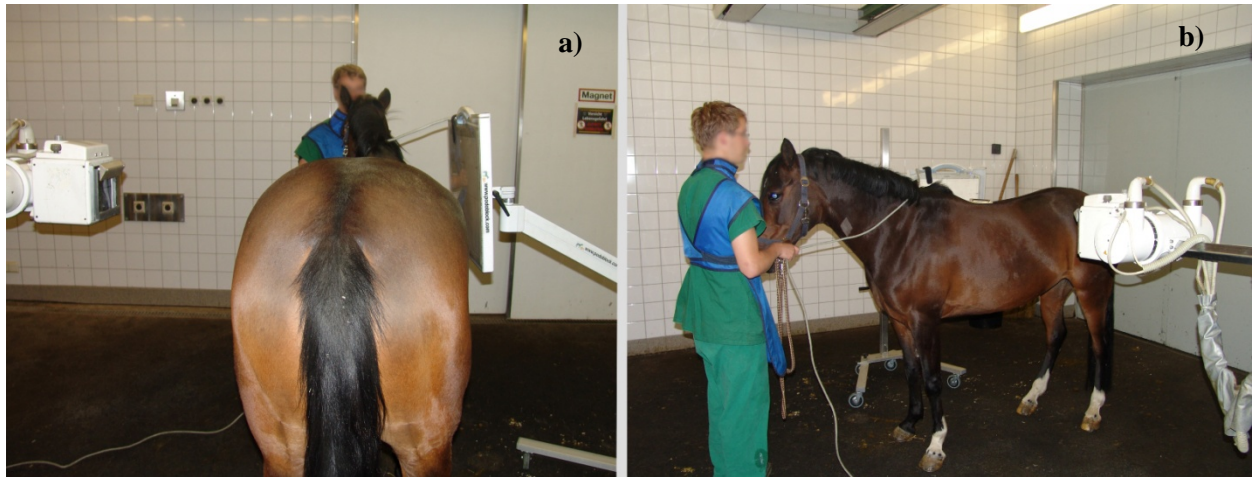


Abb. 38 a/b: Strahlengang lateral im 90°-Winkel zur Wirbelsäule

Nahezu alle Aufnahmen erfolgten am unsedierten Pferd (nur bei sehr unruhigen Pferden, bzw. im Rahmen operativer Vorbereitung wurde eine Sedierung verabreicht). Es wurde darauf geachtet, dass die Tiere eine nahezu physiologische Körperhaltung, physiologische Kopf-Hals-Haltung und gerade Rückenlinie (kein Auf- oder Abbeugen des Rückens) einnahmen sowie alle 4 Gliedmaßen gleichmäßig belasteten. Für die anschließende genaue Bestimmung bzw. Messung der Interspinalräume wurde jedem Pferd eine Messstrecke von exakt 10 cm im Sattellagenbereich (Bereich T13 – T15) angebracht (bzw. lange Messstrecke über gesamten Sattellagenbereich exakt 30 cm). Die Zentrierung des Röntgenstrahls wurde anhand dieser Markierung vorgenommen.

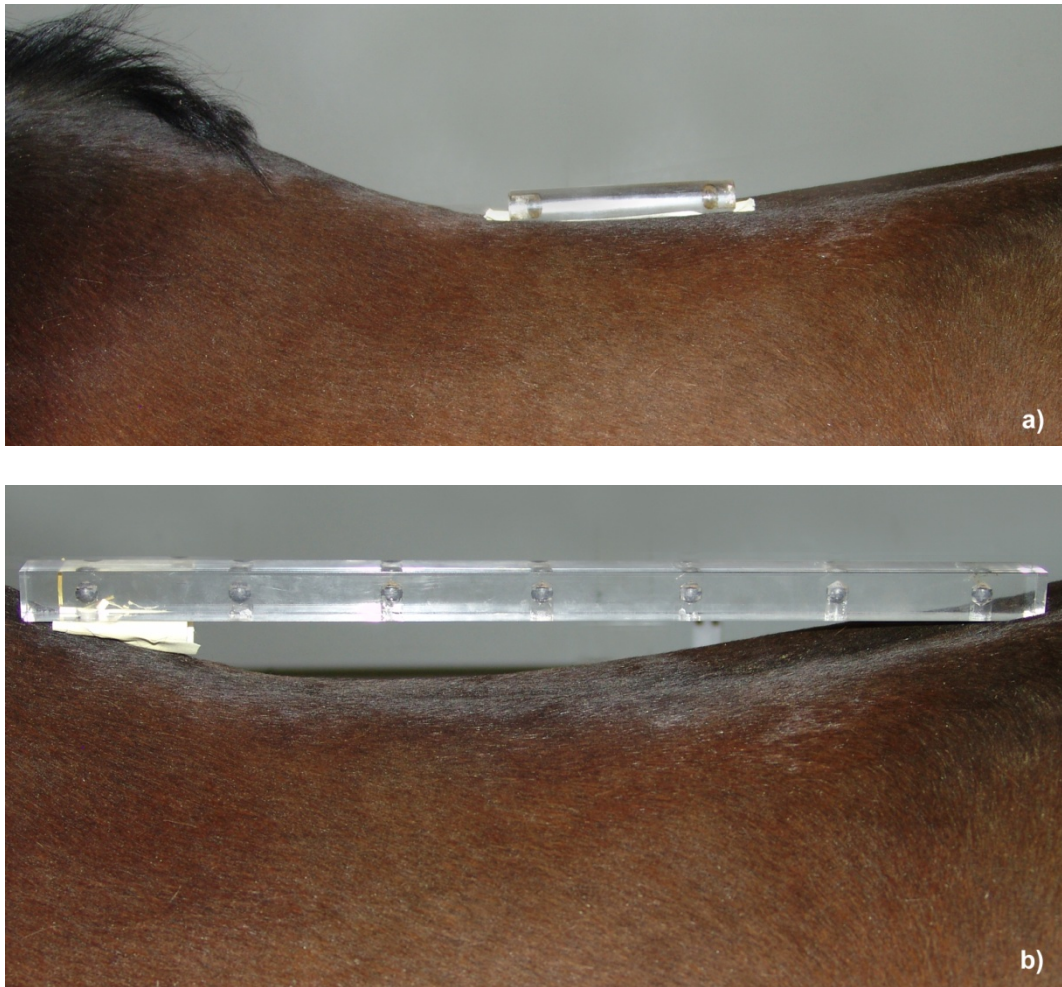


Abb. 39 a/b: a) kurze Messstrecke, Kugelabstand 10 cm b) lange Messstrecke, Kugelabstand 5 cm auf Pferderücken

Bei allen Röntgenbildern wurde ein sogenannter Alu-Keil der Firma „Podoblock“ Partnerdiagnostik vor dem Austrittsfenster der Röntgenröhre eingesetzt, um die Streustrahlung im Bereich der Dornfortsatzenden zu verringern.

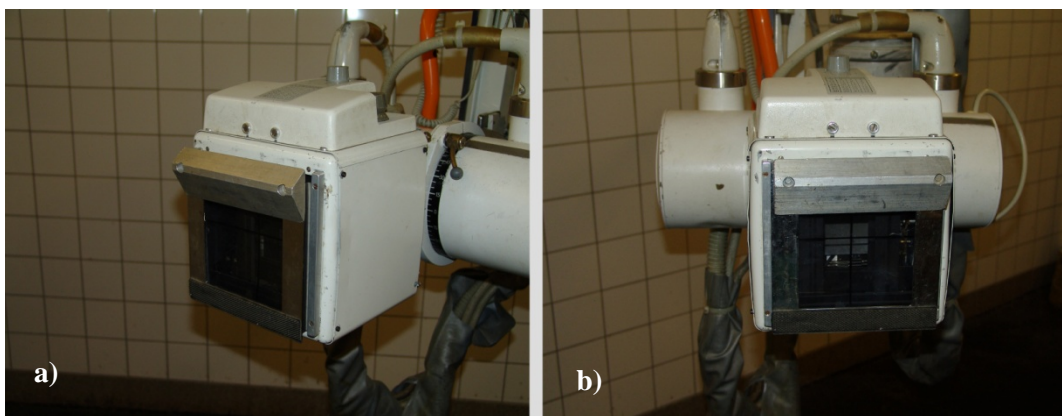


Abb. 40 a/b: Alu-Keil vor dem Strahlen-Austrittsfenster



Da die Schichtdicke des Weichteilgewebes von proximal nach distal zunimmt, würde distal mehr Strahlung durch das Gewebe dringen und das Röntgenbild in diesem Bereich schwarz erscheinen. Durch den Alu-Keil wird die Strahlung im proximalen Bereich stärker absorbiert als im distalen, sodass die Strahlung nach dem Durchgang durch das Gewebe annähernd gleichmäßig auf den Flachdetektor auftrifft.

### 3.1.3 Auswertung der Aufnahmen

Für die Auswertung der Röntgenbilder wurde das Computerprogramm easyVET der Firma Veterinärmedizinisches Dienstleistungszentrum GmbH (VetZ) in Hannover verwendet. Ausgewertet wurden nur solche Röntgenbilder, bei denen der gesamte Bereich T10 bis L1 dargestellt war.

### 3.1.4 Klinische Untersuchung

Der Rücken der Pferde war im Rahmen der Doktorarbeit vor der Erstellung der Röntgenbilder auch klinisch untersucht worden. Hierfür wurden die Pferde in einen Untersuchungsstand gestellt.



Abb. 41 a/b/c: Rückenuntersuchung

Bei der Adspektion wurde auf unterschiedlich ausgebildete Muskulatur, Atrophie des langen Rückenmuskels (*Musculus longissimus dorsi*) oder der Glutealmuskulatur, Narben, Knoten, Satteldruck und unphysiologischen Verlauf der Wirbelsäule geachtet.



Abb. 42: a) Knoten, b) Narben/Druckstellen, c) unphysiologischer Wirbelsäulenverlauf, d) Atrophie des langen Rückenmuskels

Anschließend wurde der Rücken bei jedem Pferd palpirt und hierbei auffallende Muskelverhärtungen, verspannte Muskelpartien und Schmerzhaftigkeit im Brust- und Lendenwirbelbereich dokumentiert. Die einzelnen Dornfortsätze und deren Zwischenräume wurden palpatorisch auf Schmerzreaktion überprüft. Zur Beurteilung der Rückenbeweglichkeit wurde sowohl die Dorso- als auch Lateroflexion der Wirbelsäule zu beiden Seiten hin untersucht. Auffälligkeiten in diesem Zusammenhang, wie beispielsweise verminderte Biegsamkeit, Steifheit oder schmerzhafte Abwehrreaktionen wurden diesbezüglich dokumentiert.

Vor der Anfertigung des Röntgenbilds wurde bei allen Pferden das Körpergewicht und die Widerristhöhe (Stockmaß) bestimmt, sowie eine Beurteilung des Exterieurs hinsichtlich der Rückenmuskulatur und ihrer Körperform vorgenommen. Bezüglich der Bemuskelung erfolgte eine Einteilung in schwach bemuskelte, mäßig bemuskelte und gut bemuskelte Pferde. Als schwach bemuskelt wurden Pferde eingeteilt, bei denen die Dornfortsätze proximal teilweise sogar bis zum mittleren Bereich deutlich sicht- und palpierbar waren. Bei mäßig bemuskelten Pferden hingegen waren die Dornfortsatzenden deutlich sichtbar und die Dornfortsatzkappen gut palpierbar. Als gut bemuskelt wurden Pferde kategorisiert, bei denen die Dornfortsatzenden nicht sichtbar und die Dornfortsatzkappen schlecht bis gar nicht palpirt werden konnten (RANNER(1997)).



Abb. 43: Stockmaßbestimmung eines Pferdes



Abb. 44 a) – c): schwache, mäßige und gute Rückenbemuskelung

In puncto Körperform wurde eine Einteilung in hochquadratisch (auffallend kurze Rückenlinie), quadratisch und längsquadratisch (auffallend lange Rückenlinie) vorgenommen. Hierfür wurde das Stockmaß an der höchsten Stelle des Widerrists gemessen und mit dem Längenmaß (Länge vom Buggelenk bis zum Sitzbeinhöcker) verglichen. Pferde bei denen das Stockmaß dem Längenmaß entsprach, wurden als quadratisch kategorisiert (Höhe = Länge). War hingegen das Längenmaß größer als das Stockmaß, entsprach dies einer Einteilung in längsquadratisch (Höhe < Länge). Bei einem größeren Stockmaß als Längenmaß wurden die Tiere als hochquadratisch eingeteilt (Höhe > Länge).

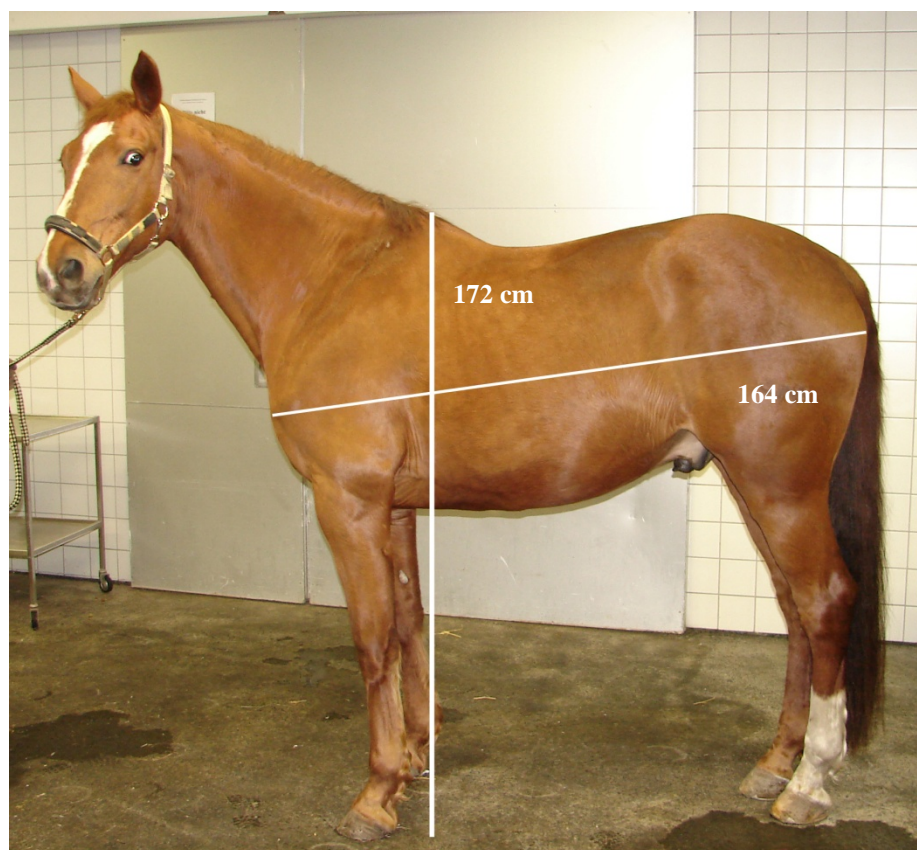


Abb. 45: Hochquadratisches Pferd (Stockmaß > Längenmaß)



Abb. 46: Quadratisches Pferd (Stockmaß = Längenmaß)



Abb. 47: Längsquadratisches Pferd (Stockmaß < Längenmaß)

In diesem Zusammenhang wurde jedem Pferdebesitzer ein Fragebogen ausgehändigt. Somit wurden zusätzliche Informationen über Reitweise, Ausbildungsstand sowie klinische und reiterliche Auffälligkeiten für jedes Pferd gewonnen.

Zu den reiterlichen Auffälligkeiten wurden gezählt:

- Verlust des Vorwärtsdrangs
- mangelndes Untertreten mit der Hinterhand
- fehlendes Schwingen im Rücken
- Abwehrreaktion beim Nachguten
- Leistungsabfall (z.B. zunehmendes Verweigern beim Springen)
- verweigert Rückwärtsrichten
- Fester Rücken
- Probleme beim Aufsitzen
- rezidivierende Lahmheiten
- Verweigern bzw. Abwehr beim Anheben der Hinterbeine

### 3.1.5 Beurteilung des Abstandes zwischen den Dornfortsätzen

Um eine korrekte Messung der Interspinalräume durchführen zu können, wurde eine 10cm lange Mess- bzw. Kontrollstrecke am Rücken der Pferde befestigt. Anschließend konnte bei der Auswertung der Abstände eine genaue Umrechnung mittels dieser Maßeinheit erfolgen.

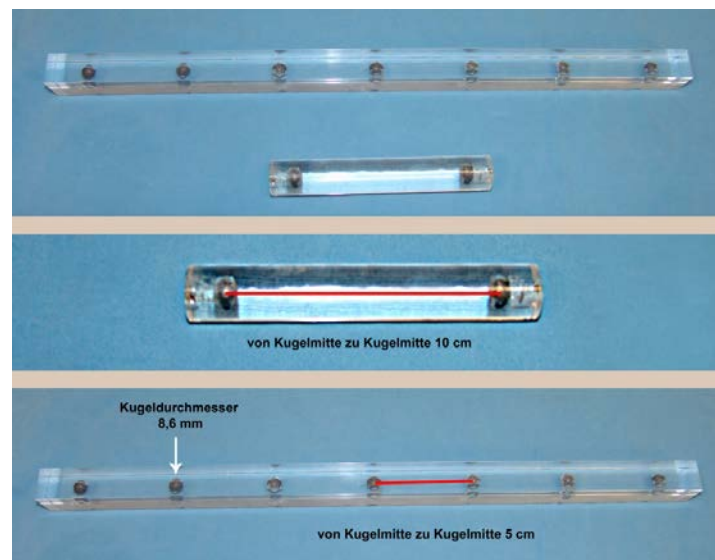
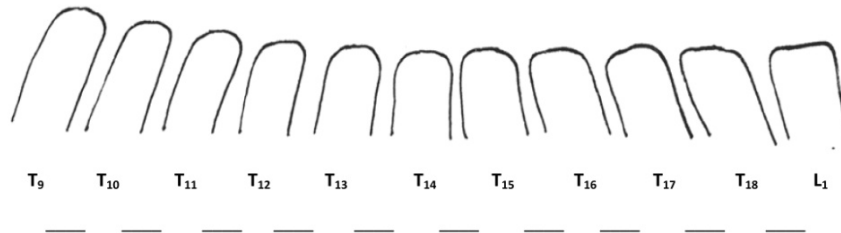


Abb. 48: beide Messstrecken, kurze (Kugelabstand 10cm) und lange (Kugelabstand 5cm) Messstrecke über den gesamten Röntgenbereich. Kugeldurchmesser jeweils 8,6 mm

### 3.1.6 Auswertung der Röntgenbilder bzw. Röntgenbefunde

Die Auswertung der Röntgenbilder erfolgt gemäß dem Röntgenleitfaden 2007 (RöLf).

#### Auswertung nach Röntgenleitfaden 2007



#### Dornfortsätze Bereich Sattellage und Lendenwirbelsäule

|   |   |          |
|---|---|----------|
| Zwischenräume über 8 mm <b>ohne</b> reaktive Veränderungen                                  |   | I        |
| Zwischenräume 2 bis 8 mm <b>ohne</b> reaktive Veränderungen                                 |   | II       |
| Zwischenräume kleiner 2 mm <b>ohne</b> reaktive Veränderungen                               |   | II – III |
| Zwischenräume 2 bis 8 mm <b>mit</b> reaktiven Veränderungen (Sklerosierungssaum, Zubildung) |   | II - III |
| Berühren der Dornfortsätze <b>ohne</b> deutliche reaktive Veränderungen                     |   | III      |
| Berühren der Dornfortsätze <b>mit</b> starker Sklerosierung und/oder Zubildung              |   | III – IV |
| Berühren der Dornfortsätze <b>mit</b> Zystoiden Defekten                                    |   | III – IV |
| Dornfortsatz <b>mit</b> Zystoidem Defekt  |   | III – IV |
| Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden   |   | III – IV |
| Zubildung dorsal  |   | II       |
| Zubildung(en), kraniale und/oder kaudale Kontur   |   | II - III |
| Zubildung nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal gerichtet                            |   | II       |
| Zubildung nasenförmig <b>mit</b> Aufhellungslinie   |   | II – III |
| Verschattung, dorsal, kappenartig   |   | II – III |
| <b>Gesamtklasse</b>   | <b>I</b> <b>II</b> <b>III</b> <b>IV</b> |          |

Hierfür wurde bei jedem Pferd jeder einzelne Dornfortsatz im thorakolumbalen Bereich T10 bis L1 betrachtet. Die Abstände wurden mit Hilfe einer entsprechenden standardisierten Messgröße ausgewertet.

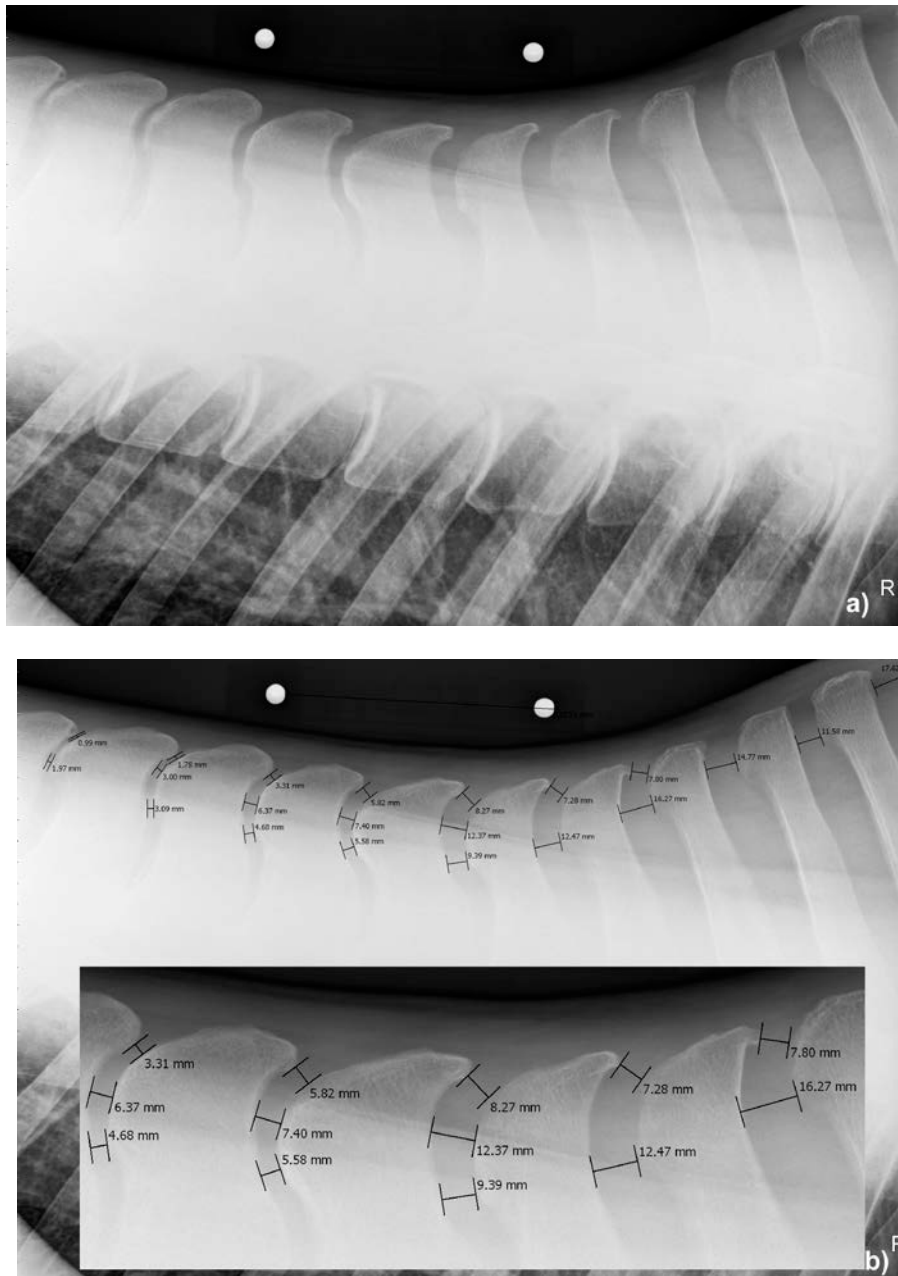


Abb. 49: a) Röntgenbild ohne Messlinien, b) Röntgenbild mit Messlinien

Für die Bestimmung der Interspinalabstände werden mehrere Messlinien gesetzt. Die Messlinie mit dem geringsten Abstand wurde zur Errechnung der tatsächlichen Abstandsgröße herangezogen. Um den genauen



Vergrößerungsfaktor zu berechnen, bieten sich hierfür zwei Möglichkeiten. Zum einen anhand des Abstandes zwischen den beiden Kugeln (10 cm bzw. 5cm), zum anderen anhand der tatsächlichen Kugelgröße (8,6 mm). Jedoch hat sich in dem Versuch herausgestellt, dass die zweite Option eine genauere Bestimmung des Vergrößerungsfaktors ermöglicht.

### 3.1.6.1 Röntgenklasse I: RÖLf 5.2.1 Zwischenräume größer 8mm ohne reaktive Veränderungen

Hierbei handelte es sich um Dornfortsätze ohne reaktive Veränderungen. Diese wiesen glatte, normal geformte Konturen, gleichmäßige Strukturen und Interspinalräume mit einem Abstand von mehr als 8 mm auf.

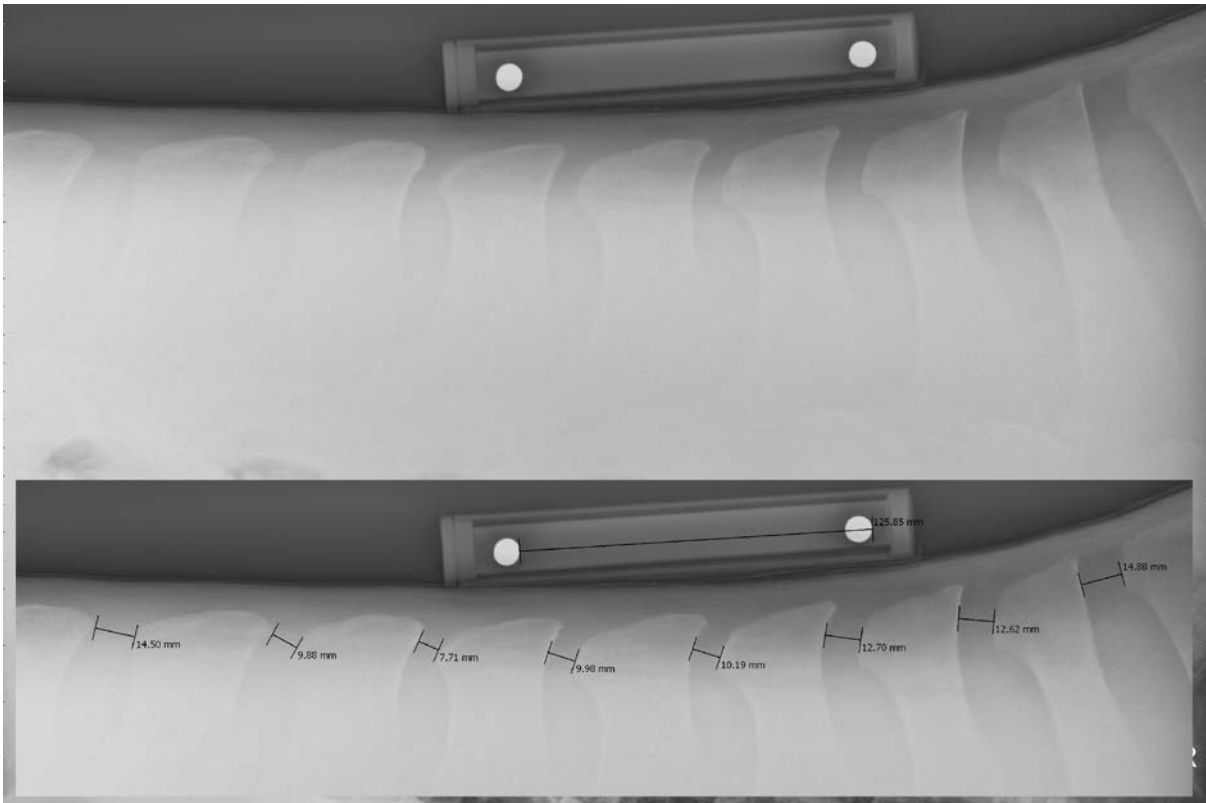


Abb. 50: Röntgenklasse I; Zwischenräume über 8 mm ohne reaktive Veränderungen

### 3.1.6.2 Röntgenklasse II: RÖLf 5.2.2 Zwischenräume 2 bis 8 mm ohne reaktive Veränderungen

Die Dornfortsätze wiesen auch hierbei keine reaktiven Veränderungen auf. Die Abstände der Interspinalräume betragen 2 bis 8 mm.

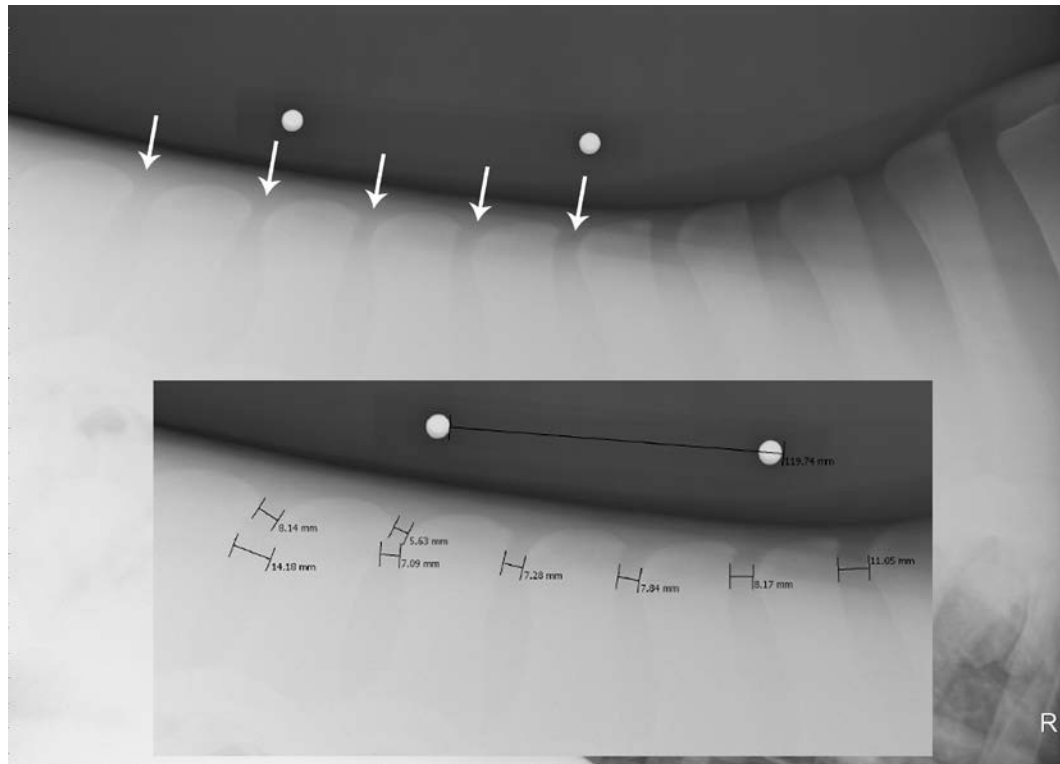


Abb. 51: Röntgenklasse II; Zwischenräume 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen

### 3.1.6.3 Röntgenklasse II – III: RÖLf 5.2.3 Zwischenräume kleiner als 2 mm ohne reaktive Veränderungen

Deutliche Verkürzung der Intersegmentalräume auf weniger als 2 mm ohne reaktive Veränderungen.

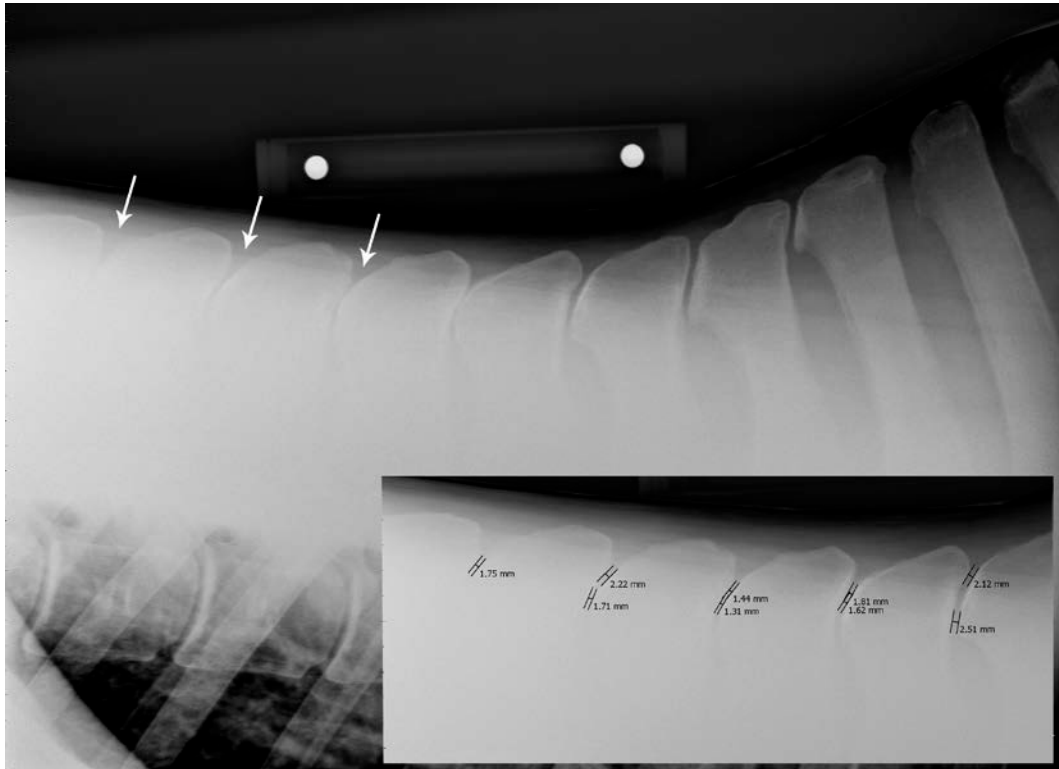


Abb. 52: Röntgenklasse II – III; Zwischenräume kleiner 2 mm ohne reaktive Veränderungen

### 3.1.6.4 Röntgenklasse II – III; RÖLf 5.2.4 Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen (Sklerosierungssaum, Zubildungen)

Hierzu wurden alle Dornfortsätze gezählt, die neben verkleinerten Abständen (2 bis 8 mm) deutliche Veränderungen im Sinne von Verhärtungen des Knochens (Sklerosierungen) (Pschyrembel (1994)) oder knöcherne Zubildungen aufwiesen.

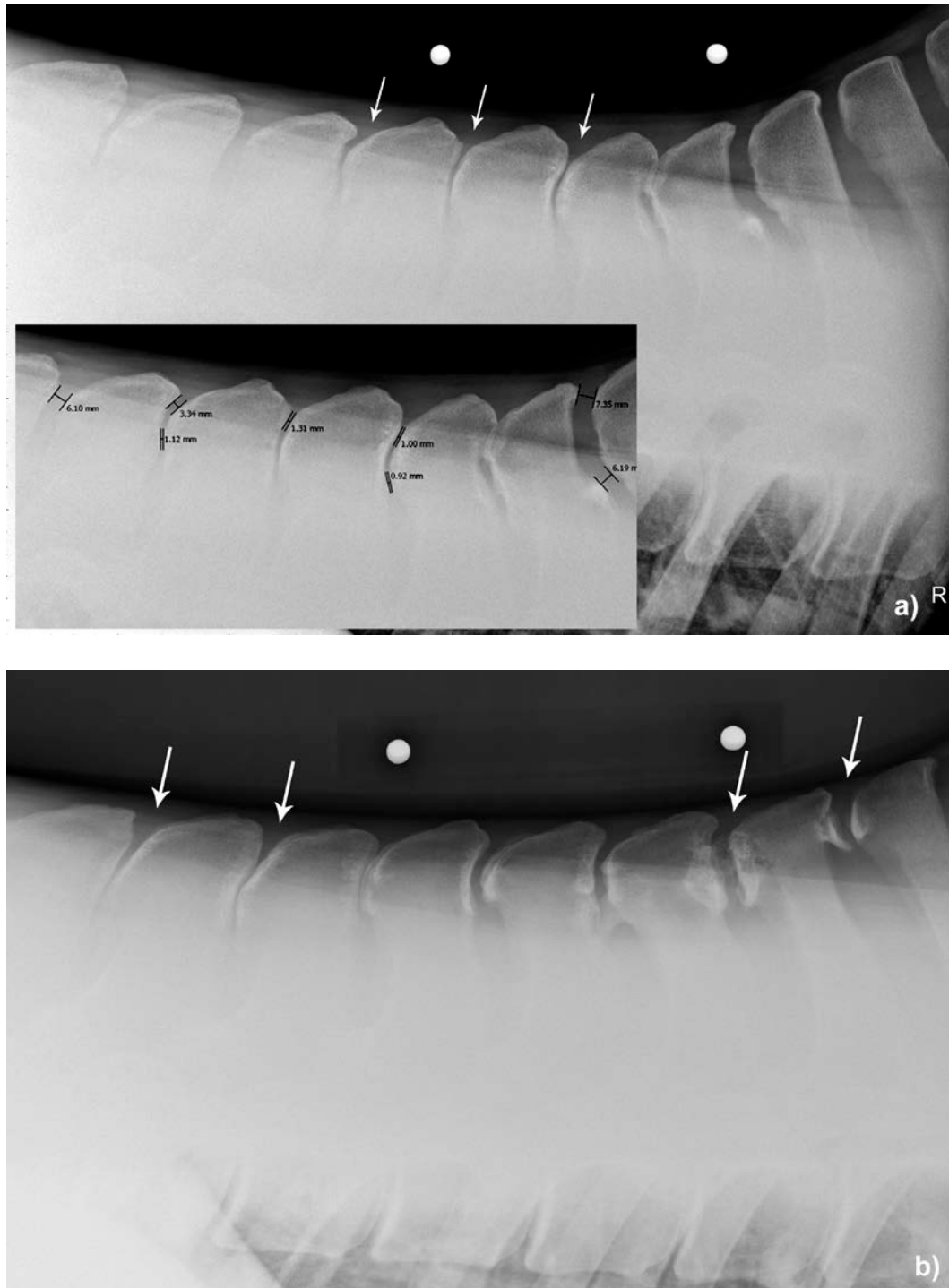


Abb. 53 a/b: Röntgenklasse II – III; RÖLf 5.2.4 Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen (Sklerosierungssaum, Zubildung)

### 3.1.6.5 Röntgenklasse III: RÖLf 5.2.5 Berühren der Dornfortsätze ohne reaktive Veränderungen

Hierunter wurden Dornfortsätze eingestuft, welche einen Abstand von weniger als 1 mm bzw. keinen messbaren Abstand aufwiesen und zudem keinerlei Verhärtungen des Knochens (Sklerosierungen) (Pschyrembel (1994)) und/oder knöcherne Zubildungen hatten.

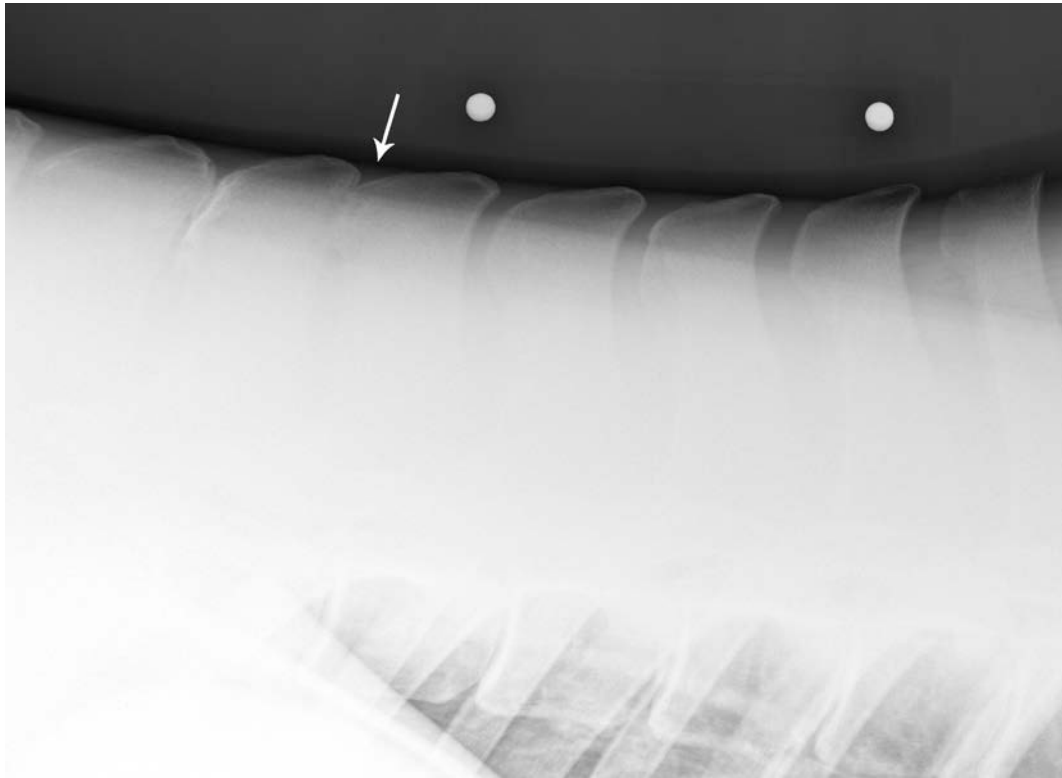


Abb. 54: Röntgenklasse III; RÖLf 5.2.5 Berühren der Dornfortsätze ohne reaktive Veränderungen

**3.1.6.6 Röntgenklasse III – IV: RöLf 5.2.6 Berühren der Dornfortsätze mit starken Sklerosierungen und/oder Zubildungen**

Stark verengte Abstände kleiner 1 mm bzw. ohne messbaren Abstand mit deutlich ausgeprägter Sklerosierung und/oder Zubildung.

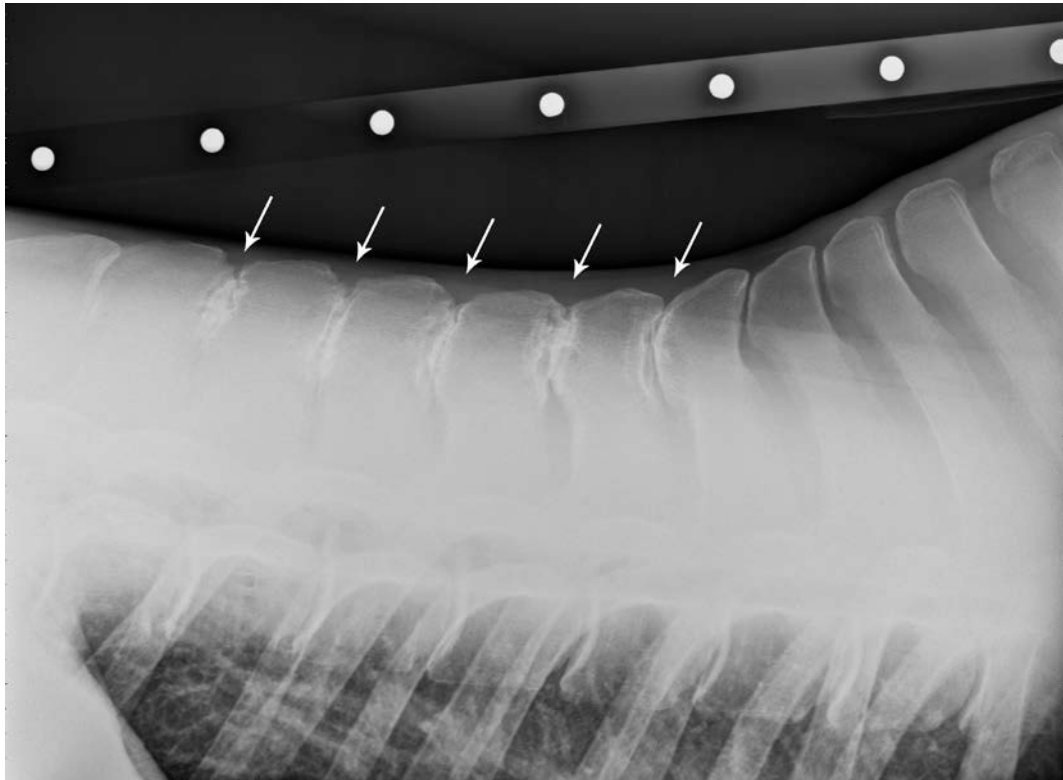


Abb. 55: Röntgenklasse III – IV; RöLf 5.2.6 Berühren der Dornfortsätze mit starken Sklerosierungen und/oder Zubildungen

### 3.1.6.7 Röntgenklasse III – IV: RöLf 5.2.7 Berühren der Dornfortsätze mit zystoidem Defekt

„Zystoide Defekte“ sind Veränderungen, welche in der Literatur (UELTSCHI(1995)) als „Trümmerzysten“ oder „Zystoide“ (RANDELHOFF (1997)) definiert wurden. Zudem bestand ein Kontakt zweier benachbarter Dornfortsätze.

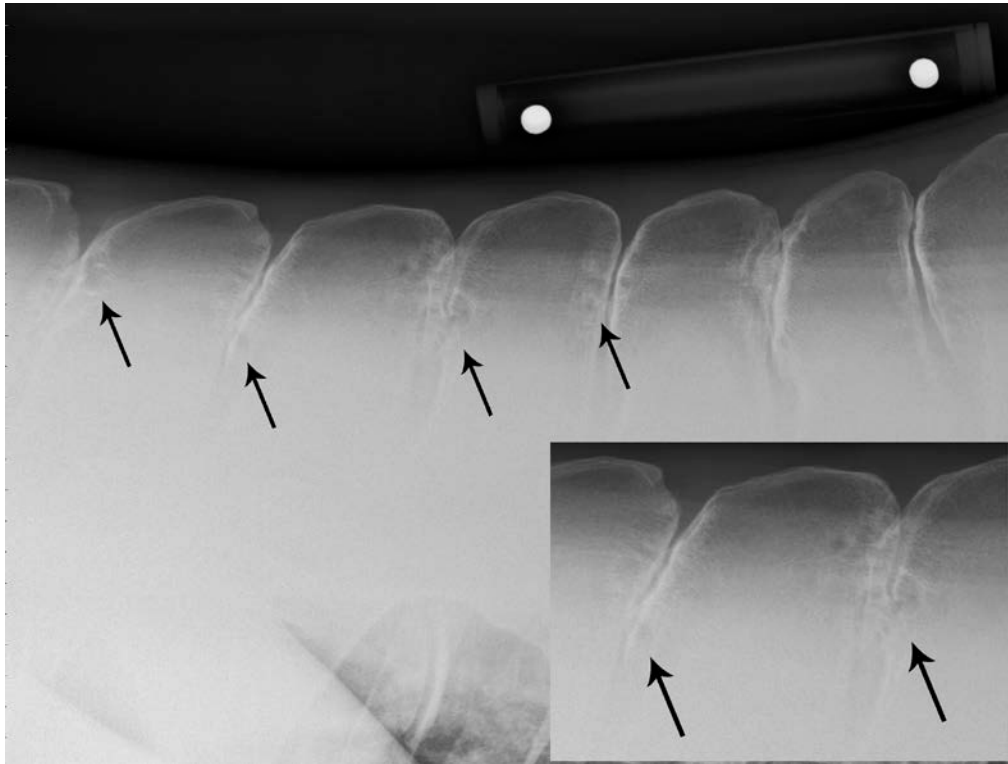


Abb. 56: Röntgenklasse III – IV; RöLf 5.2.7 Berühren der Dornfortsätze mit zystoidem Defekt

**3.1.6.8 Röntgenklasse III – IV: RÖLf 5.2.8 Dornfortsätze mit zystoidem Defekt.**

„Zystoide Defekte“ sind Veränderungen, welche in der Literatur (UELTSCHI(1995)) als „Trümmerzysten“ oder „Zystoide“ (RANDELHOFF (1997)) definiert wurden.

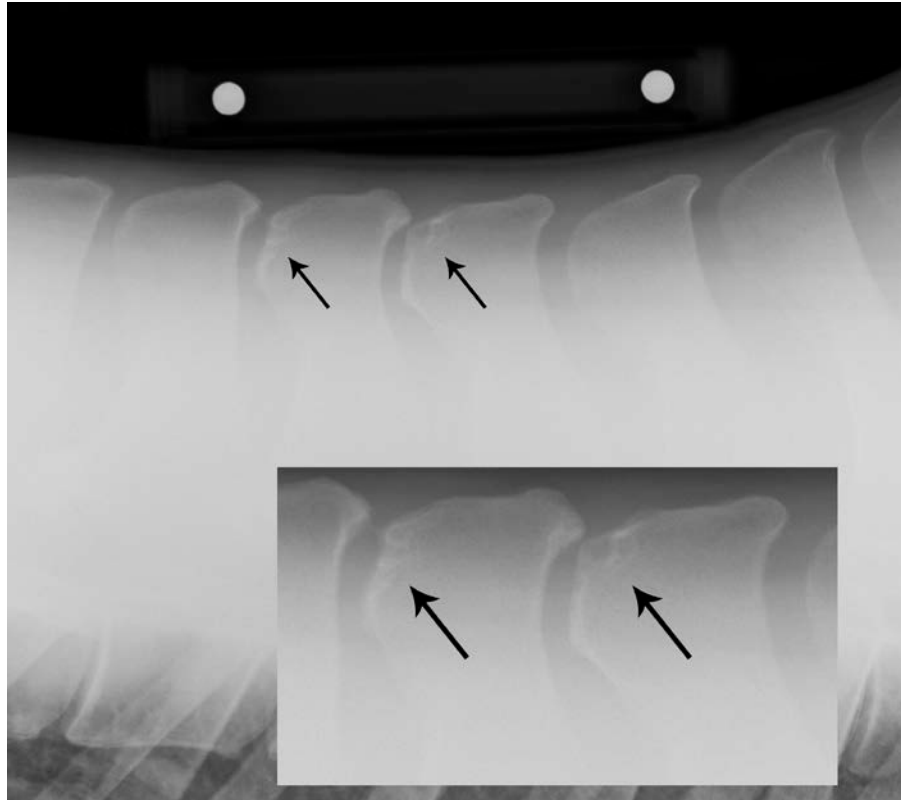


Abb. 57: Röntgenklasse III – IV; RÖLf 5.2.8 Dornfortsätze mit zystoidem Defekt



### 3.1.6.9 Röntgenklasse III – IV: RÖLf 5.2.9 Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden

Bei dieser Veränderung wurden Dornfortsätze bewertet, die eine deutliche Überlagerung aufwiesen, sogenannte überreitende Dornfortsätze (ausgehend von der kaudalen Kontur). Der Befund wurde dem kranialen Dornfortsatz zugeordnet.

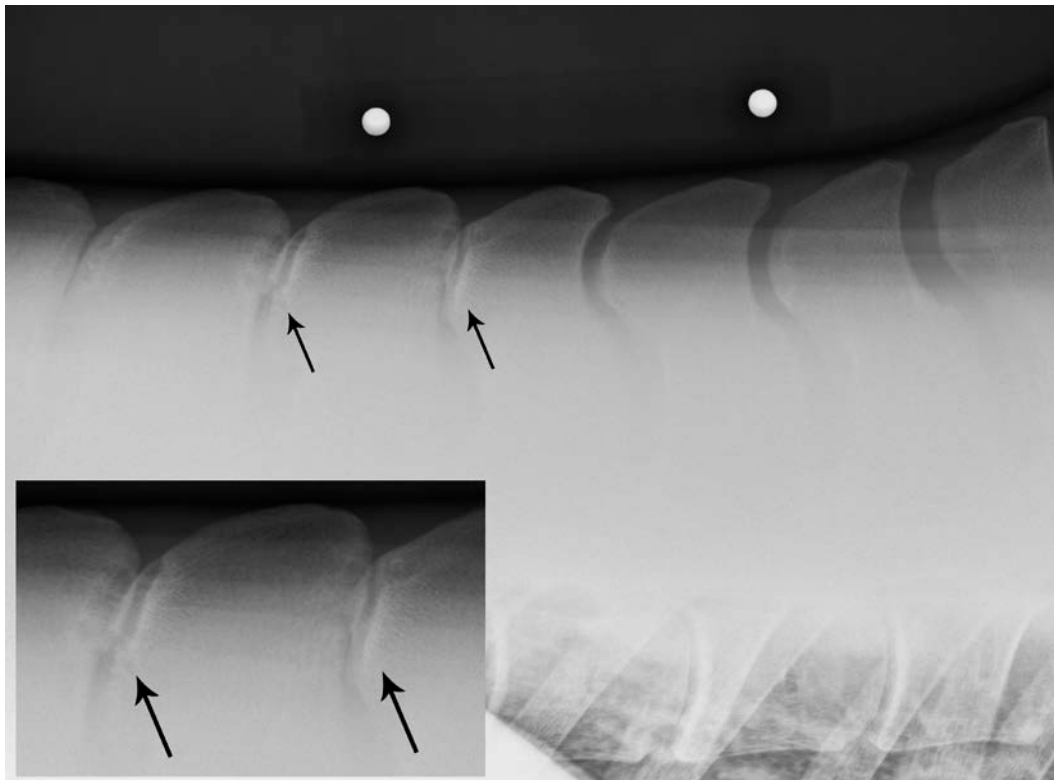


Abb. 58: Röntgenklasse III – IV; RÖLf 5.2.9 Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden

**3.1.6.10 Röntgenklasse II: RöLf 5.2.10 Zubildung dorsal**

Als „Zubildungen dorsal“ wurden die dorsalen nasenförmigen oder abgeflachten Zubildungen an den Dornfortsatzenden bezeichnet bzw. bewertet.

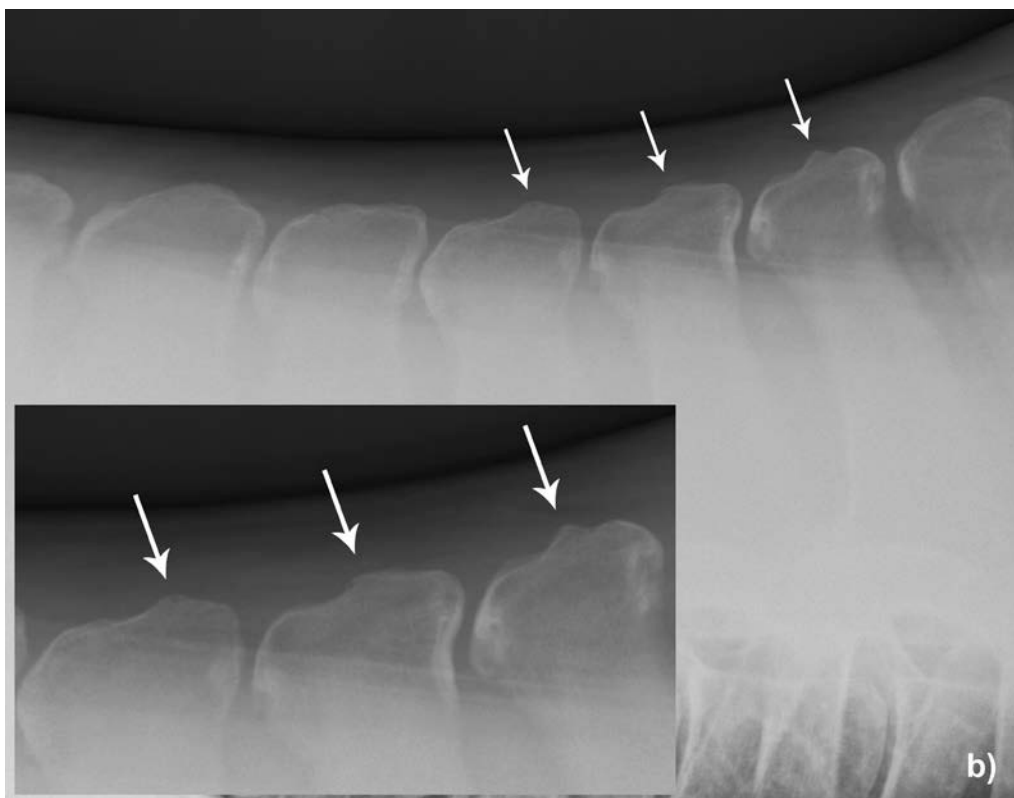
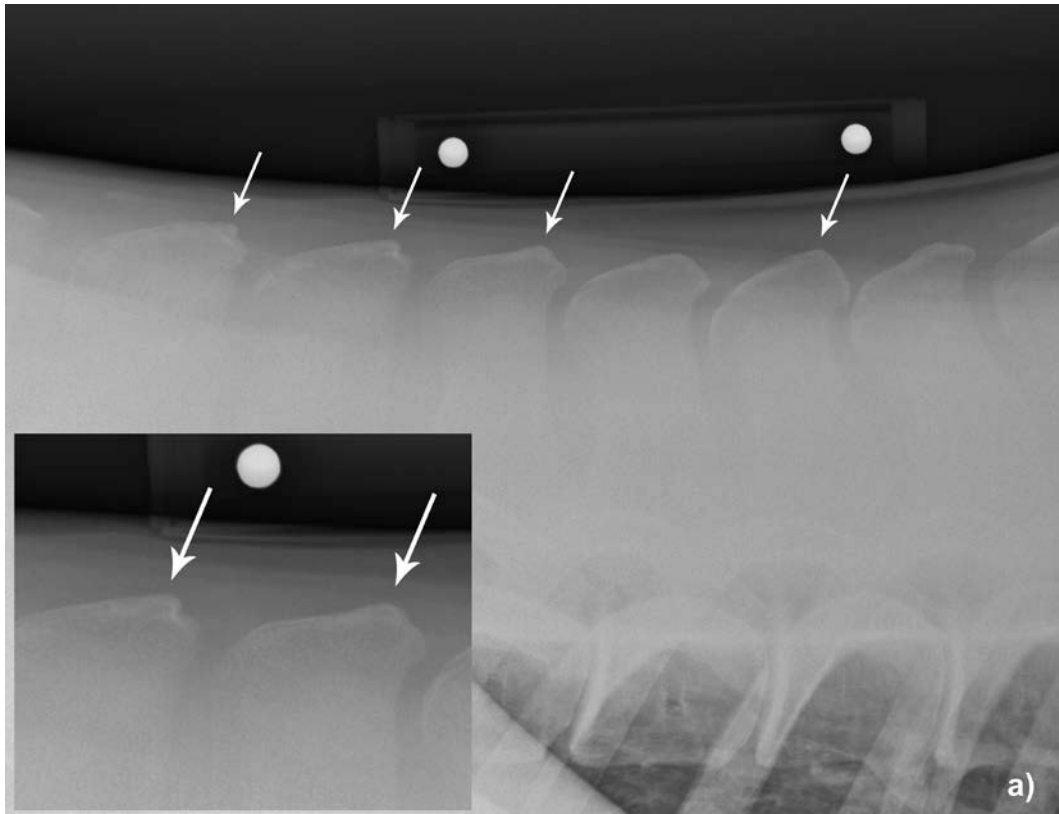


Abb. 59 a/b: Röntgenklasse II; RöLf 5.2.10 Zubildung dorsal

**3.1.6.11 Röntgenklasse II – III: RÖLf 5.2.11 Zubildungen kraniale und/oder kaudale Kontur**

Dornfortsätze, welche deutliche knöcherne Zubildungen der kranialen und/oder kaudalen Kontur aufwiesen und somit keine deutliche Formveränderung in diesem Bereich zeigten.

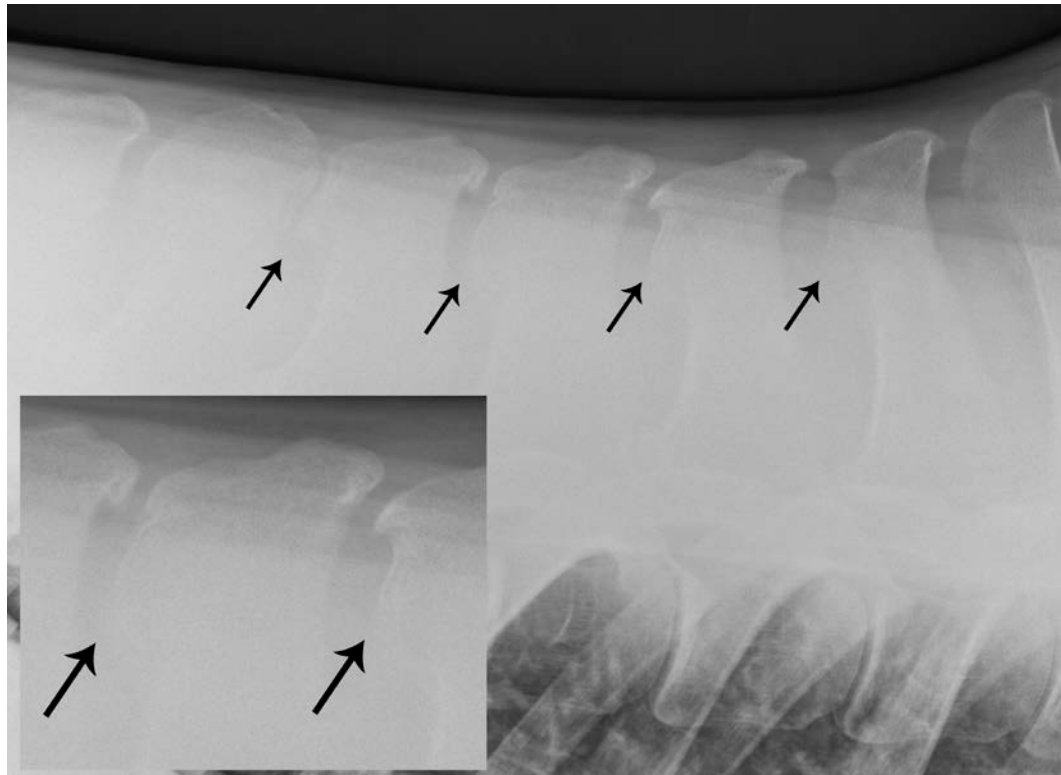


Abb. 60: Röntgenklasse II – III; RÖLf 5.2.11 Zubildung(en) kraniale und/oder kaudale Kontur

### 3.1.6.12 Röntgenklasse II: RöLf 5.2.12 Zubildungen, nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal gerichtet

Hierzu wurden nasenförmige vom Periost ausgehende Knochenneubildung (Psyrembel (1994)), das heißt Exostosen oder Osteophyten dorsal, kranial und/oder kaudal der Tuberositates der Dornfortsätze gezählt.

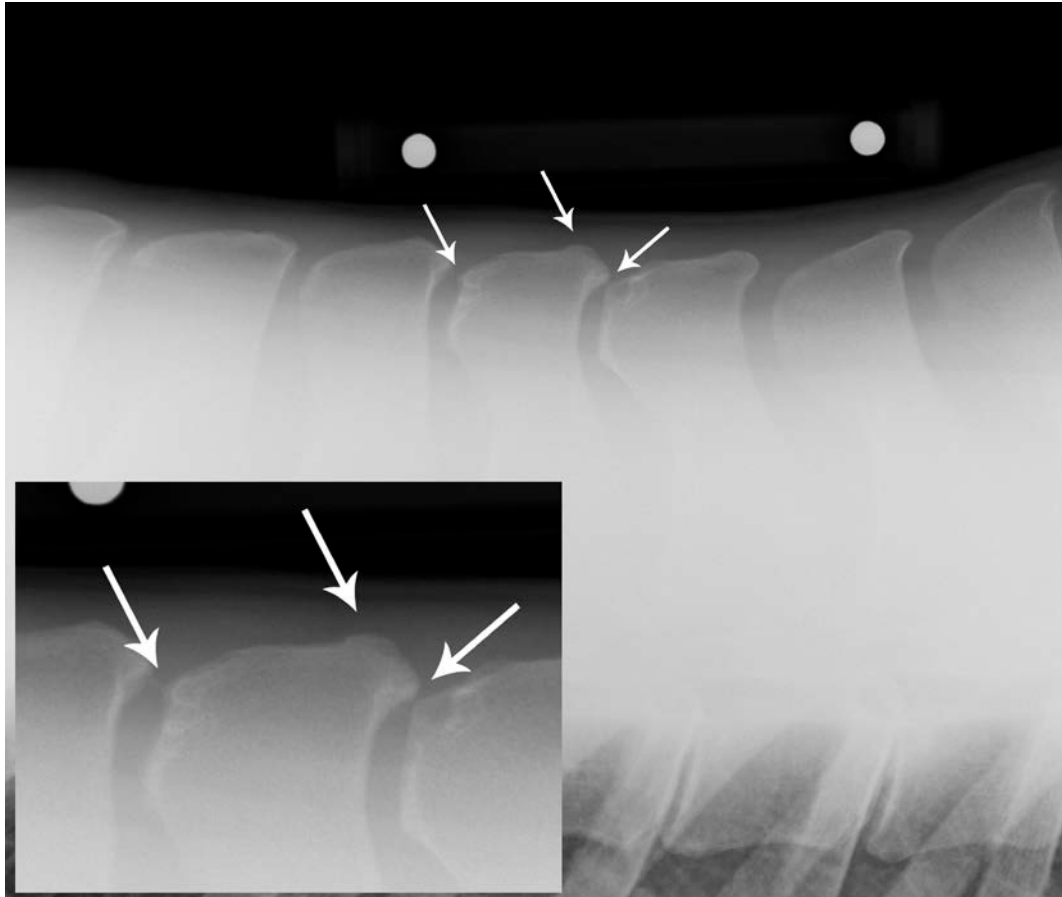


Abb. 61: Röntgenklasse II; RöLf 5.2.12 Zubildung nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal gerichtet

### 3.1.6.13 Röntgenklasse II – III: RÖLf 5.2.13 Zubildungen nasenförmig mit Aufhellungslinie

„Nasenförmige“ Zubildungen an den Dornfortsätzen, welche zusätzlich eine krankhafte Verhärtung des Knochens, d.h. Sklerosierungslinie (Pschyrembel (1994)) aufwiesen.

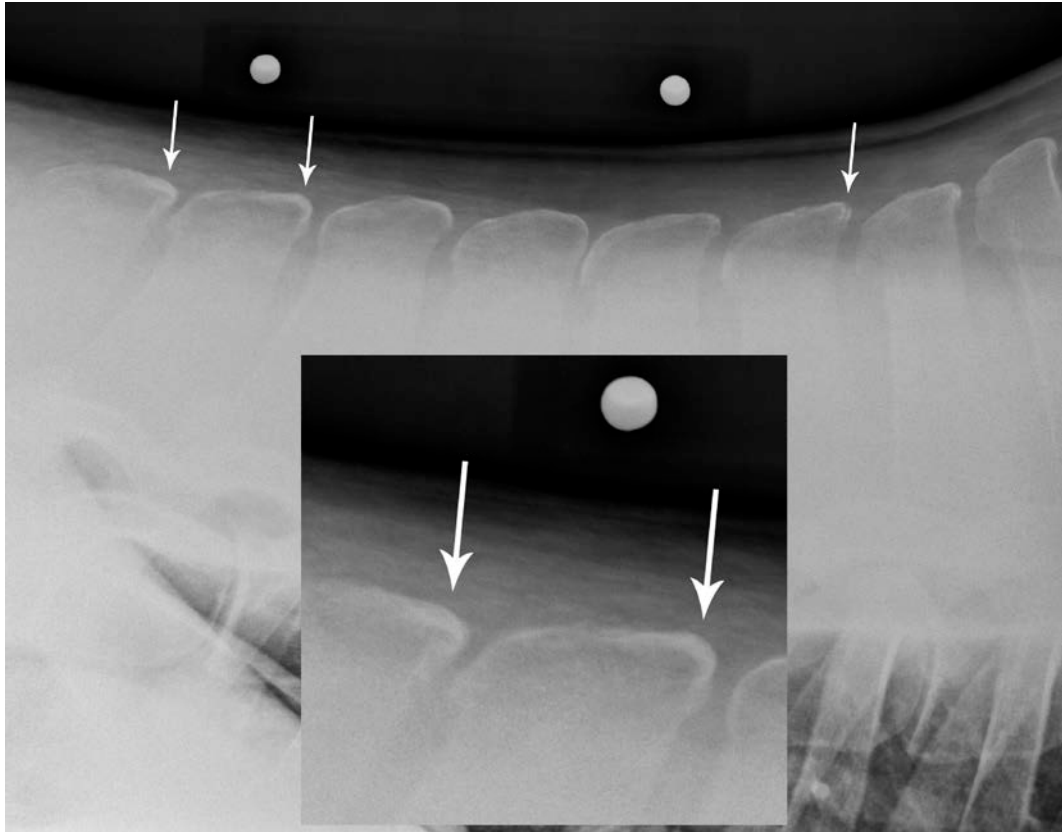


Abb. 62: Röntgenklasse II – III; RÖLf 5.2.13 Zubildung nasenförmig mit Aufhellungslinie

### 3.1.6.14 Röntgenklasse II – III: RöLf 5.2.14 Verschattung, dorsal kappenartig

In der Literatur (Butler et al. (2010)) werden diese Veränderungen auch als „Flocken“ bezeichnet. Hierzu zählen isolierte, kappenförmige Verschattungen an den Dornfortsatzenden.

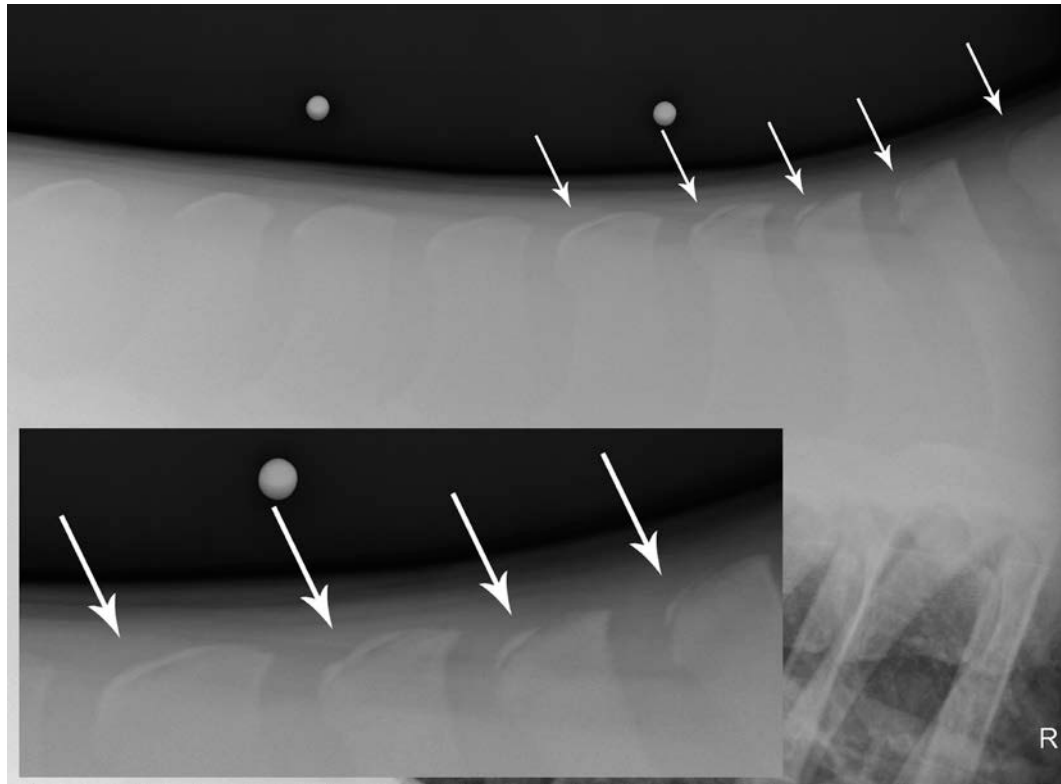


Abb. 63: Röntgenklasse II – III; RöLf 5.2.14 Verschattung, dorsal, kappenartig

### 3.1.7 Statistische Auswertung

Bezüglich der befundeten Röntgenbilder und den davor erhobenen Daten zu den einzelnen Patienten wurde eine sogenannte deskriptive Statistik erstellt. Diese gab sowohl die Mittelwerte, die Standardabweichung, die Mediane als auch die Minimal- und Maximalwerte an und wurde mittels dem Microsoft Excel Programm 2007 erstellt. Anschließend konnten weitere Auswertungen hinsichtlich der Signifikanz erfolgen (HARMS (1998), FAHRMEIR et al (2003)).

Bei den erhobenen Befunden und klinischen Aspekten handelte es sich um nominal und ordinal verteilte Merkmale. Aus diesem Grund erfolgte die statistische Auswertung mit dem sogenannten „Chi – Quadrat – Test“. Hierbei werden Häufigkeitsverteilungen eines quantitativen Merkmals mit verschiedenen

und unabhängigen Stichproben verglichen. Was eine Überprüfung des Verteilungsmusters des jeweils zu betrachtenden Merkmals erlaubt. Bei kleineren Stichprobengrößen wurde der exakte Test nach R.A. Fischer verwendet (HARMS (1998), FAHRMEIR et al (2003)).

Für die Beurteilung der numerischen Größen (Alter, Gewicht und Stockmaß) bezüglich der ermittelten Veränderungen wurde der T – Test für unabhängige Stichproben eingesetzt (HARMS (1998), FAHRMEIR et al (2003)).

Folgende Signifikanzstufen wurden für die Irrtumswahrscheinlichkeit  $p$  in allen Tests festgelegt (HARMS (1998), FAHRMEIR et al (2003)):

$p > 0,05$  nicht signifikant

$p \leq 0,05$  signifikant

$p \leq 0,01$  hoch signifikant

$p \leq 0,001$  höchst signifikant

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine und spezielle Untersuchung

#### 4.1.1 Gewicht und Stockmaß

Die untersuchten Pferde wiesen ein Gewicht von mindestens 80 kg und höchstens 940 kg auf. Das Durchschnittsgewicht lag bei 550 kg. Das Stockmaß lag zwischen bei 65 cm bis 182 cm (Durchschnittsstockmaß bei 164 cm).

#### 4.1.2 Körperform

Von 404 untersuchten Tieren wurden 56 Pferde als hochquadratisch (13,9 %), 176 Pferde als längsquadratisch (43,6 %) und 215 Pferde als quadratisch (53,2 %) befundet.

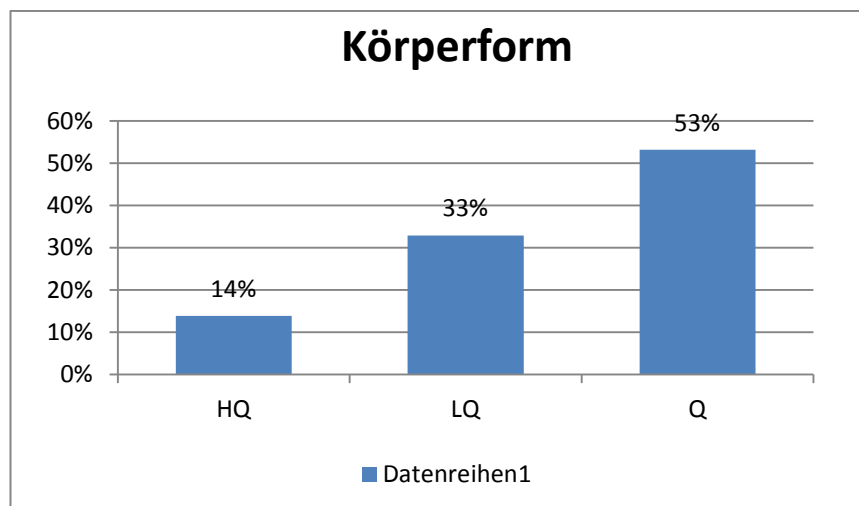


Abb. 64: Einteilung der untersuchten Pferde nach der Körperform (hochquadratisch (HQ), längsquadratisch (LQ) und quadratisch (Q))

#### 4.1.3 Bemuskelung

Bei der Adspektion der langen Rückenmuskulatur wiesen 12,6 % (51/404) der Pferde eine geringe, 43,6 % (177/404) eine gute und 43,8 % (176/404) eine mäßige Bemuskelung auf. Hinsichtlich der verschiedenen Bemuskelungstypen und den einzelnen radiologischen Befunden konnten keine statistisch signifikanten Zusammenhänge festgestellt werden.



#### 4.1.4 Palpationsbefund

Vor der radiologischen Untersuchung wurde bei jedem der 404 Pferde eine klinische Untersuchung des Rückens durchgeführt. Hierbei wiesen 8,2 % (33/404) der Pferde einen klinisch positiven (auffälligen) Palpationsbefund auf. Die Mehrheit der Pferde (91,8 % (371/404)) zeigten keinerlei klinische Anzeichen, die für eine „Rückenproblematik“ hinweisend gewesen wären.

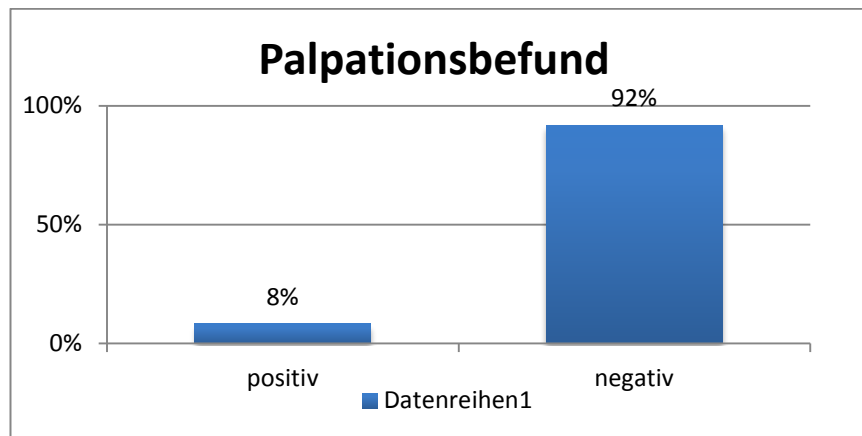


Abb.65: Vergleich der Palpationsbefunde

#### 4.1.5 Probleme beim Reiten

5,9 % (24/404) der Pferde zeigten laut Bericht des Besitzers reiterliche Auffälligkeiten, die im Zusammenhang mit Rückenproblemen stehen können. Ähnlich wie bei den Palpationsbefunden war auch hier die Mehrheit der Tiere (94,1 %) unauffällig.

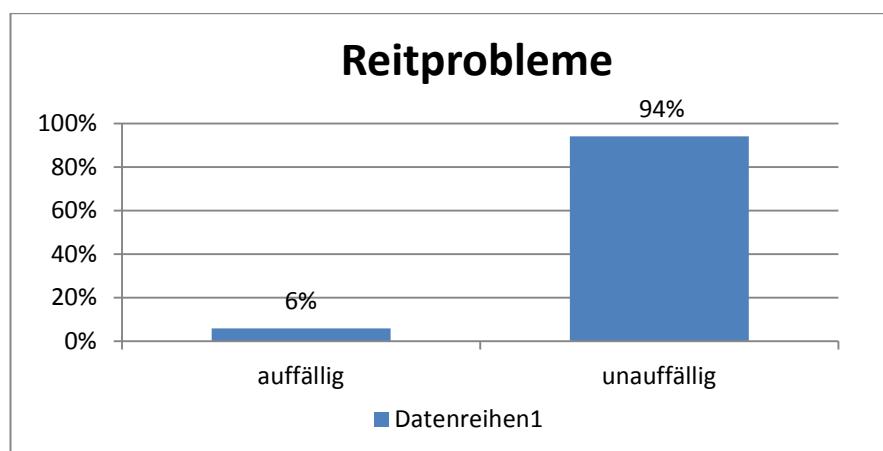


Abb.66: Vergleich der Pferde mit Auffälligkeiten beim Reiten

## 4.2 Radiologische Veränderungen

### 4.2.1 RöLf 5.2.1 Zwischenräume über 8 mm ohne reaktive Veränderungen (Röntgenklasse I)

Insgesamt 294 der 404 Pferde (72,8 %) zeigten die Interspinalräume über 8 mm ohne reaktive Veränderungen an mindestens einem der Dornfortsätze. Der Befund trat häufig im Bereich T10 – T14 und T18 – L1 mit einer deutlichen Häufung bei T10 – T11 auf. 67,3 % (272/404) der Pferde zeigten dort einen Abstand von über 8 mm ohne reaktive Veränderungen. Dieser Befund konnte bei keinem Pferd im gesamten Bereich (T10-L1) diagnostiziert werden.

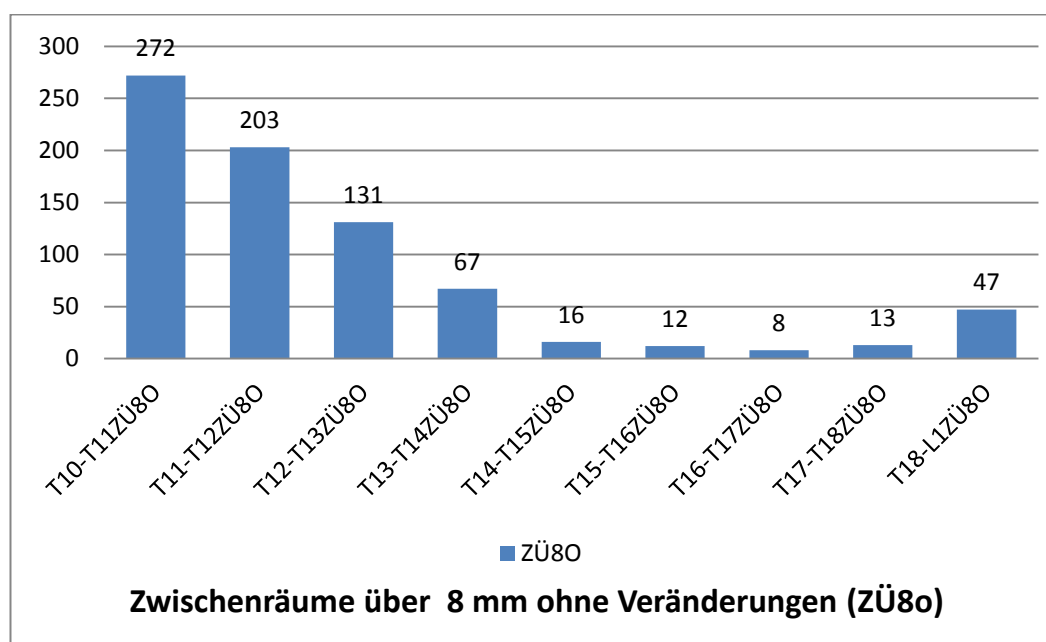


Abb. 67: Prozentuale Verteilung der ZÜ80 bei den jeweiligen Dornfortsätzen

Es konnte kein Zusammenhang zwischen Rasse, Geschlecht, Körperform, Verwendungszweck, klinischen Auffälligkeiten und numerischen Größen (Gewicht und Stockmaß) dargestellt werden.

Bezüglich des Alters war eine statistisch hohe Signifikanz ( $p = 0,005$ ) erkennbar. Pferde mit Zwischenräumen über 8 mm ohne Veränderungen an einem oder mehreren Dornfortsätzen waren durchschnittlich jünger (durchschnittlich 10,52 Jahre). Das heißt mit Zunahme des Alters nimmt die Anzahl von Abständen zwischen den Dornfortsätzen über 8 mm ohne reaktive Veränderungen ab.

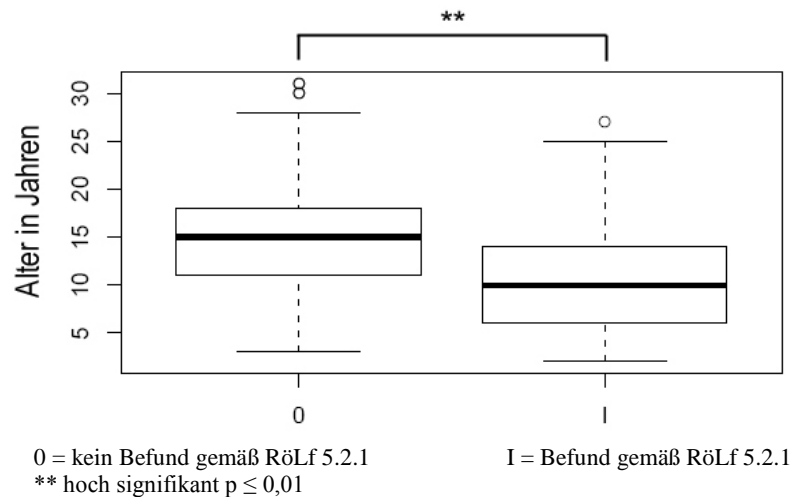


Abb. 68: RÖLf 5.2.1 Das Vorkommen von Zwischenräumen über 8 mm ohne reaktive Veränderungen bzgl. Altersklassen (Durchschnittsalter)

Zudem war auffällig, dass Dressurpferde diesen Befund im Bereich T15 – T16, im Vergleich zu anderen Nutzungsarten deutlich häufiger aufwiesen. Bei den Freizeitpferden und anderweitig genutzten Pferden kam dieser Befund am T15 – T16 nicht vor. Springpferde zeigten zu 2,1 % (2/96) im Bereich T15 – T16 einen Abstand der Dornfortsätze über 8mm ohne reaktive Veränderungen. Bei Dressurpferden hingegen lag dort der prozentuale Anteil bei 8,4 % (10/119). Im Bereich T18 – L1 war besonders bei LQ-Pferden in 18,8 % (25/133) ein Zwischenraum von über 8 mm ohne reaktive Veränderung zu verzeichnen. HQ-Pferde zeigten nur zu 8,4 % einen derartigen Befund. Eine statistisch signifikante Beziehung bestand hierbei nicht.

#### 4.2.2 RÖLf 5.2.2 Zwischenräume 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen

Zwischenräume von 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen kamen im gesamten Bereich T10 – L1 vor. Insgesamt wiesen 358 der 404 Pferde (88,6 %) an einem oder mehreren Dornfortsätzen diesen Befund auf. Am häufigsten war der Interspinalraum zwischen T12 und T13 betroffen. 189 der 404 Pferde (46,8 %) zeigten hier Abstände von 2 – 8 mm zu den benachbarten Dornfortsätzen ohne reaktive Veränderung.

Pferde mit zunehmendem Alter (durchschnittlich 12,1 Jahren) wiesen deutlich häufiger eine derartige Veränderung auf, als Pferde mit einem Durchschnittsalter von 9,97 Jahren. Es bestand bezüglich der Zunahme des Alters und des Vorkommens von Zwischenräumen bei 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen

ein hoch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,0188$ ).

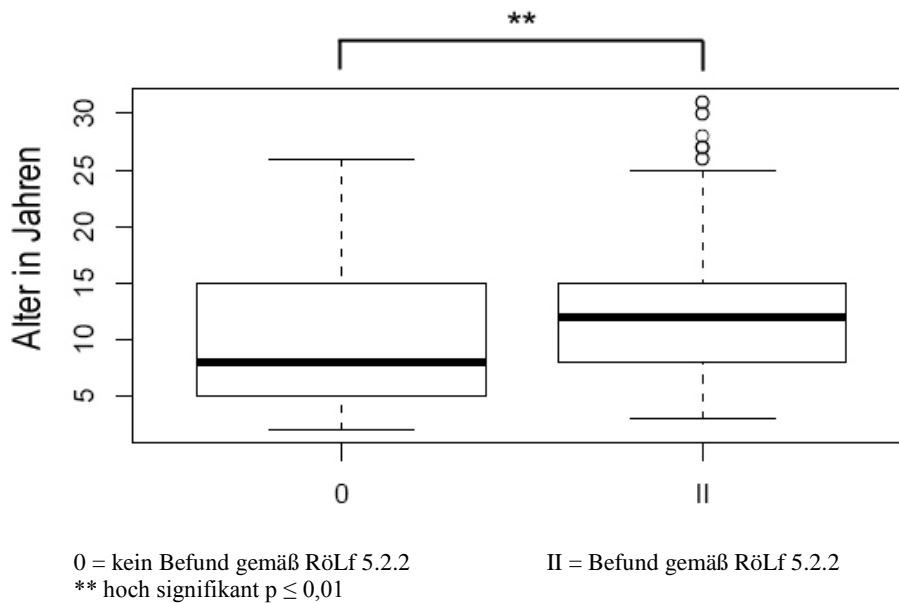


Abb. 69: RöLf 5.2.2 Das Vorkommen von Zwischenräumen 2 - 8 mm ohne reaktive Veränderungen bzgl. Altersklassen (Durchschnittsalter)

18 der 96 Springpferde (18,8 %) zeigten diesen Befund im Bereich T10 – T11 ( $p = 0,018$ ). Bei den anderen Nutzungsarten konnten in diesem Bereich deutlich häufiger Zwischenräume von 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen festgestellt werden (Dressur 27,7 %, Freizeit 39,3 % und Sonstige 42,2 %). Ebenso verhielt es sich im Bereich vom T15 – T16. Dort zeigten nur 6,3 % (6/96) der Springpferde Zwischenräume von 2 – 8 mm ohne Veränderungen. Bei den anderen drei Kategorien trat dieser Befund im Bereich T15 – T16 deutlich häufiger auf (Dressurpferde 19,3 % (23/119), Freizeitpferde 14,5 % (21/145) und anderweitig genutzte Pferde 15,9 % (7/44)). Hingegen wiesen 30 der 119 Dressurpferde (25,2 %) ( $p = 0,0052$ ) im Bereich T16 – T17 und 39 der 119 Dressurpferde (32,8 %) ( $p = 0,0059$ ) im Bereich T17 – T18 Zwischenräume mit 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderung auf. Bei den anderen Nutzungsarten lag der prozentuale Anteil deutlich darunter. So zeigten nur 9,3 % (9/96) der Springpferde, 13,8 % (20/145) der Freizeitpferde und 20,5 % (9/44) der anderweitig genutzten Pferde Abstände von 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderung im Bereich T16 – T17. Zwischen T17 – T18 bei Springpferden 15,6 % (15/96), bei Freizeitpferden 17,2 % (25/145) und den sonstigen Pferden 18,2 % (8/44). In Bezug auf Geschlecht, Rasse und klinische Anzeichen konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede

festgestellt werden.

#### **4.2.3 RöLf 5.2.3 Zwischenräume kleiner 2 mm ohne reaktive Veränderung**

Diese Veränderung zeigte sich insgesamt nur bei 17 der 404 untersuchten Pferde (4,2 %). Besonders die Bereiche T15 – T16 und T18 – L1 waren betroffen (jeweils 1,2% (5/404)). Zwischen Altersgruppen und Auftreten von Abständen unter 2 mm ohne reaktive Veränderungen bestand eine statistisch hohe Signifikanz ( $p = 0,005$ ). Dabei zeigten Pferde mit zunehmendem Alter (Durchschnittsalter von 18,23 Jahren) insgesamt häufiger einen derartigen Befund, als jüngere Pferde (Alter durchschnittlich 11,58 Jahre). Hinsichtlich Geschlecht, Rasse, klinischen Anzeichen und numerischen Größen (Gewicht/Stockmaß) ergaben sich keine statistisch signifikanten Beziehungen.

#### **4.2.4 RöLf 5.2.4 Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen (Sklerosierungssaum, Zubildung)**

Zwischenräume von 2 – 8 mm mit reaktiven Veränderungen an einem oder mehreren Wirbeln konnten bei 348 von 404 untersuchten Pferden nachgewiesen werden (86,1 %). Bei älteren Pferden, mit einem durchschnittlichen Alter von 12,28 Jahren, lag der Anteil dieser Veränderung deutlich höher als bei den jüngeren Pferden (Durchschnittsalter 9,97 Jahre). Hier bestand eine statistisch hohe Signifikanz ( $p = 0,0188$ ) hinsichtlich der Zunahme des Alters und des Vorkommens von Zwischenräumen 2 – 8 mm mit reaktiven Veränderungen. Besonders Pferde mit einem Durchschnittsgewicht von 544,7 kg und einer durchschnittlichen Widerristhöhe von 162,4 cm zeigten Zwischenräume von 2 – 8 mm mit Veränderungen ( $p = 0,0003$ ). Dieser Befund trat im Bereich T11 – L1 auf. Am häufigsten waren T14 (58,9% (238/404)) und T15 (60,2% (243/404)) betroffen. Auffällig war, dass diese Veränderung bei Dressurpferden deutlich seltener auftrat (21,8 % (26/119)), als vergleichsweise bei Springpferden (7,3 % (7/96)), Freizeitpferden (12,4 % (18/145)) und den anderweitig genutzten Pferden (11,4 % (5/44)). Dieser Zusammenhang war statistisch hoch signifikant ( $p = 0,0160$ ).

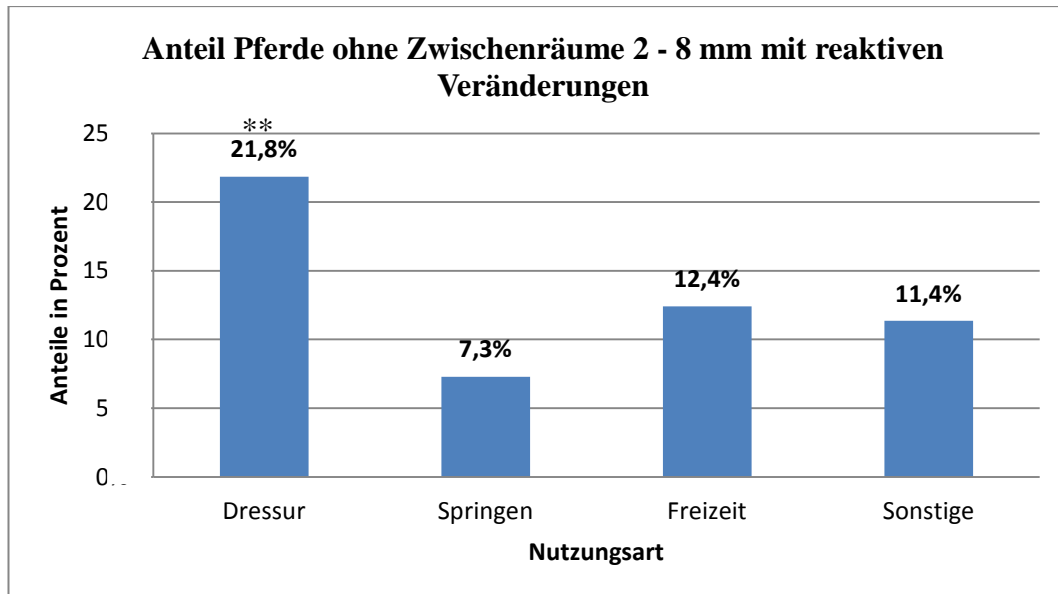


Abb. 70: RÖLf 5.2.4 Das Vorkommen von Zwischenräumen 2 - 8 mm mit reaktive Veränderungen bzgl. sportlicher Nutzung

\*hoch signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,01$ ) zu den übrigen Gruppen

Zwischen Geschlecht, Rasse und klinischen Anzeichen bestand kein statistisch signifikanter Unterschied.

#### 4.2.5 RÖLf 5.2.5 Berühren der Dornfortsätze ohne deutliche reaktive Veränderungen

Ein Kontakt zwischen zwei benachbarten Dornfortsätzen ohne deutliche Veränderungen trat nur bei 6 der 404 Patienten auf (1,5 % (6/404)). Betroffen waren die Interspinalräume T13 – T14, T14 – T15, T16 – T17 und T17 – T18. Es konnten keine statistischen Zusammenhänge bezüglich numerischer und klinischer Größen festgestellt werden.

#### 4.2.6 RÖLf 5.2.6 Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung

Insgesamt wurde bei 53 der 404 Pferde (13,1 %) ein Kontakt von zwei oder mehreren Dornfortsätzen mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung diagnostiziert. Der Befund trat im Bereich von T11 – L1 auf, mit einer Häufung bei T16. Hier zeigten 10 der Pferde (6,9 %) derartige Veränderungen. Es konnte ein statistisch höchst signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,0009$ ) zwischen dem Alter der untersuchten Tiere und den radiologischen Befunden dargestellt werden.

Das heißt Pferde mit zunehmendem Alter (Durchschnittsalter von 14,32 Jahren) zeigten vermehrt sich berührende Dornfortsätze mit Sklerosierung und/oder Zubildung auf als jüngere Tiere (Durchschnittsalter 11,49 Jahre). Bezogen auf Widerristhöhe und Gewicht, zeigten statistisch hoch signifikant ( $p = 0,0036$ ) bzw. ( $p = 0,0091$ ) vor allem größere (durchschnittlich 165,5 cm) und schwere (durchschnittlich 566,5 kg) Pferde einen derartigen Befund.

Springpferde hatten im Vergleich zu anderen Nutzungsarten statistisch signifikant häufiger ( $p = 0,0323$ ) sich berührende Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung (Springpferde 20,8 % (20/96), Dressurpferde 7,6 % (9/119), Freizeitpferde 11,7 % (17/145), Sonstige 15,9 % (7/44)).

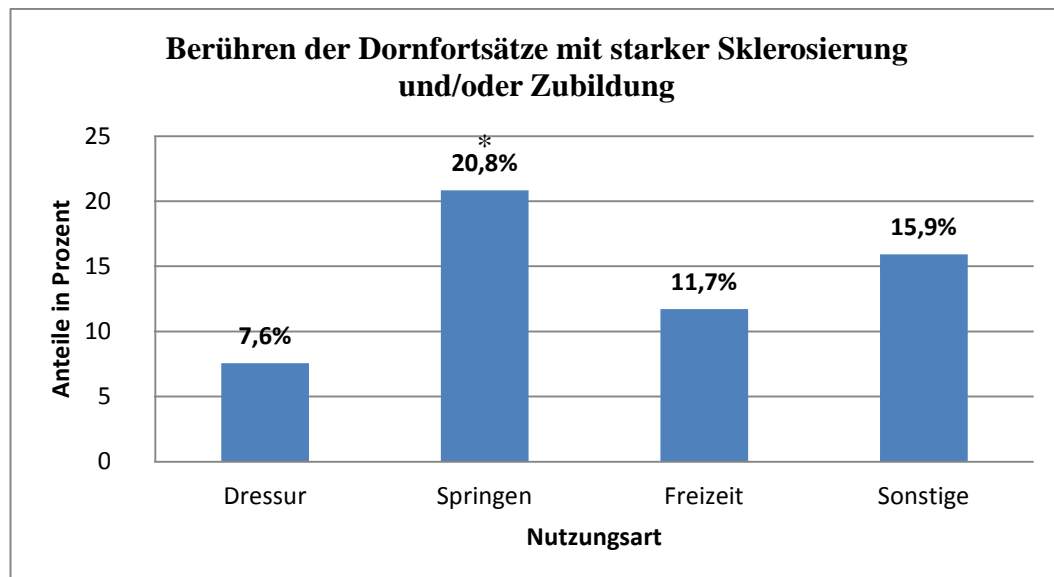


Abb. 71: RöLf 5.2.6 Verteilung von Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung bzgl. sportlicher Nutzung

\*signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,05$ ) zu den übrigen Gruppen

Bei 10 von 33 Tieren (30,3 %) mit positivem Palpationsbefund lag der Kontakt eines Dornfortsatzes oder mehrerer Dornfortsätze mit Sklerosierung und/oder Zubildungen vor. Bei den klinisch unauffälligen Probanden betrug der Wert nur 11,6 % (43/371). Hier war eine statistisch hohe Signifikanz ( $p = 0,0053$ ) feststellbar.

Im Bereich T17 – T18 wurden vermehrt bei Pferden mit positivem Palpationsbefund (15,2 % (5/33)) sowie bei reiterlich auffälligen Tieren (16,7 % (4/24)) kraniale und/oder kaudale Zubildungen diagnostiziert. Hingegen waren es

nur 3,2 % (12/371) der Pferde ohne klinische Auffälligkeit und 3,4 % (13/380) der reiterlich unauffälligen Pferde. Ebenso stiegen mit Zunahme der sich berührenden Dornfortsätze mit einer Sklerosierung und/oder Zubildungen die reiterlichen Probleme. 37,5 % (9/24) der laut Besitzer reiterlich auffälligen Tiere wiesen diese Veränderungen auf. Bei den reiterlich unauffälligen Pferden waren es nur 11,7 % (44/380). Eine statistische Signifikanz konnte in diesem Zusammenhang jedoch nicht nachgewiesen werden.

#### **4.2.7 RöLf 5.2.7 Berühren der Dornfortsätze mit zystoiden Defekten**

Ein Berühren der Dornfortsätze mit zystoiden Defekten lag bei 5,2 % (21/404) der untersuchten Pferde vor. Vermehrt trat dieser Befund im Bereich T13 – T18 auf. Bei 2,4 % (10/404) der Pferde waren vor allem T16 – T17 betroffen. Dieser Befund kam statistisch höchst signifikant ( $p = 0,0009$ ) bei palpatorisch auffälligen Pferden vor (21,2 % (7/33)). Klinisch unauffällige Pferde zeigten hingegen nur zu 3,8 % diesen Befund (14/371).

Ähnlich verhielt es sich in Bezug auf reiterliche Probleme. Bei Pferden, die laut Besitzer reiterliche Probleme aufwiesen, kam ein Berühren der Dornfortsätze mit Zystoiden zu 20,8 % (5/24) vor, bei reiterlich unauffälligen Pferden hingegen nur zu 4,2 % (16/380). Es lag eine hohe statistische Signifikanz von  $p = 0,00204$  vor. Durchschnittlich jüngere Pferde (11,66 Jahre) zeigten im Vergleich zu durchschnittlich älteren Pferden (15,62 Jahre) deutlich seltener diesen Befund. Auch hier lag ein hoher statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,0022$ ) bezüglich Alterszunahme und radiologischem Befund vor.

#### **4.2.8 RöLf 5.2.8 Dornfortsatz mit zystoidem Defekt**

60 der insgesamt 404 Pferde (14,9 %) zeigten an mindestens einem Dornfortsatz einen zystoiden Defekt. In dem gesamten Bereich T11 – L1 war dieser radiologische Befund nachzuweisen, mit einer geringen Häufung bei T16 (5,9 % (24/404)). Bei 36,4 % (12/33) der Pferde mit positivem Palpationsbefund waren zystoide Defekte an einem oder mehreren Dornfortsätzen feststellbar. Bei den klinisch unauffälligen Tieren lag ein wesentlich geringerer Prozentsatz vor (12,9 % (48/371)). Dieser Zusammenhang war statistisch höchst signifikant ( $p = 0,0007$ ). Ähnlich verhielt es sich bei den reiterlichen Auffälligkeiten. Pferde, die laut Besitzer reiterliche Auffälligkeiten im Zusammenhang mit Rückenproblemen



zeigten, wiesen bei der radiologischen Untersuchung zu 41,7 % (10/24) einen oder mehrere zystoide Defekte auf. Bei reiterlich unauffälligen Tieren waren es nur 13,2 % (50/380), auch dieser Zusammenhang war statistisch höchst signifikant ( $p = 0,0004$ ). Ebenso bestand ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Befund eines zystoiden Defekts an einem oder mehreren Dornfortsätzen und Pferden mit kurzem Rücken, sogenannten hochquadratischen Pferden (HQ) (26,8 % (15/56)). Hier lag eine statistische Signifikanz von  $p = 0,02399$  vor. Vergleichend dazu hatten nur 13,5 % (29/215) der quadratischen Pferde (Q) und 12,0 % (16/133) der längsquadratischen Pferde (LQ) eine derartige Veränderung an einem oder mehreren Dornfortsätzen.

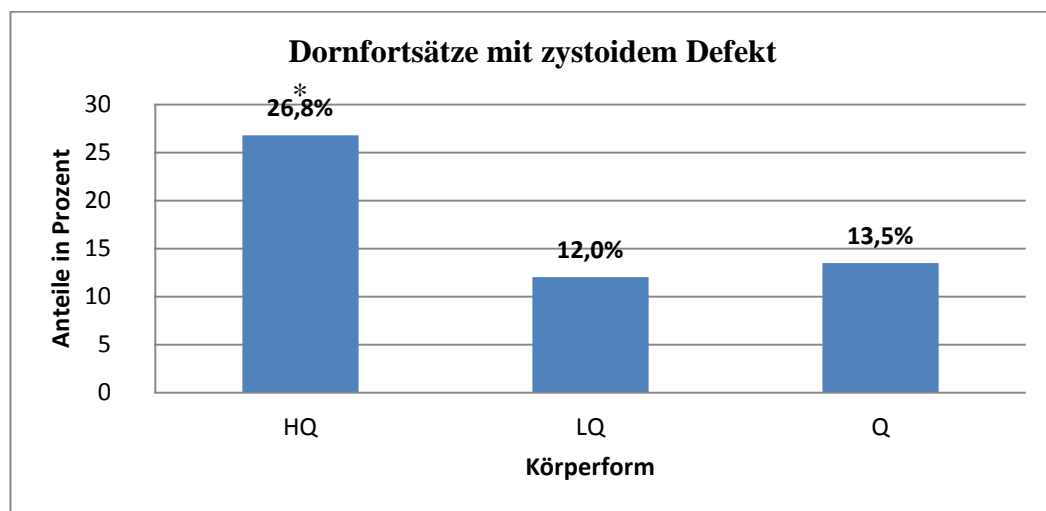


Abb. 72: RöLf 5.2.8 Das Vorkommen von Dornfortsätzen mit zystoidem Defekt bzgl. Körperformen

\*signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,05$ ) zu den anderen Gruppen

Bei Pferden mit einer hochquadratischen Körperform traten zudem zystoide Defekte gehäuft an den Dornfortsätzen T12 (7,1 %; 4/56;  $p = 0,01055$ ), T13 (7,1 % (4/56)) und T14 (8,9 %; 5/56;  $p = 0,1863$ ) auf.

Q-Pferde waren prozentual seltener betroffen als HQ-Pferde (T12: 1,4 % (2/215), T13: 2,3 % (5/215) und T14: 3,7 % (8/215)). Zystoide Defekte an den Dornfortsätzen T12, T13 und T14 traten bei LQ-Pferden am seltensten auf (T12: 0,8 % (1/133), T13: 1,5 % (2/133) und T14: 0,8 % (1/133))

Auch bei diesem Befund nimmt die Wahrscheinlichkeit für das Vorliegen eines derartigen Befundes mit steigendem Alter deutlich zu. Pferde mit einem Durchschnittsalter von 14,11 Jahren wiesen statistisch hoch signifikant ( $p =$

0,0111) mehr zystoide Defekte an einem oder mehreren Dornfortsätzen auf als jüngere Tiere (durchschnittliches Alter von 11,56 Jahren).

#### **4.2.9 RöLf 5.2.8 Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden**

Im Bereich von T13 bis L1 trat der Befund Überlappen (Überlagerung) der Dornfortsatzenden an einem oder mehreren Dornfortsätzen bei 29 der insgesamt 404 Pferde (7,2 %) auf. Hierbei wurde ersichtlich, dass mit einer statistischen Signifikanz von  $p = 0,0395$  bei durchschnittlich älteren Pferden (Durchschnittsalter von 14,0 Jahren) weitaus stärker betroffen waren als bei durchschnittlich jüngeren (Durchschnittsalter 11,70 Jahre). Springpferde zeigten zudem als einzige im Bereich T14 – T15 ein Überlappen der Dornfortsätze (4,2 % (4/96)). Bei den anderweitig genutzten Pferden lag in diesem Bereich kein Überlappen der Dornfortsätze vor. Somit ergaben sich hierfür keine statistisch signifikanten Zusammenhänge.

Hinsichtlich Geschlecht, Rasse, klinischen Anzeichen und numerischen Größen (Gewicht, Stockmaß) waren keine statistisch signifikanten Zusammenhänge feststellbar.

#### **4.2.10 RöLf 5.2.9 Dorsale Zubildung**

Insgesamt waren bei 224 der 404 Pferde (55,5 %) dorsale Zubildungen am Dornfortsatzende zu erkennen. Gehäuft traten diese am Dornfortsatz des T16 (5,9 % (24/404)) auf. Ansonsten konnte dieser Befund im gesamten Bereich T11 – L1 diagnostiziert werden. Beim Vergleich der durchschnittlich jüngeren mit den durchschnittlich älteren Pferden wurde deutlich, dass dieser Befund bei letzteren häufiger vorhanden war (durchschnittliches Alter der Pferde 13,51 Jahre). Hier bestand ein statistisch hoch signifikanter ( $p = 0,005$ ) Zusammenhang.

Es war kein statistisch signifikanter Unterschied bezüglich der dorsalen Zubildung an den Dornfortsatzenden zwischen Stuten, Wallachen und Hengsten festzustellen.

Dressurpferde zeigten im Vergleich zu den Spring-, Freizeit- und anderweitig genutzten Pferden statistisch höchst signifikant weniger dorsale Zubildungen an den Dornfortsatzenden ( $p = 0,001$ ) (Dressurpferde: 41,2 % (49/119); Springpferde: 63,5 % (61/96); Freizeitpferde: 62,8 % (91/145); Sonstige: 52,3 %

(23/44)).

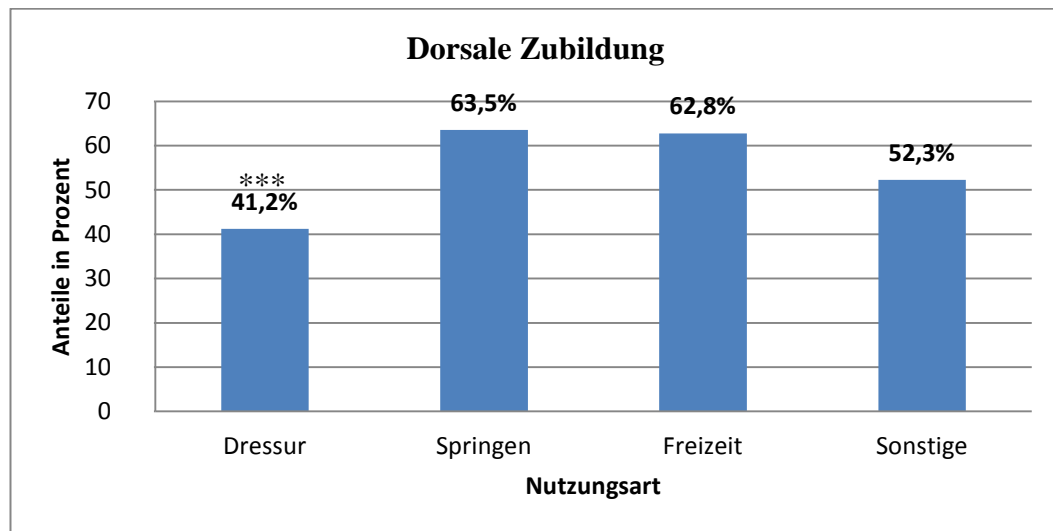


Abb. 73: RöLf 5.2.9 Das Vorkommen von Dornfortsätzen mit dorsalen Zubildungen bzgl. sportlicher Nutzung

\*\*\* höchst signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,001$ ) zu den übrigen Gruppen

Zudem wiesen Pferde mit einer derartigen Veränderung einen positiven Palpationsbefund statistisch hoch signifikant ( $p = 0,0072$ ) am T14 auf. 42,4 % (14/33) der palpatorisch auffälligen Pferde hatten radiologische Veränderungen im Sinne von einer dorsalen Zubildung am T14, hingegen zeigten klinisch unauffällige Pferde diesen Befund nur zu 20,5 % (76/371).

#### 4.2.11 RöLf 5.2.10 Zubildungen, kraniale und/oder kaudale Kontur

Mehr als die Hälfte aller Pferde 54,5 % (220/404) in dieser Untersuchung zeigten an mindestens einem Dornfortsatzende eine Zubildung der kranialen und/oder kaudalen Kontur. Pferde mit zunehmendem Alter (Durchschnittsalter 12,8 Jahre) zeigten diesen Befund statistisch signifikant ( $p = 0,0001$ ) häufiger als jüngere Pferde (Durchschnittsalter 10,65 Jahre). Dasselbe konnte bezüglich Gewicht und Stockmaß aufgezeigt werden. Hier hatten Pferde mit einem Durchschnittsgewicht von 549,9 kg ( $p = 0,0004$ ) sowie einer durchschnittlichen Größe von 163,1 cm ( $p = 0,0001$ ) deutlich häufiger Veränderungen an der kranialen und/oder kaudalen Kontur der Dornfortsätze, als leichtere und kleinere Pferde.

Die kranialen und/oder kaudalen Zubildungen am Dornfortsatzende traten im gesamten Bereich T11 bis L1 auf, gehäuft zeigten 32,4 % (131/404) der Pferde diesen Befund am T17. Bei Springpferden waren kraniale und/oder kaudale

Zubildungen am Dornfortsatzende statistisch hoch signifikant häufiger als zum Beispiel bei Dressurpferden ( $p = 0,00888$ ). Bei 66 der 96 Springpferde (68,8 %) wurde diese Veränderung diagnostiziert. Bei den Dressurpferden waren nur 55 der 119 Tiere (46,2 %) betroffen (Freizeitpferde 51,7 % (75/145); Sonstige 54,5 % (24/44)).

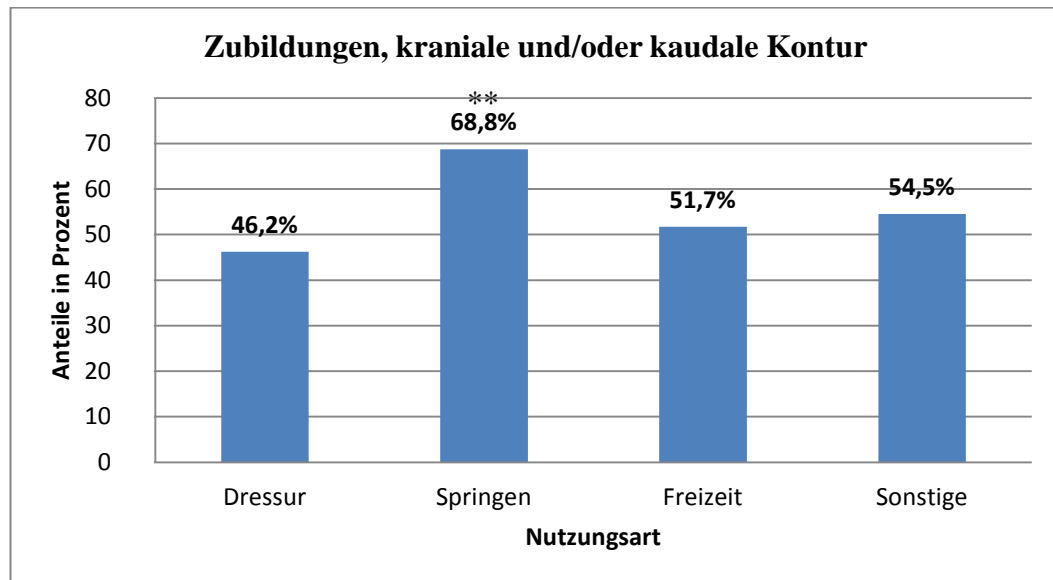


Abb. 74: RöLf 5.2.10 Das Vorkommen von Dornfortsätzen mit Zubildungen der kranialen und/oder kaudalen Kontur bzgl. Sportlicher Nutzung

\*\* hoch signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,01$ ) zu den übrigen Gruppen

Springpferde wiesen statistisch signifikant häufiger ( $p = 0,0474$ ) derartige Befunde am T13 auf, als die restlichen Gruppen. Bei 29 der insgesamt 96 Springpferde (30,2 %) trat dieser Befund auf. Bei den Dressurpferden (16,9 % (20/119)), Freizeitpferde (19,3 % (28/145)) und Sonstigen (13,6% (6/44)) waren deutlich weniger Tiere am T13 betroffen. Auch Pferde mit positivem Palpationsbefund wiesen statistisch höchst signifikant ( $p = 0,00012$ ) häufiger kraniale und/oder kaudale Zubildungen an den Dornfortsatzenden auf. Bei klinisch unauffälligen Tieren waren nur 51,5 % (191/371) betroffen, wohingegen der Prozentsatz bei klinisch auffälligen Tieren bei 87,9 % (29/33) lag. Ähnlich verhielt es sich im Zusammenhang mit reiterlichen Auffälligkeiten. Zubildungen kranialer und/oder kaudaler Kontur waren bei 91,7 % (20/24) der reiterlich auffälligen Tiere nachzuweisen. Bei den reiterlich unauffälligen Tieren waren es nur 52,1 % (198/380). Auch hier lag eine sehr hohe statistische Signifikanz ( $p = 0,00037$ ) vor. Hinzu kam, dass sowohl bei klinisch als auch reiterlich auffälligen Tieren vermehrt die Bereiche T16 – L1 betroffen waren. Dieser Zusammenhang

war nicht statistisch signifikant.

#### **4.2.12 RöLf 5.2.11 Zubildung nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal**

28,0 % aller Pferde (113/404) hatten Zubildungen nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal gerichtet. Im gesamten Bereich T11 – L1 konnte dieser Befund nachgewiesen werden. Dabei trat er gehäuft am T16 auf (13,4 % (54/404)). Palpatorisch auffällige Pferde zeigten am T11 prozentual (9,1 % (3/33)) häufiger diese Veränderung als palpatorisch unauffällige Tiere (1,61 % (6/371)).

Bei 6,0% (9/150) der Stuten waren Zubildungen nasenförmig, dorsal, kranial und/oder kaudal am Dornfortsatz von L1 diagnostiziert worden ( $p = 0,0072$ ). Hengste hingegen hatten keinerlei derartige Veränderungen am L1 und bei den Wallachen lag ein merklich geringerer Anteil als bei den Stuten vor (1,0 % (2/198)). Bezüglich des Alters ergaben sich keine statistisch signifikanten Unterschiede.

#### **4.2.13 RöLf 5.2.12 Zubildungen nasenförmig mit Aufhellungslinien**

Zubildungen mit Aufhellungslinien konnten bei 50 der 404 (12,5 %) untersuchten Pferden nachgewiesen werden. Sie waren im Bereich T11 – L1 mit einer Häufung bei T14 und T18 (jeweils 3,7 % 15/404) feststellbar. Bezüglich Geschlecht, Rasse, Nutzungsart und numerischen Größen ließ sich kein statistisch signifikanter Zusammenhang ermitteln.

#### **4.2.14 RöLf 5.2.13 Verschattung, dorsal, kappenartig**

Diagnostiziert wurde diese Veränderung nur bei 8,9 % (36/404) aller untersuchten Tiere. Nachzuweisen waren hier kappenartige, dorsale Verschattungen im gesamten Bereich von T10 – L1. Dressurpferde zeigten insgesamt statistisch höchst signifikant ( $p = 0,0004$ ) häufiger dorsale, kappenartige Verschattungen an den Dornfortsatzenden als die Pferde anderer Nutzungsarten (19,3 % (23/119), (Springpferde 5,2 % (6/96), Freizeitpferde 4,1 % (6/145), sonstig genutzte Pferde 4,5 % (2/44)).

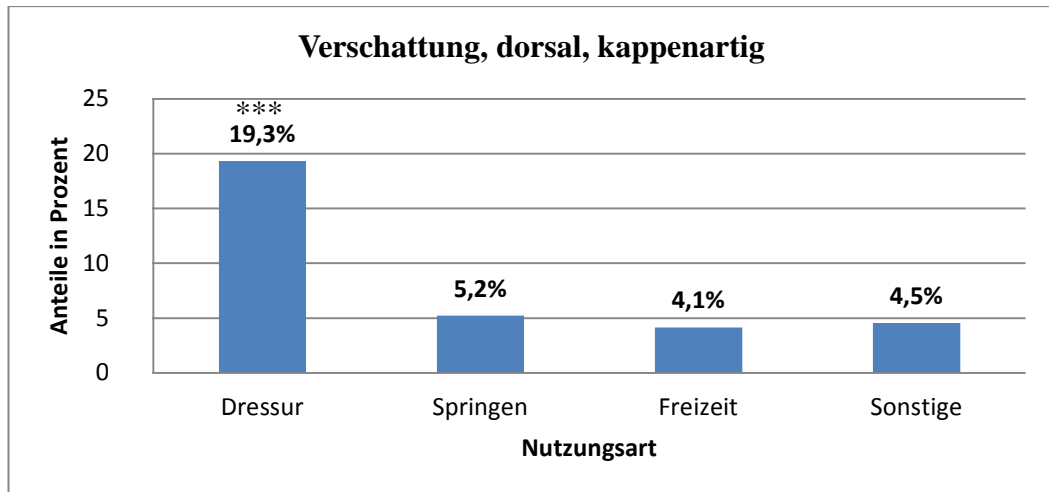
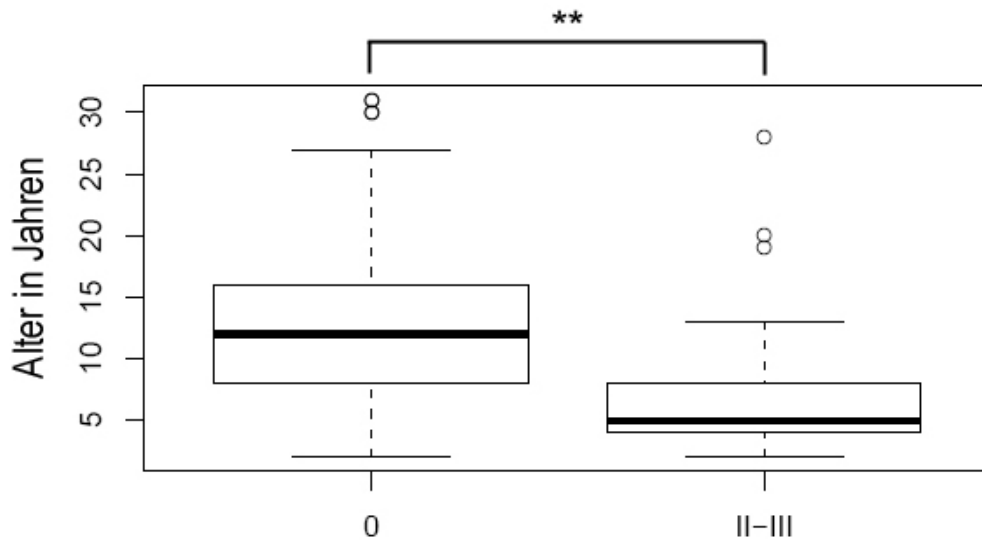


Abb. 75: RöLf 5.2.13 Verteilung von Dornfortsätzen mit Verschattungen dorsal, kappenartig bzgl. Sportlicher Nutzung

\*\*\* höchst signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,001$ ) zu den übrigen Gruppen

Zudem war auffällig, dass besonders jüngere Pferde mit einem Durchschnittsalter von 7,19 Jahren hoch signifikant häufiger ( $p = 0,005$ ) dorsale und kappenartige Verschattungen an den Dornfortsätzen aufwiesen, als ältere Pferde (durchschnittlich 12,32 Jahre).



0 = kein Befund gemäß RöLf 5.2.13

II-III = Befund gemäß RöLf 5.2.13

\*\* hoch signifikant  $p \leq 0,01$

Abb. 76: RöLf 5.2.13. Das Vorkommen von Dornfortsätzen mit Verschattungen dorsal, kappenartig bzgl. Altersklassen (Durchschnittsalter)

Bezüglich Geschlecht, Rasse, Körperform, klinischen Anzeichen und numerischen Größen (Gewicht und Stockmaß) konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede ermittelt werden.

### 4.3 Klassen laut Röntgenleitfaden

#### 4.3.1 Gesamtklassen

Bei allen 404 Pferden wurde anhand ihrer gemessenen bzw. errechneten Zwischenwirbelabstände und radiologischen Auffälligkeiten die jeweilige Gesamtröntgenklasse bestimmt. Hierbei war auffällig, dass sich keines der 404 Pferde in Röntgenklasse I (Zwischenräume über 8 mm ohne reaktive Veränderungen) befand. Die Verteilung in die restlichen Röntgenklassen war wie folgt:

|         |        |                        |
|---------|--------|------------------------|
| 30/404  | 7,5 %  | Röntgenklasse II       |
| 277/404 | 68,6 % | Röntgenklasse II – III |
| 97/404  | 24,0 % | Röntgenklasse III – IV |

Die Kategorien Rasse, Geschlecht, Verwendungszweck und Bemuskelung hatten keinerlei signifikante Einflüsse auf die Klassifizierung. Hingegen konnten bei der Art des Körperbaus (Einteilung in HQ, LQ und Q) des jeweiligen Palpationsbefundes, der reiterlichen Auffälligkeit und den numerischen Größen (Alter, Gewicht und Stockmaß) deutliche signifikante Einflüsse festgestellt werden.

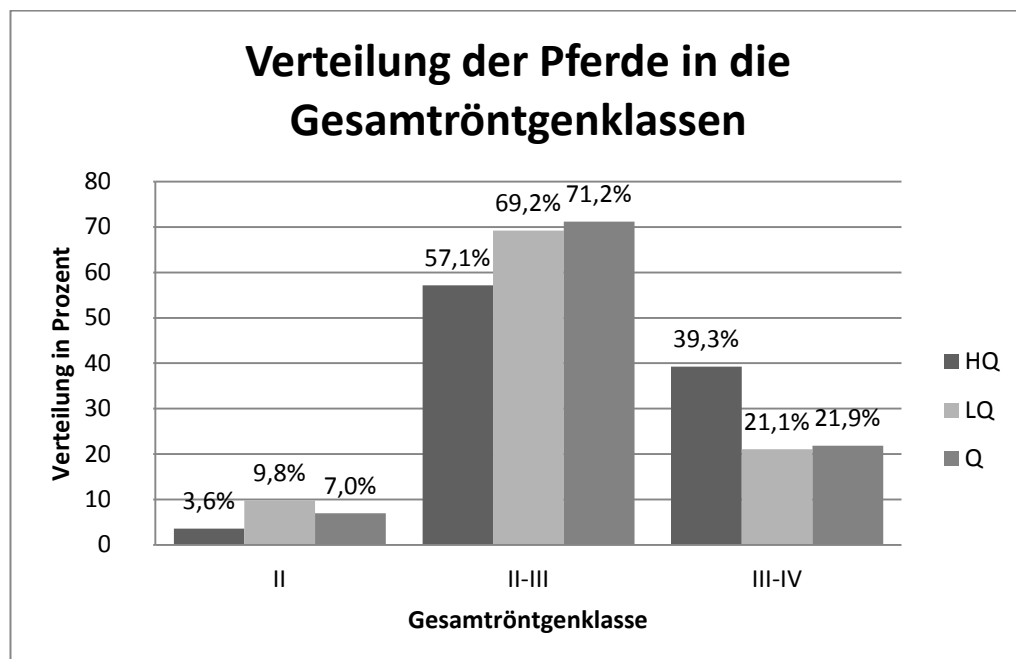


Abb. 77: Verteilung der Gesamtröntgenklassen bei hochquadratischen (HQ), längsquadratischen (LQ) und quadratischen (Q) Pferden



### 4.3.2 Körperform

Von den insgesamt 56 HQ-Pferden (13,9 % (56/404)) befanden sich 3,6 % (2/56) in Röntgenklasse II, 57,1 % (32/56) in Röntgenklasse II – III und 39,3 % (22/56) in Röntgenklasse III – IV.

Bei den 133 LQ-Pferden (32,9 % (133/404)) hingegen waren 9,8 % (13/133) in Röntgenklasse II, 69,2 % (92/133) in Röntgenklasse II – III und 21,1 % (28/133) in Röntgenklasse III – IV.

Die 217 Q-Pferde (53,7 % (217/404)) konnten zu 6,9 % (15/217) in Röntgenklasse II, 70,7 % (153/217) in Röntgenklasse II – III und 21,7 % (47/217) in Röntgenklasse III – IV eingeteilt werden. 39 % der HQ-Pferde befanden sich in der Röntgenklasse III – IV, wohingegen nur 21 % der LQ-Pferde und 22 % der Q-Pferde radiologische Veränderungen im Sinne der Röntgenklasse III – IV aufwiesen. Somit konnte hinsichtlich der HQ-Körperform und der radiologischen Einteilung gemäß Röntgenklasse III – IV ein signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,04408$ ) nachgewiesen werden.

### 4.3.3 Palpation

Bei der Palpation wiesen 91,8 % (371/404) der Pferde einen negativen Befund auf. Hiervon befanden sich 7,6 % (28/371) der Pferde in Röntgenklasse II, 70,1 % (260/371) in Röntgenklasse II – III und 22,4 % (83/371) in Röntgenklasse III – IV.

Bei insgesamt 33 von 404 Pferden (8,2 %) lag ein positiver Palpationsbefund vor. Davon befanden sich 6,1 % (2/33) der Pferde in Röntgenklasse II, 51,5 % (17/33) in Röntgenklasse II – III und 42,4 % (14/33) in Röntgenklasse III – IV. Es bestand ein signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,03528$ ) zwischen einem positiven klinischen Palpationsbefund und der Einteilung gemäß den radiologischen Veränderungen in die Röntgenklasse III – IV.

### 4.3.4 Reitprobleme

Laut den Angaben der Pferdebesitzer (Auswertung des Fragebogens) lagen bei 5,9 % (24/404) der Pferde reiterliche Auffälligkeiten vor, die im Zusammenhang mit Rückenproblemen auftreten können. Der Großteil der Pferde (94,1 %, (380/404)) zeigte laut Besitzer keinerlei derartigen Auffälligkeiten. Radiologisch konnten

hier 7,6 % (29/380) der Röntgenklasse II, 69,7 % (265/380) der Röntgenklasse II – III und 22,6 % (86/380) der Röntgenklasse III – IV zugeordnet werden. Vergleichsweise wurden bei den 24 Pferden mit Reitproblemen mehr Pferde in die Klassifizierung III – IV eingestuft (45,8 %, (11/24)). Nur 4,2 % (1/24) der reiterlich auffälligen Pferde konnten der Röntgenklasse II und 50,0 % (12/24) der Röntgenklasse II – III zugeordnet werden. Damit zeigt sich bezüglich reiterlich auffälliger Pferde und deutlicher radiologischer Befunde im Sinne der Röntgenklasse III – IV eine Signifikanz von  $p = 0,03549$ .

#### 4.3.5 Alter

Hinsichtlich der Einteilung ihrer radiologischen Befunde in die Gesamtröntgenklasse II lag das Durchschnittsalter der Pferde bei 7,96 Jahren. In der Klassifizierung II – III betrug das durchschnittliche Alter der Pferde 11,6 Jahre und in der Klasse III – IV 13,6 Jahre. Hieraus ergibt sich ein hoch signifikanter ( $p = 0,005$ ) Zusammenhang, dass Pferde mit zunehmendem Alter in eine höhere bzw. schlechtere Röntgenklasse eingestuft werden als jüngere Pferde. Das bedeutet, mit zunehmendem Alter steigt die Häufigkeit und der Schweregrad der radiologischen Befunde im kaudalen Brust- und kranialen Lendenwirbelbereich.

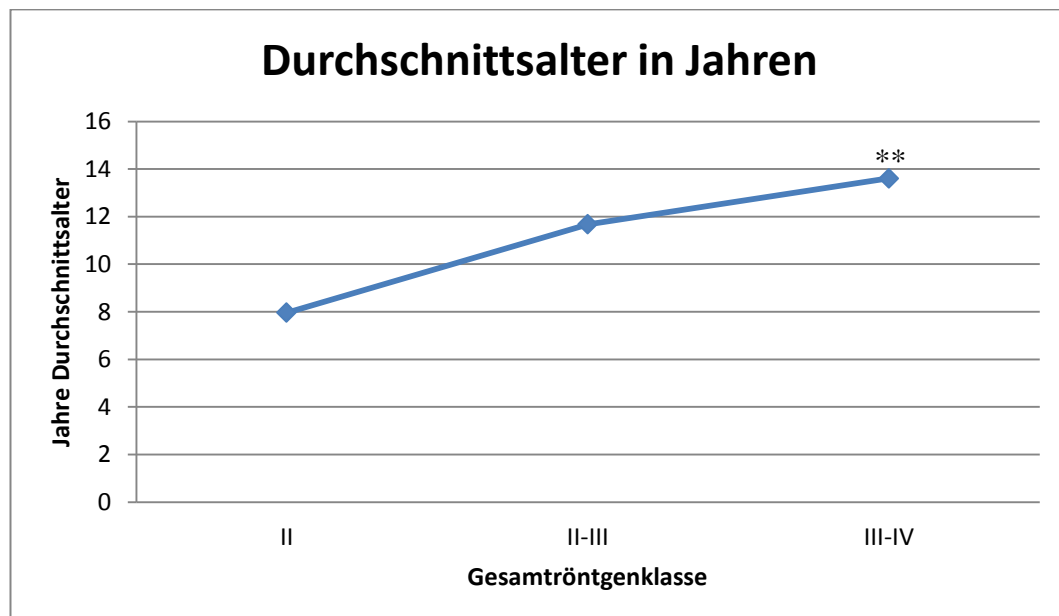


Abb. 78: Verteilung der Gesamtröntgenklassen bzgl. Altersklassen (Durchschnittsalter)

\*\* hoch signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,01$ ) zu den übrigen Gruppen

### 4.3.6 Stockmaß

Auch hier konnte ein hoch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,005$ ) hinsichtlich der Zunahme an radiologischen Befunden und der Zunahme der Körpergröße festgestellt werden. In der Röntgenklasse II betrug das durchschnittliche Stockmaß der Pferde 147,43 cm. Die Klasse II – III wies ein durchschnittliches Stockmaß von 161,01 cm auf, wohingegen die Klasse III – IV Pferde mit einem durchschnittlichen Stockmaß von 164,54 cm beinhaltet.

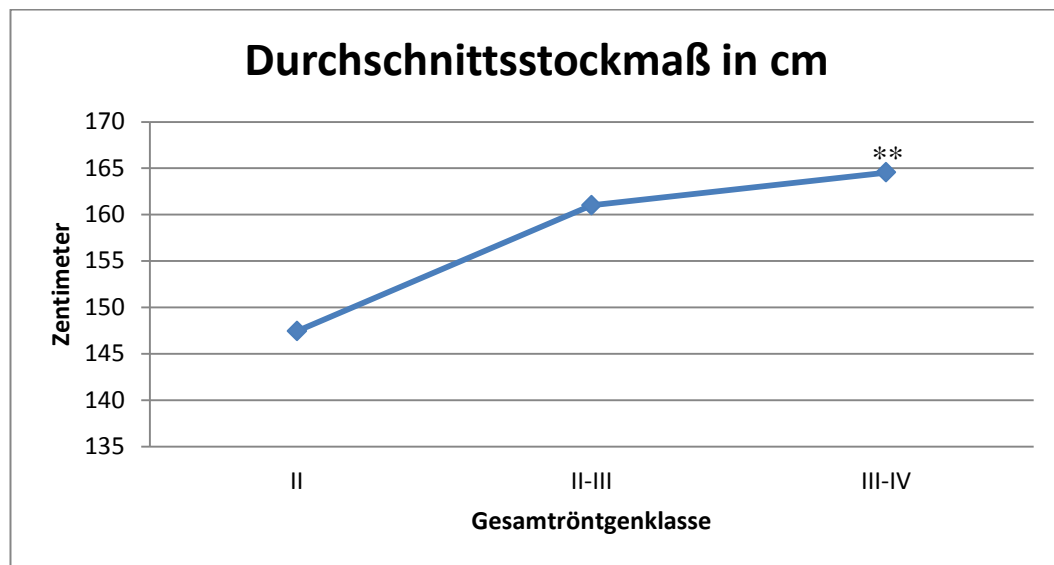


Abb. 79: Verteilung der Gesamtröntgenklassen bzgl. der Widerristhöhe (Durchschnittswerte)

\*\* hoch signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,01$ ) zu den übrigen Gruppen

### 4.3.7 Gewicht

Bei der Einteilung in die Röntgenklassen war in Bezug auf das Gewicht auffällig ( $p = 0,005$ ), dass leichtere Pferde weniger radiologische Befunde und somit eine bessere Klassifizierung erhielten als schwerere Pferde. Dies zeigte sich dadurch, dass das Durchschnittsgewicht in die Klasse II bei 442,03 kg lag, in der Röntgenklasse II – III bei 536,68 kg und in der Röntgenklasse III – IV bei 558,03 kg.

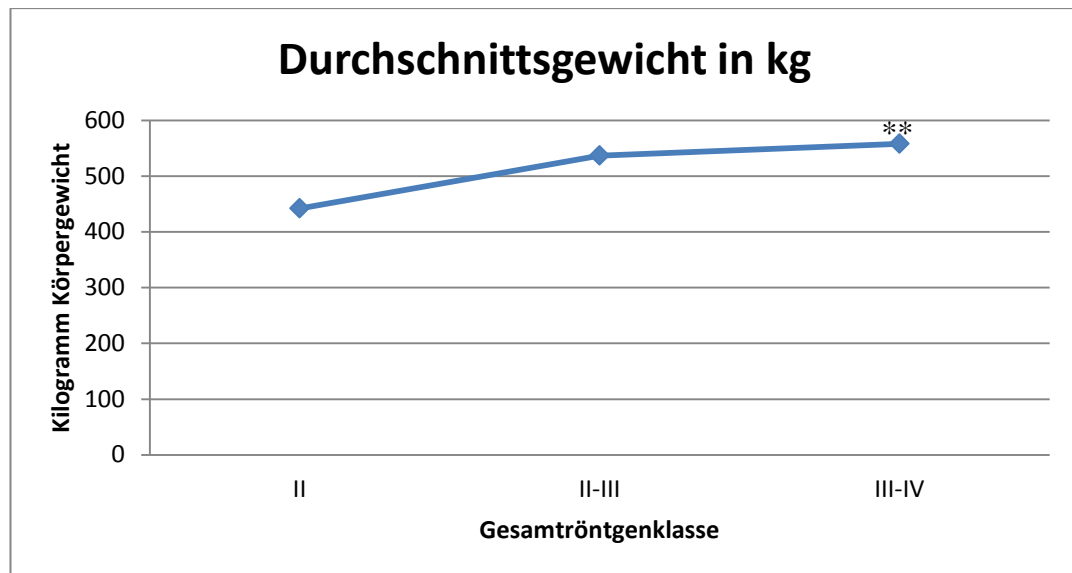


Abb. 80: Verteilung der Gesamtröntgenklassen bzgl. des Gewichts (Durchschnittswerte)

\*\* hoch signifikanter Unterschied ( $p \leq 0,01$ ) zu den übrigen Gruppen

#### 4.4 Röntgentechnik

Wie bereits von HOLMER (2005) und BRUNKEN (2006) beschrieben, kommt der Kopf-Hals-Position kein wesentlicher Einfluss auf die Stellung der Dornfortsätze zueinander zu. Hierfür wurden Röntgenbilder mit tiefer, physiologischer, als auch extrem hoher Kopf-Hals-Haltung angefertigt. Bei der anschließenden Auswertung konnte diesbezüglich keine Abstandsveränderung zwischen den Dornfortsätzen nachgewiesen werden. Hingegen ergab sich durch die Projektionsrichtung, d.h. ein exakt 90°-Strahlengang, sowie Focusdetektorabstand (FDA) bzw. Objektdetektorabstand (ODA) einen wesentlichen Einfluss auf die Lage der Dornfortsätze zueinander. Bei einer geringgradigen Abweichung dieser Komponenten veränderten sich v.a. im Randbereich die Abstände zwischen den Dornfortsatzenden. Zum Teil bildeten sich bei einer nicht genauen 90°-Projektion bereits verengte Abstände, überlappende oder sich berührende Dornfortsatzenden ab. Ein sogenannter Alu-Keil wurde zum Röntgen vor dem Austrittsfenster der Röntgenröhre bei allen 404 ausgewerteten Pferden eingesetzt. Im Vorfeld zeigte sich, dass durch den Gebrauch eines solchen Keils eine deutlich bessere Auflösung und eine genauere Abgrenzung im Bereich der Processus spinosi erzielt werden konnte. Dafür wurden Röntgenbilder mit und ohne Verwendung eines Alu-Keils miteinander verglichen. Für die Darstellung der kleinen Wirbelgelenke hingegen konnte mit dem Alu-Keil keine wesentliche Verbesserung der Bildgebung erzielt werden. Von wesentlicher Bedeutung für die Auswertung der Röntgenbilder bezüglich der Messung der Interspinalräume war die Verwendung einer vordefinierten Messgröße. Hierfür wurden röntgengedichte Metallkugeln (Kugeldurchmesser von genau 8,6 mm) in einem exakten Abstand von 10 cm (kleine Messstrecke) bzw. 5 cm (mehrere Kugeln in einer langen Messstrecke) am Pferderücken befestigt. Ein abzubildendes Detail in einem Röntgenbild kann nicht exakt formgetreu in seiner Ausdehnung wiedergegeben werden. Durch eine sogenannte Zentralprojektion kommt es bei Details (Dornfortsatzenden) mit zunehmendem Abstand vom eigentlichen Zentralstrahl zu einer zunehmenden „Verzeichnung“ und Vergrößerung (LAUBENBERGER et al. (1999)). Dies wird bei der Abbildung der vorgegebenen Messgröße (Kugelgröße bzw. Kugelabstand) veranschaulicht.

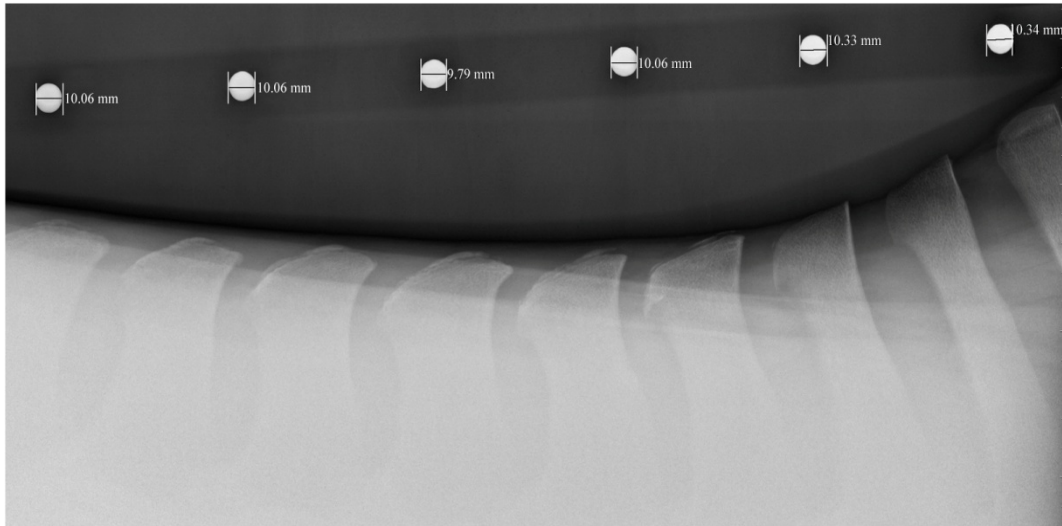


Abb. 81: Vergrößerung (1 – 2 mm) der standardisierten Messgröße (Kugeldurchmesser 8,6 mm)

Bei der Abbildung der Metallkugel ( $\varnothing$  8,6 mm) konnte eine Vergrößerung von 1 – 2 mm gemessen werden. Demensprechend variierten die gemessenen von den rechnerisch korrigierten Dornfortsatzabständen um 1 bis 2 mm, z.T. sogar bis zu 3 mm. Dies zeigte sich besonders in den Bereichen außerhalb des Zentralstrahls. Neben den Kugelabständen als Vergleichsgröße empfiehlt es sich, mehrere Messgrößen entlang des gesamten abzubildenden Bereiches anzubringen. Damit projiziert sich in jedem Bereich des darzustellenden Objektes eine vordefinierte Vergleichsgröße. Hiermit konnte v.a. im Randbereich eine Verbesserung der Abstandsmessung von bis zu 1 mm erzielt werden.

## 5 Diskussion

### 5.1 Auswertungskriterien

Die Zielsetzung der vorliegenden Arbeit war es, einen Zusammenhang zwischen den radiologischen Befunden der Dornfortsätze im Bereich der Sattellage (T10 – L1) gemäß dem Röntgenleitfaden 2007 und den physiologischen, numerischen sowie den klinischen Faktoren herzustellen. Dies soll dazu beitragen, dass die einzelnen radiologischen Befunde des Pferderückens hinsichtlich ihrer klinischen Relevanz genauer evaluiert werden können.

#### 5.1.1 Rasse

JEFFCOTT (1985) stellte fest, dass vor allem bei Vollblütern eine hohe Prävalenz für Veränderungen an den Dornfortsätzen vorliegt. Dies begründete er damit, dass Vollblüter im Vergleich mit anderen Rassen physiologisch engere Zwischenräume aufwiesen. Laut JEFFCOTT (1985) lagen bis damals noch keine Daten zur genetischen Rasse- oder Geschlechtsdisposition für das Kissing Spine Syndrom vor.

Auch in der Untersuchung von HAUSSLER (1999b) zeigte sich, dass bei 36 post mortem untersuchten Vollblütern 92% Veränderungen an den Dornfortsätzen aufweisen. Dies konnte 2006 von WERNER ebenfalls festgestellt werden.

RANNER und GERHARDS (2002) hingegen fanden die meisten Veränderungen an Warmblutpferden, obwohl 50 % aller vorgestellten Vollblüter an Kissing Spines (KS) erkrankt waren.

In der vorliegenden Arbeit konnte kein Zusammenhang zwischen radiologischen Veränderungen im Sinne des KS und den unterschiedlichen Pferderassen bzw. dem Geschlecht ermittelt werden.

Von den insgesamt 404 Pferden wurden 267 Warmblüter, 61 Ponys, 25 Quarter Horses, 19 Araber und 20 Pferde sonstiger Rassen (Traber/Kaltblüter) betrachtet. Das Auftreten der einzelnen radiologischen Befunde war bei allen 5 Rassen ohne signifikante Unterschiede. Ebenso verhielt es sich im Hinblick auf das Geschlecht.

### 5.1.2 Alter

In der Literatur wird der Zusammenhang zwischen Alter und radiologischen Veränderungen an den Dornfortsätzen unterschiedlich bewertet.

JEFFCOTT (1975b) erschienen viele Faktoren, wie beispielsweise Exterieur, Art der Nutzung, das Temperament des Pferdes sowie das Alter, bedeutsam für die Pathogenese.

DÄMMRICH et al. (1993) waren der Auffassung, dass die Wirbelsäule einem altersbedingten Formwandel unterliegt und somit sämtliche Veränderungen auch bei klinisch gesunden Tieren nachzuweisen sind.

Die Daten der vorliegenden Arbeit zeigen eine entsprechende Tendenz, da bei deutlich mehr durchschnittlich junge Pferde Zwischenräume  $\geq 8$  mm ohne reaktive Veränderungen ( $p \leq 0,001$ ) gefunden wurden, als dies bei durchschnittlich älteren Pferden der Fall war.

Bei den Untersuchungen von RANNER und GERHARDS (2002) konnten alle radiologischen Schweregrade von Veränderungen erst bei Pferden im Alter ab 5 Jahren nachgewiesen werden. Veränderungen mit höheren Schweregraden waren mit zunehmendem Alter erkennbar.

WERNER (2006) vertritt hingegen die Meinung, dass sämtliche Veränderungen an den Dornfortsätzen in allen Altersgruppen nahezu gleichmäßig verteilt vorkommen. Sie untersuchte im Rahmen ihrer Arbeit 22 Vollblüter radiologisch auf Veränderungen der Dornfortsätze. Hierbei traten bei Jährlingen, 2-Jährigen und 3-Jährigen sowie bei älteren Pferden sämtliche Veränderungen in einer nahezu gleichmäßigen Verteilung auf.

WEINBERGER führte bei 30 Vollblütern eine röntgenologische Untersuchung durch. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass bereits massive Engstände und Überlappungen im Fohlenalter auftraten. Die Tendenz zu stärkeren Befunden an den Dornfortsätzen nimmt im zunehmenden Alter leicht zu (WEINBERGER (2005)).

Auch HOLMER (2005) sah einen Unterschied im Vorkommen von radiologischen Rückenbefunden sowohl bei einem Vergleich der Altersgruppen, als auch z.T. bei vergleichender Betrachtung des Verwendungszweckes.



BRUNKEN (2006) konnte ebenfalls in seiner Studie nachweisen, dass die Befunde im Sinne von KSS an den Dornfortsätzen bereits bei nicht gerittenen Pferden vorlagen und im Alter tendenziell zunahmen. Auf den Zusammenhang zwischen sich berührenden Dornfortsätzen und dem Alter der Pferde verwiesen auch ERICHSEN et al. (2004).

Betrachtet man in der vorliegenden Studie sowohl die Einzelbefunde an den Dornfortsätzen als auch die Kategorien der Pferde nach dem Röntgenleitfaden, wird deutlich, dass mit zunehmendem Alter die Einzelbefunde vermehrt auftreten. Bezogen auf die Gesamtkategorisierung laut Röntgenleitfaden befinden sich ebenfalls mehr Pferde mit zunehmendem Alter in einer schlechteren Gesamtröntgenklasse, d.h. sie weisen deutlich häufiger und ausgeprägtere Veränderungen im Sinne des Kissing Spines (KS) auf.

### **5.1.3 Hochquadratische Körperform (HQ)**

Prädisponierend für Veränderungen an den Dornfortsätzen im Sinne von KSS bzw. Erkrankungen des Rückens bei Pferden sind nach Meinung von SALIS und HUSKAMP (1978), Alter, Gewicht und das Vorhandensein einer starken Lordose. Ebenso sahen sie eine Disposition bei Pferden mit langem Rücken.

JEFFCOTT (1978, 1979, 1980, 1985b, 1993b) hingegen war der Auffassung, dass (besonders) Pferde mit sehr kurzem Rücken und eingeschränkter Beweglichkeit der Wirbelsäule eher zu knöchernen Veränderungen neigen. Pferde mit langem Rücken, deren Wirbelsäule eine höhere Geschmeidigkeit und Beweglichkeit besitzt, wiesen demgegenüber häufiger Muskel- und Bänderzerrungen auf.

Anhand der statistischen Auswertung dieser Arbeit zeigte sich, dass hochquadratische Pferde (HQ) (Pferde mit kurzer Rückenlinie) signifikant ( $p=0,0440$ ) eine schlechtere radiologische Klassifizierung III-IV gemäß Röntgenleitfaden 2007 aufwiesen, als quadratische (Q) und längsquadratische (LQ) Pferde. D.h. bei HQ-Pferden fanden sich deutlich häufiger massive bzw. stark abweichende Befunde an den kaudalen Brust- und kranialen Lendenwirbelsäulen-Abschnitten als dies bei Q- bzw. LQ- Pferden der Fall war. Dieses Ergebnis deckt sich mit der Auffassung von JEFFCOTT (1978, 1979, 1980, 1985b, 1993b), dass besonders Pferde mit kurzem Rücken knöcherne Veränderungen aufweisen.

#### 5.1.4 Gewicht und Stockmaß

Wie bereits erwähnt, hielten von SALIS und HUSKAMP(1978) das Alter und das Gewicht prädisponierend für das Vorhandensein von Veränderungen des Rückens.

Auch MEYER (1996) sah eine Mehrbelastung der „Brücke“ (Brücken-Sehnen-Konstruktion) durch Zug bzw. Druck der Eingeweide. Hieraus resultiert eine zunehmende Ventroflexion der Brücke. Zusätzlich wird dies verstärkt durch das von außen einwirkende Gewicht des Reiters oder bei trächtigen Stuten durch das Gewicht des Fohlens (MAYER (1996)).

Wie der Auswertung dieser Studie zu entnehmen ist, zeigten schwerere und größere Pferde häufiger Veränderungen an den Dornfortsatzenden, die laut Röntgenleitfaden eine Kategorisierung III - IV zur Folge hatten. Dies könnte für eine physiologische Mehrbelastung der Brust- und Lendenwirbelsäule, wie bereits von MEYER (1996), SALIS und HUSKAMP (1978) erläutert, sprechen.

#### 5.1.5 Klinisch auffällige und unauffällige Pferde

Hinsichtlich radiologischer Veränderungen bei klinisch gesunden im Vergleich mit klinisch auffälligen Pferden vertrat BRUNKEN (2006) die Ansicht, dass keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Pferdegruppen erkennbar waren. Hierfür beurteilte er 904 rückengesunde und 176 rückenranke Pferde bezüglich ihrer radiologischen Veränderungen. Laut der Studie von BRUNKEN 2006 lagen für beide Gruppen exakt gleiche statistische Verteilungskurven vor.

PETTERSON et al. (1987) hingegen stellten bei 34% (12/35) von 35 rückengesunden Pferden Befunde an den Dornfortsätzen fest.

In der Studie von HOLMER (2005) konnten bei 91,5 % der rückengesunden Pferden Veränderungen an den Dornfortsätzen diagnostiziert werden.

JEFFCOTT (1978) war der Meinung, dass das Berühren bzw. Aneinanderreiben der Dornfortsatzkappen für manche Pferde prädisponierend für eine Rückenerkrankung sein kann. Dies zeigte sich zum einen an den periostalen Reaktionen, den kleinen Knochenzysten sowie an Pseudogelenkbildungen. Die Veränderungen treten laut JEFFCOTT (1978) auch bei rückengesunden Pferden auf, jedoch ist dies hier seltener der Fall und die Veränderungen sind geringer.

Ähnlich wie in der Untersuchung von JEFFCOTT (1978) verhielt es sich bei den vorliegenden Auswertungen. Hier konnte gezeigt werden, dass sich berührende Dornfortsätze mit zystoiden Defekten bzw. Dornfortsätze mit zystoidem Defekt sowohl bei palpatorisch auffälligen als auch bei reiterlich auffälligen Pferden deutlich häufiger auftraten als bei klinisch und reiterlich unauffälligen Tieren.

- Zysten:

Palpation      positiv: 36,4 % (12/33) ( $p = 0,0007$ )  
                  negativ: 12,9 % (48/371)

Reiterliche Probleme: ja - 41,7 % (10/24) ( $p = 0,0004$ )  
                          nein - 13,26 % (50/380)

Ähnliches Verhältnis bei sich berührenden Dornfortsätzen mit zystoiden Defekten.

Palpation      positiv: 21,2 % (7/33) ( $p = 0,0009$ )  
                  negativ: 3 % (14/371)

Reiterliche Probleme: ja - 20,8 % (5/24) ( $p = 0,00204$ )  
                          nein - 4 % (16/380)

Dasselbe konnte bei Zubildungen der kranialen und/oder kaudalen Kontur der Dornfortsätze beobachtet werden. Hier zeigten 29 der 33 palpatorisch auffälligen Tiere (87,9 %) sowie 91,7 % (20/24) der reiterlich auffälligen Tiere diese Veränderungen. Der Prozentsatz lag bei den gesunden Tieren deutlich darunter (51,5 % bzw. 52,1 %).

STADLER und MARTENS (2006) waren der Auffassung, dass bei Pferden mit klinisch diagnostizierten Rückenbeschwerden das KSS dreimal häufiger auftritt als bei rückengesunden Tieren.

In der eigenen Untersuchung zeigten klinisch und reiterlich auffällige Tiere fast doppelt so häufig radiologische Befunde, die im Sinne des Röntgenleitfadens 2007 mit Röntgenklasse III - IV klassifiziert werden (42,4 % bzw. 45,8 %), als gesunde Pferde (22,4 % bzw. 22,6 %).

WALMSLEY, PETTERSON et al. (2002) waren der Ansicht, dass rückengesunde Pferde radiologische Veränderungen im Sinne von KSS zeigen, die über Monate bzw. Jahre hin keinerlei Probleme machen, jedoch bei entsprechender Aktivierung, z.B. durch ein Trauma, ursächlich für Rückenprobleme angesehen werden können. Um eine gezielte Differenzierung klinisch relevanter Befunde

erheben zu können riet er, ähnlich wie RANNER und GERHARDS (2002) und NOWAK (1988), zu einer genauen Abklärung mittels Szintigraphie.

## **5.2 Die einzelnen radiologischen Befunde hinsichtlich der Auswertungskriterien**

### **5.2.1 RöLf 5.2.13 Verschattungen, dorsal, kappenartig**

Verschattungen dorsal kappenartig traten in der vorliegenden Arbeit signifikant ( $p=0,004$ ) häufiger bei Dressurpferden auf, was für die Auffassung von BUTLER et al. (2010) sprechen würde. Diese Autoren sind der Meinung, dass es sich bei den isolierten Verschattungen um eine sog. „Verstauchung“ des Ligamentum supraspinale handelt. Dies entsteht durch z.B. ein Trauma, wie einen Stoß, welches durch den Reiter verursacht werden kann. Dabei kommt es im Bereich der Insertionsstelle des Ligamentum supraspinale an den dorsalen Dornfortsatzenden zu Erhebungen des Periosts.

SAGER (1997) bezeichnet die schuppenartigen radiologischen Verschattungen als sogenannte Insertionskalzifikationen.

MEYER (1996, 2006), HEUSCHMANN (2008) und von SALIS und HUSKAMP (1978) waren der Auffassung, dass bei Reitpferden (Dressurpferden) der von dorsal einwirkende Druck (Reitergewicht) durch aktive Kontraktion der Rückenmuskulatur kompensiert wird. Dies bewirke eine Versteifung der Wirbelsäule, bei länger andauernder oder ungewohnter Belastung einen spastischen Zustand der Rückenmuskulatur. Zudem bewirke eine derartige Kontraktion der Rückenmuskulatur ein dorsales Aufwölben der Wirbelsäule. Der Hals könne bei dieser Verkrampfung und Versteifung des Pferderückens in Aufrichtung stehen. Dieser Zustand verhindere eine federnde Auf- und Abwärtsbewegung des Rückens und verursache ein „Werfen“ bzw. Stoßen des Reiters. Ein monate- bzw. jahrelanges Training mit derart verspanntem Rücken verursache Muskelschäden und radiologische Veränderungen der Rückenwirbel. Zum anderen war in der eigenen Untersuchung noch auffällig, dass besonders durchschnittlich junge Pferde (durchschnittlich 7,15 Jahre) diese Veränderungen im Bereich der Sattellage zeigten ( $p=0,001$ ), gehäuft auftretend im Bereich T11 – T18. Dies würde eher für die Auffassung von GRIMMELMANN (1977) sprechen, der der Ansicht war, dass es sich hierbei um Knorpelkappen ohne

eigenen Ossifikationskern handelt. Diese befinden sich in kaudalen Wirbelsäulenabschnitt sowie in der Sattellage.

Auch HOLMER (2005) konnte in ihrer Untersuchung nachweisen, dass 31,1 % aller jüngeren Pferde und nur bei einem älteren Pferd (3,6 %) diese Veränderungen nachweisbar waren. Sie vertrat wie GRIMMELMANN (1977) die Ansicht, dass Verschattungen dorsal kappenartig als physiologisch angesehen werden können. Dieser Befund schlug sich zu einem gewissen Anteil auch in der vorliegenden Studie nieder. Jedoch gilt hier zu berücksichtigen, dass es sich hier durchwegs um junge, bereits gerittene Pferde gehandelt hat. Aus diesem Grund wäre eine weiterführende Studie hinsichtlich nicht gerittener und gerittener Pferde zum Vergleich erforderlich. Damit könnte noch genauer dargelegt werden, inwieweit dieser Befund physiologischen oder reiterlich einwirkenden Kräften unterliegt.

### **5.2.2 RöLf 5.2.2 Zwischenräume 2 bis 8 mm ohne reaktive Veränderungen und RöLf 5.2.3 Zwischenräume kleiner 2mm ohne reaktive Veränderungen**

Eine direkte Unterscheidung der Zwischenräume in 2 – 8 mm und < 2 mm ohne reaktive Veränderungen wurde bis jetzt noch nicht in der Literatur untereinander verglichen. In der Literatur bestand nur eine genauere Betrachtung der Abstände < 4 mm ohne Sklerosierungen.

Diese Veränderungen waren laut RIELAND (2002) zu 15,9 %, nach BRUNKEN (2006) zu 13,8 % und bei HOLMER zu 14,6 % bei rückengesunden Pferden vorhanden. Aus diesem Grund wurden diese Veränderungen übereinstimmend nicht als Ursache für Rückenprobleme gewertet.

Auch ERICHSEN et al. (2004) stellten dies in ihren Untersuchungen an rückengesunden Pferden dar.

SAGER (1997) sah Dornfortsätze als physiologisch an, die keine kranial und/oder kaudal gerichteten knöchernen Zubildungen aufweisen.

In dieser Untersuchung konnte ebenfalls festgestellt werden, dass sehr kleine Abstände (< 2 mm) ohne Veränderungen nur zu einem geringen Prozentsatz, bei 4,21 % aller Pferde nachzuweisen waren (17/404). Verglichen mit den durchschnittlich jüngeren Tieren zeigen Pferde mit höherem Durchschnittsalter

häufiger diese Veränderungen. Diese Ergebnisse weisen darauf hin, dass Zwischenräume von  $< 2$  mm ohne Veränderungen an sich keine Rückenprobleme verursachen müssen und bei durchschnittlich älteren, gerittenen Tieren als physiologisch bzw. altersbedingte anatomische Anpassungen angesehen werden können.

Anders verhielt es sich bei der Betrachtung der Zwischenräume 2 – 8 mm ohne Veränderungen. Dieser Befund trat bei 88,6 % der Pferde auf, sowie vermehrt bei Pferden mit höherem Durchschnittsalter ( $p=0,0018$ ). Dressurpferde zeigten im Vergleich mit anderen Nutzungsarten (Spring-, Freizeitpferd, Sonstige) diese Veränderungen signifikant häufiger zwischen T16 – T17 ( $p=0,0052$ ) und zwischen T17 – T18 ( $p=0,0059$ ). Dies könnte im Zusammenhang mit der Art der Nutzung und der Reitweise stehen.

von SALIS und HUSKAMP (1978) und HEUSCHMANN (2008) waren der Ansicht, dass ein zu frühes und unsachgemäßes Ausbilden der Pferde sowie das Verwenden von Schlaufzügeln mögliche Ursachen für die Entstehung von KSS darstellen. Dadurch werden die Pferde mit Gewalt an die Hand bzw. den Zügel gestellt, wodurch sich ein Durchbiegen der Wirbelsäule ergibt. Gleichzeitig kommt es zu einer massiven Verkrampfung der Rückenmuskulatur und die Ligamenta interspinalia werden durch das Aneinanderstoßen der Dornfortsätze gequetscht und zermalmt.

Auch DÄMMRICH et al. (1993) sahen die mögliche Ursache für verengte Zwischenräume bzw. KSS in dem ventralen Absenken des Rückens. Hierbei ändert sich die Stellung der einzelnen Wirbel zueinander, indem die Wirbelkörper auseinanderweichen.

Eine derartige ventrale Absenkung ergibt sich, wie bereits erwähnt laut von SALIS und HUSKAMP (1978), bei Verwendung bzw. unsachgemäßem Gebrauch von Hilfsmitteln (z.B. Schlaufzügel).

Laut FANQUEX (1982) und WALMSLEY, PETTERSON et al. (2002) kommt es bereits durch die Belastung durch den Reiter zum ventralen Absenken des Rückens.

MEYER (1996, 2006) und HEUSCHMANN (2008) sahen dieses Bild des durchgedrückten Rückens im Zusammenhang mit dem dressurmäßigen Reiten mit

stark aufgerichtetem engem Hals. Durch eine solche Halsposition wird verhindert, dass das Ligamentum supraspinale sowie die mit ihm in Verbindung stehenden Muskeln die Dornfortsätze nicht mehr nach kranial ziehen und damit ein Durchbiegen des Rückens nach unten nicht mehr begrenzt wird.

MEYER (1996, 2006) und DÄMMRICH et al. (1993) waren ebenfalls der Meinung, dass Zusammenhänge zwischen einem durchgedrückten Rücken und hoher Kopf-Hals-Position bestehen.

GÒMEZ et al. (2006) konnten in ihren Laufbandversuchen nachweisen, dass eine sehr hohe Kopf-Hals-Haltung eine Verringerung der intervertebralen Abstände zur Folge hat.

TURNER (2011) konnte in ihrer Studie feststellen, dass besonders Dressurpferde signifikant häufiger (55%) an Kissing Spines erkranken.

Da 88,6 % der Pferde diese Veränderungen aufwiesen, sowie vermehrt durchschnittlich ältere und für die Dressur genutzte Tiere, kann angenommen werden, dass Engstände zwischen den Dornfortsätzen ohne Reaktionen bei reiterlich genutzten Pferden einen physiologischen Einwirkungsprozess darstellen. Dies bedingt höchst wahrscheinlich eine vermehrte Ventroflexion der Wirbelsäule im Bereich der Sattellage und führt somit zu einem zunehmendem Annähern der Dornfortsatzenden.

Die in dieser Studie aufgetretene Signifikanz im Bereich T16 – T18 lässt darauf schließen, dass sich in diesem Bereich die größte dorsale Druckeinwirkung, verursacht durch das Gewicht des Reiters, auftritt.

### **5.2.3 RÖLf 5.2.4 Zwischenräume 2 bis 8 mm mit reaktiven Veränderungen**

Nachgewiesen wurde dieser Befund bei insgesamt 86,14 % der untersuchten Pferde. Pferde mit höherem Durchschnittsalter waren deutlich häufiger betroffen ( $p=0,0188$ ) als jüngere.

Dies stimmt mit der Beobachtung von HOLMER (2005) überein. Diese wies die Veränderungen ebenfalls bei einem hohem Prozentsatz (54,2 %) aller Pferden nach. Insgesamt waren sogar 82,1 % der älteren Pferde betroffen. Bei RIELAND (2002) hingegen waren es nur 14,5 %. Auch BRUNKEN (2006), der seine Auswertung von 904 Warmblutpferden gemäß dem Schema von SAGER

vornahm, verzeichnete diesen Befund bei nur rund 14,3 % der älteren Pferde.

Demnach kann die Auffassung von HOLMER (2005) durch die eigenen Ergebnisse bestätigt werden, dass dieser Befund aufgrund des gehäuftten Auftretens (86,14 %) und hier besonders bei älteren Pferden vorkommend, als nicht physiologisch anzusehen ist.

Zudem waren weniger Dressurpferde als Spring- oder Freizeitpferde betroffen ( $p=0,0160$ ). Die ursächliche Begründung kann in der deutlich größeren Beanspruchung des Rückens bei derartig genutzten Rassen (Springpferden, Freizeitpferden) gefunden werden.

Bereits JEFFCOTT (1985a) stellte in seinen Untersuchungen fest, dass das Kissing Spines Syndrom (KSS) eher bei Springpferden (48 %) als bei Dressurpferden (27 %) zu finden ist.

Eine Annäherung und schließlich Berührung der Dornfortsätze tritt laut JEFFCOTT (1979a) und DÄMMRICH et al. (1993) bei Springpferden bevorzugt in Wirbelsäulenabschnitten mit der größten dorsoventralen Flexion der Wirbelsäule vom Absprung bis zur Mitte des Sprungs auf, gefolgt von einer Dorsoflexion kurz vor der Landung. Dadurch erfahren die sich berührenden Wirbel eine Erschütterung und eine bereits bestehende Pseudoarthrose erfährt eine Traumatisierung (JEFFCOTT (1980a, b), (1993a, b), von SALIS und HUSKAMP (1978)).

#### **5.2.4 RöLf 5.2.9 Dorsale Zubildung**

RIELAND (2002) konnte diesen Befund bei 13,5 % von 289 untersuchten Pferden feststellen. JEFFCOTT (1978) erachtete knöcherne Zubildungen sowie die Zerrungen des Ligamentum supraspinale als mögliche Ursache für Rückenbeschwerden. Ebenso war SAGER (1997) der Auffassung, dass in Bezug auf die Form und Ausprägung des Dornfortsatzendes die dort häufig vorkommenden Rauigkeiten als nicht physiologisch anzusehen seien. HOLMER (2005) stellte dorsale Zubildungen bei 31,9 % der 267 untersuchten Pferde fest. Auffällig war hier, dass besonders ältere Pferde den Befund zu 81,1% zeigten. Eine hohe Signifikanz ( $p=0,0042$ ) lag auch im Zusammenhang mit den dorsalen Zubildungen und dem Auftreten bei Springpferden vor.

Ähnlich wie bei HOLMER (2005) verhielt es sich bei den vorliegenden



Untersuchungsergebnissen. Der Befund trat zu 55,5 % (224/404) auf. Höchst signifikant ( $p=0,001$ ) waren besonders durchschnittlich ältere Pferde (Durchschnittsalter von 13,51 Jahren) betroffen.

Hier könnte, ähnlich wie HOLMER (2005) dieses für naheliegend hält, angenommen werden, dass aufgrund des vermehrten Auftretens diese Veränderungen als nicht physiologisch einzustufen sind. Dennoch legt die Auswertung der vorliegenden Daten den Schluss nahe, dass dieser Befund bei älteren gerittenen Pferden ohne klinische Auffälligkeiten eine physiologische, altersbedingte anatomische Anpassung darstellt.

Zudem konnte gezeigt werden, dass diesen Befund statistisch höchst signifikant ( $p=0,0013$ ) seltener Dressurpferde aufwiesen. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass aufgrund der Bewegungsabläufe bei Spring- und Freizeitpferden eine deutlich stärkere Beanspruchung des Ligamentum supraspinale vorliegt als bei Dressurpferden.

#### **5.2.5 RölF 5.2.10 Zubildungen, kraniale und/oder kaudale Kontur**

SAGER (1997) war der Ansicht, dass Dornfortsätze, die frei von kranial oder kaudal gerichteten knöchernen Zubildungen sind, als physiologisch angesehen werden müssen.

Der Befund einer kranialen und /oder kaudalen Zubildung tritt nach den eigenen Untersuchungen 54,5 % (220/404) der Pferde auf, und ist statistisch signifikant häufiger bei Springpferden ( $p=0,0088$ ) und bei durchschnittlich älteren Pferden ( $p=0,0474$ ).

Auch hier könnte eine durch den Bewegungsablauf bei Springpferden stärkere Beanspruchung der einzelnen Bandstrukturen, v.a. Ligamenta interspinalia, als Ursache gesehen werden. Ebenso könnte wie bereits von DÄMMRICH et al. (1993) vertreten, eine verstärkte Ventroflexion und Extension, wie sie bei Springpferden verstärkt während des Sprungs auftritt (JEFFCOTT (1979a,b; 1980a, b; 1993a, b), von SALIS und HUSKAMP (1979)), als Ursache derartiger Veränderungen angesehen werden. Laut von SALIS und HUSKAMP (1979) erfährt die Rückenmuskulatur bei einer verstärkt durchgebogenen Wirbelsäule eine Verkrampfung und die Ligamenta interspinalia werden durch das Aneinanderstoßen der Dornfortsätze zerquetscht und zermalmt.

### **5.2.6 RöLf 5.2.8 Dornfortsätze mit zystoidem Defekt**

RANDELHOFF (1997) bezeichnet diese Veränderungen in seiner Arbeit als zystenähnliche Veränderungen.

UELTSCHI (1995) ist hingegen der Überzeugung, dass es sich dabei um sogenannte „Trümmerzysten“ handelt (Knochendefekte mit zystischer Hohlraumbildung, Pschyrembel (1994)). HOLMER (2005) definiert diesen Befund wie bereits RANDELHOFF (1997) als zystenähnliche Defekte. Diese Aufhellung kranial am Dornfortsatz konnte sie nur bei einem Pferd der insgesamt 267 untersuchten Tiere nachweisen. Aus diesem Grund ist sie der Meinung, dass das Vorkommen und die damit verbundene klinische Relevanz nur als sehr gering zu werten sind. JEFFCOTT (1978) sah diese kleinen Knochenzysten hingegen als deutliche Reaktion auf das Reiben der Dornfortsatzkappen im Bereich der Sattellage an. Eine besondere Veranlagung für knöcherne Veränderungen stellte er besonders bei Pferden mit kurzem unbeweglichem Rücken fest.

Entsprechend dieser Auffassung können die eigenen Ergebnisse der eigenen Untersuchung bezüglich zystoider Defekte an den Dornfortsätzen gewertet werden. Sie konnten in der vorliegenden Arbeit bei 14,9 % (60/404) der Pferde nachgewiesen werden, wovon besonders HQ-Pferde (Pferde mit kurzem Rücken) (26,79 % (15/56)) betroffen waren.

Für eine genauere Differenzierung des Befundes wäre eine weiterführende Studie mit einem Vergleich klinisch, radiologischer Befunderhebung und pathologischer Erscheinungsformen erforderlich.

### **5.2.7 RöLf 5.2.6 Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung**

Der Befund „Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/oder Zubildung“ wurde bei 53 der 404 Pferden (13,12 %) diagnostiziert.

In vergleichenden Studien, wie bei HOLMER (2005) und BRUNKEN (2006), lag der Prozentsatz bei 17,0% bzw. 11,7%. In der Untersuchung von RIELAND (2002) hingegen, konnte dieser Befund nur bei 8,3 % der Pferde dieser Befund beschrieben werden.

Vermehrt trat ein Berühren der Dornfortsätze mit reaktiven Veränderungen an den

Dornfortsätzen T11 – L1 mit einer Häufung bei T16 auf (6,93 % (10/404)). Nach SAGER (1997) waren besonders die Dornfortsätze von T10 – L1 betroffen, hier lag eine Häufung bei T14 – T16 vor. JEFFCOTT (1975a) beschrieb diesen Befund vorrangig am 12. – 17. Brustwirbel. In HOLMERs Untersuchung (2005) ließ sich ein Kontakt zweier Dornfortsätze zwischen dem 13. Brustwirbel und dem 3. Lendenwirbel nachweisen.

In der vorliegenden Arbeit konnte zudem ein vermehrtes Vorkommen der Befunde bei Springpferden (37 %,  $p=0,0323$ ) festgestellt werden. Die übrigen Nutzungsarten wie Dressur-, Freizeitpferde und sonstig genutzte Pferde wiesen diesen Befund deutlich seltener auf (7,6 % bzw. 11,7 % bzw. 15,9 %).

Dies kann ähnlich wie bei den bereits besprochenen Zusammenhängen der verminderten Abstände mit deutlichen knöchernen Veränderungen auf eine erhebliche Beanspruchung des Sattellagenbereichs durch eine starke dorsoventrale Bewegung, die während des Springens auf diesen Teil der Wirbelsäule einwirkt, schließen lassen (JEFFCOTT (1978), (1980a, b), (1993 a, b), DÄMMRICH et al. (1993), von SALIS und HUSKAMP (1978)).

### 5.3 Radiologische Darstellung

Die hier zu verbessernde Darstellung zur Bestimmung der Abstände der Interspinalräume basiert auf der Verwendung einer standardisierten Messgröße.

Laut LAUBENBERGER et al. (1999) kommt es bei der radiologischen Bildgebung aufgrund des sich divergent ausbreitenden Röntgenstrahls zu einer Vergrößerung des darzustellenden Objektes.

Das Verhältnis Fokus-Detektor-Abstand (FDA) zu Fokus-Objekt-Abstand (FOA) ergibt einen Vergrößerungsfaktor. Gleichzeitig kommt es zu einer sogenannten Verzeichnung des Objekts, d.h. die räumliche Ausdehnung eines Details kann nicht formgetreu dargestellt werden. Durch die sich divergierend ausbreitenden Röntgenstrahlen erfahren Details mit Zunahme des Abstands vom Zentralstrahl eine zunehmende Verzeichnung und Vergrößerung. Beide Phänomene lassen sich durch die Vergrößerung des Fokus-Detektor-Abstands deutlich verringern (vgl. geometrischen Strahlensatz) (LAUBENBERGER et al. (1999)).

Aufgrund der unterschiedlichen zu durchdringenden Schichtdicken kommt es zu einer deutlichen Varianz der oben beschriebenen Größen. Aus diesem Grund wurde

versucht, die Vergrößerung mittels einer standardisierten Messgröße individuell zu ermitteln. Bei der Anfertigung der Röntgenbilder zeigte sich, dass außerhalb der Zentralprojektion eine Vergrößerung der abzubildenden Details bzw. der Messgröße von 2 bis 3 mm bestand. Anhand der Vergrößerung der Messgröße (Kugeldurchmesser bzw. Kugel-Kugel-Abstand) konnte ein Rückschluss auf die zugrundeliegende Vergrößerung der darzustellenden Details (Interspinalräume) erfolgen. Hinsichtlich dieser Fragestellung konnten keine vergleichenden, detaillierten Angaben in der Literatur gefunden werden.

Es wurde versucht, anhand eines Pferdeskeletts die oben beschriebene Theorie zu überprüfen. Hierbei stimmten die errechneten bzw. die umgerechneten Abstandswerte mit denen, die anschließend am Skelett gemessen wurden, überein. Wobei hierbei zu berücksichtigen ist, dass am Skelett keine die Röntgenbildgebung verändernden Einflüsse durch weichteilbedingte Varianzen der Schichtdicke, wie am lebenden Pferd, bestehen. Eine vergleichende Studie hierzu lag nicht vor, folglich wäre eine weiterführende Arbeit an lebenden und anschließend seziierten Pferden mit Korrelation der gemessenen Werte der Interspinalräume und eventueller, projektionsbedingter Verzerrungen im Röntgen, empfehlenswert.

## 6 Zusammenfassung

Sowohl Tierärzte als auch Pferdebesitzer beschäftigen sich zunehmend mit dem Vorkommen bzw. Auftreten tatsächlicher oder nur scheinbaren Rückenerkrankungen. Sehr häufig werden muskuläre Verspannungen im Rücken, welche z.B. durch schmerzinduzierte Erkrankungen der Gliedmaßen oder durch fehlerhafte reiterliche Einwirkung entstehen, als Rückenerkrankung fehldiagnostiziert. Zum anderen zeigen Pferde mit massiven radiologischen Befunden an den Dornfortsätzen oft keinerlei klinische Auffälligkeiten.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es Röntgenbilder der kaudalen Brust- und kranialen Lendenwirbelsäule (T10 – L1) gemäß des Röntgenleitfadens (RöLf) 2007 auszuwerten und in Bezug mit den numerischen Größen, sowie klinischen und artspezifischen Gesichtspunkten zu stellen. Hierfür wurden von 404 Pferden Röntgenbilder im Bereich der Sattelage (T10-L1) angefertigt. Davor wurde bei jedem Tier eine ausführliche klinische Untersuchung des Rückens durchgeführt. Ebenso wurden die artspezifischen Merkmale (Geschlecht, Rasse, Nutzungsart, Bemuskulung), reiterliche Probleme und die numerischen Größen (Gewicht, Stockmaß, Alter) ermittelt.

Bei allen 404 Pferden wurde anhand ihrer gemessenen bzw. errechneten Zwischenwirbelabständen und radiologischen Auffälligkeiten ihre Gesamtröntgenklasse bestimmt. Hierbei war auffällig, dass sich kein Pferd in Röntgenklasse I (Zwischenwirbelabstände über 8mm ohne reaktive Veränderungen) befand. 7,5 % (30/404) der Pferde waren in Röntgenklasse II, 68,6 % (277/404) in Röntgenklasse II – III und 24 % (97/404) in Röntgenklasse III – IV. Im Bezug auf Art des Körperbaus (Einteilung in hochquadratische (HQ), längsquadratische (LQ) und quadratische (Q) Pferde), reiterliche Auffälligkeiten, positiver Palpationsbefund und den numerischen Größen (Alter, Gewicht, Stockmaß) konnten statistisch signifikante Einflüsse festgestellt werden. Hinsichtlich der Körperform war auffällig ( $p = 0,04408$ ), dass sich 39 % (22/56) der HQ – Pferde in der Röntgenklasse III – IV befanden. Wohingegen nur 21 % (28/133) der LQ – Pferde und 21,7 % (47/217) der Q – Pferde radiologische Veränderungen im Sinne der Röntgenklasse III – IV aufwiesen.

Bei insgesamt 33 von 404 Pferden (8,2 %) lag ein positiver Palpationsbefund

(z.B. Druckdolenz, Verspannung der Muskulatur etc.) vor. Davon befanden sich 42,4 % (14/33) in Röntgenklasse III – IV. Es konnte ein statistisch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,03528$ ) zwischen einem positiven Palpationsbefund und der Einteilung gemäß den radiologischen Veränderungen in Röntgenklasse III – IV festgestellt werden. Ähnlich verhielt es sich bezüglich den reiterlichen Auffälligkeiten, die im Zusammenhang mit Rückenproblemen beobachtet werden können. Laut der Besitzer bestanden bei 5,9 % (24/404) der Pferde reiterliche Probleme. Hier zeigten 45,8 % (11/24) radiologische Veränderungen im Sinne der Einteilung in die Röntgenklasse III – IV ( $p = 0,03549$ ). Bei den reiterlich unauffälligen Pferden waren es gerademal 22,6 % (86/380). Aus der vorliegenden Arbeit ergab sich zudem, dass bei durchschnittlich älteren Pferden die radiologischen Befunde gemäß Röntgenleitfadens 2007 an der kranialen Brust- und Lendenwirbelsäule statistisch hoch signifikant ( $p = 0,005$ ) zunehmen. Das bedeutet mit Zunahme des Alters steigen die Einzelbefunde an den Dornfortsätzen und damit die Einteilung in eine höhere bzw. schlechtere Röntgenklasse. Ebenso zeigte sich ein statistisch hoch signifikanter Zusammenhang ( $p = 0,005$ ) hinsichtlich der Zunahme des durchschnittlichen Gewichts und Stockmaßes.

Bei der Betrachtung der Einzelbefunde an den Dornfortsätzen gemäß des Röntgenleitfadens 2007 fiel auf, dass besonders Dressurpferde ( $p = 0,005$ ), verglichen mit Spring-, Freizeit- und anderweitig genutzten Pferden, Zwischenwirbelabstände 2 – 8 mm ohne reaktive Veränderungen (RöLf 5.2.2.) im Bereich T16 – T17 ((30/119), 25,2 %) und T17 – T18 ((39/119), 32,8%) aufwiesen. Ebenso war auffällig dass bei Dressurpferden ( $p = 0,0160$ ) deutlich seltener Zwischenwirbelabstände 2 – 8 mm mit reaktiven Veränderungen (RöLf 5.2.4.), als vergleichsweise bei Springpferden (7,3 % (7/96)), Freizeitpferden (12,4% (18/145)) und anderweitig genutzten Pferden (11,4 % (5/44)) auftraten. Der Befund Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/ oder Zubildung (RöLf 5.2.6.) zeigte sich bei Springpferden (20,8 % (20/96)) verglichen zu anderen Nutzungsarten (Dressurpferde: 7,6% (9/119), Freizeitpferde: 11,7 % (17/145), sonstig genutzten Pferden: 15,9 % (7/44)) statistisch signifikant häufiger ( $p = 0,0323$ ). Bei 10 von 33 Pferden (30,3 %) mit positivem Palpationsbefund lag ein Berühren der Dornfortsätze mit starker Sklerosierung und/ oder Zubildung (RöLf 5.2.6.) eines oder mehrerer Dornfortsätze vor ( $p = 0,0053$ ). Bei klinisch unauffälligen Probanden betrug der Wert nur 11,6% (43/371). Ein Berühren der

Dornfortsätze mit zystoidem Defekt (RöLf 5.2.7.) kam statistisch höchst signifikant ( $p = 0,0009$ ) bei palpatorisch auffälligen Pferden vor (21,2 % (7/33)). Klinisch unauffällige Tiere zeigten hingegen nur zu 3,8% (14/371) diesen Befund. Ähnlich verhielt es sich im Bezug auf reiterliche Probleme. Auch hier lag eine statistisch hohe Signifikanz von  $p = 0,00204$  vor. Dornfortsätze mit zystoidem Defekt traten ebenfalls gehäuft bei Pferden mit positivem Palpationsbefund (36,4 % (12/33)) und reiterlichen Problemen (41,7% (10/24) auf. In beiden Fällen bestand ein höchst signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,001$ ). Dressurpferde (41,2 % (49/119)) zeigten im Vergleich zu Springpferden (63,5 % (61/96)), Freizeitpferden (62,8 % (91/145) und anderweitig genutzten Pferden (52,3% (23/44)) statistisch höchst signifikant ( $p = 0,001$ ) weniger dorsale Zubildungen an den Dornfortsatzenden (RöLf 5.2.9.). Bei Springpferden (68,6% (66/96)) hingegen waren kraniale und/ oder kaudale Zubildungen statistisch hoch signifikant häufiger ( $p = 0,00888$ ) als zum Beispiel bei Dressurpferden (42,2 % (55/119)), Freizeitpferden (51,7% (75/145)) und sonstig genutzten Pferden (54,5 % (24/44)). Auch bei diesem Befund konnten bei palpatorisch auffälligen Pferden sowie bei reiterlich auffälligen Pferden ein höchst signifikanter Zusammenhang ( $p \leq 0,001$ ) festgestellt werden. Der Befund Verschattungen dorsal, kappenartig (RöLf 5.2.13.) konnte bei Dressurpferden (19,3 % (23/119)) insgesamt statistisch höchst signifikant ( $p = 0,0004$ ) häufiger befundet werden als bei Pferden anderer Nutzungsarten (Springpferde: 5,2 % (6/96), Freizeitpferde: 4,1 % (6/145), sonstig genutzte Pferde: 4,5 % (2/44)). Interessant war auch, dass diesen Befund besonders Pferde mit einem jüngeren Durchschnittsalter (7,19 Jahren) statistisch hoch signifikant ( $p = 0,005$ ) zeigten, im Vergleich zu durchschnittlich älteren Pferden (12,32 Jahren).

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass radiologische Befunde an den Dornfortsätzen im Bereich der Sattellage auch bei klinisch gesunden Pferden vorkommen. Dennoch treten erhebliche Veränderungen gemäß der Röntgenklasse III – IV laut Röntgenleitfaden 2007 bei klinisch und reiterlich auffälligen Pferden deutlich häufiger auf. In der vorliegenden Arbeit zeigt sich das die Art der sportlichen Nutzung, Körperform, Alter, Gewicht und Stockmaß deutliche Einflüsse für das Auftreten von Befunden an den Dornfortsätzen darstellt. Die Mehrzahl der untersuchten Pferde zeigte trotz erheblicher röntgenologischer Veränderungen an den Dornfortsätzen keinerlei klinische Anzeichen einer

Rückenerkrankung. Trotzdem besteht bei diesen Pferden eine höhere Wahrscheinlichkeit am Kissing Spines Syndrom zu erkranken.



## 7 Summary

Both veterinary surgeons and horse owners are becoming increasingly concerned about the existence or occurrence of actual or only apparent back disorders. Very often, tension in the back caused by pain-induced limb disorders, or by a lack of riding influence, for example, are wrongly diagnosed as diseases of the back. In addition, several horses with very high radiological findings in the spinous processes do not show any clinical abnormalities at all.

The objective of this paper was to assess X-rays of the caudal thoracic and cranial lumbar spine (T10 – L1) in accordance with the German X-ray classification system (Röntgenleitfaden, RÖLf) 2007 and relate them to the numerical values, clinical and species-specific considerations. For this purpose, X-rays were taken of the saddle position area (T10-L1) of 404 horses. Prior to this, a detailed clinical examination of the back of each animal was carried out. Similarly, the species-specific features (sex, race, usage, equestrian problems, muscular development) and the numerical values (weight, height (hh/cm), age) were determined.

The overall X-ray class of all 404 horses was determined on the basis of the measured or calculated distance between the vertebrae and their radiological abnormalities. It was striking here that there was not one horse in X-ray Class I (i.e. with an intervertebral space of over 8 mm without reactive changes). 7.5% (30/404) of the horses were in X-ray Class II, 68.6% (277/404) in X-ray Class II – III and 24% (97/404) in X-ray Class III – IV. With respect to the type of anatomy (classification: high quadratic (HQ), linear quadratic (LQ) and quadratic (Q) horses), the equestrian abnormalities, the positive palpation findings and the numerical values (age, sex, height (hh/cm)), statistically significant influences could be determined. With respect to the anatomy, it was noticeable ( $p = 0.04408$ ), that 39% (22/56) of the HQ horses were in X-ray Class III – IV, whereas only 21% (28/133) of the LQ horses and 21.7% (47/217) of the Q horses showed radiological changes in the sense of X-ray Class III – IV.

33 out of 404 horses (8.2%) showed positive palpation findings (e.g. pain on palpation, tension of the muscles ect.). Of these, 42.4% (14/33) were in X-ray Class III – IV. A statistically significant correlation ( $p = 0.03528$ ) could be determined between positive palpation findings and the classification according to

the radiological changes in X-ray Class III – IV. The situation was similar as regards the equestrian abnormalities which could be observed in connection with back disorders. According to the owners, 5.9% (24/404) of the horses had equestrian problems. Here, 45.8% (11/24) showed radiological changes in the sense of the classification in the X-ray Class III – IV ( $p = 0.03549$ ). In the horses without equestrian abnormalities the figure was merely 22.6% (86/380). This investigation also revealed that in older horses, on average, the increase in the radiological findings as per the German X-ray classification system 2007, was statistically highly significant in the cranial thoracic and lumbar spine ( $p = 0.005$ ). This implies that with increasing age, the individual findings on the spinous processes increase, which leads to a subsequent classification in a higher or worse X-ray class. Similarly, a correlation of statistically high significance was shown ( $p = 0.005$ ) as regards the increase in the average weight and height (hh/cm).

When observing the individual findings on the spinous processes as per the German X-ray classification system 2007, it was noticeable that particularly dressage horses, leisure-time horses and horses used for other purposes had an intervertebral space of 2 – 8 mm without any reactive changes (RöLf 5.2.2.) in the area T16 – T17 ((30/119), 25.2%) and T17 – T18 ((39/119), 32.8%). Similarly it was noticed that in the case of dressage horses ( $p = 0.0160$ ), the intervertebral space of 2 – 8 mm with reactive changes (RöLf 5.2.4.) occurred distinctly less frequently as compared with show-jumping horses (7.3% (7/96)), leisure-time horses (12.4% (18/145)) and horses used for other purposes (11.4% (5/44)). The findings showing touching spinous processes with strong sclerosing and/or bone formation (RöLf 5.2.6.) were statistically of a significantly higher frequency ( $p = 0.0323$ ) for show-jumping horses (20.8% (20/96)) as compared with other categories of horses (dressage horses: 7.6% (9/119), leisure-time horses: 11.7% (17/145), horses used for other purposes: 15.9% (7/44)). 10 out of 33 horses (30.3%) with positive palpation findings, had touching spinous processes with strong sclerosing and/or bone formation (RöLf 5.2.6.) in one or several spinous processes ( $p = 0.0053$ ). For the test horses without any clinical signs, the value was only 11.6% (43/371). Touching spinous processes with a cystoid defect (RöLf 5.2.7.) occurred to a statistically highly significant extent ( $p = 0.0009$ ) in horses with an abnormality on palpation (21.2% (7/33)). In comparison, animals without any clinical signs only showed these findings to 3.8% (14/371). The

situation is similar where equestrian problems are concerned. Here, too, there was a statistically higher significance of  $p = 0.00204$ . Spinous processes with a cystoid defect were similarly particularly common in horses with positive palpation findings (36.4% (12/33)) and equestrian problems (41.7% (10/24)). In both cases there was a highly significant correlation ( $p \leq 0.001$ ). Dressage horses (41.2% (49/119)) showed lesser dorsal bone formations on the ends of the spinous processes (RöLf 5.2.9.) to a statistically highly significant extent ( $p = 0.001$ ), in comparison to show-jumping horses (63.5% (61/96)), leisure-time horses (62.8% (91/145)) and horses used for other purposes (52.3% (23/44)). In show-jumping horses (68.6% (66/96)) on the other hand, cranial and/or caudal bone formations were more frequent to a statistically highly significant extent ( $p = 0.00888$ ) than for example in dressage horses (42.2% (55/119)), leisure-time horses (51.7% (75/145)) and horses used for other purposes (54.5% (24/44)). In these findings, too, a highly significant correlation ( $p \leq 0.001$ ) could be determined in horses with an abnormality on palpation and in horses with equestrian abnormalities. The findings showing dorsal, cap-like bone formations (RöLf 5.2.13.) could be determined, on the whole, more frequently in dressage horses (19.3% (23/119)), and to a statistically highly significant extent ( $p = 0.0004$ ), than in horses used for other purposes (show-jumping horses: 5.2% (6/96), leisure-time horses: 4.1% (6/145), horses used for other purposes: 4.5% (2/44)). It was also interesting that these findings were shown particularly in horses of a younger average age of 7.19 years, and to a statistically highly significant extent ( $p = 0.005$ ), as compared with horses of an older average age of 12.32 years.

In summary, it can be maintained that radiological findings on the spinous processes in the area of the saddle position also occur in clinically healthy horses. Nevertheless, considerable changes as classified in the X-ray Class III - IV in accordance with the German X-ray classification system 2007, occur distinctly more often in horses with clinical and equestrian abnormalities. In this paper it is shown that the type of sport the horse is used for, its anatomy, age, weight and height (hh/cm) have a distinct influence on the occurrence of findings on the spinous processes. The majority of the horses examined did not show any signs of a back disorder at all, despite considerable radiological changes to the spinous processes. Nevertheless, there is a higher probability of these horses developing the Kissing Spines Syndrome.

## 8 Literaturverzeichnis

AUDIGIÈ, F., POURCELOT, P., DEGUERCE, C., DENOIX, J-M., GEIGER, D. (1999)

Kinematics of the equine back: flexion-extension movements in sound trotting horses

Equine vet. J., 30 (suppl.), 210-213

BADOUX, M. (1975)

in: SISSON, S., GROSSMAN, J. D.

The anatomy of the domestic animals

Verlag Saunders Philadelphia, London

BENNINGHOFF, A. (1985)

Herausgeber Staubesand, J.

Anatomie, Makroskopie und mikroskopische Anatomie des Menschen

14. Auflage

Urban & Schwabenberg, München, Wien

BLYTHE, L. L., ENGEL, H. N. (1999)

Neuroanatomy and neurological examination

Vet. Clinics of North Am. Eq. Pract. Vol. 15: April 71

BRUNKEN, G., DE BESI, N., KÖNIGSMANN-BRUNKEN, D. (2005)

Röntgenologische Befunde an den Dornfortsätzen junger Warmblüter ohne klinische Symptomatik

Proceed. Tagung über Pferdekrankheiten (4.März), Equitana, Essen

BRUNKEN, G., DE BESI, N., KÖNIGSMANN-BRUNKEN, D. (2006)

Radiologische Untersuchungen an den Dornfortsätzen der Rückenwirbel

Der praktische Tierarzt, 7, 617-620

BÜRGER, U. (2006):

Vollendete Reitkunst.

Müller Rüslikon Verlag, Cham, Schweiz

BUTHE, A., HERTSCH, B. (2002)

Objektivierung der „Stempelprobe“ als Betsandteil der klinischen Rückenuntersuchung zur Diagnose des Kissing Spines-Syndroms mittels Algometrie in Korrelation mit Röntgenbefunden

Der praktische Tierarzt 83 (5), 436-440

BUTLER, J. A., COLLES, C. M., DYSON, S. J. (1995)

Clinical radiology of the horse

Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, Edinburgh, 385-398

BUTLER, J. A., COLLES, C. M., DYSON, S. J., KOLD, S. E., POULOS, P.W.

Clinical radiology of the horse (2008)

Third Edition,

Wiley- Blackwell/ A. John Wiley & Sons, Ltd., Publication, 535-571

- CASSIAT, G., POURCELOT, P., TAVERNIER, L., GEIGER, D., DENOIX, J.-M., DEGUEURCE, D. (2004)  
Influence of individual competition level on back kinematics of horses jumping a vertical fence  
Equine vet. J., 36 (8), 748-753
- CROWHURST, R.C. (1975a)  
Symposium on back problems (1) backs-clinical signs  
Equine Vet. J. 7: 68
- CROWHURST, R., C. (1975b)  
Symposium on back problems in the horse  
Equine vet. J., 7 (2), 66-67
- DÄMMRICH, K., RANDELHOFF, A., WEBER, B. (1993)  
Ein morphologischer Beitrag zur Biomechanik der thorakolumbalen Wirbelsäule und zur Pathogenese des Syndroms sich berührender Dornfortsätze (Kissing Spines- Syndrom) bei Pferden.  
Pferdeheilkunde 9 (5), 267-281
- DE COCQ, P., VAN WEEREN, P. R., BACK, W. (2006)  
Effects of a grifth, a saddle and weight on the movements of the horse  
Pferdeheilkunde 22, 697-698
- DENOIX, J-M. D. (1999)  
Spinal biomechanics and functional anatomy  
Vet. Clinics of North Am. Eq. Pract. Vol. 15: April 27-59
- DENOIX, J. M. u. S. J. DYSON (2002):  
Thoracolumbar spine.  
in: M. W. ROSS (Hrsg.):  
Diagnosis and Management of Equine Lameness.  
Verlag Saunders, Philadelphia, London, S. 509-521
- DIETZ O. u. B. HUSKAMP (2005):  
Handbuch Pferdepraxis.  
3. Auflage, Enke-Verlag, Stuttgart
- DIETZ, O., HUSKAMP, B. (2006)  
Handbuch Pferdepraxis  
3., völlig neu bearbeitete Auflage  
Enke Verlag, Stuttgart
- DÜE, M. (2006)  
Die Kopf-Hals-Haltung in der reiterlichen Praxis, die veterinärmedizinischen Aussagen dazu und die Position der Verbände  
Pferdeheilkunde 22, 702-703
- EISENMENGER, E., KASPER, I., EISENMENGER, M. (1989)  
Bemerkungen zum Schmerzsyndrom im Lenden-Kreuz-Bereich von Pferden und Behandlungsversuch mit Neuraltherapie  
Pferdeheilkunde 5 (4), 193-199

- ELLENBERGER, W., BAUM, H. (1977)  
Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere  
18. Aufl.  
Verlag Springer, Berlin, Heidelberg
- ERICHSEN, C., EKSELL, P., WIDSTRÖM, C., ROETHLISBERGER-HOLM, K., JOHNSTON, C., LORD, P. (2003):  
Scintigraphic evaluation of the thoracic spine in the asymptomatic riding horse.  
Ultrasound 44 (3), 330-338
- ERICHSEN, C., EKSELL, P., ROETHLISBERGER HOLM, K., LORD, P., JOHNSTON, C. (2004)  
Relationship between scintigraphic and radiographic evaluations of spinous processes in the thoracolumbar spine in riding horses without clinical signs of back problems  
Equine vet. J., 36 (6), 458-465
- FABER, M., JOHNSTON, C., SCHAMHARDT, H. C., van WEEREN, P.R., ROEPSTORFF, L., BARNEVELD, A. (2001a)  
Basic three-dimensional kinematics of the vertebral column of horses trotting on a treadmill  
AJVR, Vol. 61 (4), 399-406
- FABER, M., JOHNSTON, C., SCHAMHARDT, H. C., van WEEREN, P.R., ROEPSTORFF, L., BARNEVELD, A. (2001b)  
Three-dimensional kinematics of the equine spine during canter  
Equine vet. J., Suppl. 33, 145-149
- FABER, M., JOHNSTON, C., SCHAMHARDT, H. C., van WEEREN, P.R., ROEPSTORFF, L., BARNEVELD, A. (2001c)  
Basic three-dimensional kinematics of the vertebral column of horses trotting on a treadmill  
AJVR, Vol. 62 (5), 757-764
- FABER, M., JOHNSTON, C., van WEEREN, P.R., ROEPSTORFF, L., BARNEVELD, A. (2002)  
Repeatability of back kinematics in horses during treadmill locomotion  
Equine vet. J., 34 (3), 235-241
- FABER, M., SCHAMHARDT, H., VAN WEEREN, R., BARNEVELD, A. (2001)  
Methodology and validity of assessing kinematics of the thoracolumbar vertebral column in horses on the basis of skin-fixed markers  
AJVR, Vol. 62 (3), 301-305
- FAHRMEIR, L., KÜNSTLER, R., PIGEOT, I., TUTZ, G. (2003)  
Statistik, der Weg zur Datenanalyse  
Vierte, verbesserte Auflage  
Springer-Verlag, Berlin; Heidelberg; New York; Hongkong; London; Mailand; Paris; Tokio

FREDRICSON, I., DREVEMO, S., DALIN, G., HJERTEN, G., BJÖRNE, K., RYNDE, R., FRANZEN, G. (1983)

Treadmill for equine locomotion analysis

Equine vet. J., 15 (2), 111-115

FÜRST, A. (2003)

Rückenerkrankungen beim Pferd

Vorlesungsunterlagen Universität Zürich, 1-25

GLOOBE, H. (1984)

Lateral foramina in the equine thoracolumbar vertebral column: An anatomical study

Equine vet. J., 16 (5), 469-470

GÒMEZ ÀLVARES, C. B., RHODIN, M., BOBBERT, M. F. et al. (2006)

The effect of head and neck position on kinematics in the unriden horse

Equine vet. J., 36 (suppl.), 445-451

GÒMEZ ÀLVARES, C. B., WENNERSTRAND, J., BOBBERT, M. F. et al. (2007)

The effect of induced forelimb lameness on the thoracolumbar kinematics in riding horses

Equine vet. J., 39, 197-201

GÒMEZ ÀLVARES, C. B., BOBBERT, M. F., LAMERS, L. et al. (2008)

The effect of induced hindlimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion

Equine vet. J.,

GÒMEZ ÀLVARES, C. B., L'AMI, J. J., MOFFATT, D., BACK, W., VAN WEEREN, P. R. (2008)

Effect of chiropractic manipulations on the kinematics of back and limbs in horses with clinically diagnosed back problems

Equine vet. J., 40

GRIMMELMANN, E. (1977)

Ossifikationsvorgänge an den Dornfortsätzen der Brust- und Lendenwirbelsäule beim Pferd

Vet. Med. Diss., Tierärztliche Hochschule, Hannover

GUNDEL, M., SCHATZMANN, U. (1997a)

Rückenprobleme beim Pferd: 1. Eine Literaturzusammenfassung zur klinischen Untersuchung

Pferdeheilkunde 13 (3), 199-204

GUNDEL, M., SCHATZMANN, U. (1997b)

Rückenprobleme beim Pferd: 2. Ein Vergleich der klinischen Untersuchung in Abhängigkeit von Rasse und Nutzung

Pferdeheilkunde 13 (3), 207-212

- GUNDEL, M., SCHATZMANN, U. (1997c)  
Rückenprobleme beim Pferd:3. Vorschlag eines klinischen  
Untersuchungsprotokolls zur Abklärung einer Rückenproblematik beim Reitpferd  
Pferdeheilkunde 13 (3), 213-221
- HARMAN, J. C. (1997)  
Measurement of the pressures exerted by saddles on the horse's back using a  
computerized pressure measuring device  
Pferdeheilkunde 13 (2), 129-134
- HARMS, V. (1998)  
Biomathematik, Statistik und Dokumentation  
7. überarbeitete Auflage  
Verlag Harms, Kiel- Mönkeberg
- HAUSER, M. L., RANTANEN, N. W., MODRANSKY, P. D. (1982)  
Locomotor system and diseases  
J.equine vet. Sci. 2, 95-97
- HAUSSLER, K. K., (1999a)  
Chiropractic evaluation and managment  
Veterinary Clinics of North America: Equine Practice Volume 15, 1, 195-261
- HAUSSLER, K. K. (1999b)  
Anatomy of the thoracolumbar vertebral region  
Vet. Clinics of North Am. Eq. Pract. Vol. 15: April 13-26
- HAUSSLER, K. K. (1999 c)  
Osseous spinal pathology  
Vet. Clinics of North Am. Eq. Pract. Vol. 15: April 103-111
- HAUSSLER, K.K., STOVER, S.M. and WILLTIS, N.H. (1999)  
Pathologic changes in the lumbosacral vertebrae and pelvis in thoroughbred  
racehorses  
Am.J.vet.Res. Volume 60, 143-153
- HAUSSLER, K. K., BERTRAM, J. E. A., GELLMAN, K., HERMANSON, J: W.  
(2001)  
Segmental in vivo vertebral kinematics at the walk, trot and canter: a preliminary  
study  
Equine vet. J., Suppl. 33, 160-164
- HENSON, F. M. D. (2009)  
Equine back pathology/ diagnosis and treatment  
Wiley- Blackwell/ A John Wiley & Sons, Ltd., Publication
- HERTSCH, B. (2007)  
Röntgenleitfaden  
BTK, 1-13



HEUSCHMANN, G.

Finger in der Wunde/ Was Reiter wissen müssen, damit ihr Pferd gesund bleibt

2. überarbeitete Auflage

Wu Wie Verlag, Schondorf, 2008

HOLMER, M. (2005):

Röntgenbefunde an den Dornfortsätzen klinisch rückengesunder Warmblutpferde.

Vet. Med. Diss, LMU München

HÜBENER, E. (2004)

Die Bewegung von Pferderumpf und -rücken aus der Sicht des Reiters

Tierärztl. Umschau 59, 327-334

HUSKAMP, B., NOWAK, M. (1988)

Insertionsdesmopathien beim Pferd und einige ihrer Lokalisationen

Pferdeheilkunde 4, 1, 3-12

JEFFCOTT, L. B., HICKMAN, J. (1975)

The treatment of horses with chronic back pain by resecting the summits of the impinging dorsal spinous processes

Equine vet. J., 7 (3), 115-119

JEFFCOTT, L. B. (1975 a)

Radiographic examination of the equine back case

J. S. Afr. vet. Ass. 46: 133

JEFFCOTT, L. B. (1975 b)

The Diagnosis of Diseases of the Horse`s Back

Equine vet. J., 7 (2), 69-78

JEFFCOTT, L.B. (1977)

The diagnosis and treatment of disorders of the thoracolumbal spine of the horse  
Fellowship thesis

RCVS, Belgrave Square, London

JEFFCOTT, L. B. (1978)

Klinische und röntgenologische Diagnostik der Wirbelsäulenerkrankungen des Pferdes

Der praktische Tierarzt 4, 272-284

JEFFCOTT, L. B. (1979 a)

Back problems in the horse- a look at past, present and future progress

Equine vet. J., 11 (3), 129-136

JEFFCOTT, L. B. (1979 b)

Radiographic examination of the equine vertebral column

Vet. Rad. 20: 135-139,

JEFFCOTT, L. B. (1979 c)

Radiographic features of the normal equine thoracolumbar spine

Vet. Rad. 20: 140-147

- JEFFCOTT, L.B. (1979d)  
Backproblems in the horse – a method of clinical examination  
In Practice 1:5, 4-15
- JEFFCOTT, L.B. DALIN, G. (1980)  
Natural rigidity of horse´s backbone.  
Equine Vet. J.12: 197-210
- JEFFCOTT, L.B. (1980a)  
Disorders of the thoracolumbar spine of the horse – a survey of 443 cases  
Equine Vet. J. 12: 197-210
- JEFFCOTT, L.B. (1980b)  
Guidelines for the diagnosis and treatment of back problems in horses  
Proceed. AAEP 26: 381-387
- JEFFCOTT, L. B. (1981)  
Diagnosis of back problems in the horse  
Proc. AAEP 27, 381
- JEFFCOTT, L. B., DALIN, G., DREVEMO, S., FREDRICSON, I., BJÖRNE, K.,  
BERQUIST, A. (1982)  
Effect of induced back pain on gait and performance of trotting horses  
Equine vet. J., 14 (2), 129-133
- JEFFCOTT, L. B. (1985)  
Sacroiliac lesions as a cause of chronic poor performance in competitive horses  
Equine vet. J., 17 (2), 111-118
- JEFFCOTT, L. B. (1985 a)  
The examination of a horse with a potential back problem  
Proc. AAEP 31, 271-284
- JEFFCOTT, L. B. (1985 b)  
Conditions causing thoracolumbar pain and dysfunction in horses  
Proc. AAEP 31, 285-296
- JEFFCOTT, L. B. (1993 a)  
Rückenprobleme des Athleten „Pferd“/ 1. Ein Bericht über das Erkennen und die  
Möglichkeiten der Diagnose  
Pferdeheilkunde 9 (3), 143-150
- JEFFCOTT, L. B. (1993b)  
Rückenprobleme beim Athleten Pferd/ 2. Mögliche Differentialdiagnosen und  
Therapiemethoden  
Pferdeheilkunde 9 (4), 223-236
- JEFFCOTT, L.B. (1995)  
The approach to the back of the horse  
In: P.F. KNEZEVIC (Hrsg.)  
Orthopädie bei Huf- und Klauentiere  
Schattauer Verlagsgesellschaft, Stuttgart, 316-326

JEFFCOTT, L.B., WADE, J.F. (1998)  
The equine back. *the horse* 5, 20-26

JEFFCOTT, L. B. (1999)  
Historical perspective and clinical indications  
*Vet. Clinics of North Am. Eq. Pract.* Vol. 15: April 1-11

JEFFCOTT, L.B., HAUSSLER, K.K. (2004)  
Back and Pelvis  
In: HINCHCLIFF K.W, KANEPS, A.J, GEOR, R.J. (Hrsg.)  
*Equine sports medicine and surgery*  
Verlag Saunders, Philadelphia, London, S. 433-474

JOHNS, S.; ALLEN, K.; TYRRELL, L. A., (2008)  
How to obtain digital radiographs of the thoracolumbar spine in the standing horse  
*Proc. AAEP* 54, 455-458

KADAU, K. (1991)  
Die Brust- und Lendenwirbelsäule des Pferdes unter besonderer Betrachtung ihrer Gelenke und Bänder  
*Vet. Med. Diss., FU-Berlin*

KALINOWSKI, S. (2007)  
Der Einfluss von Infrarot-C-Strahlung auf Rückenbeschwerden bei Reitpferden nach Behandlung in einem Thermium  
*Vet. Med. Diss, Tierärztliche Hochschule Hannover*

KALINOWSKI, S., ROHN, K., KREHLING, K., STADLER, P. (2008)  
Die Therapie von Pferden mit Rückenproblemen in einer Infrarot-Strahlungskabine  
*Pferdeheilkunde* 24 (3), 313-324

KLEIN, H.-J., HERTSCH, B., DIECKMANN, M., WISSDORF, H. (1989)  
Spondylosis ankylosans und Spondylarthrose bei einer 11jährigen Kleinpferdstute  
*Pferdeheilkunde* 5 (2), 115-118

KLIDE, A. (1989):  
Overriding vertebral spinous processes in the extinct horse, *Equus occidentalis*.  
*Am. J. Vet. Res.* 50 (4), 592-593

KNEZEVIC, P. F.(1985)  
Zur Geschichte der Bewegungslehre des Pferdes- eine historische Betrachtung der Untersuchungstechniken  
*Wien. tierärztl. Mschr.* 12, 399-405

KOCH, D.B. (1980)  
Differential diagnosis and management of back pain in the horse  
*Calif. Vet.* 34: 28-31

KOCH, T., BERG, R. (1985)  
*Lehrbuch der Veterinäranatomie*  
Bd.1, 4. Auflage

- KÖNIG, H. E., LIEBICH, H.-G. (2001)  
Anatomie der Haussäugetiere/ Band I/ Bewegungsapparat  
Zweite überarbeitete und erweiterte Auflage  
Schattauer Verlag, Stuttgart, New York,
- KRELING, I. M. (1995):  
Retrospektive Langzeitbeurteilung der Resektion der dorsalen  
Brustwirbelfortsätze beim  
Pferd.  
Zürich, Universität, Veterinärmed. Fak., Diss.
- KRÜGER, W. (1939)  
Über die Schwingungen Wirbelsäule- insbesondere der Wirbelbrücke- des Pferdes  
während der Bewegung  
Berliner und Münchner Tierärztliche Wochenschrift 13, 197-203
- KRÜGER, W. (1941)  
Über das Verhalten des Schwerpunktes bei der normalen Fortbewegung des  
Pferdes  
Tierärztliche Rundschau 12, 147-166
- KRÜGER, L. (2007)  
Verbogene Wahrheit  
Cavallo 3/2007, 66-69
- LAUBENBERGER, TH., LAUBENBERGER, J. (1999)  
Technik der medizinischen Radiologie/ 7. überarbeitete Auflage  
Deutscher Ärzte- Verlag, Köln
- LAUK, H. D., KRELING, I. (1996)  
Operative Behandlung des „Kissing Spines“- Syndroms beim Pferd- 50 Fälle. Teil  
1: Diagnostische Methoden  
Pferdeheilkunde 2, 79-85
- LAUK, H. D., KRELING, I. (1998)  
Behandlung des Kissing spines- Syndroms beim Pferd- 50 Fälle Teil 2:  
Ergebnisse  
Pferdeheilkunde 14 (2), 123-130
- LEACH, D. H. (1983)  
Evolution of equine locomotion research  
Equine vet. J., 15 (2), 87-92
- LEACH, D. H., DAGG, A. I. (1983a)  
A review of research on equine locomotion and biomechanics  
Equine vet. J., 15 (2), 93-102
- LEACH, D. H., CRAWFORD, W. H. (1983b)  
Guidelines for the future of equine locomotion research  
Equine vet. J., 15 (2), 103-110

- LICKA, T., PEHAM, C. (1998)  
An objective method for evaluating the flexibility of the back of standing horses  
Equine vet. J., 30 (5), 412-415
- LICKA, T., PEHAM, C., ZOHMANN, E. (2001)  
Range of back movement at trot in horses without back pain  
Equine vet. J., Suppl. 33, 150-153
- MARKS, D. (1985):  
Notes on treatment and management of thoracolumbar pain in the horse.  
in: Proc. 31st Ann. Conv. Am. Ass. Equine Pract., 353-357
- MARKS D. (1999):  
Medical management of back pain.  
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 15, 179-194
- MARTIN, B. B. u. A. M. KLIDE (1999):  
Physical Examination of horses with back pain.  
Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 15, 61-70
- MEYER, H (1996)  
Zum Zusammenhang von Halshaltung, Rückentätigkeit und Bewegungsablauf  
beim Pferd  
Pferdeheilkunde 12: 807-822
- MEYER, H. (2006)  
Die natürliche Kopf-Hals-Position des Pferdes und ihre Veränderungen durch den  
Menschen  
Pferdeheilkunde 22, 694-697
- MÖNKEMÖLLER, S. (2005)  
Pliance Mobile – 16HE: Eine Folgestudie über elektronische  
Satteldruckmessungen nach Anpassung der Sattelsituation  
Doktorarbeit, Zürich, 1-41
- NICKEL, R., SCHUMMER, A., SEIFERLE, E., FREWEIN, J., WILLE, K.-H.,  
WILKENS, H.  
Lehrbuch der Anatomie der Haustiere  
Band I, Bewegungsapparat, 5. Auflage  
Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 1984
- NOWAK, M. (1988)  
Die klinische, röntgenologische und szintigraphische Untersuchung bei den  
sogenannten Rückenproblemen des Pferdes  
Pferdeheilkunde 4 (5) 193-198
- NYIKOS, S., WERNER, D., A.MÜLLER, J., BUSS, C., KEEL, R., KALPEN,  
A., VONTOBEL, H.-D., v. PLOCKI, K. A., A. AUER, J., v. RECHENBERG, B.  
(2005)  
Elektronische Satteldruckmessungen im Zusammenhang mit Rückenproblemen  
bei Pferden  
Pferdeheilkunde 21 (3), 187-198

- PEHAM, C., FREY, A., LICKA, T., SCHEIDL, M. (2001)  
Evaluation of the EMG activity of the long back muscle during induced back movements at stance  
Equine vet. J., Suppl. 33, 165-168
- PEHAM, C., SCHOBESBERGER; H. (2004)  
Influence of the load of a rider or of a region with increased stiffness on the equine back: a modelling study  
Equine vet. J., 36 (8), 703-705
- PETTERSON, H., STRÖMBERG, B., MYRIN, I. (1987)  
Das thorakolumbale, interspinale Syndrom (TLI) des Reitpferdes-  
Retroperspektiver Vergleich konservativ und chirurgisch behandelter Fälle  
Pferdeheilkunde 3 (6), 313-319
- POURCELOT, P., AUDIGIÈ, F. C. D., DENOIX, J-M, GEIGER, D. (1998)  
Kinematics of the equine back: a method to study the thoracolumber flexion-  
extension movements at the trot  
Veterinary Research; 29, 519-525
- PSCHYREMBEL (1994)  
Klinisches Wörterbuch  
257. Auflage  
Verlag, Walter de Gruyter, Berlin
- RANDELHOFF, A. (1997)  
Pathologische – anatomische und – histologische Untersuchungen zur  
Pathogenese  
von Wirbelsäulenveränderungen bei Pferden  
Vet. Med. Diss. FU-Berlin
- RANNER, W. (1997)  
Das Rückenproblem beim Pferd – Eigene Untersuchungen und kritische  
Betrachtungen  
Vet. Med. Diss, LMU München
- RANNER, W., GERHARDS, H. (2001)  
Diagnostik bei Verdacht auf Rückenerkrankungen beim Pferd  
Pferdeheilkunde 17 (3), 225-232
- RANNER, W., GERHARDS, H. (2002)  
Vorkommen und Bedeutung von Rückenerkrankungen – insbesondere des  
„Kissing Spine“-Syndroms – bei Pferden in Süddeutschland  
Pferdeheilkunde 18, 21-33
- RANNER, W., SCHILL, W., GERHARDS, H. (1999)  
Die röntgenologische Untersuchung der Wirbelsäule bei Rückenproblemen am  
stehenden Pferd  
Tierärztl Prax; 27: 122-127

- RIELAND, E.J. (2002)  
Radiological findings in the spinous processes in clinically sound horses  
Proceed. MICEM, Maastricht
- RIDGWAY, K., DVM, HARMAN, J., DVM, MRCVS (1999)  
Equine Back Rehabilitation  
Veterinary Clinics of North America: Equine Practice Volume 15, 1, 263-281
- ROBERTS, E.J. (1968)  
Resection of thoracic or lumbar spinous processes for the relief of pain responsible for lameness and some other locomotor disorders of horses.  
Proc. AAEP 14, 13-30
- ROBERT, C., AUDIGIÈ, F., VALETTE, J.P., POURCELOT, P., DENOIX, M. (2001)  
Equine vet. J., Suppl. 33, 154-159
- RODIN, M., JOHNSTON, C., HOLM, K. R., WENNERSTRAND, J., DREVEMO, S. (2005)  
The influence of head and neck position on kinematics of the back in riding horses at the walk and trot  
Equine vet. J., 37, 7-11
- RÖNTGENLEITFADEN (2007)  
der zweiten Röntgenkommission (GERHARDS, H., HERTSCH, B., JAHN, W., VON SALDERN, F.)  
Gesellschaft für Pferdemedizin e.V  
zuletzt publiziert 2003 in:  
Pferdeheilkunde 19: 185-198
- ROEPSTORFF; L. (2006)  
What can a rider achieve with draw reins? – An evaluation of the effect on movement and forces in the horse  
Pferdeheilkunde 22, 699-702
- ROONEY, J.R. (1982)  
The horse's back: biomechanics of lameness  
Equine Practice 4: 17-27
- ROONEY, J. R. (1979)  
Die Lahmheiten des Pferdes/ Ursachen, Symptome und Behandlung  
L. B. Ahnert Verlag, Friedberg-3, 1979
- ROONEY, J.R. (1982)  
The Horse's Back: Biomechanics of Lameness  
Equine Practice 4: 17-27
- ROSS, M. W., DYSON, S. J. (2003)  
Diagnosis and Management of Lameness in the Horse  
Second Edition  
Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri, 2003

- SACHS, L. (1978)  
Angewandte Statistik  
5. Auflage  
Springer Verlag, Heidelberg/Berlin
- SAGER, J. (1997)  
Die Erkrankungen der Processus spinosi der Brust- und Lendenwirbelsäule des Pferdes – eine klinische und röntgenologische Studie  
Vet. Med. Diss., FU- Berlin
- SALIS v., B., HUSKAMP, B. (1978)  
Vorläufige Erfahrungen mit der konservativen und chirurgischen Behandlung der Wirbelsäulenerkrankung der Pferde  
Der praktische Tierarzt 4, 281-284
- SALOMON, F.-V., GEYER, H., GILLE, U. (2005)  
Anatomie für Tiermedizin  
Enke Verlag, Stuttgart
- SANTAMARIA, S., BOBBERT, M. F., BACK, W., BARNEVELD, A., VAN WEEREN, P. (2004)  
Evaluation of consistency of jumping technique in horses between the ages of 6 months and 4 years  
AJVR, Vol. 65, No. 7, 945-950
- SCHALCHER, C., PEHAM, C., LICKA, T.,SCHOBESBERGER; H. (2004)  
Determination of the stiffness of the equine spine  
Equine vet. J., 36 (8), 699-702
- SCHÜLE, E. (2003)  
Der Tierarzt als Korrektiv im Pferdesport – Reiter, Halter und Nutzer aus der Sicht der Tiermedizin  
Pferdeheilkunde 19 (4), 397-404
- SLIJPER, E.J (1946)  
Comparative biologic-anatomical investigations on the vertebral column and spinal musculature of mammals  
Proceed. K. Ned. Acad. Wet. Verh. (Tweed Sectie) 47: 1-128
- STADLER, P., GEBUREK, F., CORBIN, I. (2005)  
Rittigkeitsprobleme – Ein Formenkreis zwischen tierärztlicher und reiterlicher Diagnostik?  
Proceed. Tagung über Pferdekrankheiten (4.März), Equitana, Essen
- STADLER, P. u. I. MARTENS (2006):  
Brustwirbelsäule/Lendenwirbelsäule als Ursache für Rittigkeitsprobleme – Diagnose.  
bpt-Kongress, Nürnberg 2006, Tagnungsband, S. 62-68



- STASHAK, T. S. (1989)  
Lahmheit und Lahmheitsdiagnostik  
in: STASHAK, T. S. (Hrsg.): ADAMS` Lahmheit bei Pferden. 4. Auflage  
Verlag Schaper, Hannover
- STÖCKL, T. (2009)  
Aktuelle Erkenntnisse in der Diagnostik und Therapie von Rückenproblemen  
beim Reitpferd  
Pferdespiegel; 3: 106-110
- TOWNSEND, H. G. G., LEACH, D. H., FRETZ, P. B. (1983)  
Kinematic of the equine thoracolumbar spine  
Equine vet. J., 15 (2), 117-122
- TOWNSEND, H. G. G., LEACH, D. H. (1984)  
Relationship between intervertebral joint morphology and mobility in the equine  
thoracolumbar spine  
Equine vet. J., 16 (5), 461-465
- TOWNSEND, H.G.G. (1985)  
The relationship between biomechanics of the thoracolumbar spine and back  
problems in the horse  
Proc. AAEP, 31, 307-316
- TOWNSEND, H.G.G., LEACH, D.H., DOIGE, C.E., KIRKALDY-WILLIS,  
W.H., (1986)  
Relationship between spinal biomechanics and pathological changes in the equine  
thoracolumbar spine  
Equine vet. J., 18 (2), 107-112
- TRACY A. TURNER (2011)  
Overriding spinous processes („Kissing Spines“) in horses: diagnosis, treatment,  
and outcome in 212 cases
- UELTSCI, G. (1980)  
Die Skelettszintigraphie beim Pferd  
Habilitationsschrift, Veterinärmed. Fak. d. Interspitals Bern
- UELTSCI, G (1995)  
Radiographie und Szintigraphie der Wirbelsäule  
In: Knezevic, P.F.: Orthopädie bei Huf- und Klautentieren  
F.K. Schattauer Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart
- UELTSCI, G.(1996)  
Zur Röntgen- und nuclearmedizinischen Untersuchung des Pferderückens  
Internationaler Tierärztekongress über Rückenbeschwerden bei Sportpferden  
Bern 1996
- VAN WEEREN, P. R. (2004)  
Structure and biomechanical concept of the equine back  
Pferdeheilkunde 20, 4, 341-348

VAN WEEREN, P. R. (2006)

A high neck and head position versus the "Rollkur"- position and effects on back movements

Pferdeheilkunde 22, 698-699

VAN WEEREN, P. R. (2006)

Functional kinematics of the equine back

Pferdeheilkunde 22, 5, 602-608

VIRCHOW, H.(1916)

Der Senkrücken des Pferdes

Berliner klin. Wochenschrift, 32, 888-890

VOGT (1906)

Sattelzwang

Deutsche Tierärztliche Wochenschrift Nr. 45 (14)

WALMSLEY, J.P., PETTERSSON, H., WINBERG, F., McEVOY, F. (2002)

Impingement of the dorsal spinous processes in two hundred and fifteen horses: case selection, surgical technique and results

Equine vet. J., 34 (1), 23-28

WEAVER, M. P., L. B. JEFFCOTT, u. M. NOWAK (1999):

Radiology and Scintigraphy.

Vet. Clin. North Am. Equine Pract. 15 (1), 113-129

WENNERSTRAND, J., JOHNSTON, C., ROETHLISBERGER-HOLM, K., ERICHSEN, C., EKSELL, P., DREVEMO, S. (2004)

Kinematic evaluation of the back in the sport horses with back pain

Equine vet. J., 36 (8), 707-711

WERNER, G. (2006)

Die Auswirkung der Sattelpassform von Trainingsätteln auf die Rückengesundheit von Vollblutpferden: Ein Vergleich klinischer und röntgenologischer Untersuchungsergebnisse mit Druckmessungen unter dem Sattel

Doktorarbeit, Zürich, 1-54

WERNER, D., NYIKOS, S., KALPEN, A., GEUDER, M., HAAS, C., VONTOBEL, H.-D., AUER, J.A., v. RECHENBERGER, B. (2002)

Druckmessungen unter dem Sattel: Eine Studie mit einem elektronischen Sattel-Messsystem (Novel GmbH)

Pferdeheilkunde 18 (2), 125-140

WEINBERGER, T. (2005)

Auswertung Röntgenologischer Rückenuntersuchungen bei Vollblütern. Befunde und Bezug zur Leistungsfähigkeit anhand der Rennergebnisse

XVI. Tagung über Pferdekrankheiten, Essen 4.-5. März 2005, Tagungsband 61-64

WEISHAUPT, M. (2001)

Beurteilung von Pferden mit Rückenbeschwerden auf dem Laufband

7th Geneva Congress of Equine Medicine and Surgery, Tagungsband 36-40

WISSDORF, H.; GERHARDS, H.; HUSKAMP, B. (1998)

Praxisorientierte Anatomie des Pferdes

Verlag M. und H. Schaper, Alfeld, Hannover

ZSCHOKKE, E. (1892)

Weitere Untersuchungen über das Verhältnis der Knochenbildung zur Statik und  
Mechanik des Vertebratenskeletts

Preisschrift Zürich, Universität, Vet. Med. Fakultät

## **9.2 Danksagung**

Meinem Doktorvater, Herrn Prof. Dr. H. Gerhards danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und für die stets gern geleistete Unterstützung und Beratung bei der Bearbeitung, Auswertung und Abfassung der Arbeit.

Ein sehr großer Dank gilt insbesondere allen Mitarbeitern der Pferdeabteilung der LMU München, ohne deren Hilfe die Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Bedanken möchte ich mich auch bei den Kollegen der Kleintierradiologie für die Hilfe bei Fragen zur bildgebenden Diagnostik.

Meiner Schwester Nicole Geiger gilt ein besonderer Dank für die geduldige und fachkompetente Hilfe in Fragen der Bild- und Graphikbearbeitung.

Herzlichen Dank auch an meinen alten Schulfreund Dr. Sebastian Kaiser, der immer ein offenes Ohr für statistische Problemstellungen hatte.

Meinem Freund Dr. Ralf Linke, meinem Bruder Tobias Geiger, meiner Schwester Nicole Geiger und meinem Kollegen und besten Freund Dr. Tobias Hoffmann danke ich für die Durchsicht und Korrektur der Arbeit.

Abschließend möchte ich mich noch besonders bei meinen Eltern bedanken, die mir diesen Weg ermöglicht haben.