

# Behandlung des „Kissing Spines“-Syndroms beim Pferd – Teil 2: Literaturübersicht zur Wirksamkeit chirurgischer Therapiemethoden

Natalie Baudisch, Christoph Lischer und Anna Ehrle

Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie, Freie Universität Berlin

**Zusammenfassung:** Der Engstand von Dornfortsätzen im Bereich der thorakolumbalen Wirbelsäule, der auch als „Kissing Spines“-Syndrom bezeichnet wird, beschreibt eine häufig diagnostizierte Rückenerkrankung des Pferdes. Klinisch signifikante Engstände können konservativ oder chirurgisch behandelt werden. Zu den chirurgischen Therapieoptionen zählen die partielle oder totale transversale Ostektomie der Dornfortsätze sowie die Desmotomie des Ligamentum interspinale. Bei der totalen transversalen Ostektomie werden die betroffenen Dornfortsätze nahezu vollständig transversal reseziert. Im Gegensatz dazu werden bei der partiellen Ostektomie verschiedene Techniken differenziert: Eine Option ist das schrittweise Absetzen der betroffenen Dornfortsätze, bis der Abstand zwischen den Fortsätzen ausreichend groß ist. Zum anderen sind Techniken beschrieben, bei denen der craniale und/oder caudale Anteil der Dornfortsätze entfernt wird. Die partielle Ostektomie kann unter Umständen auch unter endoskopischer Kontrolle vorgenommen werden. Infolge einer Ostektomie sind verschiedene Komplikationen, wie etwa dystrophische Mineralisierungen und periostale Reaktionen an den resezierten oder benachbarten Dornfortsätzen, das Verkippfen angrenzender Dornfortsätze nach caudal, Wundheilungsstörungen und kosmetische Veränderungen beschrieben. Eine weniger invasive Methode ist die Durchtrennung (Desmotomie) des Ligamentum interspinale zwischen zwei Dornfortsätzen, hierbei bleibt das Ligamentum supraspinale intakt. Auch hier wurden Komplikationen dokumentiert, allerdings in geringerer Ausprägung. Dazu zählen unter anderem kosmetische Veränderungen oder eine segmentale Atrophie der epaxialen Muskulatur. Ziel dieser Literaturübersicht ist es, die Risiken und Erfolgsaussichten der verschiedenen chirurgischen Therapiemethoden für Engstände beim Pferd kritisch zu untersuchen und gegenüberzustellen.

**Schlüsselwörter:** Kissing Spines, Pferd, Dornfortsätze, Therapie, Chirurgie, Operation

---

## The treatment of the „Kissing Spines“-Syndrome in the horse – Part 1: Review about the surgical management

The term „Kissing Spines“-Syndrome or „impinging/overriding dorsal spinous processes“ describes the narrowing of the interspinous space and is a common cause of back pain in horses. The multiple options available for the management of horses with clinically significant overriding spinous processes can be broadly divided into medical or conservative and surgical treatment options. Surgical treatment may be further divided into two groups: The (sub-) total ostectomy of the dorsal spinous processes and the desmotomy of the interspinous ligament. During total transversal ostectomy, the supraspinous and interspinous ligaments are transected and the affected spinous process is resected almost entirely. For partial ostectomy different techniques can be distinguished: One option is the stepwise removal of the affected spinous processes until the interspinous space appears wide enough. Another technique is the resection of the cranial and/or caudal portion of adjacent spinous processes. Additionally, there is the option to perform partial ostectomy under endoscopic guidance. A variety of complications including dystrophic mineralization and periosteal new bone formation of the resected or adjacent spinous processes, tilting of neighbouring spinous processes in a caudal direction, wound infections and poor cosmetic outcomes are described following ostectomy. The desmotomy or transection of the interspinous ligament is usually performed minimally invasive. Using this technique, the supraspinous ligament and spinous processes remain intact. Post-operative complications are potentially less severe when compared to the ostectomy approaches and mainly include cosmetic blemishes as well as the segmental atrophy of the epaxial musculature. The purpose of this literature review is to critically appraise and compare the surgical treatment options for horses with impinging dorsal spinous processes and to assess associated risks and outcomes.

**Keywords:** Kissing Spines, horse, dorsal spinous processes, therapy, surgery, operation

---

**Zitation:** Baudisch, N., Lischer, C., Ehrle, A. (2022) Behandlung des „Kissing Spines“-Syndroms beim Pferd – Teil 2: Literaturübersicht zur Wirksamkeit chirurgischer Therapiemethoden. *Pferdeheilkunde* 38, 235–245; DOI 10.21836/PEM20220304

**Korrespondenz:** Natalie Baudisch, Freie Universität Berlin, Klinik für Pferde, Allgemeine Chirurgie und Radiologie, Oertzenweg 19b, 14163 Berlin, n.baudisch@fu-berlin.de

**Eingereicht:** 24. Februar 2022 | **Angenommen:** 7. März 2022

## Einleitung

„Kissing Spines“ ist eine häufig auftretende Rückenpathologie beim Pferd und beschreibt den Engstand von Dornfortsätzen im Bereich der thorakolumbalen Wirbelsäule (Jeffcott 1979

und 1980, Townsend et al. 1986, Haussler et al. 1999, Raner und Gerhards 2002, Walmsley et al. 2002, Cousty et al. 2010, Coomer et al. 2012, Jacklin et al. 2014, Mayaki et al. 2019). Von einem Engstand ist zu sprechen, wenn der Abstand der Dornfortsätze weniger als 4 mm beträgt (Zimmerman et

al. 2011, Zimmerman et al. 2012). Für die Beschreibung der damit assoziierten röntgenologischen Veränderungen im Bereich der Dornfortsätze stehen die in Tabelle 1 und Tabelle 2 dargestellten Definitionen und Gradeinteilungen zur Verfügung. Bei dieser Art der Pathologie gilt es stets zu beachten, dass röntgenologisch diagnostizierte Engstände nicht zwangsläufig klinische Symptome hervorrufen (Jeffcott 1979, Townsend et al. 1986, Pettersson et al. 1987, Ranner 1997, Ranner und Gerhards 2001, Ranner und Gerhards 2002, Erichsen et al. 2004, Holmer 2005, Brunken et al. 2006, Holmer et al. 2007, Cousty et al. 2010, Turner 2011, Geiger 2012, de Graaf et al. 2015, Geiger und Gerhards 2015, Clayton und Stubbs 2016, Brown et al. 2019, van Zadelhoff et al. 2019). Nachfolgend zu den in Teil 1 der Literaturübersicht vorgestellten konservativen Behandlungsmethoden, werden in Teil 2 die chirurgischen Therapieoptionen zur Behandlung von Engständen der Dornfortsätze vorgestellt.

Im Folgenden sollen die verschiedenen chirurgischen Therapiemethoden für Pferde mit Engständen der Dornfortsätze mit ihren Risiken und Erfolgsaussichten, basierend auf der zur Verfügung stehenden Literatur, kritisch durchleuchtet werden. Für die systematische Literaturrecherche in den Suchportalen Pubmed, Medline, Google Scholar wurden die folgenden Suchbegriffe ohne Einschränkungen verwendet: „back“ oder „spine“ und „kissing spines“ oder „impinging spinous processes“ oder „overriding spinous process“ und „pain“ oder „treatment“ oder „therapy“ oder „surgery“ und „equine“ oder „horse“. Weitere Publikationen wurden der Literaturliste relevanter Artikel entnommen.

## Chirurgische Therapiemethoden

Die Operationsmethoden zur Behandlung von Engständen der Dornfortsätze lassen sich in zwei Gruppen unterteilen: die Ostektomie der Dornfortsätze (partiell oder total transversal)

und die Desmotomie der Ligamenta interspinalia (Jeffcott und Hickman 1975, Pettersson et al. 1987, Lauk und Kreling 1998, Walmsley et al. 2002, Desbrosse et al. 2007, Coomer et al. 2012, Brink 2014, Jacklin et al. 2014, Haussler 2015, Brown et al. 2019, Derham et al. 2019, Prisk und García-López 2019).

Eine aktuelle Studie zeigt, dass die Erfolgsaussicht einer Operation signifikant höher ist, wenn betroffene Pferde zuvor eine Verbesserung oder ein Verschwinden der klinischen Symptome nach Lokalanästhesie zeigen (Brown et al. 2019). Die klinische Relevanz radiologischer Veränderungen der Dornfortsätze sollte bei allen Pferden, bei denen eine chirurgische Therapie in Erwägung gezogen wird, durch eine Lokalanästhesie überprüft werden (Nowak 1988, Ranner und Gerhards 2001, Walmsley et al. 2002, Zimmerman et al. 2012, Brown et al. 2019). Hierbei gilt es allerdings zu beachten, dass die Kinematik des Rückens auch bei klinisch gesunden Pferden durch Lokalanästhetika beeinflusst werden kann (Roethlisberger Holm et al. 2006).

Insgesamt konnte bei keiner der im Folgenden genannten Untersuchungen zu den chirurgischen Therapiemethoden ein Einfluss der Anzahl der behandelten Dornfortsätze oder Interspinalräume auf den Therapieerfolg festgestellt werden (Lauk und Kreling 1998, Walmsley et al. 2002, Jacklin et al. 2014, Derham et al. 2019, Prisk und García-López 2019).

## Ostektomie (total transversal)

Bei der totalen transversalen Ostektomie liegt das Pferd in der Regel unter Allgemeinanästhesie in Seitenlage. Mit einer Inzision in der Medianen durch Haut, Subcutis und Ligamentum supraspinale werden die betroffenen Dornfortsätze exponiert und können vom Ligamentum supraspinale, den Ligamenta interspinalia und den angrenzenden Muskeln frei-

**Tab. 1** Röntgenologische Gradeinteilung für Veränderungen im Bereich der Dornfortsätze nach Zimmerman et al. (2011). DFS = Dornfortsätze. | Radiographic grading system for lesions of the dorsal spinous processes adapted from Zimmerman et al. (2011). DFS = dorsal spinous processes.

Grad	Definition
0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Normale Breite des Interspinalraums</li> <li>• Randsaum mit geringgradig erhöhter Röntgendichte (&lt; 2 mm) an den Rändern der DFS</li> <li>• Keine radioluzenten Bereiche</li> <li>• Keine Strukturveränderungen am cranialen oder dorsalen Teil des DFS</li> </ul>
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geringgradig erhöhter Röntgendichte an den Rändern der DFS</li> <li>• Geringgradig radioluzente Bereiche ersichtlich</li> <li>• Geringgradige Verschmälerung des Interspinalraumes</li> <li>• Geringgradige Strukturveränderungen am dorsalen Teil des DFS</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschmälerter Interspinalraum mit geringgradig erhöhter Röntgendichte der kortikalen Ränder der DFS und/oder geringgradiger Radioluzenz</li> <li>• Normale Breite des Interspinalraumes mit mittelgradig erhöhter Röntgendichte der Ränder und/oder mittelgradigen Radioluzenzen</li> <li>• Sich berührende DFS ohne erhöhte Röntgendichte der Ränder oder Radioluzenzen</li> <li>• Überlappende DFS ohne erhöhte Röntgendichte der Ränder oder Radioluzenzen</li> <li>• Geringgradige Strukturveränderungen am cranialen Anteil der DFS ohne erhöhte Röntgendichte oder Radioluzenzen</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich berührende DFS mit gering- bis mittelgradig erhöhter Röntgendichte der Ränder und/oder geringgradigen Radioluzenzen</li> <li>• Verschmälerter Interspinalraum mit mittelgradig erhöhter Röntgendichte der Ränder und/oder mittelgradigen Radioluzenzen</li> <li>• Überlappende DFS mit geringgradig erhöhter Röntgendichte der Ränder und/oder geringgradigen Radioluzenzen</li> <li>• Mittelgradige Strukturveränderungen am dorsalen oder cranialen Anteil der DFS</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Überlappende DFS mit mittel- bis hochgradig erhöhter Röntgendichte der Ränder und/oder mittelgradigen Radioluzenzen</li> <li>• Überlappende DFS mit mittelgradig erhöhter Röntgendichte der Ränder und/oder mittelgradigen Radioluzenzen</li> <li>• Hochgradige Strukturveränderungen am dorsalen oder cranialen Anteil der DFS</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sich berührende DFS mit hochgradig erhöhter Röntgendichte, hochgradigen Radioluzenzen, Osteolyse und Formveränderung der DFS</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fusion der DFS mit hochgradig erhöhter Röntgendichte der Ränder, hochgradigen Radioluzenzen und Osteolysen</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hochgradige kongenitale Anomalien: fusionierte DFS, knöcherne Brücken zwischen DFS</li> </ul>

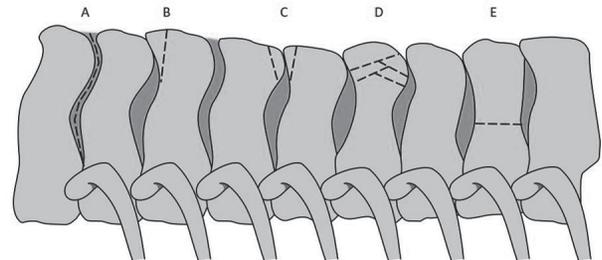
präpariert werden (Jeffcott und Hickman 1975, Walmsley et al. 2002). Mittels einer oszillierenden Säge werden anschließend 3–4 cm eines Dornfortsatzes abgesetzt, bzw. so viel, dass ein Mindestabstand von 5 mm zu den benachbarten Processus spinosi entsteht (Abbildung 1 E) (Jeffcott und Hickman 1975). Sind mehrere Dornfortsätze betroffen, wird meist jeder zweite Fortsatz reseziert (Walmsley et al. 2002). Die verbleibenden Reste der Processus spinosi können mit der Säge oder einer Knochenfeile abgerundet (Jeffcott und Hickman 1975) und der cranial und caudal angrenzende Dornfortsatz bei Bedarf um einen Zentimeter gekürzt werden, sodass der Übergang zum resezierten Dornfortsatz angepasst ist (Walmsley et al. 2002).

Das postoperative Management beinhaltet eine zwei- bis dreitägige Boxenruhe und anschließendes tägliches Schrittführen für drei Wochen bis vier Monate (Jeffcott und Hickman 1975, Walmsley et al. 2002). Ein früher Wiedereinstieg in Bewegungsprogramme inklusive Longenarbeit (10 min pro Tag ab der 4. Woche) und Dehnungsübungen sowie Physiotherapie, werden als wichtige Faktoren für eine schnelle Rekonvaleszenz angegeben (Walmsley et al. 2002).

Die erste Studie von Jeffcott und Hickman (1975) umfasste 14 Vollblüter und Jagdpferde (Hunter) mit chronischen Rückenschmerzen. Vier Monate postoperativ wurden die Pferde langsam wieder antrainiert. Elf der 14 Pferde (79%) zeigten eine Leistungssteigerung, wobei sich die übrigen drei, laut ihrer Trainer\*innen, nicht zufriedenstellend besserten (Abbildung 2). Von diesen drei Pferden musste ein Pferd fünf Monate nach der Ostektomie aufgrund starker periostaler Zubildungen an den Dorn-

fortsätzen erneut operiert werden. Anschließend war auch dieses Pferd wieder voll einsatzfähig (Jeffcott und Hickman 1975).

Für eine deutlich größer angelegte Langzeitstudie standen 209 Pferde, vor allem Warmblüter, aber auch Vollblüter, Ponys, Anglo-Araber und Traber zur Verfügung (Walmsley et al. 2002). Für alle Pferde wurde angegeben, dass konservative Therapieversuche erfolglos waren. Mit dem Reiten wurde in den meis-



**Abb. 1** Graphische Darstellung der verschiedenen Operationsmethoden zur Behandlung von Engständen der Dornfortsätze im Bereich der thorakalen Wirbelsäule des Pferdes. A = Desmotomie des Ligamentum interspinale, B = Partielle Ostektomie des cranialen Anteils eines Dornfortsatzes, C = Partielle Ostektomie des caudalen Aspekts des cranial gelegenen Dornfortsatzes und des cranialen Aspekts des caudal angrenzenden Dornfortsatzes, D = Partielle Ostektomie durch stufenweises Absetzen eines Dornfortsatzes, E = Totale transversale Ostektomie. | Graphic representation of the different approaches described for surgical treatment of overriding spinous processes in the equine thoracolumbar spine. A = Interspinous ligament desmotomy, B = Subtotal osteotomy – cranial wedge resection, C = Subtotal osteotomy – cranial and caudal wedge resection, D = Subtotal osteotomy by stepwise resection of a dorsal spinous process, E = Total transversal osteotomy.

**Tab. 2** Definitionen für Interspinalraumbreite, erhöhte Röntgendichte (Opazität), Radioluzenz und Strukturveränderung (Modellierung) zur Bestimmung des Grades röntgenologischer Veränderungen von Dornfortsätzen nach Zimmerman et al. (2011). | Definitions of interspinous space width, increased opacity, radiolucency, and modelling used for determining the radiographic grade for dorsal spinous processes adapted from Zimmerman et al. (2011).

	Grad	Definition
Interspinalraumbreite	Normal	• > 4 mm
	Geringgradige Verschmälerung	• 3–4 mm
	Deutlich verschmälert	• < 3 mm
Erhöhte Röntgendichte	Normal	• Leicht erhöhte Röntgendichte < 2 mm breiter Saum
	Geringgradig	• Leicht erhöhte Röntgendichte zwischen 2–4 mm breiter Saum • Moderat erhöhte Röntgendichte < 2 mm breiter Saum
	Mittelgradig	• Leicht erhöhte Röntgendichte > 4 mm breiter Saum • Moderat erhöhte Röntgendichte zwischen 2–4 mm breiter Saum • Stark erhöhte Röntgendichte < 2 mm breiter Saum
	Hochgradig	• Stark erhöhte Röntgendichte > 2 mm breiter Saum
Radioluzenz	Geringgradig	• Eine Radioluzenz (< 5 mm Durchmesser) ohne erhöhte Röntgendichte
	Mittelgradig	• Mehr als eine Radioluzenz (< 5 mm Durchmesser) ohne erhöhte Röntgendichte • Eine Radioluzenz (< 5 mm Durchmesser) umgeben von erhöhter Röntgendichte • Eine Radioluzenz (> 5 mm Durchmesser) ohne erhöhte Röntgendichte
	Hochgradig	• Mehr als eine Radioluzenz umgeben von erhöhter Röntgendichte • Eine Radioluzenz (> 5 mm Durchmesser) umgeben von erhöhter Opazität
Strukturveränderung am dorsalen/cranialen Anteil der Dornfortsätze	Geringgradig	• Kleine, regelmäßige Strukturveränderungen ohne erhöhte Röntgendichte oder Radioluzenzen
	Mittelgradig	• Moderate, leicht unregelmäßige Strukturveränderungen mit leicht erhöhter Röntgendichte und/oder leichter Radioluzenz
	Hochgradig	• Stark unregelmäßige Strukturveränderungen mit moderat bis stark erhöhter Röntgendichte und/oder moderater bis starker Radioluzenz

ten Fällen drei Monate postoperativ, in allen erfolgreich therapierten Fällen aber spätestens 6 Monate nach der Ostektomie wieder begonnen. In einem Zeitraum von sechs Monaten bis sechs Jahren nach der Operation wurden die Besitzer\*innen per Fragebogen um eine subjektive Einschätzung bezüglich des Operationserfolges bei ihrem Pferd gebeten. Zweiundsiebzig Prozent der Pferde waren zur vollen Leistung zurückgekehrt und weitere 9% hatten sich im Vergleich zum präoperativen Zustand gebessert (Abbildung 2) (Walmsley et al. 2002).

## Ostektomie (partiell)

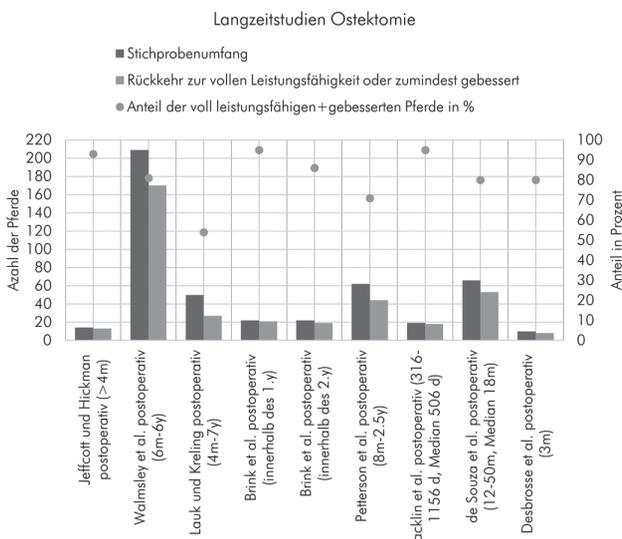
Für die Teilresektion der Dornfortsätze ist im Vergleich zur transversalen Totalresektion eine kürzere Operationszeit, eine weniger invasive Technik und ein besseres kosmetisches Ergebnis angegeben (Jacklin et al. 2014). Die partielle Ostektomie kann sowohl unter Allgemeinanästhesie (Pettersson et al. 1987, Lauk und Kreling 1998, Desbrosse et al. 2007, Jacklin et al. 2014), als auch am stehenden, sedierten Pferd unter Lokalanästhesie durchgeführt werden (Perkins et al. 2005, Brink 2014, de Souza et al. 2021). Bei der totalen transversalen und partiellen Ostektomie unterscheidet sich der Zugang zu den Dornfortsätzen prinzipiell nicht wesentlich (Perkins et al. 2005, Brink 2014, Jacklin et al. 2014, de Souza et al. 2021). Eine Studie beschreibt jedoch eine minimalinvasive, endoskopische Technik für die Teilresektion, bei der eine Inzision (ca. 3 cm) lateral der Medianen gesetzt wird und das Ligamentum supraspinale intakt bleibt (Desbrosse et al. 2007).

Cranial des betroffenen Processus wird das Ligamentum interspinale, entsprechend der Form des apikalen Dornfortsatzes, durchtrennt. Anschließend wird der Dornfortsatz in caudodor-

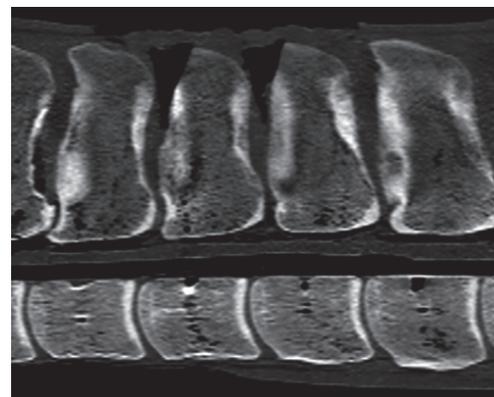
sal-cranioventraler Richtung (jedoch möglichst senkrecht) mit einer oszillierenden Säge bzw. einem Rongeur reseziert (Abbildung 3) (Perkins et al. 2005, Brink 2014, Jacklin et al. 2014, de Souza et al. 2021). Das Ende der Resektion sollte sich an der breitesten Stelle des interspinalen Raums befinden. Folglich wird in der Regel das craniale Drittel des Dornfortsatzes abgesetzt (Abbildung 1 B) (Jacklin et al. 2014, de Souza et al. 2021). Ergänzend dazu kann der caudale Aspekt des cranialen Processus spinosus in craniodorsal-caudoventraler Richtung entfernt werden (Abbildung 1 C) (Desbrosse et al. 2007). Bei der minimalinvasiven Methode erfolgt dies mittels Rongeur unter endoskopischer Kontrolle (Desbrosse et al. 2007). Eine weitere Option ist das stufenweise Absetzen des cranialen und caudalen Anteils des Dornfortsatzes mit einer oszillierenden Säge oder einem Hammer und Hohlmeißel (Abbildung 1 D) (Lauk und Kreling 1998, Perkins et al. 2005, Brink 2014).

Das Alter der Pferde scheint bei dieser Methode keinen Einfluss auf den Therapieerfolg zu haben (Pettersson et al. 1987, Lauk und Kreling 1998). Ob der Grad der röntgenologischen Veränderungen einen Effekt auf das Resultat hat, ist strittig (Pettersson et al. 1987, Lauk und Kreling 1998, Jacklin et al. 2014).

Durch stufenweise Resektion, mittels Hammer und Hohlmeißel oder oszillierender Säge, behandelten Lauk und Kreling (1998) in ihrer Studie 50 Pferde, vor allem Warmblüter (45) verschiedenster Nutzungsrichtung. Postoperativ empfehlen die Autoren 10 Tage Boxenruhe, gefolgt von Schritt- und Longenarbeit. Mit dem Training unter dem Sattel wurde nach durchschnittlich 4,5 Monaten wieder begonnen. Für postoperative Röntgenkontrollen wurden die Pferde in drei Gruppen eingeteilt: Die erste Gruppe hatte einen Röntgentermin innerhalb der ersten 4 Wochen postoperativ, die zweite Gruppe in einem Zeitraum von 4–20 Wochen und die dritte Gruppe nach über 20 Wochen. Auffällig war, dass bei allen drei Gruppen nicht an den teilresezierten, sondern an den benachbarten Dornfortsätzen Veränderungen in Form von Osteolysen, periostalen Reaktionen und Enthesiopathien festgestellt wurden. Eine genaue Ursache für diese Beobachtung ist nicht bekannt. Bei rund 60% der Fälle wurden zur Durchführung der Ostektomie Hammer und Hohlmeißel (Osteotom) eingesetzt (Lauk und Kreling 1998), was laut Brink (2014) die Gefahr birgt, umliegende Strukturen unabsichtlich zu verletzen. Lauk und Kreling (1998) beschrieben keinen solchen



**Abb. 2** Zusammengefasste Ergebnisse der Langzeitstudien nach Ostektomie von Dornfortsätzen im Bereich der thorakolumbalen Wirbelsäule des Pferdes: Angaben zur Anzahl der Pferde die postoperativ für eine Langzeitstudie zur Verfügung standen sowie Anzahl und prozentualer Anteil der zur vollen Leistungsfähigkeit zurückgekehrten oder klinisch gebesserten Pferde postoperativ. d = Tage, m = Monate, y = Jahre. | Long-term results of different studies following horses after dorsal spinous process osteotomy: number of horses available for postoperative long-term follow-up and proportion of horses that showed clinical improvement or returned to full performance. Counts and percentages are shown. d = days, m = months, y = years



**Abb. 3** Computertomographisches Bild einer thorakalen Wirbelsäule nach partieller Ostektomie der Dornfortsätze in caudodorsaler-cranioventraler Richtung. | Computed tomographic image of the equine thoracic spine after subtotal osteotomy in a craniodorsal-caudoventral direction.

Zusammenhang. Bei der postoperativen Befragung von 47 Patientenbesitzer\*innen, welche in einem Zeitraum von vier Monaten bis sieben Jahren durchgeführt wurde, stellte sich heraus, dass 22 Pferde initial als symptomfrei betrachtet wurden und 10 Pferde Symptome in deutlich reduzierter Ausprägung zeigten (Lauk und Kreling 1998). Jedoch traten bei 7 genesenen Pferden nach durchschnittlich 18 Monaten erneut klinische Symptome auf. Eine Korrelation zwischen den Rezidiven, im Hinblick auf die Nutzungsart oder den Grad der röntgenologischen Veränderung, war nicht erkennbar. Basierend auf der Befragung wurden insgesamt 70% der Fälle als mittelgradig bis sehr erfolgreich und 30% als nicht erfolgreich eingestuft (Abbildung 4). Siebenundzwanzig Patientenbesitzer\*innen beschrieben eine gleiche oder verbesserte und acht eine verminderte Leistung ihrer Pferde (Abbildung 2 und 5). Sieben Besitzer\*innen konnten ihre Pferde aufgrund unveränderter Symptomatik nicht mehr sportlich nutzen. Bei fünf Pferden ist der prä- und postoperative Leistungsstand unbekannt und drei Pferde konnten aus verschiedenen Gründen nicht zugeordnet werden (Abbildung 5) (Lauk und Kreling 1998).

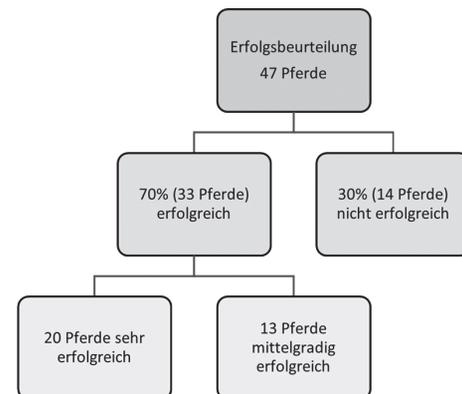
Brink (2014) führte in einer Studie die Dornfortsatz-Teilresektion am stehenden Pferd bei 22 Pferden durch. Der Therapieerfolg wurde durch ein Telefoninterview mit den Besitzer\*innen oder den Trainer\*innen ermittelt. Die erste Befragung fand innerhalb des ersten Jahres nach der Operation statt und die zweite über ein Jahr später. Der Anteil der Pferde, die zur vollen Leistung zurückkehrten, reduzierte sich nach einem Jahr von 86% auf 77%. Zwei von 22 Pferden (9%) zeigten bei beiden Nachkontrollen eine Verbesserung der klinischen Symptome und bei einem Pferd (5%) war eine Nachkontrolle nicht möglich (Abbildung 2). Im Zuge intraoperativer Röntgenkontrollen wurde in dieser Studie festgestellt, dass der caudal an die Ostektomiestelle angrenzende Dornfortsatz bei zwei Pferden nach caudal verkippt war (Brink 2014). Dieser Befund ist eventuell auf einen Verlust der Spannung zwischen den Dornfortsätzen zurückzuführen, die im Normalfall durch die Ligamenta interspinalia bzw. supraspinalia und die Wirbelsäulenmuskulatur aufrechterhalten wird (Gillespie und Dickcy 2004, Brink 2014). Die verkippten Dornfortsätze wurden in der beschriebenen Studie in der gleichen Operation reseziert. Zudem wurden bei drei Pferden zwei Jahre nach partieller Ostektomie röntgendichte Mineralisierungen dorsal eines operierten Dornfortsatzes festgestellt. Eines dieser Pferde fiel auch erneut mit Rückenbeschwerden auf. Es wurden jedoch nicht alle Pferde in der Studie postoperativ geröntgt, weshalb diese Befunde nicht weiter analysiert wurden (Brink 2014).

Diese Resultate decken sich weitestgehend mit denen von Pettersson et al. (1987), die betroffene Interspinalräume

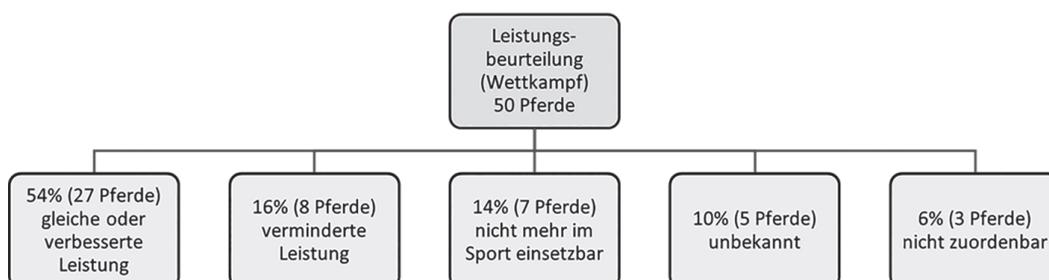
durch eine Resektion des caudalen bzw. cranialen Anteils der angrenzenden Dornfortsätze erweiterten. Acht Monate bis 2,5 Jahre postoperativ waren von 62 Pferden 55% beschwerdefrei, 16% gebessert und 6% unverändert. Dreiundzwanzig Prozent der Pferde waren allerdings zum Nachuntersuchungszeitpunkt bereits wegen fortbestehender Rückenbeschwerden euthanasiert worden (Abbildung 2) (Pettersson et al. 1987).

Jacklin et al. (2014) setzten in ihrer Studie allein die cranialen Anteile der engstehenden Dornfortsätze ab. Die Studie beinhaltete 19 Pferde verschiedenster Nutzungsrichtung und Rasse. Im Median 506 Tage postoperativ wurden die Besitzer\*innen um eine subjektive Einschätzung gebeten. Neunundsiebzig Prozent der Pferde zeigten laut Besitzer\*in eine vollkommene Schmerzfremheit und 16% eine Verbesserung der klinischen Symptome (Abbildung 2). Der Schweregrad der röntgenologischen Befunde korrelierte nicht signifikant mit dem Ergebnis der Behandlung (Jacklin et al. 2014).

De Souza et al. (2021) werteten in ihrer retrospektiven Studie 102 Fälle mit Teilresektion des cranialen Anteils der Dornfortsätze aus. Alle Pferde zeigten Rückenbeschwerden und radiologisch diagnostizierte Engstände. Einschlusskriterium war zusätzlich eine positive Reaktion auf eine Lokalanästhesie, eine Anreicherung des Radiopharmakons während der Szintigraphie oder eine Besserung nach Kortikosteroidinjektion. Die Fälle wurden in zwei



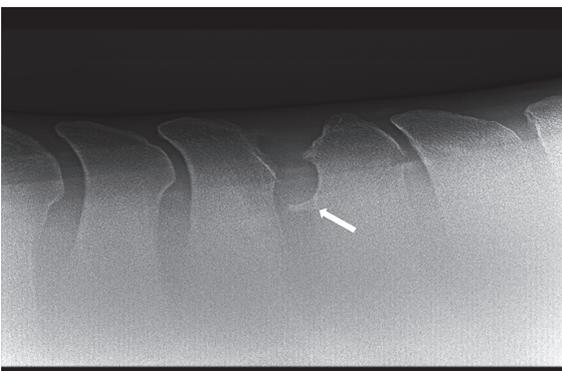
**Abb. 4** Fragebogenstudie nach Lauk und Kreling (1998): Einschätzung des operativen Erfolgs nach stufenweiser Dornfortsatz-Teilresektion durch die Patientenbesitzer\*innen in „sehr erfolgreich“, „erfolgreich“ und „nicht erfolgreich“. | Questionnaire results adapted from Lauk and Kreling (1998): Grading of surgical outcome following stepwise partial resection of dorsal spinous processes by patient owners as „very successful“, „successful“ and „unsuccessful“.



**Abb. 5** Beurteilung der postoperativen Leistungsfähigkeit der Pferde nach stufenweiser Dornfortsatz-Teilresektion durch die Patientenbesitzer\*innen nach Lauk und Kreling (1998). | Postoperative performance following stepwise partial resection of dorsal spinous processes as described by patient owners adapted from Lauk and Kreling (1998).

Gruppen unterteilt: Eine Gruppe zeigte lediglich Rückenschmerzen (46 Pferde) während die andere Gruppe (56 Pferde) zusätzlich weitere orthopädische Probleme im Sinne von Lahmheiten, bzw. Beschwerden im Cervikal- oder Iliosakralbereich aufwies. Die meisten Pferde wurden zwei Tage nach der Operation entlassen, allerdings mussten vier Pferde aufgrund von Schwellungen und/oder Schmerzen an der Operationsstelle länger in der Klinik bleiben und wurden mit Schmerzmittel und Antibiotika behandelt. Zwölf bis fünfzig Monate (Median 18 Monate) postoperativ wurden die Besitzer\*innen per Telefon oder Email zu Komplikationen, Rehabilitation und aktuellem Leistungsstand befragt. Für die Langzeitstudie standen 74 von 102 Besitzer\*innen zur Verfügung. Acht Pferde waren bereits euthanasiert worden, zwei davon aufgrund von persistierenden Rückenproblemen. Drei- und fünfzig der übrigen 66 Pferde (80%) waren symptomfrei und kehrten zur vollen, bzw. höheren Leistung zurück (Abbildung 2). Zwei der Pferde, die nicht das vorherige Leistungsniveau erreichten, zeigten weiterhin Rückenbeschwerden. Zur vollen, bzw. höheren Leistung kehrten aus der Gruppe mit ausschließlich Rückenbeschwerden 93% (28 Pferde) und aus der Gruppe mit Rückenbeschwerden und weiteren orthopädischen Problemen 69% (25 Pferde) zurück. Die Autoren schlossen daraus, dass zusätzliche orthopädische Beschwerden die Erfolgsaussicht der Operation negativ beeinflussen (de Souza et al. 2021).

Perkins et al. (2005) stellten bei postoperativen Röntgenkontrollen zwei bis fünf Monaten nach partieller Ostektomie (caudal und cranial, Abbildung 1 D) ebenfalls knöcherne Exostosen fest. Diese entwickelten sich meist am proximalen Ende der teilresezierten Dornfortsätze. Es ist anzumerken, dass die Dornfortsätze in dieser Studie nicht nur aufgrund von Engständen, sondern auch bei Pferden mit anderen Erkrankungen, wie Frakturen oder Osteomyelitis im Bereich des Widerristes, operiert wurden. Zwei Pferden entwickelten in dieser Studie postoperative Komplikationen im Sinne einer Osteomyelitis des caudal an die Resektionsstelle angrenzenden Dornfortsatzes, was eine zweite Operation notwendig machte. Zusätzlich trat bei einem Pferd eine Wundheilungsstörung auf. Im Zeitraum von 6–18 Monaten nach der Operation wurde jedoch keines der betroffenen Pferde erneut klinisch auffällig (Perkins et al. 2005).



**Abb. 6** Latero-laterale Röntgenaufnahme mehrere Monate nach partieller Ostektomie des cranialen und caudalen Anteils benachbarter Dornfortsätze mit Mineralisierungen des Weichteilgewebes und spitz ausgezogener Knochenzubildung caudal am cranial gelegenen Dornfortsatz, die in den Interspinalen Raum ragt (weißer Pfeil). | Postoperative latero-lateral radiograph obtained several months after subtotal (cranial and caudal wedge) osteotomy was performed. There is soft tissue mineralization and new bone forming a spike at the caudal aspect of the cranial dorsal spinous process (white arrow).

Desbrosse et al. (2007) beschreiben eine minimalinvasive, endoskopische Technik zum Absetzen des cranialen und caudalen Aspekts engstehender Dornfortsätze. Mithilfe des sogenannten Destandau Endospine Kits (Karl Storz, Tuttlingen, Germany) sowie einer Hochfrequenzsonde, einem Kerrison Rongeurs und einer motorisierten Fräse kann der betroffene Bereich der Dornfortsätze minimalinvasiv, aber unter Sichtkontrolle bearbeitet werden. Auch hier entwickelten zwei von zehn Pferden nach ca. drei Monaten periostale Reaktionen. Positiv heben die Autoren jedoch hervor, dass die Pferde, bedingt durch die minimalinvasive Technik, bereits nach sechs bis acht Wochen wieder geritten werden konnten. Acht von zehn Pferden kehrten zu ihrem vorherigen Leistungsniveau zurück (Abbildung 2) (Desbrosse et al. 2007).

### Komplikationen Ostektomie

In allen Studien mit röntgenologischen Nachuntersuchungen wurden häufig Fälle mit Exostosen bzw. Weichteilmineralisierungen gefunden (Abbildung 6). Diese sind meist am Stumpf der resezierten Dornfortsätze lokalisiert, wurden zum Teil aber auch an den benachbarten Dornfortsätzen dokumentiert (Jeffcott und Hickman 1975, Lauk und Kreling 1998, Walmsley et al. 2002, Perkins et al. 2005, Desbrosse et al. 2007, Brink 2014). Exostosen bzw. Mineralisierungen führen nicht zwangsläufig zu Symptomen, machten aber in einer Studie bei einem von 14 Pferden einen erneuten chirurgischen Eingriff aufgrund von Rückenbeschwerden notwendig (Jeffcott und Hickman 1975). Darüber hinaus besteht das Risiko der Entstehung von Knochensplittern durch die Operation. Insbesondere beim Gebrauch von Hammer und Hohlmeißel kann eine Frakturierung eines Dornfortsatzes in der Frontalebene die Folge sein (Lauk und Kreling 1998, Brink 2014). In nur einer Studie wurde das Verkippen angrenzender Dornfortsätze in zwei Fällen beschrieben (Brink 2014).

Wundheilungsstörungen und Infektionen zählen ebenfalls zu den Komplikationen nach einer partiellen oder totalen transversalen Ostektomie und können dazu führen, dass eine chirurgische Revision erforderlich wird bzw. eine sekundäre und damit deutlich verlängerte Wundheilung angestrebt werden muss (Jeffcott und Hickman 1975, Lauk und Kreling 1998, Walmsley et al. 2002, Perkins et al. 2005, Desbrosse et al. 2007, de Souza 2021). Die Prävalenz einer Wundinfektion beträgt je nach Studie zwischen 0 und 22% (Jeffcott und Hickman 1975, Lauk und Kreling 1998, Walmsley et al. 2002, Perkins et al. 2005, Desbrosse et al. 2007, Brink 2014, Jacklin et al. 2014, de Souza 2021). Zusätzlich können kosmetische Veränderungen wie kleine Knoten, Einziehungen, haarlose Stellen und weiße Haare gelegentlich vorkommen (Jacklin et al. 2014, de Souza 2021, Rubio-Martinez 2021).

### Desmotomie des Ligamentum interspinale

Im Zusammenhang mit einem Engstand der Dornfortsätze weisen die Ligamenta interspinalia meist Veränderungen im Sinne einer fibrocartilaginösen Metaplasie auf (Dämmrich et al. 1993, Ehrle et al. 2019). Bei manchen Pferden konnte zusätzlich eine hohe sensorische Innervation der betroffenen Ligamenta interspinalia festgestellt werden (Ehrle et al.



2017/2019). Als Auslöser für diese Veränderungen werden eine Desmitis oder Entthesiopathie der Ligamenta interspinalia sowie ein Kompartmentsyndrom des interspinalen Raums diskutiert (Coomer et al. 2012, Ehrle et al. 2019). Durch eine Desmotomie sollen Schmerzfremheit und erleichterte Remobilisation bei Pferden mit Engständen der Dornfortsätze ermöglicht werden (Coomer et al. 2012).

Die Operation wird am stehenden, sedierten Pferd durchgeführt. Unter Lokalanästhesie wird zur Orientierung zunächst eine Spinalnadel in den Interspinalraum eingeführt und eine ca. 1 cm paramediane Inzision gesetzt. Von hier aus wird das Weichteilgewebe mit einer Mayo-Schere oder einem Tenotom stumpf durchtrennt, bis die Spinalnadel im interspinalen Raum erreicht ist (Abbildung 7). Die Nadel wird daraufhin entfernt und das betroffene Ligamentum interspinale durchschnitten (Abbildung 1 A). Das Ligamentum supraspinale bleibt dabei intakt (Coomer et al. 2012, O'Brien und Hunt 2014, Brown et al. 2019, Derham et al. 2019, Prisk und García-López 2019). Bei postoperativen röntgenologischen Untersuchungen konnte infolge dieser Operation bei einigen Pferden eine Vergrößerung des interspinalen Raumes gezeigt werden (Coomer et al. 2012).

Das postoperative Management beinhaltet initial Boxenruhe in Kombination mit Schrittarbeit und anschließendem Longen-training. Nach 3–8 Wochen werden die meisten Pferde wieder angeritten (Coomer et al. 2012, Brown et al. 2019, Derham et al. 2019, Prisk und García-López 2019). Die Anwendung von Physiotherapie während der Rehabilitationszeit zeigte in einer Studie keinen signifikanten Einfluss auf das Resultat (Coomer et al. 2012), wird aber durchaus empfohlen, um die epaxiale Muskulatur zu stärken und die Beweglichkeit der Brust- und Lendenwirbelsäule zu fördern (Clayton 2016, Kaneps 2016, Prisk und García-López 2019). In einem Interview berichteten fünf von sechs Mitgliedern der „Association of Chartered Physiotherapists in Animal Therapy“, dass sie Patientenbesitzer\*innen regelmäßige dynamische Mobilisationsübungen für Pferde nach einer Desmotomie beauftragen (Sayers und Tabor 2020).

Coomer et al. (2012) untersuchten 37 Pferde. Bei fünf Pferden konnte das Ligamentum interspinale, aufgrund einer partiellen knöchernen Durchbauung bzw. der Form des interspinalen Raumes, nicht vollständig durchtrennt werden. Nach sechs Wochen waren 95% (35 Pferde) klinisch gebessert und konnten wieder angeritten werden. Bei 5% der Pferde hatten sich, im Vergleich zum präoperativen Zustand, nichts ver-

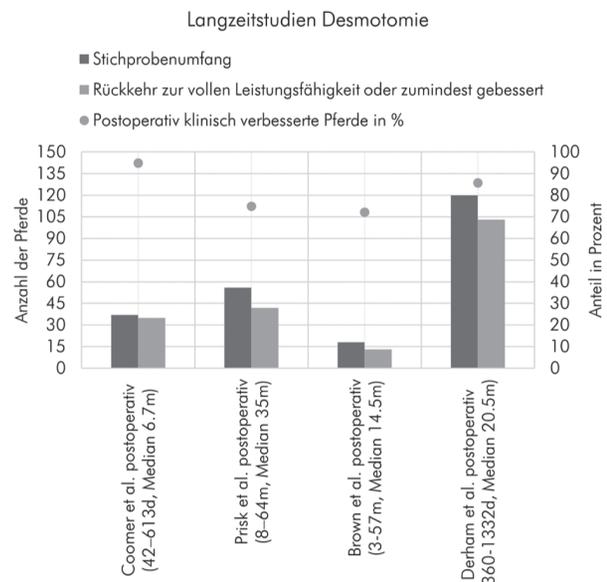


**Abb. 7** Seitliche Aufnahme der thorakalen Wirbelsäule eines Pferdes mit einer Spinalnadel und Mayo-Schere, eingeführt zur Desmotomie des Ligamentum interspinale. | Lateral view of an equine thoracic spine with spinal needle and Mayo scissors inserted to perform desmotomy of the interspinous ligament.

ändert (Abbildung 8). Anschließend fanden im Median 203 Tage postoperativ bei 28 Pferden Nachuntersuchungen statt. Bei 9 weiteren Pferden wurden die Besitzer\*innen oder der Haustierarzt/die Haustierärztin befragt. Von den 35 erfolgreich operierten Pferden fiel keines mit wiederauftretenden Rückenschmerzen auf, aber 16 Pferde (46%) hatten in der Zwischenzeit eine Lahmheit entwickelt (Coomer et al. 2012).

Prisk und García-López (2019) befragten im Median 35 Monate nach chirurgischer Desmotomie 56 Pferdebesitzer\*innen. Achtundvierzig Prozent berichteten über eine Rückkehr ihres Pferdes zur vollen Leistung und 43% der Pferde hatten sich in einem gewissen Maße gebessert, zeigten aber dennoch ein niedrigeres Leistungsniveau als zuvor (Abbildung 8). Das Ausbleiben der Leistungsfähigkeit war bei ca. einem Drittel der Pferde mit Rückenproblemen und bei einem weiteren Drittel mit Lahmheiten assoziiert (Prisk und García-López 2019).

In einer Studie von Brown et al. (2019) wurde bei 18 Pferden mit einem medianen radiologischen Grad 3 (Tabelle 1) eine Desmotomie der Ligamenta interspinalia durchgeführt. Die mediane Dauer der Verlaufskontrolle lag bei 14,5 Monaten und beinhaltete die Durchsicht von medizinischen Unterlagen oder Telefongespräche mit den Trainer\*innen, Besitzer\*innen, Reiter\*innen oder überweisenden Tierärztinnen/Tierärzten. Zweiundsiebzig Prozent (13 Pferde) zeigten postoperativ eine klinische Besserung der Schmerzsymptomatik (Abbildung 8). Bei 4 von 5 Pferden ohne klinische Besserung war bei der präoperativen Untersuchung keine Lokalanästhesie durchgeführt worden. Bei diesen Pferden ist daher eine Fehldiagnose bezüglich der klinischen Relevanz der diagnostizierten Engstände denkbar (Brown et al. 2019).



**Abb. 8** Zusammengefasste Ergebnisse der Langzeitstudien nach Desmotomie des Ligamentum interspinale im Bereich der thorakolumbalen Wirbelsäule des Pferdes: Angaben zur Anzahl der Pferde die postoperativ für eine Langzeitstudie zur Verfügung standen sowie Anzahl und prozentualer Anteil der zur vollen Leistungsfähigkeit zurückgekehrten oder klinisch gebesserten Pferde postoperativ. d = Tage, m = Monate. | Long-term results of different studies following horses after interspinous ligament desmotomy: number of horses available for postoperative long-term follow-up and proportion of horses that showed clinical improvement or returned to full performance. Counts and percentages are shown. d = days, m = months.

Derham et al. (2019) erstellten eine Chirurgie-Studie mit einer unbehandelten Kontrollgruppe: 159 Vollblut-Rennpferden, welche aufgrund klinisch auffälliger Engstände operiert wurden, wurde je ein Kontrollpferd zugeordnet. Die Kontrollpferde waren von gleichem Alter, gleicher Rasse, gleichem Geschlecht, erfuhren das gleiche Training und wurden prä- und postoperativ im selben Rennen eingesetzt. So konnten auch die prä- und postoperativen Rennleistungen verglichen werden. Radiologisch zeigten alle Pferde der Desmotomie-Gruppe Engstände der Dornfortsätze von mindestens Grad 2 (Tabelle 1). Zweiunddreißig von 159 Pferden der Desmotomie-Gruppe waren zudem bereits mit mäßigem Erfolg medikamentös (systemisch oder lokal) behandelt worden. Die Rekonvaleszenzzeit der operierten Pferde fiel in die Zeit der Trainingspause der Kontrollgruppe. Vier Wochen postoperativ konnten die meisten Pferde wieder angeritten werden. Anschließend fand im Median 167 Tage später das erste Rennen statt. Es wurden fünf Rennen vor und nach der Desmotomie ausgewertet. Sowohl die behandelte Gruppe als auch die Kontrollgruppe zeigte in den Rennen vor dem Eingriff eine Abnahme der Leistung. Auffällig war, dass die 32 medikamentös vorbehandelten Pferde der Desmotomie-Gruppe präoperativ eine stärkere Leistungsabnahme zeigten als die Pferde, bei denen nur eine Desmotomie durchgeführt wurde. Als Zusammenhang wird hier eine größere Schmerzhaftigkeit bei Wirkungsabnahme der Medikamente diskutiert (Derham et al. 2019). Nach der Rehabilitation/Trainingspause trat eine signifikante Verbesserung der Rennleistung bei der Desmotomie-Gruppe im Vergleich zur Kontrollgruppe auf. Verglichen mit chirurgisch therapierten Pferden ohne medikamentöse Vorbehandlung war eine präoperative medikamentöse Behandlung mit einer stärkeren Zunahme der Leistung über die fünf Rennen nach der Operation verbunden. Weshalb hier die medikamentös vorbehandelten Vollblüter im Vergleich zu den übrigen Pferden der Desmotomie-Gruppe im ersten Rennen eine geringere Rennleistung aufwiesen, konnte von Derham et al. (2019) nicht abschließend beantwortet werden. Hundertzwanzig der 159 Pferde standen den behandelnden Chirurgen für eine Langzeitstudie zur Verfügung (>1 Jahr, Median 625 Tage) zur Verfügung. 86% der Pferde zeigten laut der Trainer\*innen und überweisenden Tierärztinnen/Tierärzten ohne weitere Behandlung eine dauerhafte Leistungssteigerung (Abbildung 8) (Derham et al. 2019).

### Komplikationen Desmotomie

Eine neurogene Atrophie der epaxialen Muskulatur kontralateral zu der Stelle, an der die Schere für die Desmotomie eingeführt wird, ist in der Studie von Derham et al. (2019) bei 5% der Pferde nach Desmotomie der Ligamenta interspinalia aufgefallen. Dieser Befund ist nicht mit einer offensichtlichen klinischen Beeinträchtigung assoziiert, wird allerdings visuell als störend empfunden. Es wird vermutet, dass die Atrophie aufgrund eines zu lateral gewählten Operationszugangs entstehen könnte, woraufhin die Schere unter Umständen zu weit auf die kontralaterale Seite durchgeführt wird und Nerven in diesem Gebiet schädigt (Derham et al. 2019). Derham et al. (2021) vermuten, dass es sich bei diesen Nerven um die mittleren Äste der dorsalen Spinalnerven handelt, die den Musculus longissimus innervieren.

Prisk und García-López (2019) dokumentierten bei 2% der operierten Pferde eine Muskelatrophie an der Operations-

stelle. Weitere kosmetische Veränderungen, wie weiße Haare, Narben und Alopezie an der Inzisionsstelle sind ebenfalls beschrieben (Prisk und García-López 2019).

### Diskussion

Laut einer Studie von Mayaki et al. (2019) sind 57% Prozent der primären Rückenbeschwerden beim Pferd auf muskuläre Schmerzen und nur 15% auf Engstände der Dornfortsätze zurückzuführen. Neben anderen Wirbelsäulenpathologien wie beispielsweise der Osteoarthritis der Facettengelenke oder Spondylosen können auch eine Kompression oder Verletzung der Wirbelsäule sowie ein schlechtsitzender Sattel ursächlich sein (Mayaki et al. 2019). Werden röntgenologisch Veränderungen der Dornfortsätze festgestellt, müssen diese dennoch nicht zwangsläufig Auslöser der Rückenbeschwerden sein. Holmer et al. (2005/2007) untersuchten 295 klinisch rückengesunde Pferde und stellten bei rund 92% der Fälle Röntgenveränderungen an den Dornfortsätzen fest. Folglich können Engstände röntgenologisch vorhanden sein, der Grund der Rückenschmerzen kann aber trotzdem außerhalb der Dornfortsätze liegen.

Die Diagnostik mittels Lokalanästhesie beschreiben mehrere Autoren als unerlässlich, nicht zuletzt auch, um gleichzeitig auftretende Lahmheiten zu erkennen (Zimmerman et al. 2012, Brown et al. 2019). Denn selbst sehr geringgradige Lahmheiten können zur Veränderung der Rückenkinematik und folglich zu Schmerzen führen (Gomez Alvarez et al. 2007). In einer Studie von Landman et al. (2004) konnten Lahmheiten (zumeist Lahmheiten der Hinterhand) bei 74% der untersuchten Pferde mit Rückenschmerzen festgestellt werden. Das Übersehen einer geringgradigen Lahmheit aufgrund der klinisch deutlicheren Rückenschmerzen, könnte der Grund dafür sein, dass Pferde mit chirurgisch therapierten Engständen der Dornfortsätze in einigen genannten Studien postoperativ mit Lahmheiten auffielen. Zusammenfassend sollte die Untersuchung eines Pferdes mit Rückenbeschwerden daher immer mit einer vollständigen Lahmheitsuntersuchung einhergehen.

Aus chirurgischer Sicht gilt es zu entscheiden, welche Operation durchzuführen ist. Sind die engstehenden Dornfortsätze bereits deutlich verknöchert ist eine Ostektomie in Erwägung zu ziehen (Coomer et al. 2012). Ist dies noch nicht der Fall, ist der minimalinvasiveren Desmotomie Vorrang zu geben. Allerdings ist es wichtig, vor der Wahl einer chirurgischen Therapie, mögliche Komplikationen und Risiken abzuwägen. Zu diesen zählen neben kosmetischen Veränderungen und Wundkomplikationen die neurogene Muskelatrophie infolge einer Desmotomie sowie Frakturen, Rotationen und Mineralisierungen der Dornfortsätze infolge einer Ostektomie (Jeffcott und Hickman 1975, Lauk und Kreling 1998, Walmsley et al. 2002, Perkins et al. 2005, Desbrosse et al. 2007, Brink 2014, Derham et al. 2019, Prisk und García-López 2019, de Souza 2021, Rubio-Martinez 2021). Darüber hinaus zeigen in den beschriebenen Studien ca. 5–30% der operierten Pferde eine persistierende Schmerzsymptomatik und manche Pferde sind unter Umständen postoperativ sogar schmerzhafter als vor der Operation (Pettersson et al. 1987, Lauk und Kreling 1998, Walmsley et al. 2002, Coomer et al. 2012, Brink 2014, Jacklin et al. 2014, Brown et al. 2019, Prisk und García-López 2019, de Souza 2021).

Die biomechanischen Konsequenzen der Operationsmethoden sind ebenfalls zu diskutieren. Bei der Desmotomie wird das Ligamentum interspinale durchtrennt, während bei der Ostektomie, mit Ausnahme der endoskopischen Variante, noch zusätzlich das Ligamentum supraspinale längs geteilt wird (Jeffcott und Hickman 1975, Walmsley et al. 2002, Coomer et al. 2012, O'Brien und Hunt 2014, Brown et al. 2019, Derham et al. 2019, Prisk und García-López 2019). Bei anderen Tierarten konnte gezeigt werden, dass das Ligamentum interspinale und supraspinale Kompressionskräften sowie der Flexionsbewegung der Wirbelsäule entgegenwirken (Dickey et al. 2002, Gillespie und Dickey 2004, Merter et al. 2019). Merter et al. (2019) fanden bei einem Versuch an Schafswirbelsäulen, dass ein Riss des Ligamentum supraspinale oder des Ligamentum interspinale zusammen mit dem Ligamentum flavum zu einer signifikanten Druckerhöhung innerhalb der Bandscheiben führt (Merter et al. 2019). Eine anatomische Untersuchung des Ligamentum interspinale der Pferdewirbelsäule ergab eine schräge, kreuzende Anordnung der Fasern, was schließen lässt, dass auch das Ligamentum interspinale des Pferdes dazu dient, vor allem Zugkräften während der Flexions- und Rotationsbewegung entgegenzuwirken (Ehrle et al. 2017). Somit lässt sich vermuten, dass durch eine Ostektomie oder Desmotomie die Widerstandsfähigkeit der Wirbelsäule gegen bestimmte Kräfte herabgesetzt wird, was zu einer Veränderung der Beweglichkeit und Stabilität der Wirbelsäule führen könnte. Zusätzlich werden die Musculi multifidi, die als wichtige Stabilisatoren der thorakolumbalen Wirbelsäule gelten, sowohl durch die Ostektomie der Dornfortsätze als auch die Desmotomie der Ligamenta interspinalia verletzt (Stubbs et al. 2006, Garcia Lineiro et al. 2017). Inwiefern diese Muskeln postoperativ wieder ihre physiologische Funktion aufnehmen, ist ungewiss.

Gerade weil das genaue Ausmaß der biomechanischen Veränderungen infolge einer Operation an der Wirbelsäule beim Pferd noch ungeklärt ist, sollte dies bei der Wahl der Therapie bedacht werden. Die Autoren empfehlen eine chirurgische Therapie nur bei eindeutigen und besonders schweren Fällen in Erwägung zu ziehen, bei denen konservative Therapieversuche wiederholt erfolglos waren.

## Danksagung

Ein großer Dank gilt der Akademie für Tiergesundheit und der Elsa-Neumann-Stiftung für die Unterstützung dieser Arbeit.

## Literatur

- Brink P. (2014) Subtotal ostectomy of impinging dorsal spinous processes in 23 standing horses. *Vet. Surg.* 43, 95–98; DOI 10.1111/j.1532-950x.2013.12078.x
- Brown K. A., Davidson E. J., Orved K., Ross M. W., Stefanovski D., Wulster K. B., Levine D. G. (2019) Long-term outcome and effect of diagnostic analgesia in horses undergoing interspinous ligament desmotomy for overriding dorsal spinous processes. *Vet. Surg.* 49, 590–599; DOI 10.1111/vsu.13377
- Brunken G., De Besi N., Königsmann-Brunken D. (2006) Radiologische Untersuchungen an den Dornfortsätzen der Rückenwirbel. *Prakt. Tierarzt* 87, 617–621
- Clayton H. M. (2016) Core Training and Rehabilitation in Horses. *Veterinary Clinics of North America: Equine Pract.* 32, 49–71; DOI 10.1016/j.cveq.2015.12.009
- Clayton H. M., Stubbs N. C. (2016) Enthesophytosis and Impingement of the Dorsal Spinous Processes in the Equine Thoracolumbar Spine. *J. Equine Vet. Sci.* 47, 9–15; DOI 10.1016/j.jevs.2016.07.015
- Coomer R. P., McKane S. A., Smith N., Vandeweerd J. M. (2012) A controlled study evaluating a novel surgical treatment for kissing spines in standing sedated horses. *Vet. Surg.* 41, 890–897; DOI 10.1111/j.1532-950x.2012.01013.x
- Cousty M., Retureau C., Tricaud C., Geffroy O., Caure S. (2010) Location of radiological lesions of the thoracolumbar column in French trotters with and without signs of back pain. *Vet. Rec.* 166, 41–45; DOI 10.1136/vr.c70
- Dämmrich K., Randelhoff A., Weber B. (1993) Ein morphologischer Beitrag zur Biomechanik der thorakolumbalen Wirbelsäule und zur Pathogenese des Syndroms der sich berührenden Dornfortsätze (Kissing Spines-Syndrom) bei Pferden. *Pferdeheilkunde* 9, 267–281; DOI 10.21836/PEM19930501
- de Graaf K., Enzerink E., van Oijen P., Smeenk A., Dik K. J. (2015) The radiographic frequency of impingement of the dorsal spinous processes at purchase examination and its clinical significance in 220 warmblood sporthorse. *Pferdeheilkunde* 31, 461–468; DOI 10.21836/PEM20150505
- de Souza T. C., Crowe O. M., Bowles D., Poore L. A., Suthers J. M. (2021) Minimally invasive cranial osteotomy for the treatment of impinging dorsal spinous processes in 102 standing horses. *Vet Surg* 2021, 1–9; DOI 10.1111/vsu.13736
- Denox J. M., Dyson S. J. (2011) Chapter 52 - Thoracolumbar Spine. *Diagnosis and Management of Lameness in the Horse*. Ross M., Dyson S. Elsevier Verlag, Philadelphia, PA. 2. Auflage, 592–605
- Derham A. M., O'Leary J. M., Connolly S. E., Schumacher J., Kelly G. (2019) Performance comparison of 159 Thoroughbred racehorses and matched cohorts before and after desmotomy of the interspinous ligament. *Vet. J.* 249, 16–23; DOI 10.1016/j.tvjl.2019.05.004
- Derham A. M., Schumacher J., O'Leary J. M., Kelly G., Hahn C. N. (2021) Implications of the neuroanatomy of the equine thoracolumbar vertebral column with regional anaesthesia and complications following desmotomy of the interspinous ligament. *Equine Vet. J.* 53, 649–655; DOI 10.1111/evj.13402
- Desbrosse F. G., Perrin R., Launois T., Vandeweerd J. M., Clegg P. D. (2007) Endoscopic resection of dorsal spinous processes and interspinous ligament in ten horses. *Vet. Surg.* 36, 149–155; DOI 10.1111/j.1532-950x.2007.00247.x
- Dickey J. P., Dumas G. A., Hewlett B. R., Bednar D. A. (2002) Quantitative morphology of the human and porcine mid-lumbar interspinous ligament. *Vet. Comp. Orthop. Traumatol.* 15, 150–157; DOI 10.1055/s-0038-1632730
- Ehrle A., Ressel L., Ricci E., Singer E. R. (2017) Structure and Innervation of the Equine Supraspinous and Interspinous Ligaments. *Anat. Histol. Embryol.* 46, 223–231; DOI 10.1111/ahc.12261
- Ehrle A., Ressel L., Ricci E., Merle R., Singer E. R. (2019) Histological examination of the interspinous ligament in horses with overriding spinous processes. *Vet. J.* 244, 69–74; DOI 10.1016/j.tvjl.2018.12.012
- Erichsen C., Eksell P., Holm K. R., 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, 458–465; DOI 10.2746/0425164044877341
- Garcia Lineiro J. A., Graziotti G. H., Rodriguez Menendez J. M., Rios C. M., Affricano N. O., Victorica C. L. (2017) Structural and functional characteristics of the thoracolumbar multifidus muscle in horses. *J. Anat.* 230, 398–406; DOI 10.1111/joa.12564
- Geiger C. (2012) Radiologische Befunderhebung an der Brustwirbelsäule des Pferdes gemäß des Röntgenleitfadens 2007 unter Berücksichtigung der klinischen Relevanz. *Diss. Med. Vet. LMU München*

- Geiger C. P., Gerhards H. (2015) Radiologische Befunderhebung an der Brustwirbelsäule des Pferdes gemäß des Röntgenleitfadens 2007 unter Berücksichtigung der klinischen Relevanz. *Pferdeheilkunde* 31, 39–48; DOI 10.21836/PEM20150106
- Gillespie K. A., Dickey J. P. (2004) Biomechanical Role of Lumbar Spine Ligaments in Flexion and Extension: Determination Using a Parallel Linkage Robot and a Porcine Model. *Spine* 29, 1208–1216; DOI 10.1097/00007632-200406010-00010
- Gomez Alvarez C. B., Wennerstrand J., Bobbert M. F., Lamers L., Johnston C., Bock W., van Weeren P. R. (2007) The effect of induced forelimb lameness on thoracolumbar kinematics during treadmill locomotion. *Equine Vet. J.* 39, 197–201; DOI 10.2746/042516407X173668
- Haussler K. K., Stover S. M., Willits N. H. (1999) Pathologic changes in the lumbosacral vertebrae and pelvis in Thoroughbred racehorses. *Am. J. Vet. Res.* 60, 143–153
- Haussler K. K. (2015) Managing Back Pain. *Robinson's Current Therapy in Equine Medicine*. Sprayberry K. A., Robinson N.E., W. B. Saunders Verlag, London. 7. Auflage, 92–96
- Haussler K. K. (2018) Equine Manual Therapies in Sport Horse Practice. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 34, 375–389; DOI 10.1016/j.cveq.2018.04.005
- Holmer M. (2005) Röntgenbefunde an den Dornfortsätzen klinisch rückengesunder Warmblutpferde. *Diss. Med. Vet. LMU München*
- Holmer M., Wollanke B., Stadtbäumer G. (2007) Röntgenveränderungen an den Dornfortsätzen von 295 klinisch rückengesunden Warmblutpferden. *Pferdeheilkunde* 23, 507–511; DOI 10.21836/PEM20070506
- Jacklin B. D., Minshall G. J., Wright I. M. (2014) A new technique for subtotal (cranial wedge) osteotomy in the treatment of impinging/overriding spinous processes: description of technique and outcome of 25 cases. *Equine Vet. J.* 46, 339–344; DOI 10.1111/evj.12215
- 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, 115–119; DOI 10.1111/j.2042-3306.1975.tb03245.x
- Jeffcott L. B. (1979) Radiographic Features of the Normal Equine Thoracolumbar Spine. *Vet. Radiol.* 20, 140–147; DOI 10.1111/j.1740-8261.1979.tb01192.x
- Jeffcott L. B. (1980) Disorders of the thoracolumbar spine of the horse - a survey of 443 cases. *Equine Vet. J.* 12, 197–210; DOI 10.1111/j.2042-3306.1980.tb03427.x
- Kaneps A. J. (2016) Practical Rehabilitation and Physical Therapy for the General Equine Practitioner. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 32, 167–180; DOI 10.1016/j.cveq.2015.12.001
- Landman M. A. A. M., Blaauw J. A., van Weeren P. R., Hofland L. J. (2004) Field study of the prevalence of lameness in horses with back problems. *Vet. Rec.* 155, 165–168; DOI 10.1136/vr.155.6.165
- Lauk H. D., Kreling I. (1998) Behandlung des Kissing spines-syndroms beim Pferd - 50 Fälle Teil 2 Ergebnisse. *Pferdeheilkunde* 14, 123–130; DOI 10.21836/PEM19980203
- Mayaki A. M., Intan-Shameha A. R., Noraniza M. A., Mazlina M., Adamu L., Abdullah R. (2019) Clinical investigation of back disorders in horses: A retrospective study (2002–2017). *Vet. World* 12, 377–381; DOI 10.14202/vetworld.2019.377-381
- Mertler A., Karaca M. O., Yazar T. (2019) Biomechanical effects of sequential resection of the posterior ligamentous complex on intradiscal pressure and resistance to compression forces. *Acta Orthop. Traumatol. Turcica* 53, 502–506; DOI 10.1016/j.aott.2019.08.016
- Nowak M. (1988) Die klinische, röntgenologische und szintigraphische Untersuchung bei den sogenannten Rückenproblemen des Pferdes. *Pferdeheilkunde* 4, 193–198; DOI 10.21836/PEM19880503
- O'Brien T., Hunt R. J. (2014) Recent advances in standing equine orthopedic surgery. *Vet. Clin. North Am. Equine Pract.* 30, 221–237; DOI 10.1016/j.cveq.2013.11.006
- Paulekas R., Haussler K. K. (2009) Principles and Practice of Therapeutic Exercise for Horses. *J. Equine Vet. Sci.* 29, 870–893; DOI 10.1016/j.jevs.2009.10.019
- Perkins J. D., Schumacher J., Kelly G., Pollock P., Harty M. (2005) Subtotal osteotomy of dorsal spinous processes performed in nine standing horses. *Vet. Surg.* 34, 625–629; DOI 10.1111/j.1532-950X.2005.00097.x
- Pettersson H., Strömberg B., Myrin I. (1987) Das thorakolumbale, interspinale Syndrom (TLI) des Reitpferdes Retrospektiver Vergleich konservativ und chirurgisch behandelter Fälle. *Pferdeheilkunde* 3, 313–319; DOI 10.21836/PEM19870606
- Prisk A. J., García-López J. M. (2019) Long-term prognosis for return to athletic function after interspinous ligament desmotomy for treatment of impinging and overriding dorsal spinous processes in horses: 71 cases (2012–2017). *Vet. Surg.* 48, 1278–1286; DOI 10.1111/vsu.13298
- Ranner W. (1997) Das „Rückenproblem“ beim Pferd: eigene Untersuchungen und kritische Betrachtung. *Diss. Med. Vet. LMU München*.
- Ranner W., Gerhards H. (2001) Diagnostik bei Verdacht auf Rückenkrankungen beim Pferd. *Pferdeheilkunde* 17, 225–232; DOI 10.21836/PEM20010305
- Ranner W., Gerhards H. (2002) Vorkommen und Bedeutung von Rückenkrankungen – insbesondere des „Kissing Spine“-Syndroms – bei Pferden in Süddeutschland. *Pferdeheilkunde* 18, 21–33; DOI 10.21836/PEM20020103
- Roethlisberger Holm K., Wennerstrand J., Lagerquist U., Eksell P., Johnston C. (2006) Effect of local analgesia on movement of the equine back. *Equine Vet. J.* 38, 65–69; DOI 10.2746/042516406775374351
- Rubio-Martinez L. M. (2021) Complications of Surgery for Impingement of Dorsal Spinous Processes. *Complications in Equine Surgery*. John Wiley & Sons, Inc., Hoboken. 1. Auflage, 833–842
- Sayers E., Tabor G. (2020) An exploration of clinical reasoning and practices used by physiotherapists in the rehabilitation of horses following interspinous ligament desmotomy surgery. *Physioth. Theory Pract.* 2020 Aug 25, 1–11; DOI 10.1080/09593985.2020.1809044
- Stubbs N. C., Hodges P. W., Jeffcott L. B., Cowin G., Hodgson D. R., McGowan C. M. (2006) Functional anatomy of the caudal thoracolumbar and lumbosacral spine in the horse. *Equine Vet. J.* 38, 393–399; DOI 10.1111/j.2042-3306.2006.tb05575.x
- Townsend H. 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, 107–112; DOI 10.1111/j.2042-3306.1986.tb03559.x
- Turner T. A. (2011) Overriding spinous processes in horse: diagnosis, treatment and outcome. *Proceedings of the 57th Annual Convention of the American Association of Equine Practitioners* 57, 424–430
- van Zadelhoff C., Ehrle A., Merle R., Jahn W., Lischer C. (2019) Thoracic processi spinosi findings agree among subjective, semiquantitative, and modified semiquantitative scintigraphic image evaluation methods and partially agree with clinical findings in horses with and without thoracolumbar pain. *Vet. Radiol. Ultrasound* 60, 210–218; DOI 10.1111/vru.12695
- 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, 23–28; DOI 10.2746/042516402776181259
- Zimmerman M., Dyson S., Murray R. (2011) Comparison of Radiographic and Scintigraphic Findings of the Spinous Processes in the Equine Thoracolumbar Region. *Vet. Radiol. Ultrasound* 52, 661–671; DOI 10.1111/j.1740-8261.2011.01845.x
- Zimmerman M., Dyson S., Murray R. (2012) Close, impinging and overriding spinous processes in the thoracolumbar spine: the relationship between radiological and scintigraphic findings and clinical signs. *Equine Vet. J.* 44, 178–184; DOI 10.1111/j.2042-3306.2011.00373.x