

# Statistische Erhebungen zur Prävalenz röntgenologisch erfassbarer Befunde an der Halswirbelsäule des Pferdes

Felix Wilsmann<sup>1</sup>, Hartmut Gerhards<sup>2</sup> und Susanne Pichon<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Tierarztpraxis Dr. Felix Wilsmann, Ingolstadt

<sup>2</sup> München

<sup>3</sup> Tierarztpraxis Dr. Susanne Pichon, Sommerhausen

**Zusammenfassung:** Bisweilen besteht große Unsicherheit darüber, ob ein erhobener röntgenologischer Befund an der Halswirbelsäule (HWS) des Pferdes tatsächlich eine pathologische Bedeutung hat oder nicht. Deshalb sollte in der vorliegenden Untersuchung die Prävalenz von Röntgenbefunden an den Gelenken der equinen HWS ermittelt werden. Außerdem sollte geklärt werden, ob Befunde bei den einzelnen Pferdegruppen mit unterschiedlicher Häufung vorkommen und ob Prädispositionsfaktoren wie Alter, Geschlecht und Gewicht mit dem Auftreten der Befunde korrelieren und welche Lokalisationen besonders häufig betroffen sind. Hierzu kamen Röntgenaufnahmen im seitlichen Strahlengang von 302 Pferden prospektiv zur Auswertung. Zuvor wurden die Befunde anhand eines erarbeiteten Bewertungsschemas dokumentiert. Anschließend erfolgte die Ermittlung der Prävalenz der Befunde für 3 unterschiedliche Gruppen. Gruppe (Gr. I) umfasste 156 Warmblüter, Gr. II 61 Kleinpferde und Gr. III 85 Pferde sonstiger Rassen. Darüber hinaus wurde Gr. I in Altersklassen unterteilt (<5 Jahre [n = 21], 5–10 Jahre [n = 62], 10–15 Jahre [n = 54] und > 15 Jahre [n = 19]), um detailliertere Prävalenzwerte zu erhalten. Der Einfluss des Alters und des Körpergewichts auf die Ausprägung einiger Befunde wurde durch einen Mittelwertvergleich für die jeweiligen Lokalisationen geprüft, abschließend wurde die Effektstärke Cohen's d ermittelt. Die Untersuchung ergab, dass die zervikale Spondylarthrose bei Pferden der Gr. I (Warmblüter) zwischen dem 5. Halswirbel (HW) und dem 1. Brustwirbel hochsignifikant häufiger ( $p < 0,001$ ) vorkam, als bei Pferden der anderen Gruppen. In diesem Bereich lag die ermittelte Prävalenz arthrotischer Veränderungen beim Warmblüter teilweise deutlich über 50% (C5/C6: 60,7%; C6/C7: 69%). Auch die Betrachtung der Gesamtpopulation ergab Prävalenzwerte für arthrotische Veränderungen von 45,3% (n = 137) zwischen C5/C6, sowie von 54,3% (n = 164) zwischen C6/C7. In der Gr. der über 15 Jahre alten Warmblutpferde konnte für das Gelenk zwischen C5/C6 sogar eine Prävalenz von 68,4% (n = 13) und für das kaudal folgende eine von 84,2% (n = 16) ermittelt werden. Im kaudalen Halsbereich wurden nicht nur deutlich häufiger Facettengelenkarthrosen als zwischen C1-C4 festgestellt, auch waren die Befunde allgemein gravierender als im kranialen HWS-Abschnitt. Der Einfluss des Alters auf die Entwicklung von Spondylarthrosen ist beim Warmblüter mit Ausnahme des Gelenks zwischen C3/C4 statistisch signifikant. Allerdings nimmt die Effektgröße Cohen's d für den Einfluss des Alters im kaudalen Halsbereich (C5-T1) deutlich ab. Dahingegen spielt in diesem Bereich ein höheres Körpergewicht für die Ausbildung einer Facettengelenkarthrose eine bedeutendere Rolle. Es scheint eine Überlagerung der Einflussfaktoren in diesem Bereich zu geben, wobei das Körpergewicht als Faktor im kaudalen HW-Bereich an Einfluss gewinnt. Ein signifikanter Zusammenhang zwischen Körpergewicht und Spondylarthrosenbildung ist in der Studienpopulation an jeder Artikulation außer zwischen C3/C4 festzustellen, beim Warmblüter nur an den 3 Gelenken zwischen C4 und C7. Zu dieser Beobachtung passt, dass knöcherne Umbauprozesse im Sinne von Arthrosen im kaudalen HWS-Abschnitt in deutlich umfangreichem Ausmaß schon beim jüngeren Warmblutpferd festzustellen sind. Eine signifikante Rolle des Geschlechts bei der Ausbildung zervikaler Spondylose konnte an den Übergängen C3/C4 und C4/C5 festgestellt werden, wo eine Überrepräsentation männlicher Tiere ermittelt wurde. Röntgendichte Verschattungen dorsal des Axis sind bei 5,6% (n = 17) der Pferde dokumentiert worden, wobei auch hier beim Warmblutpferd mit 8,3% (n = 13) häufiger Befunde festzustellen waren. Somit konnte die vorliegende Arbeit das vorhandene Datenmaterial zur Prävalenz von Röntgenbefunden an der equinen HWS z.T. bestätigen und darüber hinaus erweitern. Erstmals wurden in einer Studie Prävalenzdaten für die gesamte HWS gesammelt und der Einfluss der Rasse, des Alters und des Körpergewichts sowie die Häufigkeit unterschiedlicher Ausprägung untersucht. Von großer Bedeutung ist die hohe Prävalenz von Facettengelenkarthrosen bei Warmblütern der Altersgruppe < 5 Jahre (Durchschnittsalter 3,23 Jahre) insbesondere im kaudalen HWS-Bereich. Im kaudalen HWS-Abschnitt (C5-C7) kann eine zervikale Spondylarthrose moderater Ausprägung demnach auch beim jungen Warmblutpferd nicht als ungewöhnlicher Befund bezeichnet werden.

**Schlüsselwörter:** Pferd, Röntgen, Halswirbelsäule, zervikale Spondylarthrose, Facettengelenkarthrosen

## Statistical investigation into the prevalence of diagnosable radiologic signs in the equine cervical spine

The interpretation of radiographs remained challenging since data about the prevalence of cervical articular process joints (APJ) modelling and its clinical relevance is still incomplete. The reason for performing this study was therefore to investigate the prevalence of radiologic findings on the equine cervical spine. Furthermore the impact of age, sex and bodyweight on development of certain pathological findings was elaborated. In the current study a set of lateral cervical radiographs of 302 horses were obtained, evaluated and findings were documented. Three groups of horses were generated. Group I: Warmblood horses, group II: ponies and group III: other horses. Group I was subdivided into age classes (<5 yrs. [n = 21], 5–10 yrs. [n = 62], 10–15 yrs. [n = 54], > 15 yrs. [n = 19]) to investigate prevalence of pathological findings in different age groups of Warmblood horses. A t-test was used to evaluate impact of age and bodyweight on development of APJ arthropathy and effect size Cohen's d for this impact was presented. The investigation revealed a significantly higher ( $p < 0.001$ ) prevalence of APJ arthropathy between C5 and T1 in horses of group I compared to the other groups. Modelling at C5/C6 was found in 60.7% of Warmblood horses. At C6/C7 even 69% were affected. Taking the data of all three groups together, overall prevalence of APJ modelling was 45.3% (n = 137) at C5/C6 and 54.3% (n = 164) at C6/C7. Caudal APJs were affected more frequently and modelling was more severe in the caudal joints. Association between increasing age and modelling at the APJs is statistically significant for each APJ except C3/C4 in Warmblood horses. However age-based Cohen's d effect size values are lower for the caudal part of the cervical spine (C5-T1). The reason for this drop is the impact of body weight as a disposing factor for APJ modelling that increases from cranial to caudal. Gain in body weight correlates significantly with increased

prevalence of cervical arthropathy in joints C4-C7 in Warmblood horses. Impact of body weight is even more pronounced in other breeds and significant in each APJ except C3/C4. Interestingly severe modelling of the caudal APJs could be found in comparatively young horses, a finding that is uncommon for the cranial part of the cervical spine. Significant overrepresentation of male animals was found at C3/C4 and C4/C5. Mineralization over the dorsal aspect of the atlas was documented in 17 (5.6%) horses. Again Warmblood horses were affected more frequently (8.3%, n = 13) than horses of group II (4.7%, n = 4) and III (0%). Prevalence values provided by this study confirm available data and extend knowledge about occurrence of APJ arthropathy in the cranial part of the equine cervical spine. For the first time prevalence of radiographic findings on the entire cervical spine was investigated and association with breed, age and body weight was examined. Of particular importance is the comparatively high prevalence of modelling at the caudal APJs in Warmblood horses under 5 years of age. Moderate bone modelling at the caudal APJs (C5-C7) has not to be considered an abnormal finding even in young Warmblood horses.

**Keywords:** cervical spine, cervical spondylarthrosis, facet joint arthrosis, radiography

**Zitation:** Wilsmann F., Gerhards H., Pichon S. (2020) Statistische Erhebungen zur Prävalenz röntgenologisch erfassbarer Befunde an der Halswirbelsäule des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 36, 128–136; DOI 10.21836/PEM20200205

**Korrespondenz:** Prof. Dr. Hartmut Gerhards, Königinstraße 61, 80539 München; gerhards@lmu.de

**Eingereicht:** 2. Oktober 2019 | **Akzeptiert:** 8. Dezember 2019

## Einleitung

Die zervikale Spondylarthrose, die auch als Facettengelenkarthrose bezeichnet wird, wird häufig als Ursache für Ataxie beim Pferd angesehen (Whitwell 1980, Powers et al. 1986, Levine et al. 2008). Daneben werden auch Symptome wie Steifheit und Schmerzen im Halsbereich, vermehrte Schreckhaftigkeit und Scheuen sowie Lahmheit der Vordergliedmaßen mit zervikaler Arthropathie in Verbindung gebracht (Gerber et al. 1989, Ricardi und Dyson 1993, Martinelli et al. 2010). Die Prävalenz für diese Erkrankung nimmt bei älteren Pferden deutlich zu und wird dort als häufig auftretender Befund beschrieben (Powers et al. 1986, Down und Henson 2009). Auch scheinen laut einiger Studien männliche Tiere häufiger als Stuten betroffen zu sein (Powers et al. 1986, Gerber et al. 1989, Birmingham et al. 2010). Andere Autoren stellen hingegen keine Geschlechtsprädisposition fest (Down und Henson 2009). Einigkeit herrscht jedoch über die Tatsache, dass hauptsächlich die Artikulationen des kaudalen HWS-Abschnittes (C5-T1) von arthrotischen Veränderungen betroffen sind (Gerber et al. 1989, Fürst 2006). Diese scheinen der größten biomechanischen Belastung ausgesetzt zu sein (Zsoldos et al. 2010). Eine vermehrte mechanische Beanspruchung wird von Powers et al. (1986) als mögliche Ursache degenerativer Veränderungen an den Facettengelenken der kaudalen HWS in Betracht gezogen. Neben degenerativen Vorgängen wird von anderen Autoren auch eine genetische Prädisposition zur Ausprägung von Facettengelenkarthrosen in Betracht gezogen, da derartige Veränderungen regelmäßig schon beim sehr jungen Pferd beobachtet werden können (Gerber et al. 1989, Fürst 2006). Die Röntgenbildbeurteilung der HWS ist besonders im Bereich der Facettengelenke, wo sich eine ganze Reihe dreidimensionaler Strukturen überlagern und ineinander projizieren, besonders anspruchsvoll und von daher nicht immer einfach. Neben den besonderen anatomischen Verhältnissen kann das Auftreten einiger klinisch unbedeutender Zufallsbefunde die Röntgenbildinterpretation erschweren (Mayhew 2008). Der Grad röntgenologischer Veränderungen in der lateralen Projektion lässt außerdem nicht automatisch einen Rückschluss auf die kli-

nische Relevanz bzw. dessen Ausprägungsgrad zu und ist nicht zuverlässig möglich (Down und Henson 2009). Dennoch wird die Röntgenuntersuchung der HWS in der Pferdepraxis häufig durchgeführt. Auch besteht keine Kenntnis darüber, wie oft die einzelnen Befunde vorkommen, denn eine umfangreiche Datengrundlage für die Prävalenz von Befunden der HWS bei Pferden, die nicht aufgrund einer klinischen Indikation einer Röntgenuntersuchung unterzogen wurden, existiert bisher noch nicht in ausreichendem Umfang. Die vorliegende Arbeit soll deshalb einen Beitrag dazu leisten, diese Lücke zu schließen und auf diese Weise die „Üblichkeit“ von Röntgenbefunden im Bereich der HWS ermitteln. Ziel war es, eine Aussage über die zu erwartende Beschaffenheit der equinen HWS unter Berücksichtigung des Alters und des Pferdetyps treffen zu können.

## Material und Methoden

Die im Rahmen dieser Studie untersuchten Pferde entstammen dem Patientengut der chirurgischen Abteilung der Klinik für Pferde der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) München. Aus der Studie ausgeschlossen wurden Pferde, die das 1. Lebensjahr noch nicht vollendet hatten und Patienten, die anamnestisch wegen einer Erkrankung der HWS vorgestellt wurden. Auch Pferde, deren HWS aufgrund eines klinischen Verdachts geröntgt wurden, nahmen an der Studie nicht teil.

Die Röntgenaufnahmen wurden mit Hilfe des stationären Röntgengenerators Polydoros SX 65/80 der Firma Siemens angefertigt. Als aufzeichnende Systeme kamen Detektoren der Firma Canon (CXDI-50G und CXDI-701C Wireless) zum Einsatz. Um die Strahlenbelastung für das Hilfspersonal möglichst gering zu halten und eine optimale Lagerung des Pferdes zu erreichen, wurde das Vet System S Deckenstativsystem der Firma M. T. Medical Technology S.r.l. verwendet.

Vor der Anfertigung der Röntgenbilder erfolgte eine Sedation der Probanden mit Xylazinhydrochlorid (Xylavet® 20 mg/ml, cp-Pharma, Burgdorf) in einer Dosierung von 0,5 mg/kg KGW

kombiniert mit Levomethadon (L-Polamivet® 2,5/0,125 mg/ml, Intervet Deutschland GmbH, München) in einer Dosierung von 0,075 mg/kg KGW Levomethadonhydrochlorid und 0,00375 mg/kg KGW Fempipramidhydrochlorid. Für die Erstellung der Röntgenaufnahmen wurden die Pferde stehend von einer Hilfsperson mit einem Halfter aus Hanf fixiert. Die Pferde wurden so positioniert, dass alle 4 Gliedmaßen gleichmäßig belastet wurden und die Rückenlinie genau senkrecht zur Röntgenröhre verlief. Außerdem wurden die Untersuchungen in einer physiologischen Kopf-Hals-Haltung vorgenommen, die dann als erreicht galt, wenn sich Nüstern und Schultergelenk auf einer horizontalen Linie befanden. In der Regel wurden 4 Röntgenbilder der verschiedenen HWS-Abschnitte jedes Probanden angefertigt (Abb. 1–4). Jeweils eines mit Fokussierung des Zentralstrahles auf Atlas und Axis, die nächs-

ten beiden jeweils mit einer Zentrierung des Wirbelüberganges C3/C4 bzw. von C5 und das letzte mit einer Zentrierung auf dem Facettengelenk C6/C7.

Die Aufnahmen wurden in sinistro-dextralem Strahlengang erstellt. Bei einem Film-Fokus-Abstand von 100 cm wurden Belichtungswerte von 68–90 kV und 16–80 mAs verwendet, die sowohl der Größe des Pferdes sowie der zu durchdringenden Körperregion angepasst wurden.

Um eine möglichst standardisierte und umfassende Beurteilung der Röntgenaufnahmen zu gewährleisten, wurde im Vorfeld eine Befundungstabelle erarbeitet, die alle zu erwartenden Befunde enthielt und bei Bedarf erweitert und modifiziert werden konnte. Der Schwerpunkt bei der Datenerfassung wurde auf spondylarthrotische Prozesse und röntgendichte Verschattungen dorsal des Atlas gelegt. Als Hinweis für Facettengelenkarthrosen wurden Veränderungen wie Vergrößerung der Facettengelenke, dorsale und komplette Verschattung des Foramen intervertebrale, unruhige Kontur der beurteilbaren Gelenkanteile, unregelmäßiger oder wolkiger Gelenkspalt, Sklerose und Aufhellungen gewertet.

Wenn Anzeichen für eine arthrotische Veränderung des Gelenks vorhanden waren, wurde anschließend eine Einstufung gemäß Tabelle (Tab.) 1 in unterschiedliche Arthrosegrade vorgenommen.

Die Untersuchungen wurden unter Beachtung der gesetzlichen Bestimmungen der Röntgenverordnung (RöV) in ihrer aktuellen Fassung durchgeführt.

Aufgrund der inhomogenen Zusammensetzung des Probandenguts fand eine Einteilung der Pferde in Gruppen ähnlicher Pferdetypen statt. Die Aufschlüsselung in einzelne Pferderassen (außer Warmblüter) erschien aufgrund der teilweise kleinen Anzahl allerdings zuweilen nicht sinnvoll. Es wurde deshalb die in Tabelle 2 dargestellte Einteilung vorgenommen.

Da das Warmblutpferd den größten Anteil der Probanden stellte und ferner aufgrund seiner häufigen Nutzung als Sportpferd regelmäßig Röntgenuntersuchungen an der HWS unterzogen wird, fand bei dieser Rasse zusätzlich eine Unterteilung in Altersklassen und zwar in < 5 Jahre, 5–10 Jahre, 10–15 Jahre und > 15 Jahre statt.



**Abb. 1** Röntgenausschnitt von Atlas und Axis | Radiographic section of atlas and axis



**Abb. 2** Röntgenausschnitt von C3/C4 | Radiographic section of C3/C4



**Abb. 3** Röntgenausschnitt von C4/C5 | Radiographic section of C4/C5



**Abb. 4** Röntgenausschnitt der Facettengelenke C6/C7 | Radiographic section of facet joints C6/C7

Die Signalementdaten und die erhobenen Befunde wurden kodiert und einer statistischen Analyse mit Hilfe des Programmes IBM® SPSS® unterzogen. Um einen Überblick über die Verteilung der relevanten Befunde zu gewinnen, wurde eine deskriptive Analyse des gesammelten Datenmaterials durchgeführt. Die Prüfung der statistischen Signifikanz wurde mittels  $\chi^2$ -Test (Chi-Quadrat-Test) durchgeführt, wobei Werte von  $p > 0,05$  als nichtsignifikant,  $p < 0,05$  als signifikant und  $p < 0,01$  als hochsignifikant betrachtet wurden. Ein zweiseitiger t-Test für unabhängige Stichproben wurde herangezogen, um den Einfluss des Körpergewichts auf die Ausbildung von Facettengelenkarthrosen zu ermitteln. Beim Warmblutpferd wurde außerdem ein Mittelwertvergleich (t-Test) des Alters der Pferde mit und ohne arthrotische Veränderungen durchgeführt. Anschließend wurde das Effektmaß Cohen's d für die Mittelwertvergleiche von Körpergewicht und Alter ermittelt, um eine Vergleichbarkeit mit anderen Studien herzustellen und die praktische Relevanz beurteilen zu können.

### Ergebnisse

Von den 302 Probanden waren 156 Warmblüter, 25 Islandpferde, 18 Haflinger, 19 Quarter Horses, 18 Ponys, 15 Arabische Vollblüter, 9 Appaloosa, 8 Kaltblüter, 7 Traber, 6 Pura Raza Española Pferde und 21 Pferde sonstiger Rassen vertreten. Diese wurden in 3 Gruppen wie folgt aufgeteilt: Gr. I (Warmblüter):  $n = 156$ , Gr. II (Kleinpferde):  $n = 61$ , Gr. III (Sonstige):  $n = 85$ . Die Pferde waren durchschnittlich 10,2 Jahre alt ( $s = 5,47$  Jahre), die durchschnittliche

Körpermasse betrug 497,6 kg ( $s = 96,47$  kg). Es waren 129 (42,7%) Stuten, 145 (48%) Wallache und 28 (9,3%) Hengste vertreten.

Die kaudalen Facettengelenke (C5-C7) waren häufiger als die kopfnahen Gelenke (C1-C4) von Arthrosen betroffen. So war die Artikulation zwischen C5/C6 bei 45,3% ( $n = 137$ ) und diejenige zwischen C6/C7 bei 54,3% ( $n = 164$ ) aller untersuchten Pferde arthrotisch verändert, während die weiter kranial gelegenen Gelenke bei deutlich unter 20% der Pferde Veränderungen aufwiesen. Die Warmblüter hatten gegenüber den anderen beiden Pferdeguppen an 5 der 6 betrachteten Lokalisationen häufiger arthrotische Umbauprozesse. Somit bildeten sie insgesamt die Gr. mit der höchsten Prävalenz für Facettengelenkarthrosen (s. Abb. 5).

Die Zugehörigkeit zu einer bestimmten Pferderasse hatte im untersuchten Probandengut einen z.T. signifikanten Einfluss auf die Häufigkeit des Vorkommens von zervikaler Spondylarthrose: Kaudal des 5. HWs waren Pferde der Gr. I hochsignifikant ( $p$ -Wert  $> 0,001$ ) häufiger betroffen als Pferde anderer Gruppen.

Auch bestand eine Korrelation zwischen zunehmendem Gewicht und höherer Prävalenz von arthrotisch veränderten Facettengelenken. Da das Probandengut eine große Anzahl Warmblutpferde beinhaltete, die im Durchschnitt deutlich schwerer als die übrigen Pferde waren, wurde für diese Rasse ein gesonderter t-Test zur Untersuchung des Einflusses des Gewichts durchgeführt, um eine Scheinkorrelation zu prüfen. Tatsächlich zeigte sich jedoch, dass auch beim Warmblüter an mehreren Lokalisationen ein Zusammenhang zwischen einer Körpergewichtszunahme und erhöhter Prävalenz von Facettengelenkarthrosen besteht (mit Ausnahme der Gelenke zwischen C2/C3, C3/C4 sowie zwischen C7/T1). Bei der Betrachtung des gesamten Probandenguts hingegen konnte an allen Lokalisationen außer an C3/C4 ein gesicherter Zusammenhang erkannt werden.

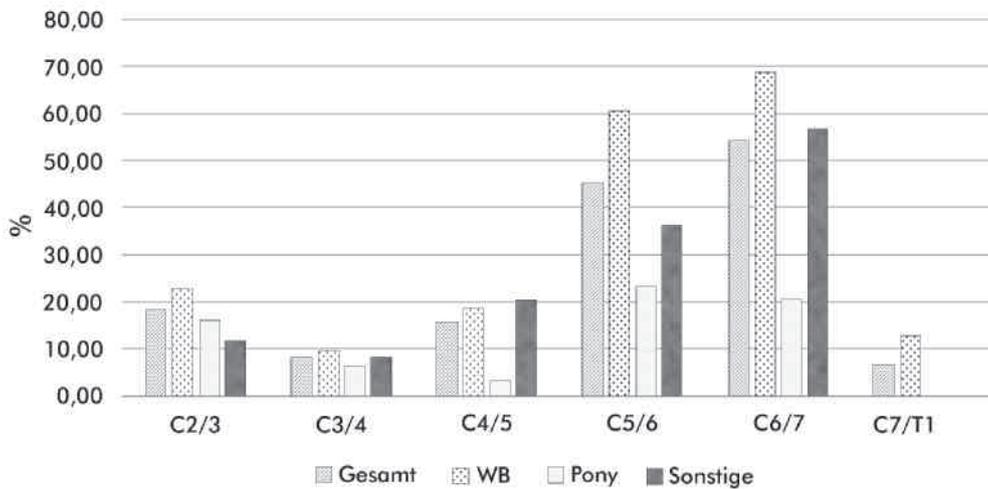
Facettengelenkarthrosen waren beim älteren Pferd häufiger als beim jüngeren. Um den Einfluss des Alters besser darstellen zu können, wurden die Warmblutpferde in 4 Altersklassen ( $< 5$  Jahre, 5–10 Jahre, 10–15 Jahre,  $> 15$  Jahre) unterteilt und die Prävalenz der Befunde in diesen Gruppen ermittelt. In Abb. 6 sind die Ergebnisse zusammenfassend dargestellt. Mit Ausnahme des Gelenks zwischen C3/C4 konnte ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen fortschreitendem Alter und Auftreten von Facettengelenkarthrosen gesehen werden.

**Tab. 1** Einstufungen der Facettengelenkarthrosen nach Engel (2010) | *Grading of facet joint arthritis according to Engel (2010)*

Arthrosegrad / Degree of arthritis	Einstufung / Grading	Ausprägung / Markedness
0	ohne Anzeichen für Facettengelenkarthrose „normal“	keine Befunde <i>without any abnormal findings</i>
1	geringgradige Anzeichen für Facettengelenkarthrose <i>mild signs of facet joint arthritis</i>	Auftreten eines Befundes in geringer Ausprägung <i>mild</i>
2	mittelgradige Anzeichen für Facettengelenkarthrose <i>moderate signs of facet joint arthritis</i>	mehrerer Befunde in geringer Ausprägung oder eines Befundes in deutlicher Ausprägung <i>several mild findings or one moderate finding</i>
3	hochgradige Anzeichen für Facettengelenkarthrose <i>severe signs of facet joint arthritis</i>	mehrere Befunde in deutlicher Ausprägung <i>several moderate findings</i>
4	höchstgradige Anzeichen für Facettengelenkarthrose <i>very severe signs of facet joint arthritis</i>	mehrerer deutliche Befunde <i>multiple severe signs</i>

**Tab. 2** Einteilung der Probanden in Rassegruppen | *Classification of probands in breed groups*

Gruppennummer	Gruppe	Rassen / breeds
I	Warmblüter <i>Warmbloods</i>	Warmblutpferde
II	Kleinpferde <i>Ponies</i>	Islandpferde, Haflinger, Deutsches Reitpony, Welsh Pony, Shetlandpony
III	sonstige Pferde <i>other horses</i>	Quarter Horse, Arabisches Vollblut, Appaloosa, Tinker, Traber, Pura Raza Española, Kaltblüter, exotische Pferderassen



**Abb. 5** Verteilung der Facettengelenkarthrosen bei den unterschiedlichen Pferdegruppen in % an unterschiedlichen Lokalisationen | Distribution of facet joint arthritis in different horse groups in percent in different locations

Ferner wiesen die Gelenke des kaudalen HWS-Abschnitts (C5-C7) früher Umbauprozesse auf als die weiter kranial gelegenen (C2-C4).

Statistisch signifikante Unterschiede bei der Geschlechterverteilung konnten nur bei den beiden Gelenken zwischen C3 bis C5 beobachtet werden. An diesen Lokalisationen waren männliche Tiere häufiger betroffen als Stuten.

Darüber hinaus sollte das Auftreten von Facettengelenkarthrosen an den unterschiedlichen Wirbelkörpern genauer untersucht werden. Während arthrotische Veränderungen dieser Gelenke bei 23% (n = 36) der untersuchten Warmblüter auftraten, konnten diese nur bei 16,1% (n = 10) der Kleinpferde sowie bei 11,9% (n = 10) der sonstigen Pferde beobachtet werden. Diese Verteilung ist allerdings nicht statistisch signifikant. Höhere Arthrosegrade waren prinzipiell nur beim Warmblüter festzustellen.

Die Facettengelenke zwischen dem 3. und 4. HW sind vergleichsweise selten von arthrotischen Veränderungen betroffen. Insgesamt wiesen 8,6% (n = 26) aller Probanden derartige Veränderungen auf, wobei die Verteilung über die

jeweiligen Pferdegruppen nicht signifikant differierte. Die Artikulation zwischen dem 4. und 5. HW war bei 15,9% (n = 48) aller Pferde arthrotisch verändert. Auffällig ist, dass dieses Gelenk das einzige ist, das häufiger bei Pferden der Gr. III verändert war als bei Gr. I.

Bei 45,3% (n = 137) der untersuchten Pferde zeigten sich Facettengelenkarthrosen zwischen dem 5. und 6. HW. Unter den Warmblutpferden waren bei 60,7% (n = 94) der Probanden knöcherne Umbauprozesse festzustellen und damit Arthrosen hochsignifikant häufiger als bei Pferden der Gr. II und III (p-Wert < 0,001). Beim Kleinpferd kamen in diesem Bereich am häufigsten Arthrosen vor. Beim Warmblutpferd war die mittelgradige Ausprägung der Facettengelenkarthrose kaudal häufiger zu beobachten als die geringgradige (s. Abb. 7 und 8).



**Abb. 6** Geringgradige Umbauprozesse im Sinne von Facettengelenkarthrosen an den Gelenken C5/C6 und C6/C7 bei einem 15-jährigen Arabischen Vollblutwallach, (Pferd 146) | Mild remodeling in terms of facet joint arthritis in the joints C5/C6 and C6/C7 in a 15-year-old Arabian gelding (horse 146)



**Abb. 7** Hochgradige Arthrosen der Facettengelenke zwischen C5 und C6, sowie zwischen C6 und C7 eines 22-jährigen Warmbluthengstes (Pferd 89). Trotz annähernd orthograde Lagerung sind die Gelenkfortsätze asymmetrisch proliferiert. Im Bereich des Gelenkspalts erscheint die Knochensubstanz wolkelig aufgehellt. Auffällig ist außerdem die massive Proliferation der dorsalen Gelenkkontur, einhergehend mit mehreren zackigen Exostosen | Severe signs of arthritis of the facet joints between C5 and C6 and between C6 and C7 in a 22-year-old warmblood stallion (horse 89). Even though the x-ray beam was nearly orthograde all joint processes are proliferated asymmetrically. In the area of the joint space the bone substance appears cloudily radiolucent. Notice the massive proliferation of the dorsal joint contour accompanied by exostosis

Häufiger als das Gelenk zwischen C5/C6 war nur das Gelenk C6/C7 von Facettengelenkarthrosen betroffen (beispielhaft Abb. 5). Periartikuläre Umbauprozesse konnten an diesem Gelenk bei 54,3% (n = 164) der Studienpferde festgestellt werden. Sowohl für den Wirbelübergang C5/C6, als auch für den zwischen C6/C7 konnte ein hochsignifikanter Einfluss der Rassegruppenzugehörigkeit ausgemacht werden (p-Wert < 0,001).

Arthrotische Veränderungen des Gelenks, das den Übergang zwischen Hals- und Brustwirbelsäule darstellt, wurden vergleichsweise selten beobachtet.

Abschließend wurde die Region dorsal des Atlas untersucht. Hier konnten bei insgesamt 5,6% (n = 17) der Pferde auffällige Befunde erhoben werden. Bei den Veränderungen handelte es sich im Allgemeinen um Verschattungen, deren Größe und Form eine beträchtliche Variationsbreite aufwiesen. Entsprechende Befunde wurden bei 8,3% (n = 13) der Gr. I festgestellt und damit häufiger als bei der Gesamtpopulation (5,6%). Bei Gr. II konnte dieser Befund hingegen überhaupt nicht beobachtet werden. Darüber hinaus spielt auch bei dieser Veränderung das Alter eine signifikante Rolle (p-Wert = 0,03). Warmblutpferde, die diesen Befund aufwiesen, waren durchschnittlich 12,08 Jahre (s = 3,752) alt, während Pferde ohne Verkalkungsherde dorsal des Atlas im Durchschnitt 9,29 Jahre (s = 4,452) alt waren. Ein signifikanter Einfluss des Gewichts konnte hier nicht nachgewiesen werden.

## Diskussion

Zur Anfertigung dieser Arbeit wurden Röntgenaufnahmen der HWS von 302 Pferden ausgewertet. Dabei wurden Patienten, die wegen Beschwerden in diesem Bereich oder mit neurologischen Defiziten vorgestellt wurden, aus der Studie ausgeschlossen. Zuvor wurde das Gangbild der Pferde kurz beurteilt, eine neurologische oder gar orthopädische Untersuchung der Pferde erfolgte nicht. Zwar konnte *Lautenschläger* (2007) in einer Studie mit ausschließlich als Reitpferd genutz-



**Abb. 8** Höchstgradige arthrotische Umbauprozesse zwischen C6/C7 bei einem 5-jährigen Warmblutwallach (Pferd 104). Das Gelenk C5/C6 ist ohne besonderen Befund | *Severe arthritic remodeling processes between C6/C7 in a 5 years old Warmblood gelding (horse 104). The joint C5/C6 appears normal.*

ten Warmblütern zeigen, dass die Röntgenbefunde von Pferden mit Rittigkeitsproblemen durchaus signifikant von denen abweichen, die keine Rittigkeitsprobleme aufweisen, allerdings wird eingeräumt, dass auch muskulöse Ursachen für eine schlechtere Rittigkeit bzw. herabgesetzte Halsbeweglichkeit in Betracht kämen. Abgesehen davon wurden Pferde mit mutmaßlichen Rittigkeitsproblemen bewusst in die Bewertung einbezogen, um einen möglichst repräsentativen Querschnitt der Pferdepopulation zu erhalten, gerade weil sich die untersuchten Pferde nur auf das Patientengut der Klinik für Pferde der LMU beziehen. Diese repräsentieren in ihrer Zusammensetzung bezüglich Alter, Rasse, Nutzungsart und sonstiger exogener wie auch endogener Faktoren möglicherweise nicht die reale deutsche Pferdepopulation.

Interessanterweise konnten nicht alle Pferde des Probandenguts problemlos geröntgt werden. Manche Pferde reagierten mit Exzitationen auf die Sedierung, andere (besonders Friesenpferde) war die strenge Einhaltung der Kopf-Hals-Haltung nur annähernd möglich. Je nach Rasse und Konstitution der Pferde war der Übergang C7/T1 ebenfalls nicht immer in ausreichender Qualität darstellbar. Bei aller Sorgfalt bei Anfertigung und Befundung lateraler Röntgenaufnahmen der HWS muss aus den genannten Gründen immer auf eine limitierte Darstellbarkeit, insbesondere der kritischen anatomischen Strukturen im Bereich des Wirbelkanals hingewiesen werden. Im Rahmen dieser Studie wurde im Hinblick auf die Feststellungen *Berners* (2013), nach denen die Kopf-Hals-Haltung während der radiologischen Untersuchung u.a. die Dimension der Foramina intervertebralia beeinflusst, sorgfältig auf eine physiologische Kopf-Halshaltung der Pferde während der Aufnahmen geachtet. *Beccati et al.* (2018) konnten inzwischen ebenfalls nachweisen, dass zumindest einige Messungen an Röntgenaufnahmen normaler Halswirbelsäulen durch die Halshaltung beeinflusst werden. Da aber mehrere Messungen nicht oder nur unwesentlich durch die Halshaltung beeinflusst wurden, hat man beim Röntgen der Halswirbelsäule doch einen Spielraum, in dem die Halshaltung Messungen nur unwesentlich beeinflusst.

Veränderungen des Gelenkfortsatzes sind häufig schwierig festzustellen – besonders dann, wenn raumfordernde Prozesse in Richtung des Wirbelkanals vorliegen (*Withers et al.* 2009, *Butler et al.* 2011). Nichtsdestotrotz haben sich in den vergangenen Jahren zahlreiche Autoren mit der Objektivierung der Interpretation von Nativaufnahmen der equinen HWS befasst. In dieser Arbeit wurde sich für die Befundung von Veränderungen der Facettengelenke am Einteilungsschema nach *Engel* (2010) orientiert (s. Tab. 1). Bezugnehmend auf die einzelnen Veränderungen traten in dieser Studie Verschattungen dorsal des 1. HWs mit einer Prävalenz von 8,3% am häufigsten beim Warmblutpferd auf. Dies entspricht Beobachtungen von *Engel* (2010), der einen Wert von 9% ermittelte. Über den Grund, warum Warmblutpferde deutlich häufiger Befunde dieser Art aufweisen, kann nur spekuliert werden. In der Literatur werden als Ursache z.B. repetitive Traumata der Genickregion genannt (*Dietz* 2006). Möglicherweise neigen Warmblutpferde aufgrund ihrer Körpergröße eher dazu Traumata im Genickbereich (z.B. durch Anschlag an Türrahmen) zu erleiden. Darüber hinaus wäre eine höhere Prävalenz aufgrund einer u.U. intensiveren reiterlichen Nutzung denkbar. Eine Studie von *Elgersma et al.* (2010) legt nahe, dass die Belastung des

Nackenstranges bei unterschiedlichen Kopf-Hals-Haltungen jeweils im kranialen Halsbereich (zwischen Okziput und C2) am größten ist. Von der stärksten Belastung ist bei einer Hyperflexion auszugehen. Diese biomechanischen Überlegungen lassen eine Kausalität zwischen ausgiebiger reiterlicher Nutzung und erhöhter mechanischer Beanspruchung der Nackenregion plausibel erscheinen. Zur vollständigen Klärung der Ätiopathogenese sind jedoch weitere Studien erforderlich. Die in dieser Studie erhobene Verteilung von Facettengelenkarthrosen über die HWS-Abschnitte steht im Einklang mit den Angaben in der Literatur (Whitwell und Dyson 1987, Gerber et al. 1989, Fürst 2006, Down und Henson 2009). Der Grund für das deutlich häufigere Auftreten von Veränderungen an den kaudalen Gelenken wird in der biomechanischen Beanspruchung dieser Artikulationen vermutet. Daten, die eine höhere mechanische Belastung des kaudalen HWS-Segmentes darlegen, sind bislang nicht verfügbar. Allerdings haben Zsoldos et al. (2010) bei der Untersuchung der biomechanischen Eigenschaften des Pferdehalses im Schritt festgestellt, dass in dem Facettengelenk zwischen C5/C6 in allen Bewegungsrichtungen die geringste Mobilität herrscht und somit eine große Last auf eine kleine Knorpeloberfläche wirkt. Dabei scheint der Bewegungsradius allein jedoch nicht ausschlaggebend zu sein: Das Gelenk zwischen C6/C7 weist deutlich größere Beweglichkeit auf (Zsoldos et al. 2010) und ist aber häufiger arthrotisch verändert. Eventuell spielt das nach kaudal summierende Gewicht des Halses, welches auf die Gelenke einwirkt, eine größere Rolle für die Erkrankung – insbesondere, wenn man bedenkt, dass es sich hierbei um den Übergangsbereich der flexiblen HWS handelt, die als mächtiger Hebel nach kranial in die starre Brustwirbelsäule hervorragt. Eventuell ist auch die Beteiligung des Osteochondrosekomplexes an der Entstehung degenerativer Gelenkveränderungen im kaudalen Halsbereich beteiligt (Stewart et al. 1991, Fürst 2006). Für deren Ausprägung werden als prädisponierende Faktoren Körpergröße, Körpergewicht und rasches Körperwachstum diskutiert (Douglas 2010), so dass das Körpergewicht hier indirekt als Einflussfaktor mitbeteiligt sein könnte.

Ein weiterer Unterschied zwischen dem kranialen und kaudalen HWS-Anteil ist die Häufigkeit bestimmter Ausprägungsgrade der Spondylarthrosen. Während im kopfwärts gelegenen Abschnitt geringgradige Befunde deutlich überwiegen, sind gravierendere Befunde kaudal des 5. HWs weitaus häufiger. Mitverantwortlich könnte u.U. der deutlich frühere Erkrankungszeitpunkt in diesem Bereich sein: Betroffene Pferde befinden sich zu einem früheren Zeitpunkt in einem schwereren Arthrostadium und erreichen insgesamt einen schwereren Ausprägungsgrad. Hinzu kommt die erhöhte biomechanische Beanspruchung in diesem Abschnitt, die ein rascheres Fortschreiten der Umbauprozesse bedingen könnte.

Allgemein anerkannt gilt die Tatsache, dass die Häufigkeit degenerativer Gelenkerkrankungen mit dem Alter ansteigt (Powers et al. 1986, Down und Henson 2009). So war zu erwarten, dass das Alter bei der Betrachtung der einzelnen Gelenke eine wichtige Rolle spielt. Interessanterweise ist der Zusammenhang zwischen Alter und Prävalenz von Facettengelenkarthrosen in den kranialen Gelenken deutlicher ausgeprägt als in den kaudalen. Eine Tatsache, die die Vermutung unterstützt, dass an der Pathogenese der arthrotischen Ver-

änderungen der kaudalen Gelenke (C5-T1) andere Faktoren stärker beteiligt sind. An dieser Stelle wäre in erster Linie das Körpergewicht als Faktor zu nennen, der den Einfluss des Alters im kaudalen HWS-Abschnitt zurückdrängt. Der Einfluss des Alters auf die Ausbildung von arthrotischen Umbauprozessen innerhalb einer Pferderasse konnte am Beispiel des Warmblutpferdes verdeutlicht werden. Die geringere Altersabhängigkeit von arthrotischen Umbauprozessen im kaudalen HWS-Segment hat also zur Folge, dass das Durchschnittsalter von in diesem Bereich betroffenen Pferden vergleichsweise niedrig ist. Dieses verhältnismäßig frühe Auftreten von gravierenden Knochenveränderungen in der kaudalen HWS könnte u.a. durch die von Zsoldos et al. (2010) vermutete starke mechanische Belastung des immaturren Knochens in diesem Bereich zurückzuführen sein. Im Wachstum befindliche Knochen haben eine größere Neigung dazu durch Umformungsprozesse auf mechanische Reize zu reagieren als mature (Carter 1984). Eine These, die insbesondere dann plausibel erscheint, wenn man in Betracht zieht, dass das Wachstum der HWS mit frühestens 5 Jahren als abgeschlossen zu betrachten ist (Hertsch und El Salam Ragab 1976). Als Ursache für spondylarthrotische Prozesse der kaudalen HWS-Gelenke werden auch genetische Faktoren angedacht (Fürst 2006), insbesondere, weil der Krankheitsbeginn vielfach vor Beginn der Nutzung des Pferdes vermutet wird (Gerber et al. 1989). Auch dies könnte die verhältnismäßig frühe Ausbildung von arthrotischen Veränderungen in diesem HWS-Segment erklären. Umfangreiche Untersuchungen zum Einfluss erblicher Faktoren auf die Entwicklung von Facettengelenkarthrosen sind bisher jedoch nicht verfügbar.

Die Gruppierung der Pferderassen in 3 Untergruppen erschien sinnvoll, um eine Bündelung ähnlicher Pferdetypen zu größeren Einheiten zu erreichen, da verschiedene Einzelrassen nur in geringer Zahl vertreten waren. Bei der Betrachtung der Prävalenz von Spondylarthrosen innerhalb der Rassegruppen wird eine deutliche Überrepräsentation der Warmblüter an allen Lokalisationen, (abgesehen vom Gelenk C4/C5) auffällig. Statistische Signifikanz für die Rasseverteilung wurde bei den Artikulationen zwischen C5 und T1 erreicht. In anderen Studien wurde der Warmblüter ebenfalls als am häufigsten betroffene Rasse angegeben (Gerber et al. 1989). Betrachtet man die Prävalenz von Facettengelenkarthrosen auf der Ebene der Einzelrassen, fällt auf, dass sich auch bei anderen Rassen höhere Prävalenzen ergaben als beim Warmblüter. Bei genauerer Untersuchung konnte jedoch meistens festgestellt werden, dass sich diese Tatsache relativiert, sobald man den Altersdurchschnitt der Pferde mit in Betracht zieht. Beispielsweise wurde für den Traber an 5 Gelenken ein höherer Wert als beim Warmblüter angegeben. Der Altersdurchschnitt der untersuchten Traber liegt mit 16,29 Jahren allerdings deutlich über demjenigen der Warmblüter mit 9,49 Jahren. Vergleicht man die Ergebnisse der Traber mit denen der Warmblüter in der Altersgruppe der 10- bis 15-Jährigen (Durchschnittsalter 12,83 Jahre) stellt man fest, dass Warmblüter an 4 der 5 betroffenen Lokalisationen eine höhere Prävalenz aufweisen. Die Aussagekraft bleibt allerdings aufgrund der kleinen Studienpopulation von 7 Trabern begrenzt. Gleiches gilt für die mit 8 Pferden vertretene Rasse der Kaltblutpferde. Allerdings konnte hier an 3 Lokalisationen (C3/C4, C4/C5, C6/C7) eine höhere Prävalenz als beim Warmblüter festgestellt werden. Eine mögliche Erklärung dafür wäre das höhere Durchschnittsgewicht dieser Rasse,

welches, wie bereits oben erwähnt, für die Entwicklung einer Spondylarthrose an den besagten Gelenken eine Rolle spielt. Ein Grund für die Überrepräsentation des Warmblutpferdes ist mit Sicherheit das überdurchschnittliche Körpergewicht dieser Pferderasse im Vergleich zu den anderen Pferderassen. Des Weiteren könnte eine vermutete intensivere reiterliche Nutzung von Warmblutpferden zu einer stärkeren Beanspruchung der HWS führen. Ein Autor hält auch genetische Faktoren für die Disposition zur Ausbildung von Facettengelenkarthrosen für möglich (Fürst 2006). Belastbares Datenmaterial ist zu dieser Vermutung allerdings noch nicht vorhanden.

Die Erhebung der klinischen Relevanz von Facettengelenkarthrosen gilt als äußerst schwierig. Sind bei einem Patienten ausgeprägte neurologische Symptome und arthrotische Veränderungen an den Facettengelenken zu beobachten, die mit den neurologischen Defiziten in Einklang zu bringen sind, ist die Relevanz vollumfänglich gegeben. Allerdings darf in einem anderen Fall hieraus nicht zwangsläufig geschlossen werden, dass derartige röntgenologische Veränderungen gleichwohl zu ähnlichen neurologischen Befunden führen. Anhand der vorliegenden Studie kann abschließend über die klinische Relevanz von Spondylarthrosen keine definitive Aussage getroffen werden. Um dieser Fragestellung nachzugehen, wäre die Erhebung von erheblich mehr Datenmaterial über den Verwendungszweck, reiterliche Probleme und auch eine eingehende Untersuchung der Probanden hinsichtlich neurologischer und vor allem orthopädischer Symptome nötig. Dies ist erstmals mit der Untersuchung von Lautenschläger et al. (2009) geschehen, in deren Arbeit gezeigt werden konnte, dass Röntgenbefunde von Pferden mit reiterlichen Problemen signifikant von denen ohne Probleme abweichen. Pferde mit Facettengelenkosteoarthrosen können einen stolpernden Gang aufweisen ohne myelographisch eine Beeinträchtigung des Rückenmarks im HW-Kanal aufzuweisen – nämlich dann, wenn es sich um eine laterale Kompression handelt. Bei einem nicht unerheblichen Prozentsatz dieser Pferde kann durch eine Kortikosteroidinjektion in den betroffenen Facettengelenkbereich eine z.T. deutliche Besserung erreicht werden. Schmerzen aus dem Bereich der HWS werden häufig für einen gestörten Bewegungsablauf mit steifem Gang und Stolpern bei Pferden verantwortlich gemacht, zumal nach lokalen Glukokortikoidinjektionen Besserung solcher Bewegungsstörungen zu erreichen ist (Divers 2016). Eine Osteoarthritis im Bereich C6/C7 kann Druck auf den 7. Halsnerv ausüben, was zur Beeinträchtigung der Empfindung von Schulter und Vordergliedmaße und somit zu Gangstörungen führen kann. Das wurde erst kürzlich durch Anästhesie der Nervenwurzeln näher untersucht und experimentell bestätigt (Touzot-Jourde 2019).

Auch Arbeiten, die sich dem Vergleich von Röntgenbefunden mit schnittbildgebenden Verfahren widmen, könnten das Verständnis röntgenologischer Befunde erweitern. Die bisherigen Erkenntnisse zeigen jedoch, dass die klinische Bedeutung von arthrotischen Veränderungen der Facettengelenke nicht allein anhand von Röntgenaufnahmen zu bestimmen ist. Spondylarthrosen im Bereich der HWS werden auf Röntgenaufnahmen häufig beobachtet, die Differenzierung von Pferden mit Halsmarkkompression ist jedoch nicht sicher möglich (Papageorges 1987). Zur Klärung der klinischen Relevanz eines Röntgenbefundes im individuellen Fall sind weitere diagnostische Maßnahmen, wie eine eingehende neurologische, orthopädi-

sche und myelografische Untersuchung sowie die Szintigrafie indiziert (Birmingham et al. 2010, Martinelli et al. 2010). Ein Bericht aus der Praxis zeigt, dass bereits ein großer Anteil der Pferde mit einem Verdacht auf eine zervikale Spondylarthrose einer Szintigrafie unterzogen werden (Martinelli et al. 2010). Spondylarthrotische Prozesse von gering- und mittelgradiger Ausprägung haben im kaudalen HWS-Abschnitt eine äußerst hohe Prävalenz (>50%). Vor diesem Hintergrund sollten entsprechende Befunde mit Vorsicht in Hinblick auf ihre klinische Relevanz interpretiert werden. Zweifellos können durch derartige Veränderungen gravierende neurologische und orthopädische Beschwerden bedingt sein, eine Bestätigung durch weitere diagnostische Maßnahmen ist jedoch in jedem Fall indiziert. Angesprochene Knochenveränderungen an der HWS werden von Lautenschläger (2007) als „Abweichung vom Idealbild“ bezeichnet. Eine Beschreibung, die in der Literatur in ähnlicher Weise wiederholt zu finden ist (Down und Henson 2009). Mit Blick auf die Auftrittshäufigkeit sind moderate Knochenumbauprozesse im kaudalen HWS-Segment (C5-C7) auch beim jüngeren Warmblutpferd als durchaus normale oder übliche Befunde zu werten. Relevant bei der Beurteilung, ob ein Befund „Üblichkeit“ besitzt, ist also die Kenntnis darüber, an welcher Lokalisation, in welcher Ausprägung dieser auftritt und um was für einen Patienten es sich handelt. So kann es sich bei verhältnismäßig moderaten Umbauprozessen im mittleren HWS-Segment bei einem älteren Patienten durchaus um einen unüblicheren Befund handeln als bei einer mittelgradigen Arthrose zwischen C6/C7 beim jüngeren Warmblüter.

## Schlussfolgerungen

Die vorliegende Arbeit konnte die Angaben zur Prävalenz von Röntgenbefunden an der equinen HWS teilweise bestätigen und erweitern: Erstmals wurden in einer Studie Prävalenzdaten für die gesamte HWS gesammelt und der Einfluss von Rasse, Alter und Körpergewicht sowie die Häufigkeit unterschiedlicher Ausprägung untersucht. Dabei spielt das Alter des Pferdes in der Ausbildung von Spondylarthrosen an der HWS eine große Rolle: Von großer Bedeutung ist die hohe Prävalenz von Facettengelenkarthrosen bei Warmblütern der Altersgruppe < 5 Jahre insbesondere im kaudalen HWS-Bereich. Im Abschnitt C5-C7 kann eine zervikale Spondylarthrose moderater Ausprägung demnach auch beim jungen Warmblutpferd nicht als ungewöhnlicher Befund bezeichnet werden.

## Danksagung

Dieser Artikel ist die Zusammenfassung der Dissertation „Statistische Erhebungen zur Prävalenz röntgenologisch erfassbarer Befunde an der Halswirbelsäule des Pferdes“ aus der Klinik für Pferde der LMU München von Felix Wilsmann (2016) und beinhaltet wenige aktuelle Ergänzungen.

## Literatur

- Beccati F., Santinelli I., Nannarone S., Pepe M. (2018) Influence of neck position on commonly performed radiographic measurements of the cervical vertebral region in horses. *Am. J. Vet. Res.* 2018 79 (10), 1044–1049; DOI 10.2460/ajvr.79.10.1044

- Berner D. (2013) Der Einfluss der Kopf-Hals-Haltung auf die röntgenologische Darstellung der Hals- und Brustwirbelsäule des Pferdes. Diss. Med. Vet. Leipzig
- Birmingham S. S. W., Reed S. M., Mattoon J. S., Saville W. J. (2010) Qualitative assessment of corticosteroid cervical articular facet injection in symptomatic horses. *Equine Vet. Educ.* 22, 77–82; DOI 10.2746/095777309X477852
- Butler J., Colles C., Dyson S., Kold S., Poulos P. (2011) The Spine. In: *Clinical Radiology of the Horse*. Wiley London 403–456
- Carter D. R. (1984) Mechanical loading histories and cortical bone remodeling. *Calcif Tissue Int.* 36, Suppl. 1, 19–524
- Dietz O. (2006) Krankheiten des Genicks und des Widerrists. In: *Handbuch Pferdepraxis*. Dietz O., Huskamp B. (Hrsg.) 244–249 Enke Verlag, Stuttgart
- Divers T. J. (2016) Cervical Compressive Myelopathy. Annual Convention Proceedings, Niagara Falls, Canadian Veterinary Association, 143–144
- Douglas J. (2010) Pathogenesis of Osteochondrosis. In: *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*, 2<sup>nd</sup> edn. Ross M. W., Dyson S. J. (eds.) 617–625
- Down S. S., Henson F. M. (2009) Radiographic retrospective study of the caudal cervical articular process joints in the horse. *Equine Vet. J.* 41, 518–524; DOI 10.2746/042516409x391015
- Elgersma A. E., Wijnberg I. D., Sleutjens J., van der Kolk J. H., van Weeren P. R., Back W. (2010) A pilot study on objective quantification and anatomical modeling of in vivo head and neck positions commonly applied in training and competition of sport horses. *Equine Vet. J. Suppl.* 436–443; DOI 10.1111/j.2042-3306.2010.00228.x
- Engel M. (2010) Untersuchung zum Zusammenhang zwischen röntgenologischen und knochenpräparatorischen Befunden an der kranialen Halswirbelsäule bei Pferden. Diss. Med. Vet. München
- Fürst A. (2006) Halswirbelsäulenarthrose beim Pferd: Eine Übersicht. *Prakt. Tierarzt.* 87, 956–964
- Gerber H., Ueltschi G., Diehl M., Schatzmann U., Straub R. (1989) Untersuchungen an der Halswirbelsäule des Pferdes – eine klinisch-radiologische Studie. *Schweiz. Archiv Tierheilk.* 131, 311–320
- Hersch B., El Salam Ragab A. (1976) Röntgenologische Untersuchung der Epiphysenfugenschließung an den Halswirbeln beim Pferd. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 90, 172–246
- Lautenschläger I. (2007) Die röntgenologische und ultrasonographische Darstellung der Facettengelenke der Halswirbelsäule beim Warmblutpferd. Diss. Med. Vet. Hannover
- Lautenschläger I., Baumann I., Schulz M., Martens M., Rohn K., Stadler P. (2009) Die röntgenologische Darstellung der caudalen Facettengelenke der Halswirbelsäule beim Warmblutpferd. *Pferdeheilkunde* 25, 544–553, DOI 10.21836/PEM20090601
- Levine J. M., Ngheim P. P., Levine G. J., Cohen N. D. (2008) Associations of sex, breed, and age with cervical vertebral compressive myelopathy in horses: 811 cases (1974–2007). *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 233, 1453–1458; DOI 10.2460/javma.233.9.1453
- Martinelli M. J., Rantanen N. W., Grant B. D. (2010) Cervical arthropathy, myelopathy or just a pain in the neck? *Equine Vet. Educ.* 22, 88–90; DOI 10.1111/j.2042-3292.2009.00027
- Mayhew I. G. (2008) *Large Animal Neurology*, 2 edn. Wiley-Blackwell
- Papageorges M., Gavin P. R., Sande R. D., Barbee D. D., Grant B. D. (1987) Radiographic and Myelographic Examination of the Cervical Vertebral Column in 306 Ataxic Horses. *Vet. Radiol.* 28, 53–59
- Powers B. E., Stashak T. S., Nixon A. J., Yovich J. V., Norrdin R. W. (1986) Pathology of the Vertebral Column of Horses with Cervical Static Stenosis. *Vet. Pathol.* 23, 392–399
- Ricardi G., Dyson S. J. (1993) Forelimb lameness associated with radiographic abnormalities of the cervical vertebrae. *Equine Vet. J.* 25, 422–426
- Touzot-Jourde G. (2019) How might neck arthritis affect horses' gaits? 15<sup>th</sup> Annual International Society for Equitation Science Conference, Guelph, Canada, 19.–21.08.2019
- Stewart R. H., Reed S. M., Weisbrode S. E. (1991) Frequency and severity of osteochondrosis in horses with cervical stenotic myelopathy. *Am. J. Vet. Res.* 52, 873–879
- Whitwell K. E. (1980) Causes of ataxia in horses. In *Practice*. 2, 17–24
- Whitwell K. E., Dyson S. (1987) Die Röntgenologie der Halswirbelsäule beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 3, 203–212; DOI 10.21836/PEM19870403
- Withers J. M., Voute L. C., Hammond G., Lischer C. J. (2009) Radiographic anatomy of the articular process joints of the caudal cervical vertebrae in the horse on lateral and oblique projections. *Equine Vet. J.* 41, 895–902; DOI 10.2746/042516409X434107
- Zsoldos R. R., Groesel M., Kotschwar A., Kotschwar A. B., Licka T., Peham C. (2010) A preliminary modeling study on the equine cervical spine with inverse kinematics at walk. *Equine Vet. J.* 42, 516–522