

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde

der veterinärmedizinischen Universität Wien

Move Science Group Vienna

Leiter: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Peham

Dissoziation der diagonalen Fußfolge in der Galopppirouette unter Prüfungsbedingungen

Bachelorarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

und Universität für Bodenkultur Wien

vorgelegt von

SOPHIA KNOPF

WIEN, im November 2019

Betreuer: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Peham

1. Gutachter: Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Peham

2. Gutachter: Ao. Univ.-Prof.in Dipl. ECAR Dr.in med. vet. Christine Aurich

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2.1 Anatomie.....	2
2.1.1 Rücken.....	3
2.1.2 Sehnen.....	4
2.1.3 Rumpf.....	5
2.2 Die korrekte Galopppirouette.....	6
2.2.1 Der Galopp.....	7
2.2.2 Fußfolge.....	7
2.2.3 Die Galopppirouette.....	8
2.3 Galopppirouette inkorrekt.....	11
2.3.1 Definition Takt.....	11
2.3.2 Gleichgewicht.....	12
2.3.3 Taktfehler.....	13
2.3.4 Dissoziation der diagonalen Fußfolge.....	14
2.4 Biomechanische Abläufe in der Galoppbewegung.....	17
2.5 Ökonomie der Gänge.....	19
3 Eigene Untersuchungen	20
3.1 Material.....	20
3.2 Methode.....	22
3.2.1 Erhebung der Daten.....	22
3.2.2 Statistische Auswertung.....	23
3.3 Ergebnisse.....	23
4 Diskussion	29
4.1 Kritische Aspekte der Videoanalyse einer Pirouette.....	30

4.2	Schlussfolgerung.....	31
5	Zusammenfassung.....	32
6	Summary.....	33
7	Danksagung	34
8	Literaturverzeichnis.....	35
9	Abbildungsverzeichnis.....	39
10	Tabellenverzeichnis.....	40
11	Anhang	41

1. Einleitung

Die Galoppirouette hat in der reiterlichen Geschichte eine besondere Bedeutung. Bereits Reitmeister aus dem 17. Jahrhundert betonten die Wichtigkeit der Pirouette, um im Kampf schnell die Richtung wechseln zu können oder dem Gegner zu entkommen.

Heute ist die Pirouette, insbesondere die Galoppirouette ein wesentlicher Bestandteil der hohen Schule und ist eine verpflichtende Lektion in Dressurprüfungen der Klasse S. Die ganze Pirouette im Galopp wird ab der Klasse S** abgefragt und wird in der Regel mit einem Koeffizient von 2 bewertet.

Schon in frühen Schriften wird die Bewegung des Galopps mit einem Dreitakt in sechs Phasen beschrieben. Oftmals kann jedoch in der Galoppirouette kein geregelter Dreitakt der einzelnen Galoppsprünge festgestellt werden, und die Pferde zeigen durch die Auftrennung des diagonal fußenden Beinpaars einen Vierschlag in der Pirouette.

Im Englischen Sprachgebrauch unterscheidet man eine Galoppbewegung im Drei- beziehungsweise (bzw.) Viertakt schon begrifflich, indem der Galopp im Dreitakt als Canter und der Galopp im Viertakt als Gallop bezeichnet wird.

Im Rahmen dieser Arbeit soll die Dissoziation des diagonalen Beinpaars im Galopp betrachtet werden. Dabei werden Videoaufnahmen von zwei Dressurprüfungen mit jeweils 15 Pferden, der gehobenen Dressurklasse analysiert und die Auftrennung der Fußfolge zeitlich erfasst.

Die Hypothese lautet: mindestens 70% der Pferde zeigen während einer Prüfung der Klasse S keinen klaren Dreitakt in der ganzen Galoppirouette.

In den folgenden Kapiteln wird, basierend auf den deutschen und internationalen Ausbildungsrichtlinien der korrekte Ablauf der Galoppirouette erläutert. Der inkorrekte Ablauf der Pirouette entwickelt sich oftmals aus einer fehlerhaften Gymnastizierung des Pferdes, was verhindert, dass sich das Pferd aus seiner anatomisch gegebenen und biomechanisch manifestierten Bewegung heraus zeigen kann.

2. Literaturübersicht

2.1 Anatomie

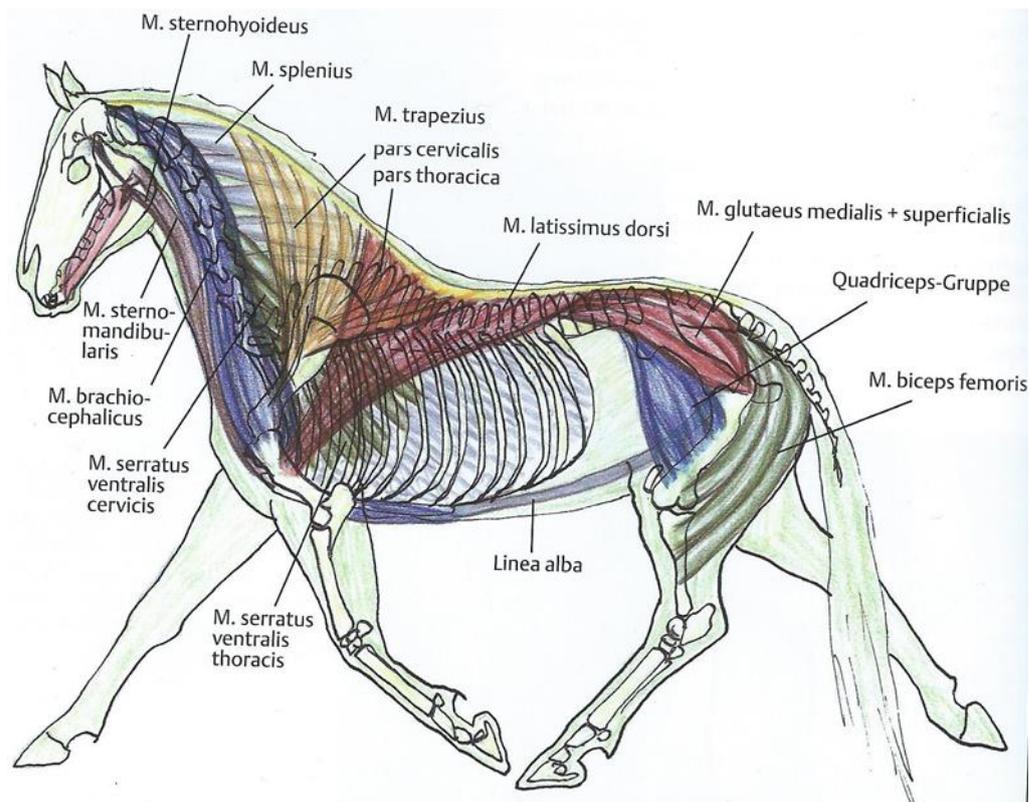


Abbildung 1: Darstellung aktiver Muskelgruppen während der Bewegung des Pferdes, Quelle: Stodulka, R., Medizinische Reitlehre, 2006, Parey Verlag, S. 40

2.1.1 Rücken

Eine zentrale Rolle und für die Bewegung des Pferdes entscheidende anatomische Struktur, stellt der Rücken des Pferdes, vor allem der lange Rückenmuskel (Musculus longissimus dorsi) dar. Er verläuft von der Vorhand, mit der er über den Musculus (M.) latissimus dorsi (breiter Rückenmuskel) verbunden ist, zur Hinterhand, wo er mit dem Musculus gluteus maximus interagiert. Der Rückenmuskel ermöglicht dem Pferd somit das Erheben der Vorhand zusammen mit dem gluteus maximus. Um in die Bewegung der Hinterhand optimal durch den Körper des Pferdes transportieren zu können, muss das Pferd den Rücken in der Fortbewegung loslassen. Der M. latissimus dorsi stellt dabei die Verbindung zur Vorhand her, während der M. gluteus maximus die Verbindung mit der Hinterhand aufrechterhält. Die Vor- und Hinterhand bilden schematisch betrachtet das Modell einer Hängebrücke. Sind beide Elemente der Brücke gespannt, bildet der Rücken des Pferdes eine stabile Einheit, die auch in der Lage ist das Gewicht des Reiters zu tragen. Hängt die Rückenbrücke durch, weil es verhindert wird sich aufzuwölben, ist es für das Pferd mehr als unangenehm auf der „durchhängenden“ Brücke einen Reiter zu tragen (BÜRGER, 2007). Das Spannen der Bewegungszentren (STAMMER, 2016) kommt durch korrektes gymnastizieren des Pferdes zustande. Versteht man dieses Brückenmodell falsch, könnte man glauben, eine Spannung des Rückenmuskels ist Ziel einer korrekten Reitweise, dem ist aber entschieden entgegen zu treten, denn eine Spannung des Muskels ist weder zielführend noch gesunderhaltend für das Pferd. Dabei kommt es vielmehr auf das systematische und altersgerechte Training der Vor- und Hinterhand an. Nur wenn die Rückenmuskeln elastisch schwingen, kann es zu einer taktmäßigen Bewegung kommen, da das Pferd die Bewegung durch den Körper durchlässt und die Gliedmaßen in Richtung des Schwerpunktes vorschwingen lassen kann (MÜSELER, 2006). Während der Galoppbewegung und somit auch in der Galoppirouette sind es die Rückenmuskeln, die die Energie von der Hinterhand über den losgelassenen Rücken, über die Vorhand in die Reiterhand übermitteln.

Ein entspanntes Arbeiten der Rückenmuskeln ist durch eine korrekte Kopf-Hals Haltung des Pferdes notwendig (HEUSCHMANN, 2011). Betrachtet man Pferde, die in Hyperflexion vorgestellt werden, sieht man deutliche Verspannungen der Bauch- und Rückenmuskulatur, die den Galopp mit gebundenen, flachen Sprüngen, oftmals ohne Schwebephase charakterisieren.

Lenden- und Bauchmuskulatur bilden die Antagonisten zum langen Rückenmuskel und wirken zusammen mit diesem als Rumpfbeuger.

Entsteht eine negative Spannung im langen Rückenmuskel resultiert das in einer Balancestörung und die Aufgabe des Dreitaktes zum Viertakt. (HARRIS, 2016)

2.1.2 Sehnen

Die Bewegung im Schritt kann man als gegengleiche Pendelbewegungen definieren, wobei das Pendel dann für eine Umwandlung von potenzieller Energie in kinetische Energie gilt. Für die Bewegungen im Trab und besonders im Galopp, stellt sich Vergleich mit einem Springstock als geeigneter (CLAYTON und HOBBS, 2017). Eine entscheidende Rolle hierbei spielen die Sehnen des Bewegungsapparates. Sehnen übertragen Kräfte, speichern Energie und können Energie abgeben. Dadurch reduziert sich die reine Muskelarbeit maßgeblich und ermöglicht dem Pferd eine effiziente und ausdauernde Bewegung.

In der Galoppbewegung, kann man eine verkürzte Schwungphase des folgenden Vorderbeins erkennen, was zu unterschiedlichen Standphasen im Galopp führt. Die artikulären Verbindungen und Beugesehnen der folgenden Beine werden vermehrt gebogen. Die dabei entstandene passive Energie wird bei Bodenkontakt frei und ermöglicht auf diese Weise einen ökonomischen und geschmeidigen Gang (ZIERMANN, 2006).

2.1.3 Rumpf

Die Rotation des Pferderumpfes im Galopp findet in drei Dimensionen statt. Die Nickbewegung nach oben, während der Schwebephase und das nach unten Nicken, während der Stützbeinphase und rotiert zum Zeitpunkt des diagonalen Kontaktes der Beine auf dem Boden zunächst in Richtung des folgenden Beines und danach zum führenden Vorderbein hin. Das Spektrum der Nickbewegung des Rumpfes beträgt $7,0 \pm 1,6$ Grad (DUNBAR et al., 2008)

Die muskuläre Aktivität des Rumpfes ist im Galopp am höchsten (KIENAPFEL et al., 2017). Hinsichtlich der Gewichtsverhältnisse, die den Rumpf im Gleichgewicht halten, muss eine erhöhte Muskelaktivität allein schon aufgrund des Gewichts gegeben sein. Die schweren Segmente zwischen unterstützenden Gliedmaßen, Thorax und Abdomen machen rund 70 Prozent des Körpergewichts des Pferdes aus.

Für die Bergaufbewegung und die Vorwärtsbewegung des Pferderumpfes im Galopp ist somit nicht die Hinterhand verantwortlich, sondern die Vorhand. Das Pferd ist in der Lage durch das Anwinkeln von Knie und Tarsalgelenk die Vorwärtsbewegung zu entwickeln. Durch den Musculus flexor digitalis profundus wird die vierfache Kraftentwicklung der Hinterhand im Vergleich zur Vorhand dazu genutzt, den Pferdekörper im Galopp nach vorne oben zu bewegen. (BÜRGER, 2007)

Auch hier spielt der lange Rückenmuskel eine entscheidende Rolle, da er durch die beidseitige Kontraktion als Rumpfheber dient. Der Rumpf des Pferdes rotiert im Galopp stark um die Transversalachse und weist im Lumbosakralgelenk die größte Flexions- und Extensionsbewegung, verglichen mit anderen Gangarten, auf. (KIENAPFEL et al., 2017)

2.2 Die korrekte Galoppirouette

Die Pirouette verlangt nicht nur vom Pferd höchste Konzentration, Koordination, Balance und Durchlässigkeit, auch der Reiter muss seine höchste Aufmerksamkeit auf die Hankenbiegung, den Fleiß und die Tragkraft der Hinterhand richten und durch seine Hilfen forcieren.

Man kann in der Bewegung des Pferdes unter dem Reiter in der Regel zwei Varianten, was das Zusammenspiel der Hintergliedmaße, mit dem Rücken und mit der Vordergliedmaße angeht, unterscheiden. Dabei spricht man entweder vom Rückengänger oder vom Schenkelgänger. Ein Kennzeichen des Schenkelgängers ist das krampfartige Festhalten des Rückens, was im Übergang der Lende zum Becken keine Bewegung mehr zulässt. Somit kippt das Becken gezwungenermaßen nach vorne und lässt ein Aufwölben des Rückens nicht zu. Die Stoßdämpferwirkung geht verloren. (HEUSCHMANN, 2006)

2.2.1 Der Galopp

Das Pferd legt in freier Wildbahn die meisten Strecken im Schritt zurück. Der Galopp ist dabei die zweithäufigste gewählte Gangart. Man unterscheidet hierbei den Links- und Rechtsgalopp, je nachdem welches Vorderbein das führende Bein ist. Galoppiert ein Pferd eine rechts Wending wird es von Natur aus, immer den Rechtsgalopp wählen, für die Linkswendung den Linksgalopp. Das bedeutet in einer Linkswendung wird das linke innere Vorderbein führen und in der Rechtswendung das rechte innere Vorderbein. Um die Zentrifugalkräfte zu minimieren und Muskelermüdung zu vermeiden wechseln Pferde beim zurücklegen weiter Strecken 8 oder mehr Male pro Meile den Galopp (BARREY, 2013).

In der klassischen Reitweise unterscheidet man vier Tempi im Galopp. Den Arbeitsgalopp, den Mittelgalopp, den starken Galopp und den versammelten Galopp. Letzterer, veranlasst das Pferd die Hinterhand vermehrt in Richtung des Schwerpunktes zu setzen. Der Fleiß und die Schwunghaftigkeit des Galopps geht trotz Verkürzung der Galoppsprünge und geringerem Raumgriff nicht verloren. Aus dem versammelten Galopp entwickelt man nach fortgeschrittener Ausbildung die Pirouette. (RICHTLINIEN FÜR REITEN UND FAHREN, 1997)

2.2.2 Fußfolge

Der Galopp ist eine schwunghafte Gangart im Dreitakt mit sechs Phasen. Bei jedem Galoppsprung zeigt sich die gleiche Abfolge der Fußung. Das Pferd beginnt mit einer Einbeinstütze hinten außen, wenn das diagonale Beinpaar (hinten innen und vorne außen) den Boden berührt kommt es zu einer Dreibeinstütze. Sobald sich das äußere Hinterbein wieder vom Boden abhebt, ist eine Zweibeinstütze in der Diagonale zu erkennen, die mit aufkommen des inneren Vorderbeins wieder zur Dreibeinstütze wird. Nach der Einbeinstütze vorne innen kommt es zur Schwebephase, die dem Galopp das Prädikat „schwunghaft“ verleiht.

Für die Anzahl der Beine, die sich in dem Ablauf der Galoppbewegung auf dem Boden befinden ergibt sich somit: 1 – 3 – 2 – 3 – 1 – 0 (MOORE, 2010). Galoppiert ein Pferd im Viertakt, so zeigt es einen Bodenkontakt von 1 – 2 – 3 – 4 – 3 – 2 – 1 – 0 Beinen.

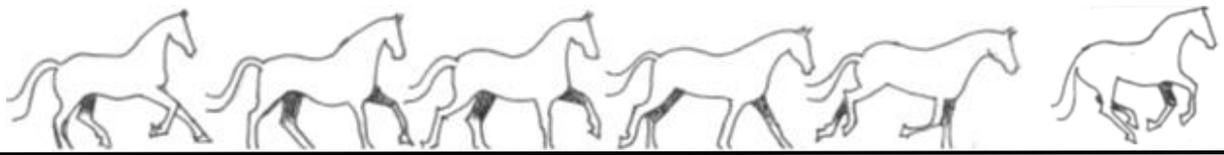


Abbildung 3. Fußfolge in Galopp

Quelle: Sophia Knopf, 2019

2.2.3 Die Galoppirouette

Die Pirouette ist eine Drehung von 180 Grad (Halbe Pirouette) oder 360 Grad (ganze Pirouette) der Vorhand um die Hinterhand. Aus dem versammelten Galopp entwickelt, führt das Pferd bei der Galoppirouette die Vorhand auf einem Kreisbogen, mit dem Radius der Länge des Pferdes entsprechend, um die Hinterhand. Stellung und Biegung des Pferdes sind entsprechend der Richtung in der das Pferd springt, auf der linken Hand nach links und auf der rechten Hand nach rechts.

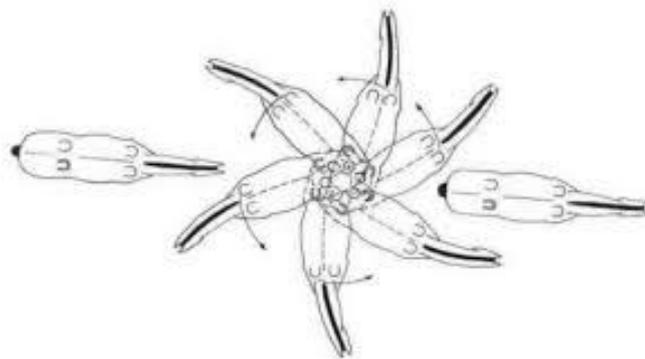


Abbildung. 4 Schema der ganzen Galoppirouette,

Quelle:https://inside.fei.org/sites/default/files/FEI_Dressage_Rules_2019_Clean_Version_6.9.19_0.pdf

Laut den aktuellen Dressur Regeln der Federation Equestrian International (FEI) (2019) soll in der Galoppirouette ein korrekter Galoppsprung zu erkennen sein, obwohl das innere Hinterbein und das äußere Vorderbein den Boden nicht gleichzeitig berühren müssen.

Das Ziel der Pirouette ist es, die Bereitschaft des Pferdes, die Vorhand um die Hinterhand zu führen, leicht in Drehrichtung gestellt, und trotzdem einen klaren Galoppsprung erkennen zu lassen, darstellen. Die Qualität einer Pirouette lässt sich anhand der Geschmeidigkeit, Leichtigkeit und Gleichmäßigkeit bewerten. Besonderes Augenmerk liegt außerdem auf der Genauigkeit und der Geschmeidigkeit des Einreitens und Herausreitens aus der Pirouette. (FEI, 2019)

In der Pirouette sind die Hinterbeine maßgeblich an der Lastaufnahme beteiligt. Ist diese Last für die Hinterbeine zu groß, setzt das Pferd die Hinterbeine weit auseinander um das Gleichgewicht halten zu können. (SEUNIG, 1980) Das Gleichgewicht spielt in diesem Zusammenhang eine entscheidende Rolle und ermöglicht dem Pferd eine taktmäßige und zugleich effiziente Bewegung, mit angemessener Kraftaufwendung in der Galoppbewegung.

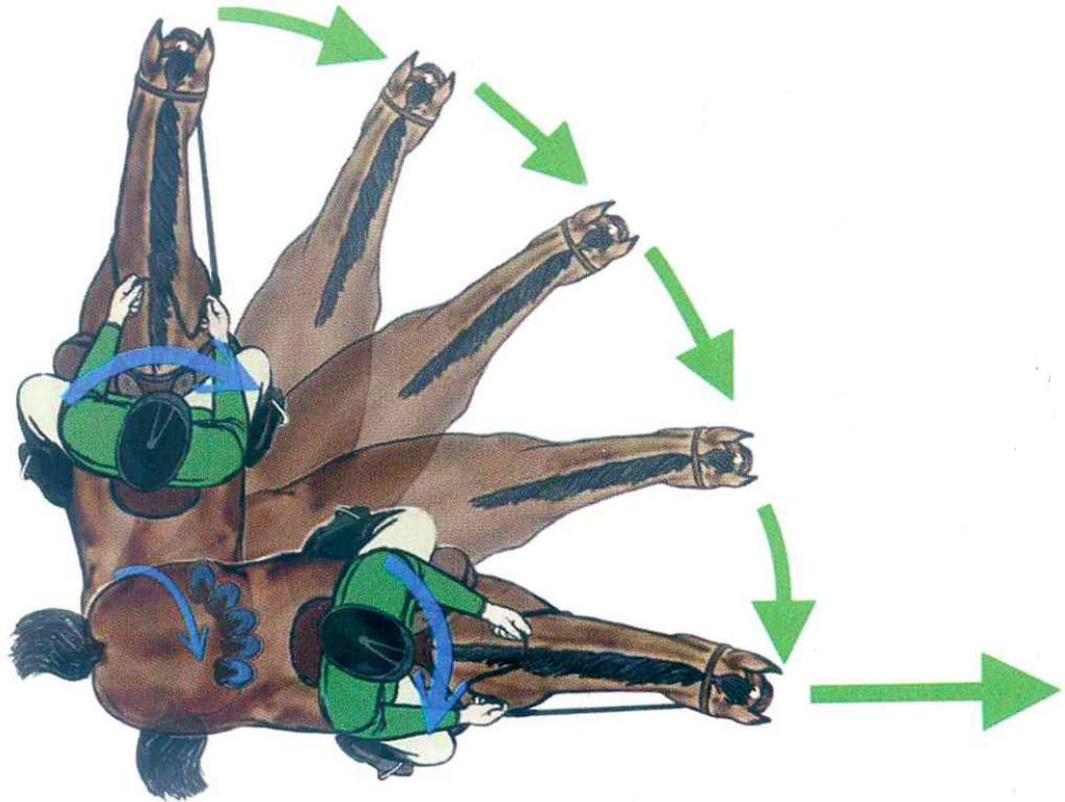


Abbildung 5. Schema einer Hinterhandwendung, Quelle: Harris, S., Pferde in Bewegung, 2016, Müller Rüschnikon, S. 134

2.3 Galoppirouette inkorrekt

2.3.1 Definition Takt

Als Takt bezeichnet man in der Reiterei das zeitliche und räumliche Gleichmaß aller Schritte, Tritte und Sprünge. Er bildet die Basis für die Ausbildung des Pferdes und hat damit keinen unwesentlichen Einfluss auf die Entfaltung eines korrekten und natürlichen Gangs und die Entwicklung von Lektionen der hohen Schule.

Für die Erhaltung des Taktes ist der Fleiß von ungemeiner Wichtigkeit. Fleiß ist jedoch nicht mit Eile zu verwechseln, denn ein fleißiges Pferd ist in der Lage sich selbst zu tragen und seine Haltung zu wahren, ohne dass es eilt. (BÜRGER, 2006). Deswegen muss der Reiter durch die treibenden Hilfen, das Pferd in der Vorwärtsbewegung behalten, damit es so den Rhythmus behalten kann. „Der Takt sollte sich sowohl auf gebogener, als auch auf gerade Linie, in Übergängen, in Verstärkungen und Versammlung nicht ändern.“ (RICHTLINIEN FÜR REITEN UND FAHREN, 1997, S. 97)

Der Takt bildet zusammen mit der Losgelassenheit und der Anlehnung die natürliche Grundbalance des Pferdes. Somit steht das Gleichgewicht im engen Zusammenhang mit dem Takt.

2.3.2 Gleichgewicht

Damit das Pferd einen Dreitakt im Galopp, zeigen kann, muss es im Gleichgewicht sein. Ein Pferd, im Stand ist von Natur aus nicht im Gleichgewicht, da allein die Proportionen des Pferdes eine verstärkte Belastung der Vorhand bedeuten (STEINBRECHT, 2004).

Bei Pferden, die im Galopp Koordinations- und Gleichgewichtsschwierigkeiten haben, kommt es zu einem Viertaktgalopp, bei dem das innere Hinterbein vor dem äußeren Vorderbein landet. (HARRIS, 2016).

Wenn die synchrone Fußfolge im Galopp aufgetrennt ist, indem das Hinterbein vor dem Vorderbein auftrifft, ist von Problemen in der Balance und der Koordination auszugehen. Zudem springt das Pferd die Pirouette im Hohlkreuz, unter dessen Tatsache die Sprungkraft weniger ausgeprägt erscheint. Die Verlangsamung des Hinterbeins vermindert das Untertreten in Richtung des Schwerpunktes (BERAN, 2005). Umso höher der Grad der Versammlung ist, desto mehr muss deshalb der Reiter durch seine treibenden Hilfen das Pferd im Vorwärts behalten (PUTZ, 2004).

In jeder Bewegungsänderung öffnen bzw. verkleinern sich die Winkel der Gelenke. Die Versammlung, welche die Voraussetzung für die Galoppirouette ist, bedeutet eine Verkleinerung der Gelenke in der Längsachse (HARRIS, 2016). Auch das Gleichgewicht verlagert in der versammelten Bewegung nach hinten. Im Zeitpunkt der Lastaufnahme beugt das Pferd seine Gelenke maximal.

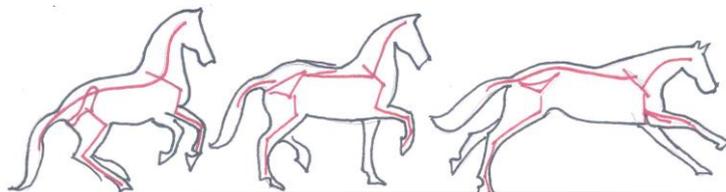


Abb. 5 Veränderung der Gelenkwinkel in der Versammlung, Arbeitstempo und Verstärkung

Quelle: Sophia Knopf, 2019

STEINBRECHT (2004) beschreibt ein Pferd als ausbalanciert, wenn es in der Lage ist sein Gewicht und das des Reiters gleichmäßig auf die vier Pferdebeine zu verteilen. Des Weiteren wird dem Schwung ein besonderer Stellenwert zugeschrieben, denn er ist in der Bewegung des Pferdes für das Gleichgewicht zuständig. Um das Gleichgewicht des Pferdes zu verstehen, ist es immer in Bewegung zu beurteilen, denn eine gedankliche Projektion des Gleichgewichtes eines leblosen Körper auf einen sich bewegenden Körper ist nicht möglich

2.3.3 Taktfehler

Laut der Ausbildungsskala (RICHTLINIEN FÜR REITEN UND FAHREN, 2012) des Pferdes wird in der klassischen Reitkunst der Takt als Basis angesehen. Er ist, neben der gezielten Weiterentwicklung der Bewegungsmuster, für die weitere Ausbildung des Pferdes essenziell.

Taktfehler im Allgemeinen, treten bei lang andauernder Belastung, an das Pferd nicht angepasste Tempo und ungenauer Hilfengebung auf (PUTZ, 2010). HEUSCHMANN (2011) führt Taktfehler unter anderem auf Muskelanspannungen in den Bereichen des Halses, des Genicks und des Rumpfes zurück. Auch durch einen besonders trägen oder eiligen Bewegungsablauf im Galopp, einen angespannten Pferderücken, oder bei Gleichgewichtsproblemen des Pferdes können Taktprobleme auftreten. (RICHTLINIEN FÜR REITEN UND FAHREN, 2012)

Taktfehler sind nicht physiologisch und sind, soweit eine gesundheitliche Beeinträchtigung auszuschließen ist, zunächst auf den Reiter zurückzuführen. Die Zügelkräfte eines Reiters auf das Pferdemaul wurden von EGENVALL et al. (2015) hinreichend untersucht. Dabei wurde während der Stützbeinphase des führenden Vorderbeines die höchste Einwirkung und während der Schwebephase die niedrigste Zügelkraft festgestellt. Im Allgemeinen war die Einwirkung des linken und des rechten Zügels nicht gleich. Die Mehrheit der Pferde wurde vermehrt am inneren Zügel geritten. Ein Grund dafür ist die rollende Bewegung und die laterale Asymmetrie im Galopp, die den Reiter dazu verleitet verstärkt mit dem inneren Zügel einzuwirken. Auch die Bodenkräfte die vom Pferd auf den Reiter übertragen werden resultieren in einer erhöhten Ausgleichsbewegung, die in keiner anderen Gangart des Pferdes so hoch ist, wie im Galopp.

Auch durch die Rotation des Pferderumpfes in drei Dimensionen, erfordert vom Reiter eine gewisse Anpassungsfähigkeit, um im Galopp ruhig sitzen zu können (CLAYTON und HOBBS, 2017).

Treten Taktfehler bereits im Arbeits- oder versammelten Galopp auf, so liegt es auf der Hand, dass auch bei vermehrter Versammlung, das heißt in der Galoppirouette keine Taktklarheit auftreten kann.

2.3.4 Dissoziation der diagonalen Fußfolge

Unter Dissoziation (lateinisch: disassociare – trennen) versteht man die Auftrennung von Bewegungsmustern. Dabei spricht man von einer Auftrennung der regulären Fußfolge.

Der Begriff „diagonal advanced Placement“ (DAP) wird verwendet, um das Intervall zwischen dem diagonal gepaarten Vorder- und Hinterbein, das Kontakt zum Boden hat, zu beschreiben. Man unterscheidet negatives DAP, positives DAP und ein DAP von 0. Bei letzterem landet das diagonale Beinpaar simultan, das heißt zeitgleich auf dem Boden. Bei einem negativen DAP landet das Hinterbein vor dem Vorderbein auf dem Boden. Wohingegen bei einem positiven DAP das Vorderbein vor dem Hinterbein den Boden berührt. (MCGREEVY, MCLEAN, 2010)

Kommt es zu einer Dissoziation der diagonalen Fußfolge, ist das synchrone Aufkommen der Beinpaare hinten innen und vorne außen nicht mehr gegeben. Man kann in diesem Zusammenhang auch nicht mehr von einem Dreitakt sprechen, da entweder das Hinterbein vor dem Vorderbein den Boden berührt, oder aber das Vorderbein vor dem Hinterbein.

Galoppiert ein Pferd im Renngalopp, so kommt es vor, dass das innere Hinterbein vor dem äußeren Vorderbein auftritt. Durch den hohen Schub, der von der Hinterhand entwickelt wird, spannt das Pferd seine Bauchmuskeln an, um die Schubkraft aus der Hinterhand zu entwickeln.

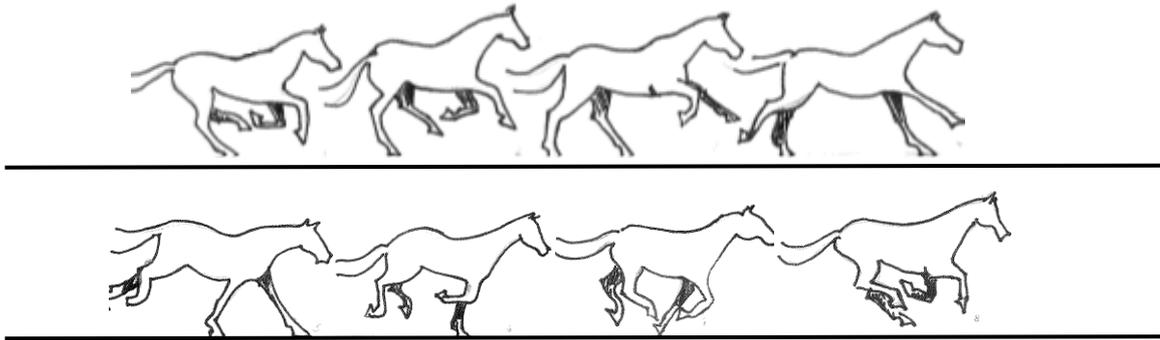


Abb. 6 Fußfolge des Galopps im Viertakt

Quelle: Sophia Knopf, 2019

Dabei ist das Lumbosakralgelenk maximal gebeugt (HARRIS, 2016). Maximale Extension des Gelenkes findet während dem Zeitpunkt des Bodenkontaktes des diagonalen Beinpaars statt. Maximale Flexion hingegen, findet in der Standphase des führenden Vorderbeins statt, und verstärkt sich proportional zur Geschwindigkeit (CLAYTON und HOBBS, 2017). Auch wenn das Pferd auf der Vorhand galoppiert und somit die Hinterhand nicht genügend aktiv ist, kann es zu einem Vierschlaggalopp kommen, bei dem die Vorhand, vor der Hinterhand auf dem Boden aufkommt. Da das Pferd ein Hohlkreuz bildet kommt es zu Koordinations- und Gleichgewichtsstörungen im Bewegungsablauf.

Neben der Entstehung eines Viertaktes, ist in Galoppirouetten auch das „Kleben bleiben“ der Hinterbeine am Boden festzustellen. Diese fehlerhaften Bewegungen gehen oft Hand in Hand und sind beide auf ein stark verlangsamtes Tempo, durch unzureichende treibende Hilfen und Verlust von Fleiß zurückzuführen. Wird beim Durchreiten der Pirouette primär darauf geachtet, dass sich das Pferd in der Bewegung, weder nach vorne oder hinten, noch zur Seite bewegt, zeigt das Pferd Taktfehler, durch eine zu starke Zügeleinwirkung. (KNOPFHART, 1986)

Ein weiterer möglicher Fehler ist, dass sich das Pferd in der Galoppirouette herumwirft und nach nur wenigen Sprüngen die Ganze, beziehungsweise Halbe Pirouette beendet hat. In diesem Fall ist die Lastaufnahme des inneren Hinterbeins ungenügend. Das ist vor allem bei sehr eifrigen Pferden zu sehen, oder bei Pferden, bei denen der Reiter für die äußere Begrenzung mit

dem äußeren Zügel und dem äußeren Schenkel nicht durchkommen kann. (RICHTLINIE FÜR REITEN UND FAHREN, 1997)

Ein weiterer Ansatz, der die Dissoziation des diagonalen Beinpaars im Galopp zu erklären versucht, ist die Tatsache, dass der Körper des Pferdes mit Hilfe der Auftrennung der Fußfolge einen Stoßdämpfermechanismus anwendet. Wenn das Pferd durch die Auftrennung der diagonalen Phase die Beine nicht synchron aufsetzt, bedeutet das eine Umlagerung der Kräftepeaks auf zwei, kurz nacheinander auftreffenden Beine, und nicht auf beide Beine gleichzeitig. (ZIERMANN, 2006)

2.4 Biomechanische Abläufe in der Galoppbewegung

Der Bewegungsapparat bezeichnet sich durch ein komplexes System aus Muskeln, Knochensegmenten und Gelenken und ermöglicht durch die Steuerung des Zentralnervensystems gut koordinierte Bewegungen.

Die Biomechanische Erklärung des Schritts, wird mit einem Pendel erklärt. Sowohl für den Trab, als auch für den Galopp kann die Bewegung in sogenannte Federschwingungen übersetzt werden. Stefan STAMMER (2016) beschreibt für die Taktfindung die Entstehung von Spannung auf vier Federn. Nur wenn dem Pferd die Möglichkeit gegeben wird, die Beinachsen unter die Bewegungszentren (vorderes- und hinteres Bewegungszentrum) zu positionieren, kann das Pferd bei einem angepassten Grundtempo sein Gleichgewicht finden. Wenn das Pferd sich gut im Gleichgewicht befindet, kann es ein Pirouette springen, ohne das diagonal fußende Beinpaar aufzutrennen.

Das enge Wenden um die Hinterhand setzt ein verstärktes Untertreten der Hinterhand voraus. Während dem Untertreten verändert sich die Beckenposition nach kaudal so, dass sich beim reell ausgebildeten Pferd die Schubkraft in Tragkraft umwandelt. Diese Umlagerung der Kräfte resultiert in einer erhöhten Bewegungsenergie, die in den Muskelketten der Hinterhand gespeichert wird. In der Pirouette wird diese Energie nach seitlich- oben freigegeben.

Die Rahmenverkürzung des Pferdes ergibt sich durch die Veränderung der Lage des Hüftgelenkes in Richtung des Schwerpunktes des Pferdes (BÜRGER, 2007). Diese Verkürzung findet also nicht vor dem Reiter, sondern hinter dem Reiter statt.

Für die, in der Versammlung geforderte, vermehrte Hankenbeugung spielt die Aufrichtung des Brustkorbes eine entscheidende Rolle.

Das Pferd als Fluchttier hat einen für das rasche Entkommen ideal angepassten Körper. Durch das Verspannen des Unterhalses und des Rückens, spannt das Pferd seine Oberlinie maximal an und kann auf diese Weise die Energie direkt in die Beine übertragen. Im Schritt regeneriert sich das Pferd, indem es diese Bewegungssysteme wieder entspannt.

Die Versammlung des Galopps führt zu einer erhöhten vertikalen Bodenkraft. Im folgenden Vorderbein erhöht sich diese Kraft um das eineinhalbfache des Körpergewichts, während die vertikalen Bodenkraften des führenden Vorderbeins mit der Kraft des Körpergewichts die geringste Krafteinwirkung zeigt. In dem Moment wo das Pferd in die Schwebephase übergeht, wird der Körperschwerpunkt des Pferdes mithilfe von erhöhten vertikalen Bodenkraften angehoben. In Gangarten mit Schwebephase sind grundsätzlich höhere Bodenkraften zu verzeichnen (KIENAPFEL et al. 2017)

Die horizontale Bodenkraft wirkt auf das folgende Hinterbein und ist zusammen mit dem diagonalen Beinpaar verantwortlich für die Vorwärtsbewegung.

Im Galopp (Canter) lassen sich konfundierte Gangmechaniken erkennen. Das folgende Hinterbein, sowie das führende Vorderbein funktionieren als starre Stützen, wobei die diagonale Stütze des folgenden Vorderbeins und führenden Hinterbeins vor allem für das Wegdrücken vom Boden erforderlich ist (BARREY, 2013).

Mit der Dauer der Schwebephase und der damit verbundenen vertikalen Beschleunigung, also dem Antritt des Pferdes, nimmt auch die Geschwindigkeit im Galopp zu.

In den asymmetrischen Gangarten sind die Bewegungen der kontralateralen Beinpaare in ungleiche Zeitintervalle aufgeteilt, sodass sich eine kurze Fußfolge mit einer langen Fußfolge abwechselt. Auch die Bodenkraften und die Kräfte, die auf den Reiter wirken treten asymmetrisch auf und erfordern daher eine Ausgleichsbewegung des Reiters während dem Galopp (HILDEBRAND, 1965).

Die größte Belastung der Gliedmaßen im Galopp erfährt das äußere (folgende) Vorderbein. Zusammen mit dem inneren Hinterbein sorgt es für die Bewegung nach vorne oben und ist aus kinetischer Sicht, somit stärker an der Lastaufnahme beteiligt, als das innere (führende) Vorderbein (ZIERMANN, 2006)

2.5 Ökonomie der Gänge

Das Pferd ist in der Lage seine Gangart die Energie betreffend optimal einzusetzen.

Zweck der Gänge ist es Geschwindigkeit zu erzeugen und unter den Parametern der Energieeffizienz eine wertvolle Bewegung zu erzielen. Für eine effiziente Fortbewegung ist ein korrektes Gangbild von außerordentlicher Wichtigkeit. Die Muskulatur, Sehnen, Bänder und Gelenke des Stütz- und Bewegungsapparates harmonisieren physiologisch so miteinander, dass keine Überbelastung der einzelnen Extremitäten auftritt.

Eine ökonomische Bewegung ermöglicht dem Pferd auf energiesparende und gesunderhaltende Art sich fortzubewegen, denn nur effiziente Bewegung lässt optimale Leistung zu. Für das Pferd ist das langsame Galoppieren unökonomisch. Der erhöhte Metabolismus und die geringen Rückenbewegungen, die wiederum zu einem geringen Drehmoment der Hinterhand im Vergleich der Vorhand führen, sind für das Pferd kräftezehrend.

Im Galopp kann als einzige der drei Grundgangarten ein Zusammenhang zwischen Atmung und Beinmechanik erkannt werden. Die Inspiration findet mit dem Beginn der Schwebephase statt und endet mit der Belastung des nicht führenden Vorderbeins. Die Expiration erfolgt während dem Bodenkontakt des nicht führenden Vorderbeins und dem führenden Vorderbeins. Die Kopplung der Atmung mit dem Bewegungszyklus stellt einen limitierenden Faktor der Gangarten und Bewegungen dar. Werden diese nicht taktrein gezeigt, ist das für das Pferd ineffizient und in Bezug auf die Gesundheit des Bewegungsapparates mangelhaft.

HOYT und TAYLOR (1981) haben in diesem Zusammenhang den Sauerstoffverbrauch in verschiedenen Gangarten ermittelt. Messungen des Sauerstoffkonsums während einer bestimmten Gangart auf einer vorgegebenen Wegstrecke auf einem Laufband, ergaben, dass sich Pferde innerhalb einer Gangart an die Geschwindigkeit anpassten, um den Energieaufwand möglichst gering zu halten. Im Gegensatz zum Menschen, der die Geschwindigkeit ändert, um den energetischen Aufwand, der für die Fortbewegung notwendig ist, zu minimieren.

3 Eigene Untersuchungen

Im Rahmen dieser Arbeit wurden Daten über die Dissoziation der diagonalen Fußfolge in ganzen Galopppirouetten unter Prüfungsbedingungen erhoben.

Grundlage hierfür waren Videoaufnahmen einer Grand Prix Special der FEI World Equestrian Games Tryon 2018 (WEG) am 12.09.2018 und eine Grand Prix de Dressage Prüfung während der Dressurgala Heroldsberg am 21.06.2019. Die Aufnahmen wurden über die Videoplattform clipmyhorse.tv

(https://www.clipmyhorse.tv/de_DE/ondemand/event/3355/competition/50134/dressurgala-heroldsberg/grand-prix-de-dressage-grand-prix-tour;

https://www.clipmyhorse.tv/de_DE/ondemand/event/2638/competition/38232/weltreiterspiele-tryon-fei-world-equestrian-games/team-medals-individual-qualifier-grand-prix) bezogen.

3.1 Material

Der Arbeit lagen Ritte von 30 Pferd – Reiterpaaren zugrunde. Das durchschnittliche Alter der Pferde betrug 12,6 Jahre. Das jüngste Pferd war 9 Jahre alt, das älteste 17 Jahre.

Die betrachteten Pferderassen waren Hannoveraner (5), Oldenburger (5), KWPN (5), Westfale (4), Bayerisches Warmblut (2), Lusitano (2), Deutschen Sportpferd (1), Schweizer Warmblut (1), Dänisches Warmblut (2) und Württemberger (3).

Betrachtet wurden gerittene Galopppirouetten mit einer Drehung von 360°. Bei beiden Prüfungen wurden die Pirouetten auf der Mittellinie gezeigt. Die Lektion begann, nach dem abwenden auf die Mittellinie bei A im Linksgalopp mit einer links Pirouette, danach geradeaus weiter Richtung C (circa 20m) mit einem fliegenden Galoppwechsel bei X und wurde nach der Rechtspirouette im Rechtsgalopp, beendet.

Die Kamera wurde bei beiden Prüfungen auf Augenhöhe des Betrachters geführt und ermöglicht somit eine gute Beurteilung der Pirouetten. Die Kamera der nationalen Prüfung war an der kurzen Seite, bei C positioniert, die Kamera der internationalen Prüfung bei F.

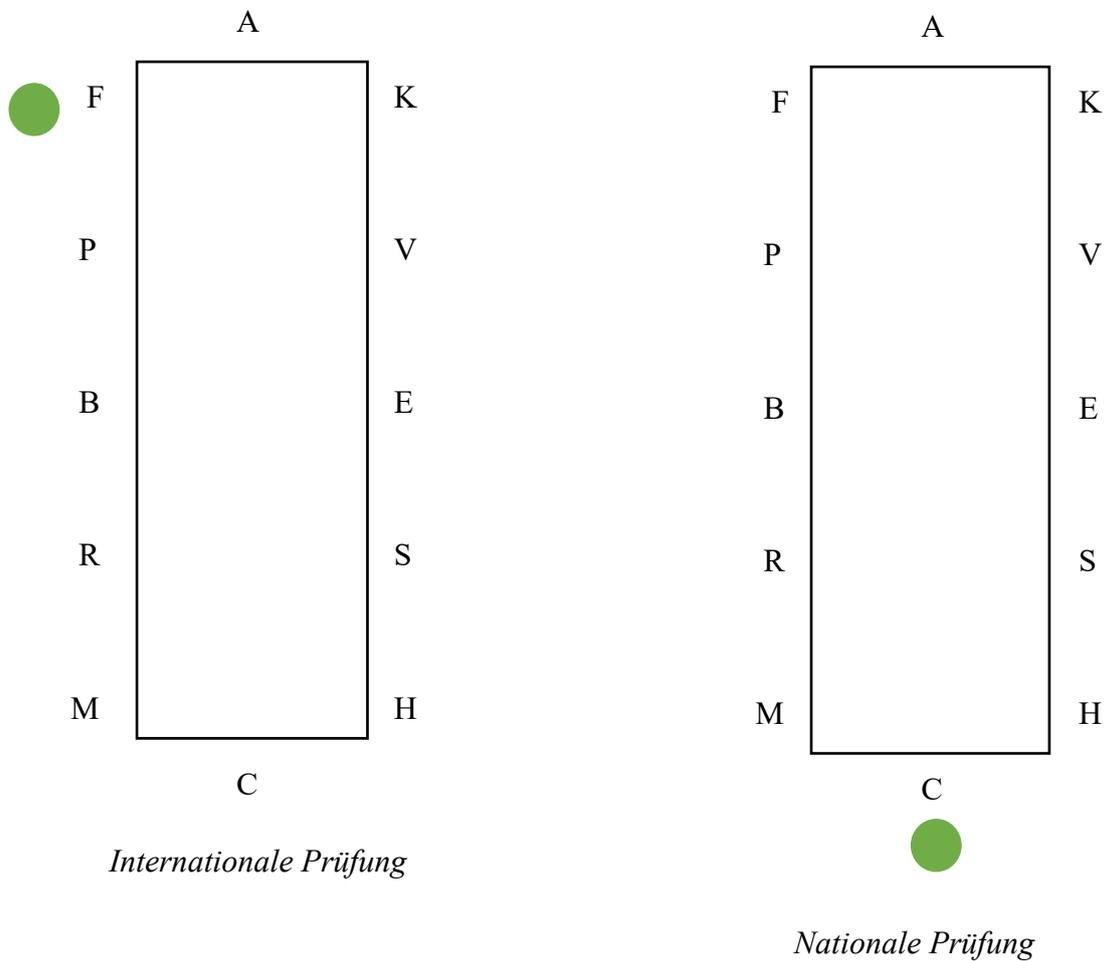


Abb. 7 Kamerapositionen während dem filmen

Zur Analysierung der Galopp Pirouetten wurden neben der Anzahl der Sprünge, der Dauer einer Pirouette, sowohl gesamt, als auch jeweils die Dauer der Links- und Rechts Pirouetten, noch genauer auf die Fußfolge in der Pirouette geachtet und die Dauer der Dissoziation, die Dauer zwischen aufußen und abußen der jeweiligen Hinterbeine und der jeweiligen Vorderbeine ermittelt.

3.2 Methode

3.2.1 Erhebung der Daten

Für die Analyse der Galoppirouetten wurde die Bewegungsanalysesoftware Kinovea® verwendet. Hierfür wurde die Dauer der Hangbein- und der Stützbeinphasen in Sekunden (Sek) erfasst. Zudem wurde die Gesamtdauer der Pirouette, die Anzahl der Sprünge pro Pirouette und die Dauer der Auffuß- bzw. der Abfußzeiten während der Galoppirouette ermittelt.

Jedes Pferd zeigte jeweils eine ganze Galoppirouette auf der linken und auf der rechten Hand.

Die Zählung der Sprünge erfolgte in Einzelbildvorsprüngen. Ebenso die zeitliche Erfassung, um die genaue Zeitangabe der einzelnen Pirouettensprünge zu messen. Für eine bessere Übersicht wurde die Dauer der Dissoziation farblich entsprechend der Sekundendauer markiert.

Zunächst wurde die Anzahl der Sprünge pro Pirouette jedes Pferdes sowohl auf der linken, als auch auf der rechten Hand erhoben. In weiterer Folge wurde die Zeitangabe in der sich das jeweilige Bein in der Bewegung abhebt oder auf Fußt in Sekunden gemessen. Die Dauer der Auftrennung der Diagonale ergibt sich durch das subtrahieren der jeweiligen Sekundenwerte.

In der Stützbeinphase wurde das Aufkommen der einzelnen Beine auf den Boden gemessen. Die Zeitmessungen wurden begonnen, wenn das die jeweilige Gliedmaße im Fesselbein zum Boden einen Winkel von circa 45° Grad betrug.

In der Hangbeinphase wurden die Messungen mit abheben des Beines vom Boden begonnen und mit dem Aufkommen des Beines auf dem Boden beendet. Entscheidend war in diesem Fall, ob das Erheben des Beines vom Boden auch simultan verläuft. Vor allem in Hinblick auf die Dauer der Auftrennung der Vorderbeine, ist von Pferd zu Pferd eine unterschiedliche Dauer zu erkennen. Springt ein Pferd die Pirouette besonders weit nach oben (exaltiert), ist eine verlängerte Dauer der Auftrennung in der Hangbeinphase zu erkennen.

3.2.2 Statistische Auswertung

Basierend auf den erhobenen Daten wurden Mittelwert und Standardabweichung der Werte erfasst. Mit Hilfe des Programms SPSS (IBM®, Armonk, New York, USA) konnte nach der Durchführung eines Kolmogorov – Smirnov Tests eine Normalverteilung des Medians im Nullbereich ermittelt und nach einer ANOVA für Messwertwiederholungen auf signifikante Abweichungen geprüft werden. Als signifikant gilt ein Wert von $p \leq 0,05$.

3.3 Ergebnisse

Die Pirouetten wurden zwischen 5 und 9 Sprüngen beendet. Im Durchschnitt wurden $7,03 \pm 0,96$ Sprünge pro Pirouette beobachtet.

Die Gesamtzahl der Sprünge beträgt links: 209 Sprünge und rechts: 213 Sprünge.

Die Dauer der Galoppirouette wurde in Sekunden gemessen und variiert während der linken Pirouette zwischen 4,90 Sekunden und 7,65 Sekunden ($5,67 \pm 0,64$ Sekunden) und während der rechten Pirouette zwischen 4,96 Sekunden und 7,55 Sekunden ($6,01 \pm 0,64$ Sekunden).

Das DAP in der Stützbeinphase wurden insgesamt 416 Sprünge mit negativer Dissoziation festgestellt. Dabei waren die meisten Pirouettensprünge mit einer Dissoziation zwischen -0,19 und -0,1 Sekunden zu verzeichnen (184). Varianz und Standardabweichung betragen $-0,16 \pm 0,02$ Sekunden, 99 Sprünge zeigten keine Auftrennung der diagonalen Fußfolge. 80 Sprünge waren zwischen -0,29 und -0,20 Sekunden ($-0,23 \pm 0,03$ Sekunden). Bei 28 Sprüngen war die Dissoziation zwischen -0,01 und -0,09 Sekunden ($-0,08 \pm 0,02$ Sekunden). Das DAP war bei zwei Sprüngen zwischen -0,30 und -0,39 Sekunden ($-0,33 \pm 0,03$ Sekunden). Die Maximale Dissoziation von -0,40 Sekunden wurde bei zwei Sprüngen festgestellt. Bei drei Sprüngen wurde ein positives DAP festgestellt.

Dauer der Dissoziatio n (Sek)	<i>Sprung 1</i>	<i>Sprung 2</i>	<i>Sprung 3</i>	<i>Sprung 4</i>	<i>Sprung 5</i>	<i>Sprung 6</i>	<i>Sprung 7</i>	<i>Sprung 8</i>	<i>Sprung 9</i>
0	22	18	6	6	8	12	16	8	3
-0,01 - -0,09	3	3	1	4	5	5	6	0	1
-0,10 - -0,19	21	20	31	31	25	26	21	8	1
-0,20 - -0,29	9	15	15	16	16	6	2	0	0
-0,30 - -0,39	2	3	7	3	5	2	1	0	0
0,40	0	1	0	0	1	0	0	0	0

Tabelle 1: Anzahl der Sprünge in Bezug auf die Dauer der Dissoziation in der Stützbeinphase

Die Pirouettensprünge, bei denen das äußere Vorderbein und das innere Hinterbein gleichzeitig den Boden berührten, waren vor allem in Sprung 1 und 2, sowie in den Sprüngen 6 und 7 festzustellen. Während hingegen eine Dissoziation zwischen -0,19 und -0,10 Sekunden im dritten und vierten Sprung auftreten

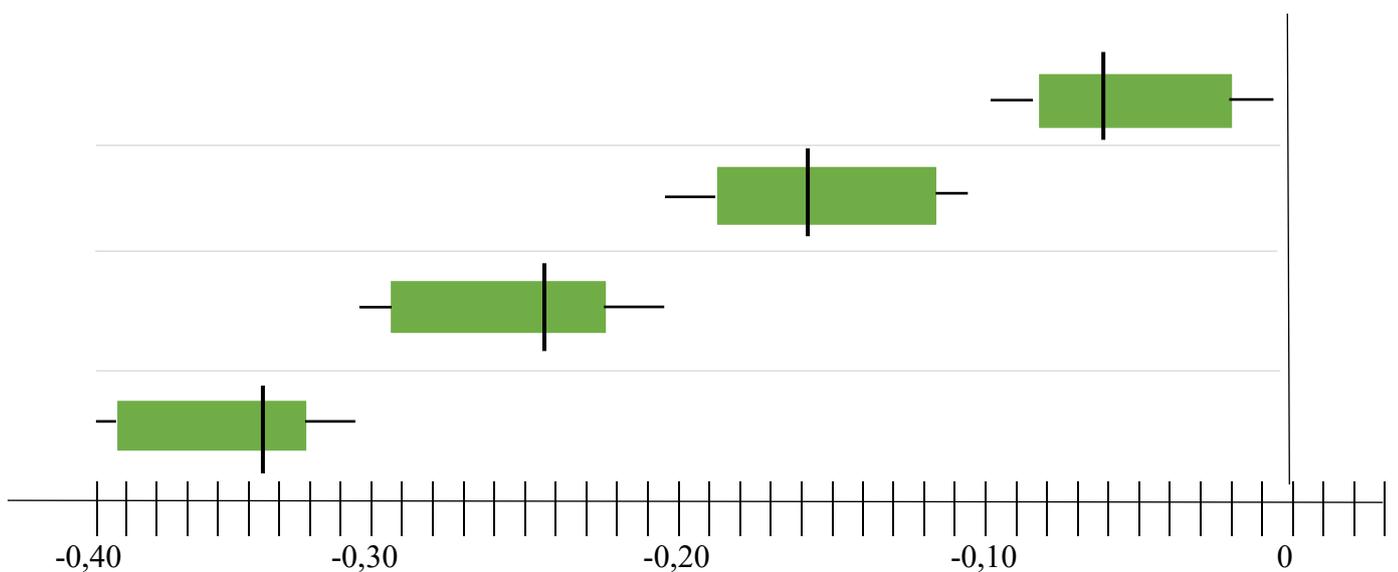


Abb. 8 Verteilung der Dissoziationen der Stützbeinphase in Form einer Bloxplot- Grafik

Während der Hangbeinphase wurden die Sekunden gemessen, bei denen pro Sprung die Beine des Pferdes sich vom Boden abheben. Die Gesamtanzahl der Sprünge mit negativer Dissoziation beträgt in der Hangbeinphase 392 Sprünge, 27 Sprünge wiesen eine positive Dissoziation auf. Die meisten Sprünge (147) zeigten eine Dissoziation zwischen -0,09 und -0,01 Sekunden ($-0,06 \pm 0,02$ Sekunden) verzeichnet. Bei 129 Sprüngen landete das diagonale Beinpaar gleichzeitig auf dem Boden.

Dauer der Dissoziation (Sek)	Sprung 1	Sprung 2	Sprung 3	Sprung 4	Sprung 5	Sprung 6	Sprung 7	Sprung 8	Sprung 9
0	18	16	19	13	18	17	18	7	3
-0,01 - -0,09	17	23	23	20	23	17	17	6	1
-0,10 - -0,19	13	14	15	19	13	12	9	4	1
-0,20 - -0,29	1	0	1	4	3	3	1	0	0
-0,30 - -0,39	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,40	0	0	0	0	0	2	0	0	0

Tabelle 2: Anzahl der Sprünge in Bezug auf die Dauer der Dissoziation in der Hangbeinphase

Während die Auftrennung der Diagonale vor allem in den ersten beiden Sprüngen und den letzten Sprüngen zu finden waren, verteilt sich die Anzahl der Sprünge bei einer Dissoziation von 0 gleichmäßig auf die ersten sieben Sprünge. Die meisten Pirouettensprünge wurden mit einem DAP zwischen -0,09 und -0,01 Sekunden gemessen. Auch hier sind gleichmäßige Verteilungen in den ersten sieben Sprüngen erkennbar, erst bei Sprung 8 und 9 nimmt die Anzahl deutlich ab. Bei einem DAP zwischen -0,29 und -0,02 Sekunden ($-0,21 \pm 0,02$) wurde ein Maximum von 19 Sprüngen im vierten Galoppsprung festgestellt. Im sechsten Sprung zeigten zwei Pferde eine Auftrennung von -0,40 Sekunden.

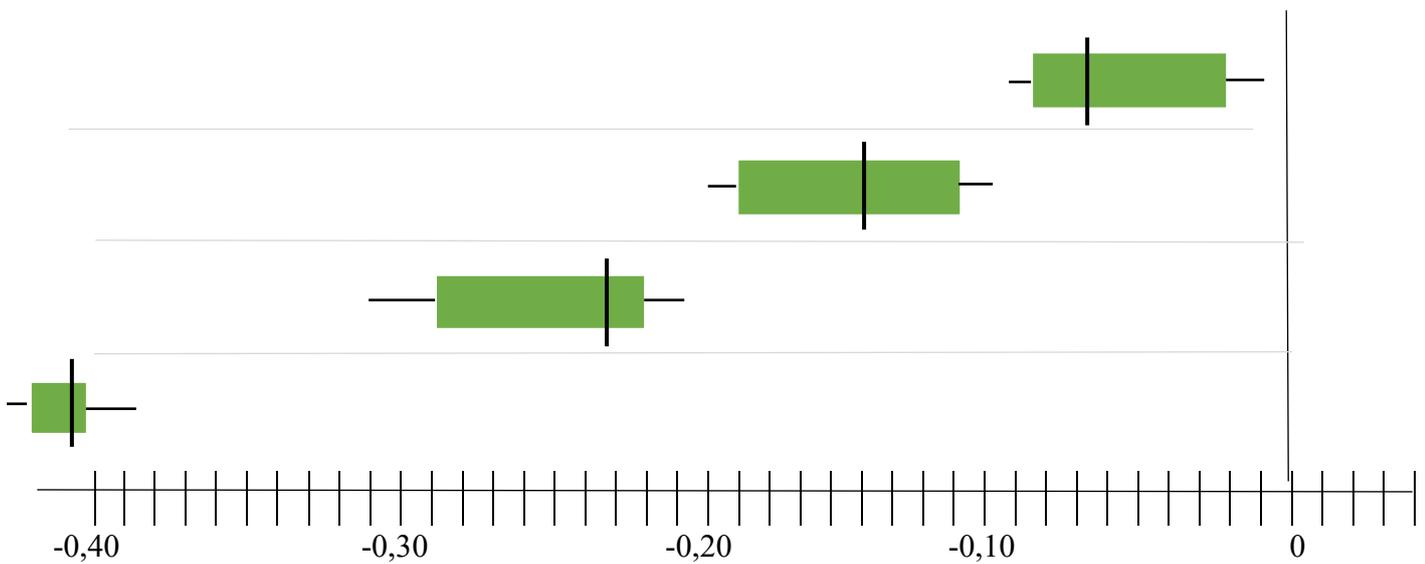


Abb. 9 Verteilung der Dissoziationen der Hangbeinphase in Form einer Bloxplot- Grafik

Pferde, die die Pirouetten in 5 Sprüngen absolvierten zeigten in der Stützbeinphase keine simultane Fußfolgen, während in den Pirouetten, die mit 7 bis 9 Sprüngen beendet wurden, Dissoziationen von durchschnittlich -0,10 Sekunden und -0,19 Sekunden ($-0,13 \pm 0,02$ Sekunden) auftreten.

Betrachtet man das Vorkommen der Dissoziation von 0 Sekunden, das heißt einer simultanen Landung des diagonalen Beinpaars auf dem Boden, so fällt auf, dass in einer der Gruppen, die meisten gleichzeitigen Landungen im ersten Sprung stattfanden. In beiden Gruppen wurden in den mittleren Sprüngen am seltensten synchrone Bodenkontakte erfasst.

STÜTZBEINPHASE VORDERBEIN ZUERST

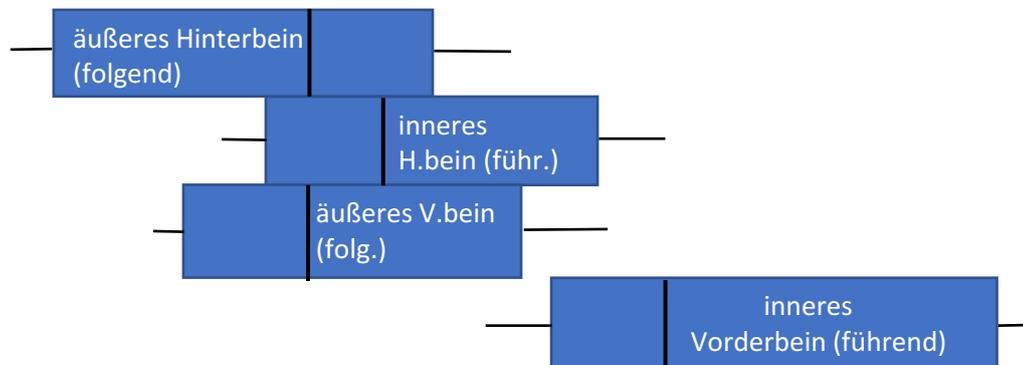


Abb. 10 Darstellung der zeitlichen Verschiebung der Fußfolge in der Stützbeinphase (das Vorderbein kommt vor dem Hinterbein auf dem Boden auf)

STÜTZBEINPHASE HINTERBEIN ZUERST

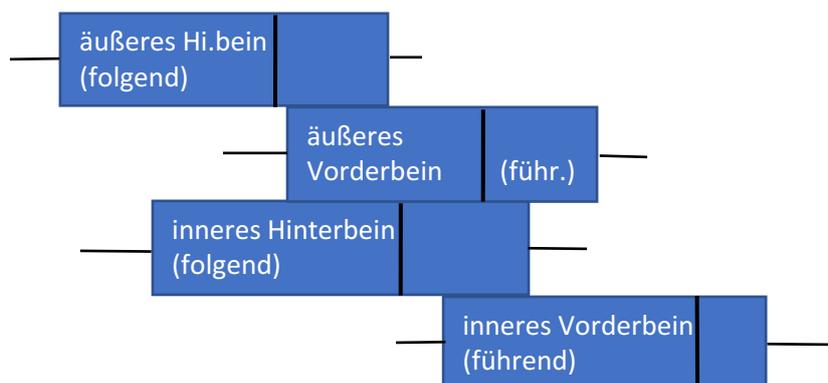


Abb. 11 Darstellung der zeitlichen Verschiebung der Fußfolge in der Stützbeinphase (das Hinterbein kommt vor dem Vorderbein auf dem Boden auf)

Hinsichtlich der Bodenkontaktdauer in der Stützbeinphase mit einem negativen DAP zeigt sich für das folgende Hinterbein ein Mittel von $0,09 \pm 0,02$ Sekunden. Für das innere Hinterbein ist eine Dauer von $0,12 \pm 0,08$ Sekunden zu verzeichnen. Das äußere Vorderbein weist Werte von $0,11 \pm 0,4$ Sekunden und das innere Vorderbein $0,08 \pm 0,02$ Sekunden auf.

Bei einem positiven DAP ergeben sich Werte von $0,07 \pm 0,01$ Sekunden für das äußere Hinterbein, $0,11 \pm 0,02$ Sekunden für das innere Hinterbein, $0,10 \pm 0,03$ Sekunden für das äußere Vorderbein und $0,07 \pm 0,03$ Sekunden beim inneren Vorderbein.

4 Diskussion

Die Auswertungen der Videoaufnahmen der vorliegenden Studie wurden hinsichtlich des simultanen Bodenkontaktes in der ganzen Galoppirouette unter Prüfungsbedingungen einer Dressurprüfung auf S Niveau angestellt.

BURNS und CLAYTON (1997) analysierten Videoaufnahmen einer Dressurprüfung im Rahmen der olympischen Spiele in Barcelona 1992. Dabei wurde die zeitliche Kinematik im versammelten Galopp und in der Galoppirouette in Hinblick auf die Erfüllung der Kriterien der FEI Regeln von 1991 untersucht. Keines der elf Pferde in der Dressurprüfung erfüllt die Anforderungen, bezüglich Takt und Vorhandensein einer Schwebephase. In der Galoppirouette konnte zudem eine verlängerte Stützbeinphase beider Hinterbeine und des folgenden Vorderbeins erkannt werden. Auch in der vorliegenden Arbeit zeigen die Ergebnisse, dass bei 76,37% der Pferde kein zeitgleicher Bodenkontakt des diagonalen Beinpaars stattfindet.

Genau wie in der Studie von 1997 konnte auch im Zuge dieser Untersuchung bei der Mehrzahl der Pferde weder ein korrekter Rhythmus, noch eine Schwebephase in den Galoppirouetten festgestellt werden.

Das verstärkte Zurückreiten führt immer zu einem Balanceproblem in den Galoppirouetten. Das Pferd kompensiert dieses Gleichgewichtsdefizit, indem es die Standdauer des inneren Hinterbeins verlängert. Es kommt es zur Auftrennung des diagonalen Beinpaars, sodass der Bodenkontakt nicht simultan, sondern zeitversetzt erfolgt (BURNS und CLAYTON, 1997).

BURNS und CLAYTON (1999) erfassten Daten während einer Grand Prix Prüfung der Olympischen Spiele 1996 der Schrittlektionen. Zeitliche Messungen im versammelten Schritt und dem starken Schritt ergaben keine signifikanten Unterschiede auf der linken und auf der rechten Hand in der Stützbeinphase. In der halben Pirouette konnten Unterschiede entweder zu Beginn, in der Mitte oder zum Abschluss der Schrittspirouette ermittelt werden. Die Schrittdauer zeigte sich zum Abschluss der Pirouette immer länger, als zu Beginn und in der Mitte der halben Schrittspirouette. In der vorliegenden Arbeit variieren die Dauer der Stützbeinphase bezüglich

des Bodenkontaktes der Mitteldiagonale zu Beginn der Galoppirouetten verglichen mit der Mitte und dem Ende der Pirouetten im Galopp.

BIAU und BARREY (2004) erhoben Daten bezüglich der Wechselbeziehung zwischen der Schrittcharakteristika und der Wertnote in einer Prix St. Georges Dressurprüfung. Dabei wurde der Galopp hinsichtlich einer positiven longitudinalen und dorsoventralen Aktivität als gut bewertet. Unterschieden wurden junge und erfahrene Pferde in den Grundgangarten. Die Skala der Wertnoten reicht von 0 bis 10, wobei der Großteil der Richter eine Note zwischen 6,0 und 7,0 vergab.

4.1 Kritische Aspekte der Videoanalyse einer Pirouette

Die Galoppirouetten finden auf weichem Sandboden statt, was die Analyse des genauen Abfuß- bzw. Auffußmomentes erschwert. Trotzdem kann bei den vorliegenden Ergebnissen davon ausgegangen werden, dass die Bewegungen $\pm 0,02$ Sekunden einen realen Wert darstellen. Denn innerhalb dieses Zeitintervalls konnte in jedem Fall eine sehr deutliche Abgrenzung der Stützbein- und Hangbeinphase gemacht werden.

Selbst wenn man in diesem Zusammenhang eine Auftrennung zwischen -0,09 Sekunden und -0,01 Sekunden mit bloßem Auge sehr schwer als solche zu erkennen ist, ist der asynchrone Bodenkontakt des diagonalen Beinpaars ab einer Sekundendauer von -0,10 Sekunden zu sehen. Beträgt die Dissoziation des diagonalen Beinpaars -0,30 Sekunden und länger, so kann man exaltierte Bewegungen und fehlerhafte Abfolgen in der Bewegung feststellen.

Des Weiteren muss bei der Betrachtung der Galoppirouette im stehenden Bild (Foto) bedacht werden, dass es sich hierbei um eine Momentaufnahme handelt und je nach Phase des Galoppsprunges als eine Pirouette im Viertakt (beide Hinterbeine am Boden) oder als eine Pirouette im Dreitakt (inneres Hinterbein und äußeres Hinterbein sind nahezu auf gleicher Höhe). Deshalb empfiehlt sich für eine genaue Untersuchung einer Galoppirouette immer die Analyse einer stark verlangsamten Videoaufnahme.

4.2 Schlussfolgerung

Die eingangs aufgestellte Hypothese, dass 70% der Pferde in einer S - Dressur keinen eindeutigen Dreitakt in der ganzen Galoppirouette zeigen, konnte mit dieser Arbeit verifiziert werden. Bei 76,37% der Pferde war der Bodenkontakt der diagonalen Fußfolge nicht zeitgleich.

Mehr als die Hälfte der Pferde, die für diese Arbeit untersucht wurden, konnten keinen korrekten Galoppsprung im Dreitakt während der ganzen Pirouette zeigen. Und zeigten somit Taktfehler, indem der Galopp vom Dreitakt zum Viertakt in der Galoppirouette wird.

Die Ursachen für die Auftrennung der Mitteldiagonale sind vor allem auf ein Gleichgewichtsproblem zurückzuführen. Durch unzureichendes Training und inkorrekte Gymnastizierung des Pferdes, kann dieses Balanceproblem dazu führen, dass das Pferd in der Galoppirouette das äußere Vorderbein und das innere Hinterbein nacheinander auf den Boden aufsetzt.

5 Zusammenfassung

Ziel der vorliegenden Untersuchung war es, die Dissoziation der diagonalen Fußfolge in der ganzen Galopp Pirouette in einer internationalen und nationalen S Dressur zu analysieren. Hierfür wurden in einer Literaturrecherche die biomechanischen und anatomischen Grundsätze erläutert. Ferner wurde auf die Begriffe Takt, Gleichgewicht und Dissoziation eingegangen.

Grundlage für die Untersuchung waren Videoaufnahmen von 30 Pferd – Reiterpaaren, bei denen 15 Paare in einer nationalen S- Dressur, und 15 Paare in einer internationalen S- Dressur starteten. Im Rahmen der Videoanalyse wurde neben der Dauer der Pirouette, auch die Anzahl der Sprünge und die zeitliche Auftrennung der diagonalen Fußfolge sowohl in der Hangbeinphase als auch in der Stützbeinphase in Sekunden gemessen.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass bei 76,37% der Pferde in der ganzen Galopp Pirouette kein korrekter Ablauf der Fußung stattfindet und es zu einem Viertakt im Galopp kommt. Es konnte bezüglich der Dauer und der Anzahl der Sprünge kein Unterschied zwischen einer linken und einer rechten Pirouette festgestellt werden. Am häufigsten landet das innere Hinterbein zwischen -0,10 Sekunden und -0,19 Sekunden vor dem äußeren Vorderbein. Zwei Pferde zeigten in der Stützbeinphase eine Dissoziation von -0,40 Sekunden. In der Hangbeinphase fand eine mehrheitliche Auftrennung des diagonal fußenden Beinpaares im Bereich zwischen -0,01 und -0,09 Sekunden statt. Das heißt, auch das Abheben der Beine vom Boden erfolgt nicht immer gleichzeitig. Es konnte ein Zusammenhang zwischen der Anzahl der Sprünge und der Dauer der Dissoziation festgestellt werden. Bei den Pferden, die die ganze Pirouette im Galopp in 5 Sprüngen beendeten konnte kein Sprung mit einer simultanen Landung des diagonalen Beinpaares festgestellt werden.

Insgesamt wurde bei 23,63% der Sprünge der ganzen Galopp Pirouette eine simultane Fußung des diagonalen Beinpaares festgestellt.

Somit konnte die Hypothese, dass mindestens 70% der Pferde während einer Dressurprüfung der Klasse S keinen klaren Dreitakt in der ganzen Galopp Pirouette zeigen, verifiziert werden.

6 Summary

The aim of the present study was to analyse the dissociation of the diagonal foot sequence in the canter pirouette in an international and national advanced level (S) dressage. For this purpose, the biomechanical and anatomical principles were explained in a literature search. Furthermore, the terms beat, balance and dissociation were discussed.

Video analyses were carried out and, in addition to the duration of the pirouette, the number of strides and the temporal separation of the diagonal foot sequence were measured in seconds both in the swing phase and in the stance phase.

The results demonstrate that for 76,37 % of the horses in the gallop pirouette there is no correct footfall and a four-beat gallop occurs. There was no difference between a left and a right hand pirouette in terms of duration and number of jumps. Most often the inner hind leg lands between -0.10 seconds and -0.19 seconds before the outer front leg. Two horses showed a dissociation of -0.40 seconds in the stancephase. In the swing phase, the majority of the diagonally footed pair of legs was separated in the range between -0.01 and -0.09 seconds. This means that even the lifting of the legs from the ground does not always take place simultaneously. A correlation between the number of jumps and the duration of dissociation could be established. In the horses that finished the whole pirouette in canter in 5 jumps, no jump with a simultaneous landing of the diagonal pair of legs could be detected.

In total, 23.63% of the jumps of the gallop pirouette were found to have coeval footfalls of the diagonal pair of legs.

Thus, the hypothesis that at least 70% of the horses did not show a clear three beat in the canter pirouette during a class S dressage competition could be verified.

7 Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Ao.Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Christian Peham für seine Zeit, seine Mühe und seine Betreuung bei der Erstellung dieser Arbeit.

Des Weiteren bedanke ich mich bei Herrn Helmut Alt, sowie dem gesamten Team der Firma Cobra – Pferdegerechte Sättel GmbH, die vor allem seit dem letzten Drittel des Studiums nicht nur fachlich, sondern auch persönlich eine wertvolle Unterstützung waren.

Für das Korrekturlesen der Arbeit bin ich Frau Leonie Kampshoff und Herrn Helmut Alt zu besonderem Dank verpflichtet

8 Literaturverzeichnis

BARREY, E. (2013): Gaits and interlimb coordination, aus : Equine Locomotion, 2. Aufl., Back, C., 85 – 99.

BERAN, A. (2005): Aus Respekt!, 1. Aufl., WuWei Verlag, 138 – 142.

BIAU, S., BARREY, E. (2004): Relationships between stride characteristics and scores in dressage tests, Pferdeheilkunde 20, 2 (März/April)

BÜRGER, U. (2007): Der Reiter formt das Pferd, 3. Aufl. , FN Verlag, 29 – 33; 53; 85.

BÜRGER, U. (2006): Vollendete Reitkunst, 2 Aufl. , Müller Rüschnikon, 56 – 59; 68 – 80; 200 – 204; 182 – 185.

BURNS, C., CLAYTON, H. (1997): Comparison of the temporal kinematics of the canter pirouette and collected canter, Equine Veterinary Journal, Equine Vet. J., Suppl. 23, 58 – 61.

CLAYTON, H., HOBBS, S. (2017): The role of biomechanical analysis of the horse and rider in equitation science, Applied Animal Behaviour Science 190, 123 – 132.

COLLINS, A. (2014): Four- beat canter - Problem or Progress? The future of canter, 01/2014, Horse & Hound

CULLY, P., NIELSEN B., LANCASTER B., MARTIN J., MCGREEVY P. (2018): The laterality of the gallop gait in Thoroughbred racing horses, PLOS One 13(6): e0198545

DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (1997): Richtlinien für Reiten und Fahren – Ausbildung für Fortgeschrittene, 12 Aufl., FN Verlag, 25 – 32; 80 – 87.

DEUTSCHE REITERLICHE VEREINIGUNG (2012): Richtlinien für Reiten und Fahren – Grundausbildung für Pferd und Reiter, 29. Aufl., FN Verlag, 74 – 75; 90 – 95.

DUNBAR, D., MCPHERSON, J., SIMMOMS, R., ZARCADES, A. (2008): Stabilization and mobility of the head, neck and trunk in horses during overground locomotion –

comparisons with humans and other primates, *Journal of Experimental Biology*, s J. expt. Biol. 211, 3889-3907.

EGENVALL A., EISERIÖ M., RHODIN M., VAN WEEREN R., ROEPSTORFF L. (2015): Rein tension during canter, *Comparative Exercise Physiology*, 11(2): 107 -11.

HARRIS, S. (2016): *Pferde in Bewegung*, 1. Aufl., Müller Rüschlikon, 53 – 55; 86 – 90; 203 - 206.

HEUSCHMANN, G. (2011): *Balanceakt*, 1. Aufl., WuWei, 23 – 27; 57 – 63.

HEUSCHMANN, G. (2006): *Finger in der Wunde*, 1. Aufl., WuWei, 70 – 73; 80 – 85.

HILDEBRAND, M. (1965): Symmetrical Gaits of horses, *Science, New Series*, Vol 150, No 3697, pp. 701 – 708.

HODSON E., CLAYTON H., LANOVAZ J. (1999): Temporal analysis of walk movements in the Grand Prix dressage test at the 1996 Olympic Games, *Applied Animal Behaviour Science* 62, 89 – 97.

HOYT, D., TAYLOR, C. (1981): Gait and the Energetics of locomotion in horses, *Macmillan Journal Ltd, Nature* Vol. 292

KARL, P. (2009): *Irrwege der modernen Dressur*, 2. Aufl., Cadmos Verlag, 142 – 143; 106 – 107.

KARL, P. (2009): *Reitkunst*, 1. Aufl., Cadmos Verlag, 100 – 102.

KIENAPFEL K., PREUSCHOFT H., WULF A., WAGNER H. (2017): The biomechanical construction of the horse's body and activity patterns of three important muscles of the trunk in the walk, trot and canter, *J Anim Physiol Anim Nutr.* 2018; 102:e818-e827.

KOTZAB, E. (2006): *Über die Biegung und Versammlung des Pferdes*, 1. Aufl., Cadmos Verlag, 107 – 119.

MATHELITSCH, L. (2014): *Physik des Reitsports- Schritt, Trab und Galopp*, Wiley-VHC Verlag, *Phys. Unserer Zeit*, 6/2014 (45)

MCGREEEVY P., MCLEAN A., (2010): Equitation Science, 1 Aufl., Wiley- Blackwell, 128 – 160; 162 – 179; 198 – 225.

MEYER, H. (2008): Roll – Kur, 1. Aufl., WuWei, 222 – 230.

MOORE, J. (2010): General Biomechanics: The horse as a biological machine, Journal of Equine Veterinary Science, Vol 30 , No 7

MÜSELER, W. (2006): Reitlehre, 2. Aufl., Müller Rüschnikon, 27 – 33; 60 – 62.

NICODEMUS, C. (2002): Temporal variables of four beat, stepping gaits of gaited horses, Applied Animal Behaviour Science 80, 133 – 142.

PUTZ, M. (2004): Reiten mit Verstand und Gefühl, 1. Aufl., FN Verlag, 52; 91 – 93.

PUTZ, M. (2010): Richtig Reiten – eine Herausforderung, 1. Aufl., FN Verlag, 83 – 87; 170 – 173.

ROBILLIARD, J., PFAU W., WILSON, A. (2006): Gait characterisation and classification in horses, Journal of Experimental Biology 210, 187 – 197.

ROSIE, D.W. (2005): Dressurpferde in Bewegung, 1. Aufl., Cadmos Verlag, 33 – 35.

SCHÖFFMANN, B. (2006): Die Skala der Ausbildung, 2. Aufl., Franckh – Kosmos, 43 – 46.

SEUNIG, W. (1980): Von der Koppel zur Kapriole, 7. Aufl., Goverts Krüger Stahlberg Verlag, 123 – 125; 127 – 131; 327 – 331.

STAMMER, S. (2016): Das Pferd in positiver Spannung, 1 Aufl., FN Verlag, 20 – 24; 70 – 80; 111 – 113.

STEINBRECHT, G. (2004): Gymnasium des Pferdes, 1. Neuauflage, FN Verlag, 201 – 249; 72 – 80.

STODULKA, R. (2006): Medizinische Reitlehre, 1. Aufl., Parey Verlag, 37- 40; 104 – 106.

STODULKA, R. (2008): Vom Reiten zur Reitkunst – Die klassische Reitlehre und die Biomechanik des Pferdes, 1. Aufl., Parey Verlag, 21 – 49; 65.

SYMES, E. (2009): A preliminary study into rider asymmetry within equitation, The Veterinary Journal 181, 34 – 37.

WENZEL, I. (2018): Ursachen und Auswirkungen der diagonalen Einbeinstütze im Trab, 1. Aufl., BoD

ZIERMANN, S. (2006): Energiesparmechanismen und Stoßdämpferfunktion am Bewegungsapparat des Pferdes, Inaugural- Dissertation, Ludwig - Maximilian Universität München

9 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung aktiver Muskelgruppen während der Bewegung des Pferdes;

Stodulka, R., Medizinische Reitlehre, 2006, Parey Verlag, S. 40

Abbildung 2: Die Fußfolge im Galopp; Sophia Knopf, 2019

Abbildung 3: Schema der Galoppirouette ;FEI, URL:
[https://inside.fei.org/sites/default/files/FEI_Dressage_Rules_2019_Clean_Versi
 on_6.9.19_0.pdf](https://inside.fei.org/sites/default/files/FEI_Dressage_Rules_2019_Clean_Version_6.9.19_0.pdf) (Letzter Zugriff: 03.11.2019)

Abbildung 4: Schema einer Hinterhandwendung ; Harris, S., Pferde in Bewegung, 2016,
 Müller Rüschnikon, S. 134

Abbildung 5: Veränderung der Gelenkwinkel in der Versammlung, Arbeitstempo und
 Verstärkung; Sophia Knopf, 2019

Abbildung 6: Fußfolge des Galopps im Viertakt ; Sophia Knopf, 2019

Abbildung 7: Kamerapositionen während dem filmen, Sophia Knopf, 2019

Abbildung 8: Verteilung der Dissoziationen der Stützbeinphase in Form einer Bloxplot- Grafik

Abbildung 9: Verteilung der Dissoziationen der Hangbeinphase in Form einer Bloxplot-
 Grafik

Abbildung 10: Darstellung der zeitlichen Verschiebung der Fußfolge in der Stützbeinphase (das
 Vorderbein kommt vor dem Hinterbein auf dem Boden auf), Sophia Knopf, 2019

Abbildung 11: Darstellung der zeitlichen Verschiebung der Fußfolge in der Stützbeinphase (das
 Hinterbein kommt vor dem Vorderbein auf dem Boden auf), Sophia Knopf, 2019

10 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anzahl der Sprünge in Bezug auf die Dauer der Dissoziation in der Stützbeinphase

Tabelle 2: Anzahl der Sprünge in Bezug auf die Dauer der Dissoziation in der Stützbeinphase

11 Anhang

Datenblatt

Pferd	Rang ges	Prozent	Rang Abt.	Alter	Rasse	Sprünge li	Sprünge re	Dauer Pi li (sec)	Dauer Pi re (sec)	Diff li/re
1	19	57,480%	15	14	Württemberg	7	7	4,90	6,48	-1,58
2	8	66,940%	6	14	Württemberg	8	9	5,85	6,3	-0,45
3	11	64,900%	10	14	KWPN	6	7	5,55	5,10	0,45
4	15	62,808%	12	12	Westfahle	5	5	5,50	5,31	0,19
5	12	65,260%	9	13	Oldenburger	7	7	5,18	4,96	0,22
6	13	63,500%	11	17	Hannoveraner	7	6	6,03	5,46	0,57
7	3	70,140%	3	10	Dt Sportpferd	6	8	4,91	6,93	-2,02
8	7	67,000%	5	13	Württemberg	9	8	5,90	6,03	-0,13
9	2	72,020%	2	11	Hannoveraner	9	8	6,81	6,15	0,66
10	1	72,880%	1	12	Oldenburger	9	9	7,65	7,55	0,10
11	6	67,500%	4	17	Bayerisches WB	7	7	5,66	6,01	-0,35
12	10	65,800%	8	11	Bayerisches WB	7	8	5,50	7,33	-1,83
13	14	63,080%	12	11	Oldenburger	7	7	5,85	6,33	-0,48
14	17	60,640%	14	12	Hannoveraner	6	5	5,05	5,68	-0,63
15	9	66,100%	7	11	Westfahle	7	7	4,90	5,71	-0,81
16	1	85,76%	1	14	Westfahle	8	8	6,58	6,23	0,35
17	2	85,10%	2	16	KWPN	7	6	5,75	5,48	0,27
18	3	80,76%	3	11	KWPN	8	8	6,08	6,10	-0,02
19	4	76,84%	4	10	Schweizer WB	6	7	5,08	6,08	-1,00
20	5	79,13%	5	9	Hannoveraner	7	7	5,33	5,71	-0,38
21	6	77,28%	6	10	Hannoveraner	8	8	5,41	5,83	-0,42
22	7	78,15%	7	10	Dänisches WB	5	5	5,08	5,36	-0,28
23	8	77,28%	8	15	Dänisches WB	7	7	5,66	5,93	-0,27
24	10	77,17%	9	14	KWPN	6	7	5,26	5,80	-0,54
25	11	76,41%	10	11	Oldenburger	8	7	6,51	7,30	-0,79
26	24	72,06%	11	13	Lusitano	6	7	5,30	5,73	-0,43
27	75	60,87%	12	14	KWPN	7	7	6,48	5,70	0,78
28	73	63,47%	13	10	Oldenburger	5	7	5,10	6,50	-1,40
29	34	67,71%	14	14	Westfahle	7	7	5,85	5,90	-0,05
30	59	67,50%	15	15	Lusitano	7	7	5,36	5,41	-0,05
					SUMME	209	213			
								kürzeste Dauer Li/Re	4,90	4,96
								Längste Dauer Li/Re	7,65	7,55

