

Die Krafteinwirkung auf den Pferderücken und die Stabilität des Reiters im Aussitzen und Leichttraben - ein Vergleich

Christian Peham, Anja Hofmann, Jill Molsner, Beatrice Borkenhagen, Sandra Kuhnke und Andrea Baltacis

Klinik für Orthopädie der Huf- und Klautiere, Movement Science Group, Veterinärmedizinische Universität Wien

Zusammenfassung

Ziel dieser Studie war es, die Stabilität des Reiters im Aussitzen mit der im Leichttraben zu vergleichen und die, durch die jeweilige Sitzvariante resultierende Krafteinwirkung auf den Pferderücken gegenüber zu stellen. Zehn gesunde Pferde wurden unter demselben erfahrenen Reiter im Trab auf dem Laufband bei gleichbleibender Geschwindigkeit gemessen. Die kinematischen Daten der rechten Vorderextremität wurden zur Periodisierung der kinetischen Daten, die mit einer Satteldruckmessdecke aufgenommen wurden, verwendet. Der Reiter nahm während der Messung jeweils 20 sec. nacheinander beide Sitzvarianten (Aussitzen, Leichttraben) ein. Es wurde die max. einwirkende Kraft und zur Berechnung der Stabilität die Auslenkung des Reiterschwerpunktes in X (links-rechts) - und Y (vor-rück)- Richtung, sowie der zurückgelegte Weg des Reiterschwerpunktes bestimmt. Die Daten wurden mit Hilfe von MATLAB 7.0 und MS-EXCEL bearbeitet, die statistische Auswertung erfolgte in SPSS 14.0. Das Aussitzen verursachte im Vergleich zum Leichttraben die höhere Krafteinwirkung auf den Pferderücken. Die Kraftdifferenz zeigte statistisch signifikante Unterschiede zwischen dem Aussitzen (1781 N) und dem Leichttraben (1476 N), d.h. die Amplitude der Krafteinwirkung war im Aussitzen deutlich größer. Außerdem konnte im Leichttraben im Vergleich zum Aussitzen eine verringerte Auslenkung in X- und Y-Richtung nachgewiesen werden. Das Leichttraben konnte im Vergleich zum Aussitzen als die stabilere und rückenschonendere Sitzvariante herausgestellt werden. Im Aussitzen war sowohl der Reitersitz am instabilsten als auch die Krafteinwirkung auf den Pferderücken am höchsten.

Schlüsselwörter: Aussitzen, Leichttraben, Stabilität, kinetische Analyse, Reiten, Pferd, Ganganalyse

Forces acting on the horses back and the stability of the rider in sitting and rising trot - a comparison

The aim of the study was to compare the stability of the rider as well as the forces acting on the horse's back in the sitting trot and the rising trot. Ten sound horses were measured under the same experienced rider on a treadmill at trot. They were trained in 3 sessions to get used to the treadmill and were wearing a fitting dressage saddle without saddle pad. For collecting the kinetic data a pressure mat under the saddle was used. The rider performed the 2 different seating positions; sitting trot and rising trot 20 s each. Right forelimb motion was used to synchronise the pressure data with the stride cycles. For determination of the rider's stability, the movement of the centre of pressure (COP) along the transverse (x) and longitudinal (y) axis was calculated. To evaluate the load on the horse's back, the force was estimated. The force and the stability were evaluated using the ANOVA for repeated measures ($p < 0.05$) in SPSS 14.0. Significant differences could be shown between the seating positions for the maximum deviation along the y-axis. The stability of the rider in y-direction was significantly higher in the rising trot than in the sitting trot. In x-direction, there was no significant difference between the 2 positions. The amplitude of force was also significantly higher in sitting trot (1781 N) compared to rising trot (1476 N). The rising trot was found to be more stable and less stressful for the horseback when compared to the sitting trot.

Keywords: sitting trot, rising trot, stability, kinetic analysis, riding, horse

Einleitung

Die Entwicklung der Reitkunst ging Hand in Hand mit der Evolution der Kriegstechnik, und hierbei war der stabile Sitz des Reiters elementar. Die Stabilität des Sitzes wurde durch die Erfindung des Sattels entscheidend erhöht, die es möglich machte, das Gewicht des Reiters auf Rückenmuskulatur und Rippen des Pferdes zu übertragen, und so die Wirbelsäule vor einer direkten Belastung zu schützen. Als größter Fortschritt in der Reiterei kann aber die relativ späte Erfindung des Steigbügels betrachtet werden. Der Steigbügel verschaffte den Reitern mehr Sitzkomfort, sodass sie längere Strecken in höherem Tempo zurücklegen konnten. Außerdem saßen sie im Nahkampf viel sicherer im Sattel, wodurch die Kavallerie immer mehr an Bedeutung gewann.

So entstanden im Laufe der Jahrhunderte sowohl verschiedene Satteltypen als auch adaptierte Reitstile und Sitztechniken,

die dem jeweiligen Verwendungszweck angepasst waren. Ein beliebter Sport in Großbritannien war die Fuchsjagd, die wiederum spezielle Anforderungen an den Sattel stellte. Es entstand im 18. Jhdt. der „Englische Jagdsattel“ und parallel dazu auch der sog. „Jagdsitz“, der den Pferderücken entlastete und das Gleichgewicht des Pferdes möglichst wenig stören sollte (Edwards 1996).

Auch das Leichttraben oder „Englisches Traben“ kam ursprünglich aus England und sollte den ungeübten Reiter während längeren Jagdritten schonen. Das Leichttraben ermöglicht auch dem ungeübten Reiter der Bewegung des Pferdes im Trab möglichst störungsfrei zu folgen. Es gehört heute zu den ersten Grundübungen eines jeden Reitanfängers. Der Reiter sitzt bei dieser Sitzvariante nur bei jedem zweiten Schritt im Sattel. Da im Trab immer ein diagonales Beinpaar auftritt, kann man entweder auf der linken oder auf

der rechten Diagonale leichttraben. Das auffußende Vorderbein bestimmt hierbei die Diagonale (*Miesner* 2005).

Das Aussitzen stellt eine weitere Sitzvariante im Trab dar, bei der der Reiter in jeder Trabphase im Sattel sitzt. Ziel des Aussitzens ist ein elastisches Mitschwingen in der Mittelpositur und ein tiefer, geschmeidiger Sitz im Sattel. In der Literatur findet man häufig Empfehlungen, vor allem bei jungen Pferden nicht längere Zeit auszusetzen, da der noch schwach bemuskelte Rücken dadurch zu stark belastet wird (*Paalman* 2004). Im modernen Reitsport werden heute verschiedene Sitzvarianten verwendet, die einerseits dem Sport angepasst sind (wie z. B. der Leichte Sitz im Spring- oder Vielseitigkeitssport), andererseits aber auch das Pferd entlasten sollen (wie z.B. das Leichttraben) (FEI 1995).

Für die Aufzeichnung der Belastungssituation des Pferderückens während der Bewegung stehen verschiedene kommerziell erhältliche elektronische Druckmesssysteme zur Verfügung. *Jeffcott* et al. (1999) und *de Cocq* et al. (2006) zeigten, dass eine elektronische Satteldruckmessdecke ein zuverlässiges Messinstrument zur Aufzeichnung der auftretenden Kräfte ist. Außerdem konnte eine positive Korrelation zwischen der Körpermasse des Reiters und der Belastung des Pferderückens (*Jeffcott* et al. 1999, *de Cocq* et al. 2004) nachgewiesen werden.

Die Belastung des Pferderückens durch den Reiter wurde bereits in mehreren Arbeiten mit Hilfe einer elektronischen Satteldruckmessdecke untersucht (*Werner* et al. 2002, *Frühwirth* et al. 2004, *Winkelmayr* et al. 2006, *Meschan* et al. 2007, *Geutjens* et al. 2007).

Neben der angestrebten Entlastung des Pferdes darf aber auch der stabile Sitz des Reiters nicht außer Acht gelassen werden. Eine gleichmäßige und stabile Sitzposition ermöglicht dem Reiter eine wirksame und konstante Hilfegebung und ist damit essentiell für die Harmonie zwischen Reiter und Pferd in allen Sportarten.

In dieser Studie wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit immer derselbe erfahrene Reiter verwendet. *Peham* et al. (2001) bewiesen, dass ein konstantes Bewegungsmuster des Reiters nur bei entsprechendem Können möglich ist. In einer weiteren Studie wurde gezeigt, dass der Reiter einen stabilisierenden Effekt auf die Bewegung des Pferdes ausübt (*Peham* et al. 2004).

Schöllhorn et al. (2006) konnten nachweisen, dass sich ein guter Reiter bedeutend besser an die Bewegung des Pferdes anpasst als ein schlechter Reiter, was wiederum den Einfluss des Reiters auf die Messungen minimiert.

Laufbänder werden in der Bewegungsanalyse in erster Linie dazu verwendet, um standardisierte Bedingungen zu garantieren (*Peham* et al. 1998). Für eine reproduzierbare Qualifikation und Quantifikation der ermittelten Daten, ist ein stabiles Bewegungsmuster des Pferdes notwendig (*Peham* et al. 1998). *Robert* et al. (2001) zeigten, dass eine höhere Geschwindigkeit zu einer stärkeren Aktivierung der Rückenmuskulatur führt. Daraus geht hervor, dass Veränderungen der Geschwindigkeit das Bewegungsmuster des Pferdes verändern und somit auch die Druckverteilung unter dem Sattel beeinflussen (*Meschan* et al. 2007). Ziel dieser Studie war es, zu klären, ob und in welchem Ausmaß, das Leichttraben die Belastung des Pferdes im Vergleich zum Aussitzen reduziert und ob sich die Stabilität des Reiters verändert.

Material und Methode

Pferde

Die Messungen wurden an zehn gesunden Pferden durchgeführt. Diese Pferde unterschieden sich bzgl. Alter, Ausbildungsstand und Rasse. Vor ihrem Einsatz wurden alle Pferde einer klinischen Voruntersuchung unterzogen, um lahme Pferde oder Pferde mit Rückenproblemen auszuschließen (Tabelle 1).

Reiter

Bei den Messungen kam immer derselbe erfahrene Reiter zum Einsatz. Sein Masse betrug inklusive der Ausrüstung 85 kg. Die Verwendung desselben Reiters war notwendig, da zum einen ein linearer Zusammenhang zwischen dem Gewicht des Reiters und dem, unter dem Sattel gemessenen Druck besteht (*Jeffcott* et al. 1999) und zum anderen ein direkter Zusammenhang zwischen dem Können des Reiters und der Konstanz seiner Bewegung bewiesen wurde (*Peham* et al. 2001).

Sattel

Für die Messungen standen vier Dressursättel unterschiedlicher Kammerweite vom Modell „Walzer“ der Firma Niedersüß¹ zur Verfügung. Diese wurden den Pferden vor der Mes-

Tab 1 Nationale der Pferde

Pferd	Rasse	Alter	Körpermasse	Stockmaß	Geschlecht
1	Haflinger	8 Jahre	480 kg	148 cm	Wallach
2	Tschech. WB	15 Jahre	640 kg	167 cm	Wallach
3	Haflinger	10 Jahre	440 kg	146 cm	Stute
4	Tschech. WB	15 Jahre	696 kg	168 cm	Wallach
5	Shagya-Andalusier	12 Jahre	500 kg	152 cm	Wallach
6	Tschech. WB	10 Jahre	540 kg	160 cm	Wallach
7	Anglo Araber	11 Jahre	500 kg	168 cm	Stute
8	Friese	9 Jahre	550 kg	165 cm	Hengst
9	Haflinger	28 Jahre	460 kg	147 cm	Wallach
10	Tschech. WB	10 Jahre	570 kg	164 cm	Wallach

sung angepasst, so dass die Werte für jedes Pferd mit einem passenden Sattel ermittelt werden konnten. Die Satteldruckmessdecke wurde ohne weitere Sattelunterlage direkt auf dem Pferderücken platziert. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde derselbe Sattel (Dressursattel) beim Ausreiten und beim Leichttraben verwendet.

Laufband

Es wurde in dieser Studie das Laufband des Typs Mustang 2200² verwendet. Die Pferde wurden zunächst ohne Reiter an das Laufband gewöhnt und dabei die optimale Geschwindigkeit ermittelt (Peham et al. 1998). Jedes Pferd wurde 20 Sekunden gemessen. Die Messungen erfolgten im Trab, wobei der Reiter je zehn Sekunden ausgesessen und im leichten Trab ritt.



Abb 1 Laufband Mustang 2200. Treadmill Mustang 2200



Abb 2 Die Satteldruckmessdecke Pliance Mobile auf dem Pferderücken
Pressure mat Pliance Mobile

Kinetisches System

Zur Verwendung kam die Satteldruckmessdecke Pliance Mobile³. Die Messdecke ist in 224 Segmente geteilt, die jeweils 8 cm² groß und 2,6 mm dick sind. Sie sind in 16 Zeilen zu je 14 Spalten angeordnet. Direkt über der Wirbelsäule des Pferdes sind keine Drucksensoren angebracht. Zwecks gleichmäßiger und spannungsfreier Platzierung der Decke auf dem Pferderücken, sind die beiden Deckenhälften nur über eine Länge von ca. 20 cm miteinander verbunden. Nach dem Auflegen der Decke wurde die Decke auf Null abgeglichen. Das Aufnahmegerät inklusive Akku und Speicherkarte wurde für die Messung am Reiter befestigt.

Die Decke hat eine Abtastfrequenz von 30 Hertz. Sie misst die Kapazitätsänderung, die auftritt, sobald eine Kraft senkrecht auf den Sensor einwirkt. Daraus kann auf die Krafteinwirkung geschlossen werden. Die Daten auf der Speicherkarte wurden in den Computer eingelesen. Die Daten wurden mit Hilfe von MATLAB 7.0 und MS-EXCEL ausgewertet. Darin wurde der Schwerpunkt der Kraft in x- und y- Koordinaten dargestellt. Der Ursprung liegt in der Mitte der Druckmessdecke. Die X-Koordinaten stehen für eine seitliche Auslenkung, die Y-Koordinaten symbolisieren die Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegung des Reiters.

Datenverarbeitung

Die kinetischen Daten wurden mit Hilfe der Bewegung des rechten Vorderhufes periodisiert. Die Bewegung wurde mit einem Kamerasystem (6 Kameras, 120 Hz Bildfrequenz)⁴ aufgezeichnet. Die Kraft wurde folgendermaßen berechnet:

$$\text{Gesamtkraft} = \text{Fläche}_{\text{sensor}} \cdot \sum_{\text{sensor}=1}^{224} \text{Druck}_{\text{sensor}}$$

Die Gesamtkraft zu jedem Zeitpunkt ergibt sich aus der Summe der Druckwerte multipliziert mit der Sensorfläche.

$$x_s = \frac{\text{Fläche}_{\text{sensor}} \cdot \sum_{\text{sensor}=1}^{224} \text{Druck}_{\text{sensor}} \cdot x_{\text{sensor}}}{\text{Gesamtkraft}}$$

Der Kraftangriffspunkt wird aus dem Momentengleichgewicht ermittelt.

$$y_s = \frac{\text{Fläche}_{\text{sensor}} \cdot \sum_{\text{sensor}=1}^{224} \text{Druck}_{\text{sensor}} \cdot y_{\text{sensor}}}{\text{Gesamtkraft}}$$

Daraus wurden folgende Parameter ausgewertet:

- Maximale Krafteinwirkung
- Minimale Krafteinwirkung
- Mittlere Krafteinwirkung
- Standardabweichung der maximalen Kraft
- Weg des Reiterschwerpunktes (SP)
- Vorwärtsbewegung des Reiterschwerpunktes (SP)
- Seitwärtsbewegung des Reiterschwerpunktes (SP)

Die Abbildungen 3 und 4 zeigen Bilder der Rohdaten.

Statistik

Zur statistischen Auswertung wurde SPSS 14.0 verwendet. Die Daten wurden auf Normalverteilung mittels Kolmogorov-Smirnov Test geprüft. Danach wurden mittels eines T-Test für gepaarte Stichproben signifikante Unterschiede zwischen den Daten ermittelt. Eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,05$ galt als signifikanter Unterschied, eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p < 0,01$ als hoch signifikanter Unterschied.

Ergebnisse

Die Ergebnisse sind in den Tabellen 2 und 3 aufgeführt. Abb. 5 zeigt einen typischen Verlauf der Gesamtbelastung in beiden Sitzvarianten.

Die einwirkende Kraft unterschied sich dahingehend, dass die Amplitude im Aussitzen erhöht war, dies ist auch durch die kleineren Minima ersichtlich. Die mittlere Kraft war jedoch nicht signifikant unterschiedlich (Tab. 2).

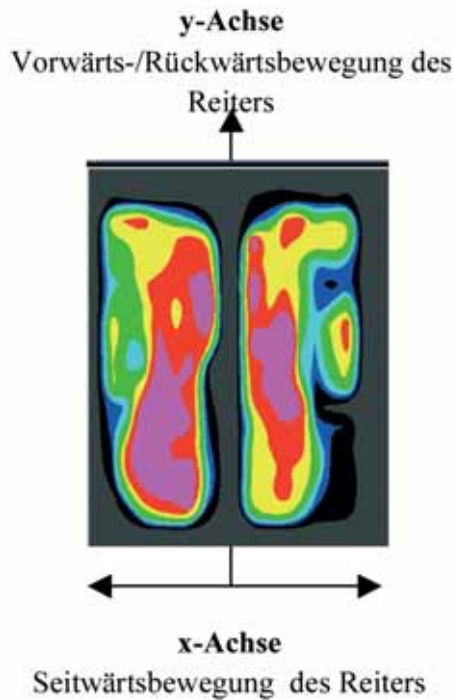


Abb 3 Flächenansicht der Druckmessdecke
2 dimensional pressure distribution

Bezüglich der Stabilität zeigte sich, dass die Kraft im Aussitzen stärker variierte und die Bewegung des Schwerpunktes ebenfalls größer war als im Leichttraben (Tab. 3).

Diskussion

Die verwendeten Pferde gehörten verschiedene Rassen an, hatten verschiedene Verwendungszwecke, unterschiedlichen Ausbildungsgrad und auch das Alter der Pferde schwankte

erheblich (zw. 8 und 28 Jahren). Daraus lässt sich die teilweise hohe Varianz der Ergebnisse erklären. Denn die auf den Sattel ausgeübte Kraft hängt einerseits vom Reiter und andererseits vom Pferd ab (Meschan et al. 2007). So spielt die Muskelaktivität des langen Rückenmuskels sicher eine wichtige Rolle (Licka et al. 2004). Robert et al. (2001) fanden mit steigender Trabgeschwindigkeit eine verlängerte und verstärkte Aktivität der Rumpfmuskulatur. Aufgrund der erhöhten Spannung der Rumpfmuskulatur muss auch von einer Beeinflussung der Druckverteilung unter dem Sattel ausgegangen

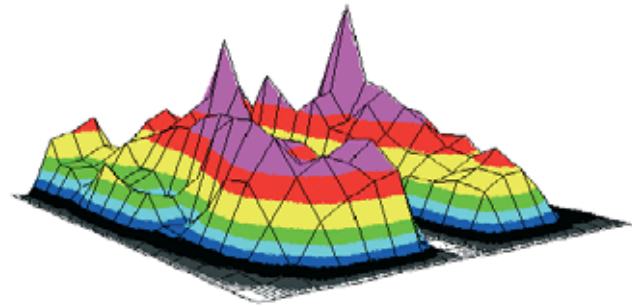


Abb 4 Druckgebirge-Ansicht der Messdecke
3 dimensional pressure distribution

werden. Daraus kann man schließen, dass der unterschiedliche Trainingszustand und damit die Bemuskelung der Pferde die Ergebnisse der Krafteinwirkung beeinflusste.

Die verwendeten Sättel stammten alle von der Firma Niedersüß. Diese Sättel entsprachen alle dem gleichen Typ (Walzer, Dressursattel) und zeichneten sich nur durch unterschiedliche Kammerweiten aus. Die Passform der Sättel wirkt sich ebenfalls entscheidend auf die, auf den Pferderücken einwirkende Kraft aus (Meschan et al. 2007). Ein passender Sattel verteilt das Reitergewicht gleichmäßig auf eine möglichst große Fläche, sodass die Gesamtkraft im Vergleich zum unpassenden Sattel signifikant niedriger ist. Man muss aber wohl davon ausgehen, dass nicht jeder Sattel gleich gut angepasst war, d. h. trotz Sattelanpassung immer ein Unterschied in der Pass-

Tab 2 Kraftwerte beim Aussitzen und Leichttraben.

Parameter	Aussitzen MW (Stabw)	Leichttraben MW (Stabw)	Signifikanz
	N	N	
Maxima Kraft	2.114 (1010)	2.052 (996)	0,56
Minima Kraft	324 (339)	575 (644)	0,00
Differenz Kraft	1.781 (930)	1.476 (724)	0,04
Stabw Kraft	549 (304)	444 (248)	0,03
MW Kraft	1.089 (613)	1.188 (746)	0,44

Tab 3 Bewegung des Reiterschwerpunkts (SP)

Parameter	Aussitzen MW	Leichttraben MW	Signifikanz
	cm	cm	
Weg des SP	60,2 (51,7)	34,5 (14,2)	0,07
Vorwärtsbewegung des SP	6,7 (4,9)	5,1 (3,1)	0,02
Seitwärtsbewegung des SP	1,2 (4,5)	0,8 (3,3)	0,23

form bleibt. Da die Sattelpassform nicht nur durch die Kammerweite bestimmt wird, konnte das zur Verfügung stehende Sattelmodell sicher nicht an jede Rückenkontur optimal angepasst werden. Als Beispiel soll hier das Pferd 5 dienen, das deutlich höhere Werte lieferte, die statistisch als Ausreißer gelten. Die Variation bezüglich Bewegung und Reiter wurden dahingehend minimiert, dass einerseits eine an das Pferd angepasste Geschwindigkeit am Laufband verwendet wurde und andererseits alle Pferde vom selben Reiter, der als professioneller Reiter eingestuft werden kann (Übungsleiter),

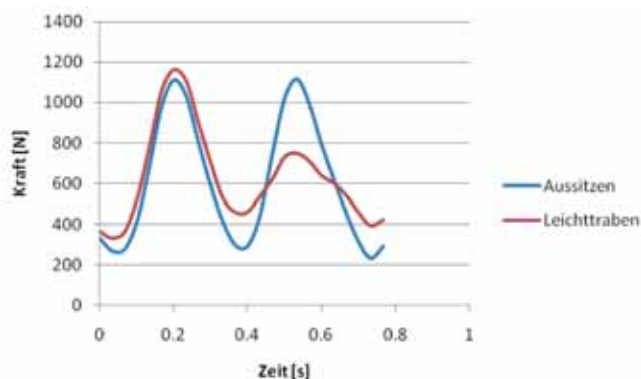


Abb 5 Verlauf der Gesamtkraft (=Summe aller Sensoren multipliziert mit deren Fläche) über die Zeit.
Time curve of the total force

geritten wurden. Peham et al. (1998) konnten die direkte Abhängigkeit der Symmetrie der Bewegung von der Geschwindigkeit nachweisen. Je mehr sich die Geschwindigkeit der individuell optimalen Geschwindigkeit des Pferdes annäherte, desto gleichmäßiger wurde die Bewegung. Deshalb wurde in dieser Studie vor jeder Messung in mind. 3 Trainingseinheiten die optimale Geschwindigkeit des Pferdes im Schritt und Trab ermittelt, bei der das Pferd das gleichförmigste Gangbild zeigte.

Die Geschwindigkeit spielt eine entscheidende Rolle bezüglich der Muskelaktivität (Robert et al. 2001), deshalb war es wichtig beide Sitzvarianten bei derselben Geschwindigkeit zu analysieren.

Außerdem bewiesen Peham et al. (2001), dass ein konstantes Bewegungsmuster des Reiters einerseits nur bei entsprechendem Können möglich ist, andererseits der Reiter einen stabilisierenden Effekt auf die Bewegung des Pferdes ausübt, wodurch sich das Pferd schneller an die Laufbandgeschwindigkeit anpassen konnte (Peham et al. 2004).

Der Schwerpunkt ist entscheidend für Stabilitätsbetrachtungen. Zur Bestimmung des Schwerpunkts ist eine elektronische Satteldruckmessdecke die geeignete Messmethode (Jeffcott et al. 1999). Je geringer die Auslenkung in der x- und y- Achse und je geringer der zurückgelegte Weg des Reiterschwerpunktes desto höher ist die Stabilität des Reitersitzes. Diese ist wiederum die Grundlage einer konstanten und wirksamen Hilfengebung und damit die Basis der Kommunikation zwischen Reiter und Pferd. In dieser Studie stellte sich heraus, dass die Stabilität in y- Richtung beim Leichttraben trotz der stärkeren aktiven Bewegung des Reiters signifikant größer ist als beim Aussitzen.

Die Kräfte, die durch die Dynamik des Reiters entstehen sind nicht unerheblich. So zeigte Frühwirth et al. (2004), dass im Trab die 2-fache Erdbeschleunigung wirkt und so ca. das doppelte Reitergewicht auf den Pferderücken wirkt. Dies gilt auch für diese Studie, da bei einem Reiter mit der Körpermasse von 85 Kg mehr als 2000 N maximal Kraft wirken. Dies stimmt mit unseren Ergebnissen gut überein.

Eine Entlastung des Pferderückens durch Leichttraben bezüglich der maximalen Kraft konnte nicht beobachtet werden. Beim Aussitzen treten 2 ca. gleichgroße Maxima der Kraft pro Bewegungszyklus auf. Durch das Erheben des Reiters wird ein Maximum gedämpft, der Reiter wirkt hier wie ein Stoßdämpfer (siehe Abb. 5).

Durch die rhythmische Bewegung des Reiters folgt der Reiter der Pferdebewegung und so kommt es zu einer geringeren Auslenkung des Schwerpunktes in der Vorwärtsbewegung. So kann daraus geschlossen werden, dass Leichttraben die stabilere und schonendere Sitzvariante ist und zu einer gleichmäßigeren Belastung führt. Dies wird auch durch die Tatsache unterstützt, dass die Standardabweichung der maximalen Kraft (Varianz) beim Aussitzen höher ist als im Leichttraben.

Dies steht im Einklang mit Dietze (2003), der durch die Kraftaufnahme der Füße im Steigbügel den Schwerpunkt konstanter und somit auch stabiler sieht. So wird das auch in der Reitliteratur gesehen. Laut Miesner (2005) wird das Leichttraben eingesetzt, um den Pferderücken zu schonen und so wird auch beim Erlernen des Aussitzens zunächst zwischen diesem und dem Leichttraben abgewechselt um den Reiter und das Pferd nicht zu stark zu belasten.

Ein längerer Weg des Schwerpunktes deutet auf eine geringere Stabilität hin. Dies konnte in der vorliegenden Studie nicht statistisch abgesichert werden. Dies liegt nach Meinung der Autoren an der großen Varianz der Ergebnisse. Dies könnte durch eine Erweiterung der Studie auf eine höhere Anzahl überprüft werden.

So kann zusammengefasst gesagt werden, dass Leichttraben stabilisierend auf den Reitersitz wirkt und daraus kann gefolgert werden, dass es auch zu einer konstanteren, so vielleicht zu einer schonenderen Belastung für den Pferderücken kommt. Eine Reduktion der maximal wirkenden Kraft konnte nicht gezeigt werden. Jedoch die Kraftdifferenz zwischen der Minimal- und Maximalkraft und damit die Amplitude der auf den Pferderücken wirkenden Kräfte war im Leichttraben signifikant geringer. Es kann von einer gleichmäßigeren Belastung des Pferderückens beim Leichttraben gesprochen werden. Jetzt müsste man die Pferde fragen, welche Art der Belastung ihnen nun tatsächlich lieber ist.

Adressen der Hersteller

- 1 Sattlerei Niedersüß, Rohrbach, Österreich, www.k-n.at
- 2 Kagra AG, Fahrwangen, Schweiz, www.kagra.ch
- 3 Novel GmbH (München), www.novel.de
- 4 Motion Analysis Corporation, Santa Rosa CA, USA, www.motionsanalysis.com

Literatur

- de Cocq P., van Weeren P. R. und Back W. (2004) Effects of girth, saddle and weight on movements of the horse. *Equine Vet. J.*, 36, 8, 758-763
- de Cocq P., van Weeren P. R. und Back W. (2006) Saddle pressure measuring: validity, reliability and power to discriminate between different saddle-fits. *Vet. J.* 172, 265-273
- Dietze von S. (2003) Balance in der Bewegung. FN Verlag Warendorf, 141-149
- Edwards E. H. (1996) Sattel, Zaumzeug und Geschirr, Hrsg.: Müller Rüschtikon Verlags-AG, Cham, Schweiz
- FEI (1995) Rules for Dressage Events. In: Dressage, Chapter I, pp. 20-54. Federation Equestre Internationale, Switzerland
- Frühwirth B., Peham C., Scheidl M. und Schobesberger H. (2004) Evaluation of pressure distribution under an English saddle at walk, trot and canter, *Equine Vet. J.* 36, 754-757
- Geutjens C. A., Clayton H. M. und Kaiser L. J. (2007) Forces and pressures beneath the saddle during mounting from the ground and from a raised mounting platform, *Vet. J.*, Epub ahead of print.
- Jeffcott L. B., Holmes M. A. und Townsend H. G. G. (1999) Validity of saddle pressure measurements using force-sensing array technology – preliminary studies. *Vet. J.* 158, 113-119
- Licka T., Peham C. und Frey A. (2004) Electromyographic activity of the longissimus dorsi muscles in horses during trotting on a treadmill. *A. J. vet. Res.* 65, 155-158
- Meschan E., Peham C., Schobesberger H. und Licka T. (2007) The influence of the width of the saddle tree on the forces and the pressure distribution under the saddle. *Vet. J.* 173, 578-584
- Miesner S., Putz M. und Plewa M. (2000) Richtlinien für Reiten und Fahren, Band 1, Grundausbildung für Reiter und Pferd, 27. Auflage. FN Verlag Warendorf, 51-56, 60-62, 100f
- Paalman A. (2004) Springreiten, 7. Auflage, Franckh-Kosmos Verlag, 57-58
- Peham C., Licka T., Mayr A., Scheidl M. und Girtler D. (1998) Speed dependency of motion pattern consistency, *J. Biomechanics* 31, 169-772
- Peham C., Licka T., Kapaun M. und Scheidl M. (2001b) A new method to quantify harmony of the horse-rider system in dressage, *Sports Engineering* 4, 95-101
- Peham C., Licka T., Sobesberger H. und Meschan E. (2004) Influence of the rider on the variability of the equine gait. *Hum. Mov. Sci.* 23, 663-671
- Robert C., Audige F., Valette J. P., Pourcelot P. und Denoix J.-M. (2001) Effects of treadmill speed on the mechanics of the back in the trotting saddlehorse, *Equine Vet. J., Suppl.* 33, 154-159
- Schöllhorn W. I., Peham C., Licka T. und Scheidl M. (2006) A pattern recognition approach for the quantification of horse and rider interactions. *Equine Vet. J., Suppl.* 36, 400-405
- Werner D., Nyikos S., Kalpen A., Geuder M., Haas C., Vontobel H.-D., Auer J. A. und von Rechenberg B. (2002) Druckmessungen unter dem Sattel: Eine Studie mit einem elektronischen Sattel-Messsystem (Novel GmbH), *Pferdeheilkunde* 18, 125-140
- Winkelmayr B., Peham C., Frühwirth B., Licka T. und Scheidl M. (2006): Evaluation of the force acting on the back of the horse with an English saddle and a side saddle at walk, trot and canter. *Equine Vet. J., Suppl.* 36, 406-410

Movement Science Group
Veterinärmedizinische Universität Wien
Veterinärplatz 1
1210 Wien
christian.peham@vu-wien.ac.at