

Der Einfluss von unterschiedlich schweren Ballenboots in zwei verschiedenen Tempi auf die Dauer und den Beginn der Stützbeinphase in der Gangart Tölt des Islandpferdes

Andrea Pecha, Bettina Rumpfer, Alexander Kotschwar, Christian Peham und Theresia Licka

Movement Science Group Vienna, Abteilung Orthopädie und Chirurgie, Pferdeklinik, Department für Kleintiere und Pferde, Veterinärmedizinische Universität Wien,

Zusammenfassung

Ziel der Studie war es, die Auswirkungen von Gewicht und Geschwindigkeit auf das Gangbild, insbesondere auf das Muster aller vier Stützbeinphasen mit Einbein, Zweibein und Dreibeinstützen im Tölt zu zeigen. Es wurde folgende Hypothese untersucht: Gewichte in Form von Ballenboots an den Vorderextremitäten verändern den Takt des Tölts im Vergleich zum Tölt Takt ohne Ballenboots. Die Bewegung von 8 Islandpferde (12 ± 3 Jahre alt, 369 ± 46 kg) wurde kinematisch mittels eines High Speed Video Systems vermessen. Reflektierende Marker wurden an verschiedenen Stellen des Körpers und der Hufe angebracht. Die Pferde wurden in der Gangart Tölt auf einem Laufband von 2 erfahrenen Reitern in langsamem und schnellem Tölt geritten. Die Bewegung der Pferde wurde in beiden Töltvarianten in jeweils drei Situationen vermessen, ohne Ballenboots, mit leichten Ballenboots (170g) und mit schweren Ballenboots (280g) an beiden Vorderextremitäten. Die Ergebnisse wurden, nach Überprüfung der Normalverteilung, sowohl intraindividuell, als auch über die Gruppe der Pferde mittels T-Tests für gepaarte Stichproben verglichen. Alle 8 Pferde konnten in allen 6 vorgesehenen Untersuchungssituationen in den zwei Töltvarianten langsamer Tölt (2.96 ± 0.30 m/s) und schneller Tölt (4.10 ± 0.32 m/s) am Laufband untersucht werden. Ohne Ballenboots zeigten alle Pferde eher einen zum Pass neigenden Tölt. Über alle Pferde in allen drei Ballenbootsituationen zeigte sich in der schnellen Töltvariante eine signifikant höhere Töltkomponente als in der langsamen Töltvariante ($p=0.04$). Eine höhere Töltkomponente konnte jedoch keiner Untersuchungssituation (mit leichten, schweren oder ohne Ballenboots) zugeordnet werden. Bei vier von acht Pferden war die Bewegung in der Untersuchungssituation im langsamen Tölt mit den schweren Ballenboots am ehesten dem idealtypischen Tölt entsprechend, bei einem dieser Pferde gleich der Situation im langsamen Tölt mit leichten Ballenboots. Die Studie zeigt, dass, neben der Töltgeschwindigkeit, auch die Anbringung von Ballenboots eine deutliche; wenn auch individuell unterschiedliche Veränderung des Tölt-Takts bewirkt. Dies sollte beim Training in Betracht gezogen werden, speziell bei Islandpferden mit ausgeprägter Aktion in der Vorderextremität und Taktproblemen, um sie durch Gewichte nicht unnötig zu belasten.

Schlüsselwörter: Tölt / Stützbeinphase / Bewegungsmuster / Ballenboots / Kinematik / Islandpferd / Ganganalyse

The influence of weighted heel boots on the duration and start of the stance phases of all four limbs in slow and fast Tolt in the Icelandic Horse

The gait pattern of tolt with weighted heel boots placed on the forelimbs differs from tolt without heel boots. The aim of the study was the documentation of the influence of weighted heel boots on the tolt gait pattern, especially on the pattern of stance phases of all four limbs, with single limb support, two limb support and three limb support phases, both in slow and in fast tolt. Eight sound Icelandic horses (age: 12 ± 3 years, body mass: 369 ± 46 kg) were measured during ridden tolt on the treadmill. Reflecting markers were placed on the skin above the frontal bone, the sacral bone, and all four hooves. Marker movement was traced using a high speed video system (Motion Analysis Corp., 10 cameras, measurement frequency 120 Hz, resolution 1,3 Megapixel). After training on the treadmill without the rider, the two distinct ridden tolt speeds (slow tolt and fast tolt) were identified for each individual horse. Two experienced riders (body mass: 60kg, 62kg) were used to ride 4 horses each. At each speed the movement of the markers was documented in 3 measurement situations: without heel boots, with light-weight heel boots (170g) on both forelimbs, and with heavy heel boots (280g) on both forelimbs. The chronology of the resulting 6 measurement situations was randomized, and in each measurement situation two episodes of 20s were measured. This resulted in a minimum of twenty motion cycles available per situation for further analysis. For further analysis, the motion cycle duration was normalized to 100%, and the stance phases of all four limbs were used to calculate the overlap between the stance phases of all four limbs, the presence of 3 limb support phases. In order to indicate the type of gait diagonal and ipsilateral stance phases were compared, resulting in a value of 0 for clear pace pattern (with only ipsilateral stance phase overlaps), a value of 1 for ideal tolt and a value of 2 for typical trot (with only diagonal stance phase overlaps). Additionally, the angle between the frontal bone marker, the sacral bone marker and the horizontal was calculated, and the range of movement of this angle during motion cycles was used as an indicator of steady head carriage. Normal distribution of values was tested using the Kolmogoroff Smirnov Test, and subsequent Student's t-tests for paired samples were carried out to test the significance of the differences found. Significance was defined for p values ≤ 0.05 . All 8 horses could be ridden on the treadmill and measured in the 6 measurement situations, with an average speed of (2.96 ± 0.30 m/s) for slow tolt and (4.10 ± 0.32 m/s) for fast tolt. Without heel boots, all horses showed a tolt pattern that was close to pace. As a group, and independent of heel boot placement, the horses showed a significantly higher tolt index in the fast tolt than in the slow tolt ($p=0.04$). For each of the individual horses, measurement situations could be identified, where the gait pattern was significantly closer to tolt than in other situations. Four of 8 horses showed the highest tolt index during the slow tolt with heavy heel boots – in one horse this index was similar to the slow tolt with light weight heel boots. Only one horse (Horse 1) in a single measurement situation (fast tolt, light weight heel boots) showed a gait pattern that was close to trot, in all other situations of all the horses the tolt was closer to pace than to trot. This study shows the besides tolt speed the placement of weighed heel boots changed the gait pattern of tolt significantly in all horses, and produced the individual best tolt pattern in 6 of 8 horses during slow as well as in 6 of 8 horses during fast tolt. However, the direction of change is individual, and cannot be predicted from the gait pattern without heel boots. This should be taken into account during training, especially in Icelandic Horses with high forelimb action, where detrimental effects of peak accelerations of the distal limb may become relevant.

Keywords: Tolt / stance phase / gait pattern / heel boots / kinematics / Icelandic horse / gait analysis

Einleitung

Zu den hervorstechendsten Merkmalen des Islandpferdes gehört seine Fähigkeit Tölt zu gehen. Der Tölt ist sehr wahrscheinlich die Hauptursache für die weite Verbreitung und die große Beliebtheit dieser Pferderasse. Taktreinheit, Leichtigkeit, Brisanz und Tempo des Tölts sind weitgehend wertbestimmend für ein Islandpferd (*Feldmann und Rostock 1985*).

Der Araber hat beispielsweise durchaus Veranlagung zum Tölt; die Beduinen meiden den Trab noch immer stark und bringen ihren Pferden den Tölt bei. (*Luff et al. 2002*) Töltende Pferde wurden im Mittelalter auch als Zelter bezeichnet, man züchtete diese leichten Pferde, neben den schweren Schlachtrassen, für die Damen (wegen der Damensättel) und zum Reisen, da sie wegen ihrer weichen für den Reiter angenehmen Gangart sehr beliebt waren. (*Neumann und Ferguson 1984*) Mit dem Aufkommen der Kutschfahrerei wurden bequeme Reitpferde unwichtig und reiten unmodern. Da Tölt keine Sprungphase hat und daher im Zug keine einem trabenden Pferd adäquate Leistung erbracht werden kann, stellte sich die Pferdezucht auf Traber um. Durch die Erfindung und Verbreitung des Automobils gab es eine lange Phase der Stagnation in der Reitpferdezucht, die Gebrauchsreiterei starb (*Rack 1974*).

Ursprünglich wurden die Isländer als Zugpferd in der Landwirtschaft und für den Reisetransport verwendet und wegen des unwegsamen Geländes und ihrer großen Trittsicherheit, in seiner Heimat als Reittier gezüchtet (*Sambras 1994*). In Deutschland wurden Tölt und Gangpferdereiten im Rahmen der Freizeitreitbewegung populär. Viele andere Gangpferderassen neben den Islandpferden wurden nach Österreich und Deutschland importiert und werden mittlerweile auch hier gezüchtet, z.B. Paso Peruanos, Paso Finos, Aegidienberger, American Saddlebreds, Berber und Töltende Traber. (*Hendriks 1995*). Im Laufe der Jahre haben die Gangpferdeturniere für Islandpferde und andere töltende Rassen immer mehr zugenommen. Ausgetragen werden diese in Österreich vom Österreichischen Islandpferdeverband (OEIV), in Deutschland vor allem vom Islandpferde Reiter- und Züchterverband (IPZV) und der Internationalen Gangpferdevereinigung (IGV).

Beim Paso Peruano wird der Tölt auch Paso Llano genannt, beim Paso Fino nennt man ihn Paso. Der Rack, die Gangart des American Saddlebreds, zeigt das gleiche Schrittbild wie der Tölt. Wie beim Slow Gait (ähnlich dem Schritt) soll das Pferd auch hier zur Kadenzierung kurze Stopps in die Bewegung einbauen. Der Walk ist die Gangart des Tennessee Walking Horse. Sie ähnelt dem Tölt. Im Gegensatz zu diesem sind beim Walk allerdings immer drei Hufe am Boden, was höhere Gangsicherheit ergibt. Der Walk ist ein Viertakt mit Kopfnicken und Zähneklicken. Der Marcha wird vom brasilianischen Mangalarga Marchador gezeigt. Er ist ein dem Tölt verwandter, langsamer bis mittelschneller Viertakt, bei dem immer mindestens zwei Beine am Boden sind, hier gibt es also keine Einbeinstützen (*Hendricks 1995*).

Der Tölt ist eine Spezialgangart, die für den Reiter besonders angenehm und rückschonend ist. Im Gegensatz zu Trab und Galopp hat Tölt keine Schwebephase, daher sitzt der Reiter fast erschütterungslos auf einem locker schwingenden Rücken. Tölt hat, abhängig von der Ganglage und Ausbildung des Pferdes, eine hohe Tempovarianz zwischen Schritt-

und Galopp tempo. Der Tölt hat die gleiche Fußfolge wie der Schritt, ist aber im Gegensatz zu ihm keine schreitende, sondern eine gelaufene Gangart. (*Feldmann und Rostock 1985*) Da das Pferd in dieser Gangart in keinem Moment seine unmittelbare Bodenstütze verliert gibt es hier keine Sprungphasen. Im Tölt fußen die Beine des Pferdes in der Reihenfolge hinten links, vorne links, hinten recht, vorne rechts nacheinander ab. Der Tölt ist ein Viertakt mit acht Phasen, wobei sich Einbein-, mit Zweibeinstützen abwechseln. Im langsamen Tölt ist die Einbeinstütze sehr kurz, je schneller das Pferd im taktklaren Tölt wird, desto kürzer werden die Zweibeinstützen und entsprechend länger die Einbeinstützen (*Feldmann und Rostock 1985*).

Der ideale langsame Tölt (FIPO Richtlinien 2011) sollte im klaren, sicheren Takt und mit korrekter Geschwindigkeit (diese muss so gewählt werden, dass das Pferd leicht einen 10m Kreis tölten kann) geritten werden. Das Pferd läuft dabei mit Ausdruck, Ausstrahlung und vollem Engagement der Hinterhand. Die Vorderhand wird mit federnden Bewegungen aus der Schulter mit Leichtigkeit gehoben. Eine hohe, weitausgreifende, runde Vorderbein Aktion mit langen Schritten und eine stolze Aufrichtung mit harmonischer Kopfhaltung ist erwünscht. Die Gesamtvorführung sollte fließend und kraftvoll sein.

Das Pferd präsentiert sich im idealen schnellen Tölt (FIPO Richtlinien 2011) mit absolut sicherem taktklaren Tölt, in sehr hoher Geschwindigkeit, mit hohen Aktionen und langen Schritten. Es sollten geschmeidige, fließende, kraftvolle Bewegungen erkennbar sein, wobei das Pferd eine gute Aufrichtung hat.

Es gibt verschiedene Töltvarianten (*Feldmann und Rostock 1985*), die eigentlich als Fehler angesehen werden. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Töltvarianten Trabtölt und Passtölt liegen in den verschiedenen Abständen zwischen dem Auffußen der einzelnen Hufe und der sich daraus ergebenden Verkürzung oder Verlängerung der einzelnen Phasen. Beim Trabtölt geht das Pferd nicht mehr im klaren Viertakt des Tölts, es verschiebt seinen Takt mehr oder weniger stark zum Trab mit kurzen lateralen und sehr langen diagonalen Zweibeinstützen. Beim Passtölt ist auch kein klarer Viertakt mehr erkennbar, sondern es zeigen sich sehr lange laterale und kurze diagonale Zweibeinstützen.

Islandpferdereiter benutzen im Training und auch im Wettkampf verschiedene Gewichte um den Takt des Töltes und die Vorhandaktion zu beeinflussen. Nach *Rostock und Feldmann (1985)* sollten Trabtölter vorne mit leichten und Passtölter mit schweren Gewichten geritten werden, um den Tölt wieder zum klaren Viertakt zu verschieben. Bis 2011 waren noch bis zu 300g pro Gliedmaße erlaubt, seit 2011 (siehe Fipo 2011) sind es nur noch maximal 250g.

Seit dem Jahr 2000 sind mehrere wissenschaftliche Arbeiten über den Tölt veröffentlicht worden (*Zips et al. 2001, Biknevicus et al. 2004 und 2006, Robilliard et al. 2007, Starke et al. 2009*). Die genaue Abfolge der Fussfolge des Tölts wurde dokumentiert (*Zips et al. 2001, Robilliard et al. 2007*), wobei Zips eine kurze Schwebephase dokumentierte, obwohl Tölt definitionsgemäß eine Gangart ohne Schwebephase sein soll (*Zips et al. 2001*). Ziel dieser Studie war es, die Auswirkungen von Gewicht und Geschwindigkeit auf die Dauer und den

Beginn der Stützbeinphasen im Tölt zu zeigen und damit die Sinnhaftigkeit der Verwendung von Gewichten an der Vorhand zur Verbesserung des Tölttakts abzuklären.

Material und Methode

Die Daten dieser Studie wurden gemeinsam mit den Daten der Studie von *Rumpler et al* (2010) erhoben.

Pferde

Das Patientenmaterial (Tab. 1) bestand aus acht ausgewachsene Islandpferden (12 ± 3 Jahre alt, 369 ± 46 kg) mit einem Beschlag laut Österreichischer Islandpferde Turnierordnung (ÖIPO2009b). Alle Pferde die für diese Studie ausgewählt wurden, mussten in einem guten Trainingszustand sein, d.h. seit mindestens einem Jahr im Tölttraining stehen, es durften sich keine Lahmheiten beim Vortraben bzw. Vortölen zeigen und ausserdem mussten sie die Marker tolerieren.

Vorbereitung der Pferde

Am ersten Tag wurde die Orthopädische Untersuchung der Pferde durchgeführt. Das Kennenlernen von Pferden und Reiter in der Reithalle sowie die Gewöhnung an das Laufband (Mustang 2200, Kagra AG, Schweiz), vorerst ohne Reiter, folgten. Am zweiten Tag wurden die Pferde an das Laufband mit Reiter gewöhnen, wobei gleichzeitig die Geschwindigkeit des Tölts für das jeweilige Pferd, das heißt sowohl die höchstmögliche als auch die geringste Töltgeschwindigkeit, ermittelt wurde. Am dritten Tag fand das Anbringen der Marker und der Ballenboots an die Pferde statt und es wurden die Messungen durchgeführt. Die Abfolge der Untersuchungssituationen wurde nach dem Zufallsprinzip für jedes Pferd individuell festgelegt.

Reiter

Zwei erfahrene Turnierreiter (60kg, 62kg) ritten jeweils 4 der 8 Pferde auf dem Laufband.

Ballenboots

Es wurden die Pferde jeweils ohne, mit leichten (170g), oder mit schweren (280g) Ballenboots der Marke Top Reiter an den Vorderextremitäten geritten. (Abb. 1)



Abb. 1 Die in dieser Studie zur Verwendung gekommenen Ballenboots der Firma Top Reiter.

Marker

Insgesamt wurden 40 reflektierende Marker wie folgt am Körper angebracht: zwei am Kopf, zwei am Kreuzbein und sechs pro Extremität sowie drei pro Huf (Abb. 2). Für diese Studie wurden nur der Marker am Stirnbein, jeweils ein Marker pro Huf (Abb. 3) an der lateralen Hufwand und der zweite Kreuzbeinmarker herangezogen.

Kinematische Datenerfassung

Zur Dokumentation der Bewegungen wurde das Highspeed-Videosystem der Firma Motion Analysis Corp. Mit 10 Kameras bei einer Messfrequenz von 120 Hz und einer Bildrate von 1,3 Megapixel verwendet.

Ablauf der Messungen

Der Tölt wurde in den zwei verschiedenen Töltvarianten (langsamer und schneller Tölt, LT und ST) bei den zuvor festgestellten Geschwindigkeiten geritten. An den Vorderextremitäten waren entweder keine (ohne Ballenboots, OBB), leichte Ballenboots (170g, LBB) oder schwere Ballenboots (280g, SBB) angebracht. In den insgesamt sechs Untersuchungssituationen wurden jeweils 2 x 20 sec gemessen.

Datenanalyse

Es wurden zumindest 20 Bewegungszyklen pro Pferd pro Situation ausgewertet und zur weiteren Analyse herangezogen. Die 3D Koordinaten von jedem Marker während jeder Unter-



Abb. 2 Eines der Pferde, mit allen reflektierenden Markern versehen, kurz vor der Messung am Laufband. Für diese Studie wurden nur die Marker am Stirnbein, am Kreuzbein und jeweils ein Marker pro Huf verwendet.



Abb. 3 Darstellung des für diese Studie verwendeten lateralen Hufmarkers an der rechten Vorderextremität. Auf der Abbildung sind die Ballenboots gut erkennbar.

suchungssituation (LTOBB; LTLBB; LTSBB; STOBB; STLBB; STSBB) wurden mit Hilfe einer kinematischen Software (Cortex 1.3) berechnet. Die Daten wurden mittels eines Butterworth Tiefpass Filters geglättet (cutoff bei 20 Hz) und dann in Bewegungszyklen zerteilt, jeweils beginnend mit der Stützbeinphase der linken Vorderextremität. Die Dauer der Bewegungszyklen wurde auf 100% normiert, und die weitere Bearbeitung der Daten erfolgte in Prozent der Bewegungszyklusdauer (%BWZ).

Es wurden der Stützbeinphasenbeginn und die Stützbeinphasendauer von allen vier Extremitäten ermittelt. Die Überlappungsdauer der Stützbeinphasen der vier Extremitäten, abhängig von der Geschwindigkeit wurde berechnet. Weiter wurde die Varianz zwischen den Stützbeindauern der einzelnen Extremitäten berechnet. Das Verhältnis der diagonalen Überlappungszeit (vorne links und hinten rechts, bzw. vorne rechts und hinten links) zur ipsilateralen Überlappungszeit (vorne links und hinten links, vorne rechts und hinten rechts) wurde als Gangartenindex bestimmt, mit dem resultierenden Wert 1 für idealen Tölt und dem Wert 0 für reinen Pass. Der Wert 2 wurde für reinen Trab festgelegt. Der Winkel zwischen Kopf (Stirnmarker) und Kreuzbein (Zweiter Kreuzbeinmarker) gegen die Horizontale wurde berechnet (Abb. 4), und davon die Schwankung dieses Winkels während des Bewegungszyklus erhoben. Das Vorkommen von Dreibeinstützen wurde für jedes Pferd (im Verhältnis zur Gesamtzahl) erhoben.

Die Weiterverarbeitung der Daten geschah mit Matlab, EXEL und SPSS. Die Daten wurden durch einen Kolmogorov-Smirnoff auf Normalverteilung geprüft, sie waren hinreichend normalverteilt. Die Resultate der Pferde in den insgesamt 6 Mess-Situationen wurden mittels gepaarter T-Tests intraindividuell und in der Gruppe verglichen. Werte von $p \leq 0.05$ wurden als signifikant festgelegt.

Ergebnisse

Alle 8 Pferde konnten in allen 6 vorgesehenen Untersuchungssituationen (LTOBB; LTLBB; LTSBB; STOBB; STLBB; STSBB) am Laufband untersucht werden. Die gemittelten Ergebnisse aller Pferde in den 6 Messsituationen sind in Tabelle 2 angeführt. Die mittlere Geschwindigkeit lag beim langsamen Tölt bei 10,64 km/h, und beim schnellen Tölt bei 14,75 km/h, die Töltvarianten schneller und langsamer Tölt zeigten signifikant unterschiedliche Geschwindigkeiten, innerhalb des langsamen bzw. schnellen Tölts waren allerdings



Abb. 4 Der hier dargestellte Winkel zwischen dem Stirnbeinmarker, dem Kreuzbeinmarker und der Horizontalen wurde berechnet, und die Veränderung dieses Winkels während des Bewegungszyklus wurde als Indikator für die relative Kopfbewegung herangezogen.

keine signifikanten Geschwindigkeitsunterschiede in den verschiedenen Untersuchungssituationen feststellbar. Die Stützbeinphasen der Vorderextremitäten dauerten im langsamen Tölt 47.77 % BWZ (± 4.81) des Bewegungszyklus und waren in den drei Untersuchungssituationen des langsamen Tölt nicht signifikant unterschiedlich. Im schnellen Tölt dauerten die Stützbeinphasen der Vorderextremitäten (in Prozent der Bewegungszyklusdauer) ohne Ballenboots 40,89% BWZ ($\pm 3,11$), mit leichten Ballenboots 42, 59% BWZ ($\pm 4,95$) und mit schweren Ballenboots 37,06% BWZ ($\pm 3,16$), wobei nur zwischen leichten und schweren Ballenboots ein signifikanter Unterschied erhoben wurde ($p=0.02$). Alle Pferde zeigten ohne Ballenboots eher einen zum Pass neigenden Tölt, bei dem die Überlappung der Stützbeinphasen der ipsilateralen Beinpaare länger dauerte als die Überlappung der diagonalen Beinpaare. In der Tabelle 3 sind die Resultate der Einzelpferde dargestellt. Für jedes Pferd konnten signifikant bessere und schlechtere Töltgangarten in den jeweiligen Situations-

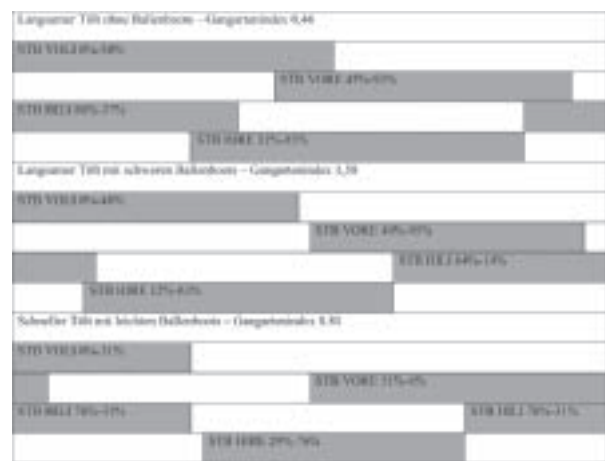


Abb. 5 Das Stützbeinphasenmuster des Pferdes 1 in den Situationen Langsamer Tölt ohne Ballenboots (oben), Dreibeinstützen vorhanden; Langsamer Tölt mit schweren Ballenboots (Mitte), Dreibeinstützen vorhanden; Schneller Tölt mit leichten Ballenboots (unten), Dreibeinstützen vorhanden. Der Gangartenindex ist ebenfalls für jede Untersuchungssituation angegeben, dieser wurde berechnet als das Verhältnis der diagonalen Überlappungszeit (vorne links und hinten rechts, bzw. vorne rechts und hinten links) zur ipsilateralen Überlappungszeit (vorne links und hinten links, vorne rechts und hinten rechts). Reiner Pass ist durch den Index 0, Idealtypischer Tölt durch den Index 1, sowie Trab durch den Index 2 gezeigt.

nen festgestellt werden. Nur ein Pferd (Pferd 1) zeigte in einer Situation eine zum Trab neigende Töltgangart, sonst war in allen anderen Situationen und bei allen anderen Pferden ein zum Pass neigender Tölt zu erkennen. Über alle Pferde in allen drei Ballenbootsituationen zeigte sich im schnellen Tölttyp eine signifikant höhere Töltkomponente als im langsamen Tölttyp ($p=0.04$). In keiner einzelnen Ballenbootsituation ergab dieser Geschwindigkeitsvergleich einen signifikant unterschiedlichen Gangartenindex. Bei vier von acht Pferden war die Gangart im langsamen Tölt mit den schweren Ballenboots am ehesten dem idealtypischen Tölt entsprechend, bei einem dieser Pferde gleich mit der Situation im langsamen Tölt mit leichten Ballenboots. Als illustratives Beispiel für die Gangartenwicklung in drei verschiedenen Untersuchungssituationen ist für Pferd 1 in Abbildung 5 die Stützbeinphasendauer jeder Extremität im Bewegungszyklus dargestellt.

Tab. 1 Aufstellung der acht Islandpferde die für die Messungen herangezogen wurden. Angegeben ist das Alter in Jahren, das Geschlecht (Wallache (W) und Stuten (S)), sowie der Verwendungszweck (VZ) die Körpermasse (KM) und ob das Pferd ein Vier- oder Fünfgänger war (4/5)

Pferd	Alter	W/S	KM	VZ	4/5
1	11	Wallach	405	Turnierpferd	Fünfgänger
2	13	Wallach	367	Turnierpferd	Viergänger
3	12	Wallach	443	Freizeitpferd	Viergänger
4	7	Stute	334	Schulpferd	Viergänger
5	16	Stute	388	Freizeitpferd	Fünfgänger
6	9	Wallach	378	Turnierpferd	Fünfgänger
7	17	Wallach	339	Freizeitpferd	Fünfgänger
8	10	Stute	296	Turnierpferd	Fünfgänger

Tab. 2 In dieser Tabelle sind die 8 Pferde in den 6 Untersuchungssituationen (zwei Tölt Typen, 3 Ballenboot Situationen) als Gruppe dargestellt. Die Werte sind gelistet jeweils als Mittelwert und Standardabweichung (\pm). Die Laufbandgeschwindigkeit ist als „Geschw km/h“ angegeben. Die Bewegung des Winkels zwischen Kopf und Kreuzbein im Laufe eines Bewegungszyklus ist als „Bewegung Kopf ($^{\circ}$)“ angegeben. Das Vorkommen von Dreibeinstützen wurde für jedes Pferd (im Verhältnis zur Gesamtzahl) erhoben. Die Überlappungsdauer der Stützbeinphasen der vier Extremitäten in Prozent des Bewegungszyklus ist als „Überlappung % BWZ“ angegeben, diese ist klarer Weise abhängig von der Geschwindigkeit, und soll beim Tölt, da ja keine Schwebephase vorgesehen ist, nie Null sein. Weiters ist als Indikator für die Qualität des Tölt die Varianz zwischen den Stützbeindauern der einzelnen Extremitäten als „Varianz SD Überlappung“. Ein idealtypischer Tölt ist ohne Dreibeinstützen, und zeigt eine kleine Varianz zwischen den Stützbeinphasen- überlappungen da die Gangart ein klarer Viertakt sein soll. Sowohl ohne, als auch mit Ballenboots war ein klarer signifikanter Unterschied zwischen den Geschwindigkeiten der Tölt Typen Langsamer Tölt (LT) und Schneller Tölt (ST) festzustellen. Signifikanzen ($p < 0.05$) wurden bei gleichem Tölt Typ für unterschiedliche Ballenboot-Situationen (ohne Ballenboots (OBB), leichte Ballenboots (LBB) und schwere Ballenboots (SBB)) und bei gleichen Ballenboots bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (Langsamer Tölt (LT) und Schneller Tölt (ST)) berechnet. Festgestellte signifikante Unterschiede sind mit hochgestellten Abkürzungen gekennzeichnet, wobei ST für schnellen Tölt und LT für langsamen Tölt steht.

Ballenboots	Tölt Typ	Geschw Km/h	Bewegung Kopf ($^{\circ}$)	3 Bein Stützen	Überlappung % BWZ	Varianz SD Überlappung
Keine (OBB)	Langsam	11,06 ST $\pm 1,69$	5,18 $\pm 2,29$	7/8	19,05 ^{STOBB} $\pm 4,37$	13,97 $\pm 1,24$
	Schnell	14,75 ^{LT} $\pm 1,10$	5,05 $\pm 2,13$	4/8	12,97 ^{LTOBB} $\pm 1,82$	13,64 $\pm 3,07$
Leichte (LBB)	Langsam	10,79 ST $\pm 1,12$	6,67 $\pm 2,63$	7/8 ^{STLBB}	19,11 ^{STLBB} $\pm 4,30$	14,81 ^{LTSBB, STLBB} $\pm 1,50$
	Schnell	15,11 ^{LT} $\pm 2,30$	6,35 $\pm 2,67$	2/8 ^{LTLBB}	13,03 ^{LTLBB} $\pm 2,49$	12,62 ^{LTLBB} $\pm 1,97$
Schwere (SBB)	Langsam	10,08 ST $\pm 1,59$	4,78 $\pm 2,20$	6/8	19,17 ^{STSBB} $\pm 3,50$	13,96 ^{LTLBB} $\pm 1,65$
	Schnell	14,38 ^{LT} $\pm 1,23$	5,24 $\pm 2,16$	4/8	12,94 ^{LTSBB} $\pm 2,11$	13,09 $\pm 2,54$

Tabelle 3 In dieser Tabelle ist der Gangartenindex jedes Pferdes in jeder Untersuchungssituation dargestellt. Dieser wurde berechnet als das Verhältnis der diagonalen Überlappungszeit (vorne links und hinten rechts, bzw. vorne rechts und hinten links) zur ipsilateralen Überlappungszeit (vorne links und hinten links, vorne rechts und hinten rechts). Reiner Pass ist durch den Index 0, Idealtypischer Tölt durch den Index 1, sowie Trab durch den Index 2 gezeigt. Die Präsenz von Dreibeinstützen (3B) zeigt eine Schrittkomponente. Für jedes Pferd ist die Situation grau markiert, in der die Gangart am ehesten dem idealtypischen Tölt in den beiden Tölttypen entspricht, und sich signifikant von den anderen Situationen unterscheidet. Wenn mehrere Situationen eine gleiche Tölnähe zeigen, sind beide markiert.

	Typ Langsamer Tölt						Typ Schneller Tölt					
	OBB	3B	LBB	3B	SBB	3B	OBB	3B	LBB	3B	SBB	3B
Pferd 1	0,46	ja	0,46	ja	1,58	ja	0,18	ja	0,81	Ja	0,14	ja
Pferd 2	0,00	nein	0,21	ja	0,16	ja	0,11	nein	0,09	Ja	0,21	nein
Pferd 3	0,46	ja	0,51	nein	0,76	ja	0,74	nein	0,52	nein	0,35	nein
Pferd 4	0,29	ja	0,32	ja	0,50	nein	0,13	ja	0,27	nein	0,24	ja
Pferd 5	0,40	ja	0,42	ja	0,42	ja	0,21	nein	0,24	nein	0,27	nein
Pferd 6	0,51	ja	0,39	ja	0,49	ja	0,50	ja	0,49	nein	0,20	ja
Pferd 7	0,53	ja	0,44	ja	0,64	nein	0,21	nein	0,26	nein	0,34	nein
Pferd 8	0,42	ja	0,22	ja	0,22	ja	0,23	ja	0,24	nein	0,28	ja

Diskussion

In dieser Studie wurden 8 Islandpferde untersucht, und alle diese zeigten ohne Ballenboots einen eher zum Pass neigenden Tölt. Bei Fünfgängern ist diese Töltvariante häufig, die Ergebnisse der Studie sollten jedoch nicht ohne Weiteres auf Pferde, die eine eher zum Trab neigenden Tölt (häufig Viergänger) zeigen, übertragen werden. Eine weiterführende größere Studie, die Trabtölter in einem ähnlichen Setup untersucht wäre sicherlich interessant. Es sollte ausserdem überlegt werden, ob das Laufband einen Einfluss auf das Gangbild des Tölters hat. Während im Trab des Pferdes die Unterschiede auf festem Boden und am Laufband gut dokumentiert sind, und insgesamt als eher gering eingeschätzt werden, fehlt dieser Vergleich für den Tölt. Dies sollte bei einer idealen Folgestudie in Betracht gezogen werden, in dem man die Pass- und Trabtölter auf festem Boden untersucht. Eine weitere Einflußgröße auf die Bewegung in jeder Gangart, so auch in dieser Studie im Tölt dokumentiert, ist klarer Weise die Geschwindigkeit. Um die beiden Töltvarianten langsamer und schneller Tölt in dieser Studie möglichst unterschiedlich zu halten, wurde hier im langsamst möglichen und im schnellst möglichen Tölt gemessen. Dies hatte den gewünschten, durchgehend signifikanten Geschwindigkeitsunterschied zur Folge, führte allerdings zu dem Risiko, dass sich im langsamen Tölt mehr Schrittkomponenten und im schnellen Tölt mehr Passkomponenten (bis auf Pferd 1 mit leichten Ballenboots, das im schnellen Tölt eine vermehrte Trabkomponente zeigte) dokumentieren ließen, als wenn beispielsweise eine mittlere Geschwindigkeit von Tölt vermessen worden wäre. Da keine mittlere Töltgeschwindigkeit in der Turnierverordnung vorgesehen ist, wurde auf diese in der vorliegenden Studie jedoch verzichtet.

Nicodemus und Clayton schrieben 2003 dass der Tölt in sehr vielfältiger Weise durchgeführt werden kann und die derzeitige Definition vom perfekten Tölt laut FIPO 2011 oder anderen Gangpferdespezifischen Organisationen überdacht werden sollte. Auch die vorliegende Studie zeigte bei keinem Pferd in keiner der 6 Messsituationen den der Definition entsprechenden idealtypischen Tölt, was insofern die Überlegungen der vorher genannten Autoren unterstützt, da es sich durchwegs um gut beurteilte Tölter, zum Teil auch um erfolgreiche Turnierpferde handelte. Die Anbringung der Marker stellte sich als große Herausforderung dar, da die Pferde bereits Winterfell hatten und die Laufbandhalle sehr warm war, schwitzen die Pferde sehr schnell und das Klebeband mit dem die Marker an den Beinen befestigt waren rutschte nach unten. Für die Resultate dieser Studie ist dies unerheblich, da nur die relativ gut sitzenden Marker am Kopf, Kreuzbein und auf der festen seitlichen Hufwand zur Analyse herangezogen wurden. Die kinematische Datenerfassung mittels Highspeed-Videosystem der Firma Motion Analysis Corp. und die Datenauswertung mittels Cortex 1.3 haben sich auch in dieser Studie wie in zahlreichen anderen Studien mit Pferden am Laufband bewährt.

Aus der Arbeit von Rumppler et al (2010), deren Daten in denselben Messungen erhoben wurden, geht hervor, dass die Gewichte einen signifikanten Einfluss auf die Höhe des Vorführbogens haben, und je schwerer die Gewichte desto höher die Vorderextremitäten vorgeschwungen werden. Hier sind zwei Denkansätze möglich: A) Beim trabigen und beim passigen Tölt (mit weiter Überlappung der diagonalen oder ipsilateralen Stützbeinphasen) verzögern die Gewichte die Vorder-

beine, daher fallen die gemeinsamen Stützbeinphasen mit Gewicht auseinander und es entsteht ein ungleichmässiger Viertakt. B) die Notwendigkeit auf Grund der Gewichte die Vorderbeine stärker anzuheben bedeutet einen weiteren Weg, und daher eine allgemein verkürzte Stützbeinphase der Vorderextremitäten, sowie ein trachtenbetontes Landen (Rumppler et al. 2010). Bei den Pferden dieser Studie ließen sich die beiden Effekte nicht klar auseinander halten. In der Mehrzahl der Mess-Situationen zeigten die Pferde Dreibeinstützen, insbesondere im langsamen Tölt. Diese Töltcharakteristik unterscheidet sich von der Beschreibung von Zips et al (2001), bei der keine Dreibeinstützen dafür jedoch Sprungphasen ohne jeden Bein-Bodenkontakt dokumentiert wurden.

Schlussfolgerung

Die Studie zeigt, dass die Anbringung von Gewichten an den Vorderextremitäten in Form von Ballenboots keinen über alle Pferde gleichen Einfluss auf den Takt des Tölters hat, jedoch bei 6 von 8 Pferden im langsamen und auch bei 6 von 8 Pferden im schnellen Tölt der individuell beste Tölt mit Ballenboots dokumentiert werden konnte. Die Individualität dieses Effekts sollte beim Training in Betracht gezogen werden, speziell bei Islandpferden mit ausgeprägter Aktion in der Vorderextremität und Taktproblemen, um sie durch Gewichte nicht unnötig zu belasten.

Literatur

- Biknevicius A. R., Mullineaux D. R. und Clayton H. M. (2004) Ground reaction forces and limb function in tölting Icelandic horses. *Equine vet. J.* 36, 743-747
- Biknevicius A. R., Mullineaux D. R. und Clayton H. M. (2006) Locomotor mechanics of the toelt in Icelandic horses. *Am. J. vet. Res.* 67, 1505-1510
- Feldmann W. und Rostock A. K. (1986) Islandpferde Reitlehre: Leitfaden für Haltung, Ausbildung und Reiten von Islandpferden und anderen Freizeitpferderassen. FIPO 2011, Rules for Icelandic horse sports events. http://islandshest.dk/fileadmin/dokumenter/71_Ridereglement/Kap2_FIPO_2011_Dansk_.pdf (aufgerufen am 15.10.2011)
- Hendricks B. L. (1995) International encyclopedia of horse breeds. University of Oklahoma Press
- Luff R., Weigand R. K. und Haas A. M. (2002) Mystic-Überlieferung-Naturkunde. Katholische Universität Eichstätt, Forschungsstelle für Geistliche Literatur des Mittelalters
- Neumann K. und Ferguson W. (1984), Pferde. Tessloff Verlag.
- Nicodemus M. C. und Clayton H. M. (2003), Temporal variables of four-beat, stepping gaits of gaited horses. *Appl. Anim. Behaviour Sci.* 80, 133-142
- Rack (1974), Landeskunde Ostfriesland
- Robilliard J. J., Pfau T. und Wilson A. M. (2007) Gait characterisation and classification in horses. *J. expt. Biol.* 210, 187-197
- Rumppler B., Riha A., Licka T., Kotschwar A. und Peham C. (2010), Equine vet. J., Influence of shoes with different weights on the motion of the limbs in Icelandic horses during toelt at different speeds. *Equine Vet J.* 38, 451-454
- Sambraus H. H. (1994), Atlas der Nutzierrassen. Ulmer Verlag.
- Starke S. D., Robilliard J. J., Weller R., Wilson A. M. und Pfau T. (2009) Walk-run classification of symmetrical gaits in the horse: a multidimensional approach. *J. R. Soc. Interface* 33, 335-342
- Zips S., Peham C., Scheidl M., Licka T. und Girtler D. (2001) Motion pattern of the toelt of Icelandic horses at different speeds. *Equine vet. J., Suppl.* 33, 109-111

Dr. Theresio Licka
Veterinärmedizinische Universität
Veterinärplatz 1, 1210 Wien, Österreich
theresia.licka@vetmeduni.ac.at