

Messung von Herzfrequenzen und Kotcortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten

E.N. Novotny¹, M. Hässig², R. Palme³, A. Fürst⁴, M.A. Weishaupt¹

¹Departement für Pferde, Abteilung Sportmedizin, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich, Schweiz;

²Departement für Nutztiere, Abteilung Ambulanz und Bestandesmedizin, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich, Schweiz; ³Abteilung für Physiologie, Pathophysiologie und experimentelle Endokrinologie, Department für Biomedizinische Wissenschaften, Veterinärmedizinische Universität Wien, Österreich;

⁴Departement für Pferde, Klinik für Pferdechirurgie, Vetsuisse-Fakultät, Universität Zürich, Schweiz

<https://doi.org/10.17236/sat00373>

Eingereicht: 22.06.2022
Angenommen: 17.09.2022

Zusammenfassung

Am Zürcher Sechseläuten, einem traditionellen Fest der Zürcher Zünfte, nehmen rund 500 Pferde teil. Der Festumzug durchquert dabei zuerst die Altstadt Zürichs um sich am Ende beim Sechseläutenplatz zu versammeln. Dort galoppieren die berittenen Gruppen der einzelnen Zünfte um einen brennenden Scheiterhaufen auf dem ein mit Sprengkörpern bestückter Schneemann («Böögg») steht. Die Zumutbarkeit der Stressexposition von Pferden an solchen Anlässen wird immer wieder kontrovers diskutiert. Ziel dieser Studie war es mit Hilfe der Messung von Herzfrequenz und Kotcortisolmetaboliten die Belastung der am Sechseläuten teilnehmenden Pferde zu objektivieren.

Dem Aufruf bei den Zünften zur freiwilligen Studienteilnahme folgten 23 Pferd-Reiter-Paare. Drei Teilabschnitte des Umzuges wurden zu Vergleichszwecken im Rahmen eines Testtags in einer normalen Reitumgebung simuliert und 16 Tage später beim Sechseläuten selbst untersucht: Kontermarsch Bahnhofstrasse, Umzug Limmatquai und Umritt um den Böögg.

Alle Pferde wurden mit einem Herzfrequenz-Messsystem mit GPS-Peilung (Polar Team Pro®, Polar Electro Oy, Finnland) ausgerüstet. Kotproben zur Cortisolmetabolitenbestimmung wurden unmittelbar vor und 24 Stunden nach den Ereignissen direkt entnommen. Dreizehn der 23 Pferde wurden am Sechseläuten sediert (Acepromazin, 0,1–0,2 mg/kg p.o.). Die Unterschiede zwischen den Beobachtungsabschnitten und den Gruppen sediert/unsediert wurden mittels Varianzanalyse untersucht ($P < 0,05$).

Die Schritt-, respektive Galoppeschwindigkeiten in den 3 Teilabschnitten unterschieden sich zwischen Testtag und Sechseläuten nicht. Im Vergleich zum Testtag war die durchschnittliche Herzfrequenz in allen Teilabschnitten erhöht. Hingegen konnte weder beim Cortisolmetabolitenausgangswert noch beim Anstieg nach Belastung zwischen Testtag und Sechseläuten ein Unterschied festgestellt werden. Die durchschnittliche Herzfrequenz der sedierten Gruppe unter-

Heart rate and faecal cortisol metabolites measurements in horses at the Sechseläuten in Zurich

The Zurich's Sechseläuten is a traditional festival of the Zurich guilds, in which around 500 horses take part. After a parade through the old town of Zurich, the riders gather at a big square to canter around a burning woodpile topped with an exploding effigy (the «Böögg»). The level of stress experienced by the horses partaking in this event is subjected to increasing scrutiny. The aim of this study was to evaluate the stress load of the horses participating in the Sechseläuten procession more objectively by measuring heart rate and faecal cortisol metabolites.

Twenty-three horse-rider pairs were voluntarily recruited from the guilds for participation in the study. For comparison purposes, three sections of the procession were simulated in terms of gait and distance travelled in a normal riding environment during a test day and observed during the Sechseläuten itself 16 days later: Counter march Bahnhofstrasse, parade Limmatquai and parade around the burning «Böögg».

All horses were equipped with a heart rate measuring system with GPS tracking (Polar Team Pro®, Polar Electro Oy, Finland). Faecal samples for measuring cortisol metabolites were taken rectally immediately before and 24 hours after the events. Thirteen of the 23 horses were sedated during the Sechseläuten (Acepromazine, 0,1–0,2 mg/kg p.o.). The differences between the observation periods and groups (sedated/unsedated) were tested by analysis of variance ($P < 0,05$).

Walking and cantering speeds in the three sections did not differ between the test day and the Sechseläuten itself. Compared to the test day, the average heart rate was increased in all sections of the real event. However, neither the initial cortisol metabolite value nor the increase after the events showed a significant difference between the test day and the Sechseläuten. The average heart rate of the sedated group did

schied sich auf den Schritt-Abschnitten nicht von der unседierten Pferdegruppe, war hingegen während des Umrittes erhöht. Die Herzfrequenzerhöhung am Sechseläuten weist auf eine grössere Belastung hin, doch kann diese aufgrund des fehlenden zusätzlichen Anstiegs der Cortisolmetaboliten als moderat eingestuft werden. Der Einfluss einer Sedation konnte nicht eindeutig belegt werden, weshalb dies in weiteren Studien untersucht werden sollte.

Schlüsselwörter: Stress, Herzfrequenz, Kotcortisolmetaboliten, Tierschutz, öffentliche Pferdeveranstaltung

not differ from the unседated group during the walking sections but was elevated during canter around the Böögg. The increase in heart rate at the Sechseläuten indicated a stress load, but together with the unchanged cortisol responses, this can be classified as moderate. The influence of a sedation were inconclusive and should be further investigated.

Keywords: stress, horses, events, faecal cortisol metabolites, animal welfare, public horse event

Messung von Herzfrequenzen und Kotcortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten

E.N. Novotny, M. Hässig, R. Palme, A. Fürst, M.A. Weishaupt

Einleitung

Am Zürcher Frühlingsfest, dem Sechseläuten, findet im April ein Umzug der ehemaligen Handwerks- und Quartierzünfte durch die Zürcher Altstadt statt (www.sechselaeuten.ch). Traditionell und zunftspezifisch bekleidet ziehen etwa 7000 Leute, davon ca. 500 reitend, an den über 50'000 Zuschauern vorbei. Am Ende des Umzugs befindet sich der sogenannte «Böögg», ein mit Sprengkörpern gefüllter Schneemann, der auf einem ca. zehn Meter hohen Scheiterhaufen thront und um 18:00 Uhr angezündet wird. Dabei galoppieren die Reiter der jeweiligen Zünfte drei bis viermal um den Böögg, begleitet von Marschmusik und dem Jubel der umringenden Zuschauer. Der Einsatz der Pferde an diesem Anlass wurde in den letzten Jahren in der Öffentlichkeit kontrovers diskutiert. Ausserdem werden manche Pferde für dieses Ereignis leicht sediert, was Fragen zur ethischen Vertretbarkeit aufwirft. Das Ziel dieser Studie war es die physische und mentale Belastung der Pferde, ohne und unter Einfluss der Sedation, zu objektivieren.²⁴

Für die Erfassung von Stress bei Tieren kommen verschiedene Methoden zur Anwendung. Als messbare Stressindikatoren werden häufig die durch die Adrenalinfreisetzung ausgelöste Änderung der Herzfrequenz (HF) und Herzfrequenzvariabilität (HFV), und die Ausschüttung von Glucocorticoiden herangezogen.¹⁴ Bei der Verhaltensbeschreibung ist grundsätzlich darauf zu achten jede Interpretation der Verhaltensweisen zu vermeiden. Beim Aufzeichnen eines Ethogramms werden deshalb die wesentlichen Verhaltensweisen exakt definiert damit unterschiedliche Beobachter bei gleichzeitiger Protokollierung des Verhaltens eines Individuums zu einheitlichen Resultaten kommen können. Eine Kombination dieser drei Parameter, das heisst die Messung von Cortisol (einem Glucocorticoid) und der Veränderung der HF und HFV zusammen mit einem Verhaltensscoring, hat sich zum Erfassen des Stressgeschehens auch bei Pferden bewährt.^{2,17}

Das Sedativum Acepromazin wird häufig zum Transportieren der Pferde eingesetzt und kann von den Besitzern selbst per oral eingegeben werden. Es hat eine lange Wirkungsdauer ohne unerwünschte Nebenwirkungen⁹ und hat

keinen direkten Einfluss auf die Adrenalin- oder Cortisolausschüttung.⁵ Wegen seiner neuroleptischen Wirkung werden Pferde jedoch gleichgültiger, ohne dass sie dabei das Bewusstsein verlieren. Die Schmerzempfindung und die psychische Erregbarkeit werden reduziert und der Muskeltonus herabgesetzt.⁵

Nach Wissen der Autoren existieren keine Publikationen, aus welchen sich die Stressbelastung von Pferden in einer vergleichbaren Situation wie am Sechseläuten ableiten liesse.

Material und Methoden

Dem Aufruf zur freiwilligen Studienteilnahme folgten neun der 26 Reiterzünfte. In acht Zünften wurden je zwei Pferd-Reiter-Paare rekrutiert, aus einer Zunft stellten sich sieben Reiter mit ihren Pferden zur Verfügung. Insgesamt beteiligten sich 23 Pferd-Reiter-Paare an der Studie.

Vor dem eigentlichen Ereignis wurde ein Testtag unter ähnlichen körperlichen Belastungen (im Schritt und Galopp) wie am Sechseläuten mit denselben Pferden und ihren Reitern durchgeführt. Vorgängig wurden die Pferde einer veterinärmedizinischen Allgemeinuntersuchung unterzogen, welche die Beurteilung des Allgemeinzustandes, die Erhebung der Körpertemperatur, Herz- und Atemfrequenz, die Auskultation von Herz, Lunge und Verdauungsapparat und eine Ganguntersuchung einschloss. In einem Fragebogen wurden die Reiter zu ihre Reiterfahrung und zum Pferd selbst befragt. Die gerittenen Tests wurden in drei Abschnitten durchgeführt, welche folgende am Sechseläuten ausgewählten Strecken simulierten: den Kontermarsch an der Bahnhofstrasse (KM), an dem sich die Pferde kreuzen müssen, den Abschnitt am Limmatquai (LQ), welcher am Ende des offiziellen Umzugs liegt und den Galoppumritt um den Böögg (UR). Beide im Schritt gerittenen Testabschnitte (KM, LQ) wurden mit Stehpausen unterbrochen, da der Umzug häufig anhält. Der dritte Test bestand aus einer Serie von drei Galoppsequenzen auf einer Linksvolte mit 13 m Durchmesser und in 3 zunehmenden Geschwindigkeiten (T1-T3). Kontinuierlich gemessen wurden jeweils die HF und das Reitempo.

Messung von Herzfrequenzen und Kortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten
E.N. Novotny, M. Hässig, R. Palme, A. Fürst, M.A. Weishaupt

Zur Aufzeichnung der HF wurden alle Pferde mit einem Polar Herzfrequenzmesssystem mit integrierter GPS-Peilung ausgerüstet (Polar Team Pro®, Polar Electro, Oy, Finland). Aus praktischen und logistischen Gründen wurde eine Cortisolmetabolitenbestimmung (Glucocorticoidmetaboliten: 11,17-Dioxoandrostande) aus Kotproben gewählt.²⁶ Die Kotproben wurden während der veterinärmedizinischen Eintrittsuntersuchung am Testtag, vor dem Umzug am Sechseläuten und jeweils an den darauffolgenden Tagen durch verschiedene Tierärzte rektal oder wenn frisch abgesetzt, direkt vom Boden entnommen und sofort vor Ort auf Trockeneis schockgefroren. Obwohl die Glucocorticoidkonzentration im Blut einem zirkadianen Tagesrhythmus unterliegen kann,^{6,16} ist dies für den Nachweis der Kortisolmetaboliten (KCM) weniger von Bedeutung¹² da es im Verdauungstrakt zu einer «Glättung» kommt.²⁶ Pferde zeigen die höchste Ausscheidungsrate der Cortisolmetaboliten etwa 24 Stunden nach dem Stressereignis aufgrund der Verzögerung durch die Darmpassage.¹⁵ Deshalb ist es wichtig, dass alle Kotproben in einem festgelegten Zeitfenster entnommen werden.^{26,31} Alle Proben dieser Studie wurden zwischen 13:30 Uhr und 17:30 Uhr gesammelt. Die Bestimmung der KCM-Konzentration erfolgte mit Hilfe eines auch beim Pferd erprobten Enzymimmunoassays.¹⁵

Für die Beurteilung des Sedationseffekts wurden die Pferde am Sechseläuten in eine sedierte Gruppe (n=13) und eine nicht sedierte (n=10) Kontrollgruppe eingeteilt. Die Gruppeneinteilung und Durchführung der Sedation erfolgte durch externe Personen (Reiter, Pferdebesitzer, Tierarzt). Die angewandte Dosierung betrug 0,1–0,2 mg/kg Acepromazin per os und erfolgte zwischen 30–60 Minuten vor dem Sechseläuten Umzug.

Die mit dem Polar Messsystem aufgezeichneten Wegstrecken und Zeiten wurden mittels eines GPS-Konvertierungsprogramms (Adze lite 1.4.8, Kobot Software, <https://pcmac.download/app/499527341/adze-lite>) errechnet und auf GoogleMaps (Google Inc., Mountain View, USA) abgebildet. Dies ermöglichte die Bestimmung einer mittleren Geschwindigkeit pro Pferd-Reiter-Paar jeweils für die Messabschnitte KM und LQ. Am Testtag diente das Tempo der jeweils an der Spitze reitenden Probanden als Mass für die Geschwindigkeit (v) der ganzen Reitergruppe. Beim Galoppumritt am Sechseläuten wurde von jedem Pferd die Zeit und die Geschwindigkeit je Böögg-Umrandung individuell gemessen. Von den Daten der Böögg-Umritte wurde pro Pferd möglichst die zweite oder dritte Umrandung ausgewertet, da die HF in der Regel beim Angaloppieren zuerst überschiesst, bevor sie sich dann, bei gleichbleibendem Tempo, in einem Steady State einpendelt.^{8,11} Von den Messungen des Testtages wurde aus jenem Galoppabschnitt, der dem Tempo der 2. oder 3. Runde am Sechseläuten am besten entsprach, die mittlere HF über 30 Sekunden gegen Ende der Sequenz berechnet. Die so gewonnenen individuellen, geschwindigkeits-äquivalenten HF konnten dann

direkt den Messungen des Böögg-Umrittes gegenübergestellt werden.

Zur Datenanalyse wurde das Statistikprogramm Stata (StataCorp., 2011; Stata Statistical Software 12, College Station, USA) verwendet. Die kontinuierlichen Daten wurden mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung getestet. Die Daten der KCM-Konzentration, der Herzfrequenzmessungen und Geschwindigkeit wurden log-transformiert. Für Gruppenvergleiche wurde ein gepaarter t-Test angewendet. Anschliessend wurden die multivariaten Analysen mittels Einweg-Varianzanalyse (Oneway ANOVA) und wenn nötig ein Bonferroni post hoc Test durchgeführt. Die Signifikanzschwelle (p) betrug bei allen Tests 0,05.

Resultate

Die Reiterbefragung ergab, dass die meisten Pferde (n=17/23) in Privatbesitz waren, vier Pferde noch nie am Sechseläuten teilgenommen hatten und die meisten Reiter zwei bis sieben Mal pro Woche ritten. Das Durchschnittsalter der Pferde betrug 12,8 Jahre und es handelte sich um 10 Stuten und 13 Wallache. Diverse Warmblutrassen, Ponies, Freiberger, zwei Moritzburger und ein Englisches Vollblut waren vertreten. Die veterinärmedizinische Untersuchung der Pferde am Testtag bestätigte, dass alle Pferde klinisch gesund und teilnahmeberechtigt waren.

Geschwindigkeitsmessung

Bei den Geschwindigkeiten gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den Abschnitten am Testtag und am Sechseläuten. Sie betrug 1,3 m/s für den Kontermarschabschnitt, 1,4 m/s für den Limmatquaiabschnitt und 4,9 m/s für die Galoppsequenz, sowohl am Testtag wie auch am Sechseläuten.

Herzfrequenzmessung

Die HF aller Pferde waren im Vergleich zum Testtag signifikant erhöht (Abbildung 1, Tabelle 1). Pferde, welche das erste Mal am Sechseläuten teilnahmen, hatten bei den Abschnitten KM und LQ signifikant höhere HF als ihre routinierteren Artgenossen. Die Pferdegruppe, welche am Sechseläuten sediert wurde, hatte am Testtag während des KM-Abschnittes im Schnitt tiefere HF als die Kontrollgruppe. Beim Böögg-Umritt am Sechseläuten waren die HF der sedierten Pferde signifikant erhöht im Vergleich zur Kontrollgruppe.

Kortisolmetabolitenmessungen

Die Ergebnisse der KCM-Messungen (Nanogramm pro Gramm Kot) sind in Tabelle 2 zusammengefasst. Im Vergleich zum jeweiligen Ausgangswert, waren die KCM-Werte 24 Stunden nach beiden Anlässen signifikant erhöht, jedoch unterschieden sich die Werte nicht zwischen Testtag und Sechseläuten, weder vor noch nach der Stressexposition.

Sedationseffekt

Die Sedation mit Acepromazin hatte nur während des Galopp-Umritts einen signifikanten Einfluss auf die HF. Speziell aufgefallen ist, dass von den 13 sedierten Pferden acht aufgrund der individuellen Herzfrequenzverläufe von den unsedierten unterschieden werden konnten, da ihre HF weniger Schwankungen aufwies. Bei den restlichen fünf Pferden war dies nicht der Fall; sie unterschieden sich nicht von den unsedierten Pferden (Abbildung 2).

Diskussion und Schlussfolgerung

Nach Kenntnis der Autoren wurden mit dieser Studie erstmals die Stressparameter HF und KCM bei Pferden an einem traditionellen Publikumsanlass gemessen. Beide Parameter können sowohl von der körperlichen Aktivität als auch der mentalen Belastung beeinflusst werden.^{1,32} Um den Anteil der mental bedingten Reaktion von der physisch bedingten Aktivität trennen zu können, wurde der Festumzug im Vorfeld des Anlasses in einer ruhigen Umgebung unter Ausschluss des Publikums und anderen Reizeinflüssen simuliert, um individualisierte Vergleichswerte erheben zu können.

Als Mass für die körperliche Belastung wurde die Fortbewegungsgeschwindigkeit definiert und entsprechend während den 3 Abschnitten des Umzugs am Testtag und Sechseläuten mitgemessen. Statistisch waren die Geschwindigkeiten sowohl im Schritt als auch im Galopp zwischen den beiden Tagen nicht unterschiedlich. Weitere mögliche Faktoren wie die Bodenbeschaffenheit, Höhendifferenz entlang der Strecke oder die Umgebungstemperatur, die möglicherweise die Herzfrequenzantwort hätten mitbeeinflussen können, waren zwischen den Untersuchungstagen vergleichbar.

Im Vergleich zum Testtag waren die durchschnittliche HF der Pferde, sowohl im Schritt als auch während des Umritts im Galopp, am Sechseläuten signifikant erhöht (Tabelle 1). Der Grund für die unterschiedlichen HF kann mit der emotionalen Erregung der Pferde erklärt werden.¹¹ Der Abschnitt KM, eine reine Steh- und Schrittsequenz, unterscheidet sich vom Abschnitt LQ dadurch, dass die Pferdeguppen aneinander vorbeireiten müssen. An gewissen Stellen an denen die Platzverhältnisse eng sind, kann dieses Kreuzen für die Pferde ein zusätzlicher Stressfaktor bedeuten. Tatsächlich war die mittlere HF während des KM leicht höher als am LQ; dieser Unterschied war jedoch statistisch nicht signifikant.

Vergleicht man die absoluten HF der Abschnitte LQ und KM mit Resultaten des «Strassentests» aus einer Polizeipferdestudie, bei dem die im Schritt patrouillierenden Pferde HF von 81 ± 14 bpm hatten, dann lagen die HF der Sechseläutenpferde in einem vergleichbaren Bereich.¹⁹ Bei einem weiteren Test passierten die Polizeipferde im Schritt eine Rauchmaschine; dort waren die HF mit 107 ± 25 bpm deut-

lich höher. Die Autoren beurteilten diese Werte jedoch als kaum belastend für die Pferde, obschon beim Rauchmaschinenetest eine Erhöhung der HF von über 30% zu verzeichnen war. Zur Fortbewegungsgeschwindigkeit machte die Studie keine Angaben.

Bei einer zweiten Studie mit Polizeipferden wurde die HF-Antwort während realen und simulierten Einsätzen gemessen.²⁰ Dabei bewegten sich die Pferde mehrheitlich im Schritt oder mussten stillstehen. Die durchschnittlichen HF betragen zwischen 51 ± 7 bpm (Nachtpatrouille an einem Konzert) und 104 ± 18 bpm (Begegnung mit Feuer). Bei handgreiflichen Ausschreitungen von mehr als 100 Leuten, einmal auf offener Strasse und einmal inmitten der Stadt, betragen die HF der Pferde im Durchschnitt 84 ± 12 bpm, respektive 71 ± 11 bpm und waren wiederum vergleichbar

Messung von Herzfrequenzen und Kotcortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten

E.N. Novotny, M. Hässig, R. Palme, A. Fürst, M.A. Weishaupt

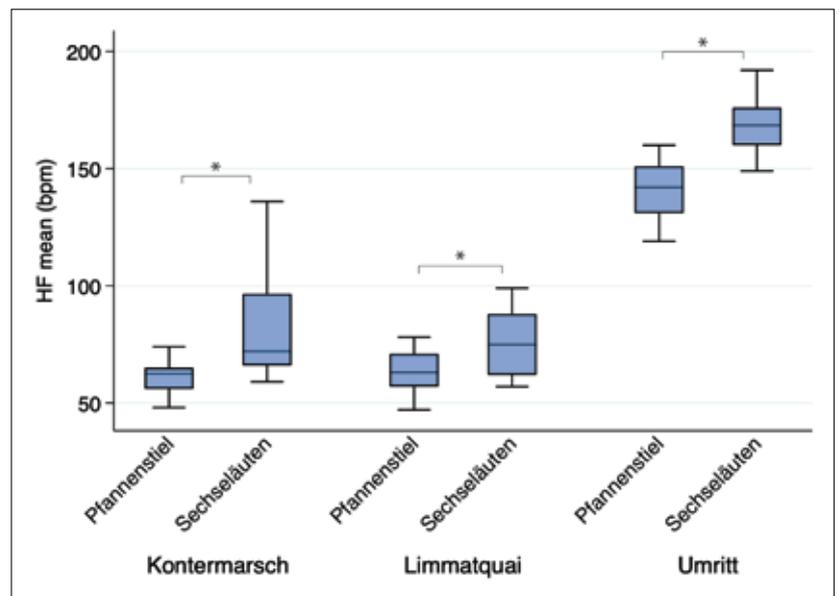


Abbildung 1: Vergleich der durchschnittlichen HF (Herzfrequenzen) zwischen den Abschnitten am Testtag (Pfannenstiel) und am Sechseläuten, N=21 (*signifikanter Unterschied; Boxplots: Median, 25%- und 75%-Perzentile, 10%- und 90%-Perzentile).

Tabelle 1: Übersicht der durchschnittlichen Herzfrequenzwerte der Pferde (N=21) und der prozentuale Anstieg am Sechseläuten im Vergleich zum Testtag. Auf die Standardabweichung (SD) wurde im Galopp aufgrund vereinzelter technisch bedingter Ausreisser verzichtet und fünf Pferde wurden insgesamt von der Bewertung ausgeschlossen, da sie Fehllaufzeichnungen hatten.

Testabschnitt		Testtag (TT) [bpm]	Sechseläuten (SL) [bpm]	Anstieg HF TT-SL
KM	Mean ± SD	61 ± 10	80 ± 16	31,2%*
	Range	37–91	53–133	
LQ	Mean ± SD	63 ± 8	76 ± 7	20,6%*
	Range	43–86	62–106	
UR	Mean	140	170	21,4%*
	Range	119–160	149–192	

*Signifikanter Unterschied; KM= Kontermarsch, LQ= Limmatquai, UR= Umritt

Messung von Herzfrequenzen und Kortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten

E.N. Novotny, M. Hässig, R. Palme, A. Fürst, M.A. Weishaupt

mit den HF der Pferde während des Sechseläutenumzugs. Auch in dieser Studie wurde die Stressbelastung der Polizeipferde als gering eingestuft, jedoch existieren dazu keine Vergleichswerte einer stressfreien ähnlichen Situation.

Eine weitere Studie¹⁰ mass die HF von Pferden, die auf einem Reitplatz geritten wurden, einmal mit und einmal ohne sprechendes und sich bewegendes Publikum. Mit Zuschauern waren die HF um 11,1% erhöht. In einer Übersichtsarbeit wurden verschiedene Durchschnittswerte für HF von Warmblutpferden im Schritt zusammengefasst. Sie reichen von 57±10 bpm bis 87±12 bpm und wurden unter stressfreien Rahmenbedingungen erfasst, Geschwindigkeiten dazu wurden nicht rapportiert.²¹ Die durchschnittlichen HF der Pferde am Sechseläutenumzug bewegten sich in diesem Bereich.

Im Galopp während des Böögg-Umritts bewegten sich die HF der untersuchten Pferde zwischen 149 und 192 bpm was deutlich über den publizierten Werten von Warmblütern ist; bei Reitschulpferden während einer Trainingsarbeit bei gleicher Geschwindigkeit von 5 m/s wurden durchschnittlich 130 ±16 bpm gemessen¹⁸ und bei unberittenen Sportpferden auf dem Laufband bei einer Steigung von 6% um die 150 bpm.³ Im Vergleich zum Galopp-Umritt am Testtag betrug die durchschnittliche Frequenzerhöhung am Sechseläuten 30 Schläge (Erhöhung um 21,4%) und lässt auch wäh-

rend des Böögg-Umritts auf eine vermehrte mentale Belastung schliessen, obwohl aus Erfahrung der Autoren oft die mental bedingten Herzfrequenzerhöhungen bei niedrigeren HF deutlicher zu erkennen sind als bei hohen HF (>150 bpm). Eine Studie verglich die HF im Galopp von gerittenen Pferden mit und ohne Publikum.¹⁰ Auch da waren die Werte bei der Anwesenheit von lauten, bewegenden Zuschauern um 10,5% erhöht. Gemessene HF von Pferden in Springprüfungen, welche im Galopp ausgetragen werden, waren kaum höher als 100 bpm.² Sehr ähnliche Werte konnten auch bei Pferden festgestellt werden, welche unter Anwesenheit eines Publikums 18 Sprünge im Galopp absolvieren mussten.³⁴ Vergleicht man die absoluten Werte des Galoppumritts mit Werten von Springpferden im Parcours oder galoppierenden Pferden bei ähnlichen Geschwindigkeiten, sind diejenigen der Pferde am Sechseläuten deutlich höher.

Eine klarere Aussage lässt sich über die Sechseläuten-Erfahrung der Pferde treffen. Die HF der Pferde, die zum ersten Mal am Sechseläuten teilnahmen, waren während des KM signifikant höher als bei den erfahrenen Pferden. Auch bei Springprüfungen wurde beobachtet, dass unerfahrene Pferde erhöhte Stresshormonkonzentrationen im Blut aufwiesen als erfahrene (die HF wurden dabei nicht erfasst)⁴ und es kann von einem gewissen Lerneffekt ausgegangen werden.^{1,14,17} Das Pferd gewöhnt sich an den Stressor und lernt damit umzugehen. Bei den Trainingsstudien mit Polizeipferden konnten bei den durchschnittlichen Herzfrequenzen keine Unterschiede zwischen erfahrenen und unerfahrenen Pferden festgestellt werden.^{19,23}

Die Messungen mittels Polarsystem wurden nach genauen Anweisungen durchgeführt, dennoch war die Methode nicht für alle Pferde zuverlässig. Bei zwei massigen Pferden waren die Aufzeichnungen immer wieder gestört und erlaubten dementsprechend keine valide Auswertung und Interpretation. Ausserdem konnten keine HFV ermittelt werden, welche zusätzlich Hinweise zur sympathovagalen Regulation gegeben hätten.³³

Die Konzentration der KCM nach dem Sechseläuten war gleich hoch wie diejenige nach dem Testtag. Im Vergleich zu den Basiswerten am jeweiligen Vortag unterschieden sich die Werte jedoch signifikant. An beiden Tagen wurden die Pferde transportiert, mussten sich an einen unbekannt Ort gewöhnen und begegneten zum Teil unbekanntem Artgenossen. Es ist zu betonen, dass die Erhöhung der KCM-Werte nicht repräsentativ für den Galoppumritt allein ist, aber für den ganzen Sechseläutenanlass wie auch den Testtag inklusiv Transport.

Die Durchschnittswerte aller in dieser Studie gemessenen KCM bewegten sich im Referenzbereich von ruhigen Tieren in gewohnter Umgebung, welcher für diese Methode zwischen 0,7 und 10,7 ng/g Kot (2,3–35,2 nmol/kg) angegeben

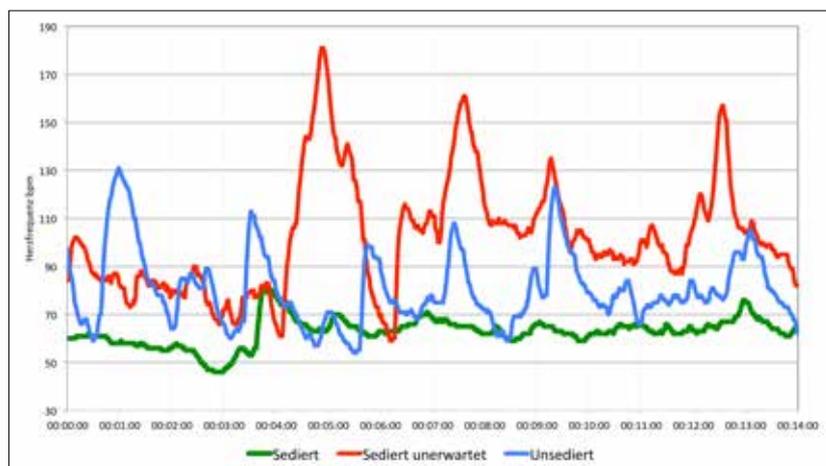


Abbildung 2: Beispiele von Herzfrequenzen eines unsedierten Teilnehmerpferdes (blau), eines sedierten (grün) und eines sedierten Pferdes mit deutlichen Herzfrequenz-Schwankungen (rot).

Tabelle 2: Ergebnisse der Kortisolmetabolitenmessungen bei Pferden am Testtag und am Sechseläuten (N=23).

		N	Mean [ng/g]	SD [ng/g]
Testtag	Ausgangswert	23	6,7 ^a	± 5,47
	24h nach Belastung	23	9,9 ^b	± 5,47
Sechseläuten	Ausgangswert	23	8,3 ^a	± 6,36
	24h nach Belastung	23	9,9 ^b	± 4,61

^{a,b}Signifikanter Unterschied zwischen verschiedenen Superscripts.

wird.¹⁵ Der Höchstwert betrug 33,1 ng/g und wurde in einer Probe vom Vortag des Sechseläutens gefunden. In einer Publikation betragen die Durchschnittswerte der KCM von Hengsten, die zwei Tage zuvor kastriert wurden, 15,2 ng/g (50,0 nmol/kg) und Werte von Kolikern stiegen in der Akutphase bis über 270 ng/g (900 nmol/kg) an (über die Schmerzmedikation wurde nichts erwähnt).¹³ Trotzdem lässt die Höhe der gemessenen absoluten Cortisolwerte im Vergleich zur aktuell verfügbaren Literatur Raum für Interpretation zu, da die Werte stark variierten. Aufgrund der gleich hohen durchschnittlichen KCM an Testtag und Sechseläuten lässt sich aber rückschliessen, dass der Simulationstag eine ähnlich grosse Stresssituation für die Pferde bedeutete wie der gesamte Sechseläuten-Tag. Für andere Nachweismethoden des unmittelbaren Cortisolanstiegs nach einem Stressereignis muss intravenös Blut entnommen werden oder eine direkte Speichelbeprobung mittels Tupfer erfolgen. Diese Vorgehensweise wäre an einem öffentlichen Anlass mit so vielen Zuschauern vor Ort zu invasiv und logistisch sehr aufwendig (Anzahl und Koordination der Probenentnehmer, Korrektheit der und Sicherheit bei der Einzelprobenentnahme) und deshalb kaum umsetzbar gewesen. Zudem gilt es bei diesen alternativen Methoden die unterschiedliche und sehr viel schnellere Kinetik der zu messenden Metaboliten zu berücksichtigen und zu standardisieren, was während des Umzugs respektive nach dem Umritt nicht durchführbar gewesen wäre.

Entgegen der Erwartung war die HF von sedierten Pferden während des Galoppumritts signifikant erhöht. Eine mögliche Erklärung ist, dass eine der beschriebenen Nebenwirkungen von Acepromazin, ein Blutdruckabfall eintrat, welche durch Aufregung und Angst verstärkt wurde³⁰ und so zu einer kompensatorischen Erhöhung der HF führte. In Abbildung 2 ist ein Herzfrequenzverlauf eines Pferdes zu sehen, welches trotz Sedation stärkere Schwankungen aufweist. Dies war der Fall bei fünf von 13 Pferden und entspricht der Literatur, welche besagt, dass jeweils 40 % der Pferde nicht auf die Sedation mit Acepromazin ansprechen.²² Zudem ist die orale Applikation weniger verlässlich und die Wirkung ist sehr davon abhängig, ob Acepromazin zusammen mit Futter verabreicht wird.⁷ Möglicherweise bedeutet dies auch, dass bei den fünf Probanden kein Sedationseffekt eingetreten ist. Die Tatsache, dass die unsedierete Kontrollgruppe an der KM-Simulation höhere durchschnittliche HF hatte als diejenige Gruppe, welche am Ereignis sediert wurde, wirft auch Fragen zur Wahl der zu sedierenden Pferde auf. Das Ausbleiben des Sedationseffekts, die Kontrolle über die Dosierung und den generellen Einsatz von Acepromazin am Sechseläuten müsste in Zukunft gezielter untersucht respektive definiert werden.

Ein Volksanlass der Dimension wie dem Zürcher Sechseläuten setzt Rahmenbedingungen, welche die Durchführbarkeit der hier vorgestellten Studie einschränkten und sich entsprechend auf methodologische Aspekte auswirkte. So

konnte die Probandenzahl aus logistischen Gründen nicht beliebig erhöht werden, andererseits waren die Studiedurchführer auf die Compliance der Züftler angewiesen (convenience sampling). Die Tatsache, dass am Tag des Anlasses kurzfristig über die Sedation eines Probanden entschieden wurde, setzte Grenzen die berechnete Frage nach dem Sedationseffekt auf die Stressbelastung systematisch untersuchen zu können. Ein Verhaltensscoring der an der Studie teilnehmenden Pferde wurde zwar von Dressurrichtern und Verhaltensexperten durchgeführt, doch konnte ein standardisiertes Ethogramm aus organisatorischen Gründen nicht ausnahmslos durchgeführt werden. Die Ergebnisse zur intra- und interrater Reliabilität der Verhaltensbeurteilung der Sechseläutenprobanden aus der Live-Beobachtung und von Videoaufzeichnungen zeigt diese Limitierung auf und wurde in einer Masterarbeit aufgearbeitet.³⁵

Schlussfolgernd lässt sich sagen, dass Veranstaltungen wie das Zürcher Sechseläutenfest mit der Ansammlung und Bewegung von Menschen und Tieren für die teilnehmenden Pferde mit Aufregung verbunden sind. Dies wurde in dieser Studie anhand der erhöhten Herzfrequenz gezeigt. Die Stressbelastung ist jedoch auf Grund der unveränderten Cortisolreaktionen als moderat einzustufen. Weil der Zusammenhang zwischen physiologischen Parametern und dem Stressverhalten bei Pferden nicht immer klar ist,^{18,19,27-29} sollten für das vertiefte Verständnis und die Einstufung der Stressbelastung solche Untersuchungen mit einem ethologischen Beurteilungsverfahren kombiniert werden.

Interessenskonflikte

Diese Studie wurde von den Autoren des Universitären Tierospitals Zürich eigenständig durchgeführt und wurde weder durch den Zürcher Tierschutz noch dem Zentralkomitee der Zürcher Zünfte beeinflusst oder finanziell unterstützt. Die Studie wurde vom Kantonalen Veterinäramt Zürich (TVB-Nr. ZH003/16; 27665) genehmigt.

Verdankung

Ein grosser Dank gebührt allen Berner und Zürcher Tierärztinnen und -ärzten und Helfern und insbesondere allen teilnehmenden Reitern, Pferden und Pferdebesitzern. Herzlichen Dank auch an Alex Jenny vom Reitverein Zürichsee rechtes Ufer für die zur Verfügungstellung der Reitanlage am Pfannenstiel und den Herren Peter Stolba und Patrick Bachmann der Firma Polar für das Herzfrequenzmesssequipment, sowie Frau Sonja Hartl für die KCM Analyse.

Messung von Herzfrequenzen und Kotcortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten

E.N. Novotny, M. Hässig, R. Palme, A. Fürst, M.A. Weishaupt

Messung von
Herzfrequenzen und
Kortisolmetaboliten
bei Pferden am
Zürcher Sechseläuten

E.N. Novotny, M. Hässig,
R. Palme, A. Fürst,
M.A. Weishaupt

Mesure des fréquences cardiaques et des métabolites fécaux du cortisol chez les chevaux lors du Sechseläuten de Zurich

Le Sechseläuten de Zurich est une fête traditionnelle des guildes zurichoises à laquelle participent environ 500 chevaux. Après un défilé dans la vieille ville de Zurich, les cavaliers se rassemblent sur une grande place pour galoper autour d'un tas de bois en feu surmonté d'une effigie qui explose (le «Böögg»). Le niveau de stress des chevaux participant à cet événement fait l'objet d'une attention croissante. L'objectif de cette étude était d'évaluer plus objectivement le niveau de stress des chevaux participant au cortège du Sechseläuten en mesurant la fréquence cardiaque et les métabolites fécaux du cortisol.

Vingt-trois couples cheval-cavalière ont été recrutés volontairement dans les guildes pour participer à l'étude. À des fins de comparaison, trois sections du cortège ont été simulées en termes d'allure et de distance parcourue dans un environnement équestre normal lors d'une journée de test et observées ensuite pendant le Sechseläuten lui-même 16 jours plus tard : Contre-marche sur la Bahnhofstrasse, cortège sur le Limmatquai et chevauchée autour du «Böögg» en feu.

Tous les chevaux ont été équipés d'un système de mesure de la fréquence cardiaque avec suivi GPS (Polar Team Pro®, Polar Electro Oy, Finlande). Des échantillons fécaux destinés à mesurer les métabolites du cortisol ont été prélevés par voie rectale immédiatement avant et 24 heures après les événements. Treize des 23 chevaux ont été mis sous sédation pendant le Sechseläuten (Acépromazine, 0,1–0,2 mg/kg p.o.). Les différences entre les périodes d'observation et les groupes (sédation/non sédation) ont été testées par analyse de variance ($P < 0,05$).

Les vitesses de pas et de galop dans les trois sections n'ont pas différencié entre le jour-test et le Sechseläuten lui-même. Par rapport au jour-test, la fréquence cardiaque moyenne a augmenté dans toutes les sections de l'événement réel. Cependant, ni la valeur initiale des métabolites du cortisol ni l'augmentation après les événements n'ont montré de différence significative entre le jour-test et le Sechseläuten. La fréquence cardiaque moyenne du groupe sous sédation ne différait pas de celle du groupe non sédation pendant les sections de marche, mais était augmentée pendant le galop autour du Böögg. L'augmentation de la fréquence cardiaque au Sechseläuten a indiqué une charge de stress mais, au vu de l'absence d'augmentation des métabolites du cortisol, celle-ci peut être considérée comme modérée. L'influence d'une sédation n'a pas été concluante et devrait être étudiée plus avant.

Mots clés: stress, chevaux, événements, métabolites fécaux du cortisol, bien-être animal, événement équestre public.

Misurazione della frequenza cardiaca e dei metaboliti del cortisolo fecale nei cavalli alla manifestazione Sechseläuten di Zurigo

Circa 500 cavalli partecipano alla Sechseläuten di Zurigo, una festa tradizionale delle corporazioni zurighesi. Il corteo attraversa prima il centro storico di Zurigo e si riunisce alla fine nella piazza Sechseläutenplatz. Qui, i gruppi a cavallo delle singole corporazioni galoppiano intorno a una pira ardente su cui si erge un pupazzo di neve («Böögg») dotato di ordigni esplosivi. Il livello di stress vissuto dai cavalli che partecipano a eventi di questo genere è sempre più messo in discussione. Lo scopo di questo studio è quello di valutare in modo più oggettivo lo stress subito dai cavalli che partecipano alla Sechseläuten misurando la loro frequenza cardiaca e i metaboliti del cortisolo fecale. Alla richiesta fatta alle corporazioni per la partecipazione volontaria allo studio hanno risposto 23 coppie cavallo-cavaliere. Tre sezioni del corteo sono state simulate a scopo di confronto in un normale ambiente di guida durante una giornata di test e poi esaminate 16 giorni dopo durante la Sechseläuten stessa: la contromarcia della Bahnhofstrasse, il corteo del Limmatquai e la parata intorno al Böögg.

Tutti i cavalli erano dotati di un sistema di monitoraggio della frequenza cardiaca con tracciamento GPS (Polar Team Pro®, Polar Electro Oy, Finlandia). I campioni fecali per la determinazione dei metaboliti del cortisolo sono stati prelevati direttamente subito prima e 24 ore dopo gli eventi. Tredici dei 23 cavalli sono stati sedati al Sechseläuten (acepromazina, 0,1–0,2 mg/kg p.o.). Le differenze tra i periodi di osservazione e i gruppi sedati/non sedati sono state analizzate mediante analisi della varianza ($P < 0,05$).

Le velocità al passo e al piccolo galoppo nei 3 tratti non differivano tra il giorno di prova e la manifestazione della Sechseläuten. Rispetto al giorno del test, la frequenza cardiaca media è aumentata in tutte le sezioni. D'altra parte, non è stata riscontrata alcuna differenza nel valore di uscita del metabolita cortisolo o nell'aumento dopo l'esercizio tra il giorno del test e la Sechseläuten. La frequenza cardiaca media del gruppo sedato non differiva da quella del gruppo non sedato nei tratti condotti al passo, ma aumentava durante la cavalcata. L'aumento della frequenza cardiaca durante la Sechseläuten indica uno stress maggiore, ma può essere classificato come moderato a causa della mancanza di un ulteriore aumento dei metaboliti del cortisolo. L'influenza della sedazione non è stata chiaramente dimostrata, per questo motivo dovrebbe essere indagata in ulteriori studi.

Parole chiave: stress, frequenza cardiaca, metaboliti del cortisolo fecale, protezione degli animali, evento equino pubblico.

Literaturnachweis

- ¹ Bartolomé, E., Sánchez, M.J., Schaefer, A.L., Cervantes, I. und Valera, M. (2013). Using eye temperature and heart rate for stress assessment in young horses competing in jumping competitions and its possible influences in sport performance. *The Animal Consortium*, 7(12), 2044–2053.
- ² Becker-Birck, M., Schmidt, A., Lasarzik, J., Aurich, J., Möstl, E. und Aurich, C. (2013). Cortisol release and heart rate variability in sport horses participating in equestrian competitions. *Journal of Veterinary Behavior*, 8, 87–94.
- ³ Bitschnau, C., Wiestner, T., Trachsel, D.S., Auer, J.A. & Weishaupt, M.A. (2010). Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. *Equine Veterinary Journal*, 42, 17–22.
- ⁴ Clayton, H.M. (1989). Terminology of the description of equine jumping kinematics. *Journal of Equine Veterinary Science*, 9, 341–347.
- ⁵ Freestone, J.F., Wolfsheimer, K.J., Kamerling, S.G., Church, G., Hamra, J. und Bagwell, C. (1991). Exercise induced hormonal and metabolic changes in Thoroughbred horses: effects of conditioning and acepromazine. *Equine Veterinary Journal*, 23(3), 219–223.
- ⁶ Gorgasser, I., Tichy, A. und Palme, R. (2007). Faecal cortisol metabolites in Quarter Horses during initial training under field conditions. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift*, 94, 226–230.
- ⁷ Hall, L.W., Clarke, K.W. und Trim, C.M. (2001). Principles of sedation, analgesia and premedication. In L.W. Hall, K.W. Clarke und C.M. Trim (Eds.), *Veterinary Anaesthesia* (10th ed., pp. 75–112). London, UK: WB Saunders.
- ⁸ Hodgson, D.R. (2014). Chap. 11 – The cardiovascular system: anatomy, physiology, and adaptation to exercise and training. In D.R. Hodgson, C. McGowan und K. McKeever (Eds.), *The Athletic Horse* (2nd ed., pp. 162–173). Missouri, USA: Elsevier.
- ⁹ Hubbell, J.A.E. (1996). Horses. In C.J. Thurmon, W.J. Tranquilli und G.J. Benson (Eds.), *Lumb & Jones Veterinary Anesthesia* (3. Ed., 599–609). Maryland, USA: Williams & Wilkins.
- ¹⁰ Janczarek, I., Wilk, I., Stachurska, A., Krakowski, L., und Liss, M. (2019). Cardiac activity and salivary cortisol concentration of leisure horses in response to the presence of an audience in the arena. *Journal of Veterinary Behavior*, 29, 31–39.
- ¹¹ Jansen, F., Van der Krogt, J., Van Loon, K., Avezzù, V., Guarino, M., Quanten, S., und Berckmans, D. (2009). Online detection of an emotional response of a horse during physical activity. *The Veterinary Journal*, 181(1), 38–42.
- ¹² Mercer-Bowyer, S., Kersey, D. C., & Bertone, J. J. (2017). Use of fecal glucocorticoid and salivary cortisol concentrations as a measure of well-being of New York City carriage horses. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 250(3), 316–321.
- ¹³ Merl, S., Scherzer, S., Palme, R. und Möstl, E. (2000). Pain causes increased concentrations of glucocorticoid metabolites in horse feces. *Journal of Equine Veterinary Science*, 20, 586–590.
- ¹⁴ Moberg, G.P., (2000). Biological Response to Stress: Implications for Animal Welfare. In G.P. Moberg und J.A. Mench (Eds.), *The Biology of Animal Stress* (pp. 1–19). California, USA: CAB International.
- ¹⁵ Möstl, E., Messmann, S., Bagu, E., Robia, C. und Palme, R. (1999). Measurement of glucocorticoid metabolite concentrations in faeces of domestic livestock. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 46(10), 621–631.
- ¹⁶ Möstl, E. und Palme, R. (2002). Hormones as indicators of stress. *Domestic Animal Endocrinology*, 23, 64–74.
- ¹⁷ Munsters, C., Visser, E.K., Van den Broek, J. und Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. (2012). The influence of challenging objects and horse-rider matching on heart rate, heart rate variability and behavioural score in riding horses. *The Veterinary Journal*, 192, 75–80.
- ¹⁸ Munsters, C., Visser, E.K., Van den Broek, J., Van Weeren, R. und Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. (2013a). A prospective study of fitness, workload and reasons for premature training ends and temporary training breaks in two groups of riding horses. *Preventive Veterinary Medicine*, 108, 199–208.
- ¹⁹ Munsters, C., Visser, E.K., Van den Broek, J. und Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. (2013b). Physiological and behavioral responses of horses during police training. *Animal*, 7 (5), 822–827.
- ²⁰ Munsters, C., Van den Broek, J., Van Weeren, R. und Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. (2013c). The effect of transport, riot control training and night patrols on the workload and stress of mounted police horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 143, 52–60.
- ²¹ Munsters, C. C. B. M., van Iwaarden, A., van Weeren, R. und Sloet van Oldruitenborgh-Oosterbaan, M. M. (2014). Exercise testing in Warmblood sport horses under field conditions. *The Veterinary Journal*, 202(1), 11–19.
- ²² Muir, W.W. (2009). Chap. 10 – Anxiolytics, Nonopioid Sedative-Analgetics, and Opioid Analgetics. In W.W. Muir und J.A.E. Hubbel (Eds.), *Equine Anaesthesia* (2. Ed., 186–190). London, UK: Elsevier.
- ²³ Norton, T., Piette, D., Exadaktylos, V. und Berckmans, D. (2018). Automated real-time stress monitoring of police horses using wearable technology. *Applied Animal Behaviour Science*, 198, 67–74.
- ²⁴ Novotny, E. (2017). Stressobjektivierung der Pferde am Zürcher Sechseläuten. Masterarbeit Universität Zürich.
- ²⁵ Palme, R. und Möstl, E. (1997). Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in blood. *Zeitschrift für Säugetierkunde*, 62, 192–197, Suppl. 2.
- ²⁶ Palme, R. (2019). Non-invasive measurement of glucocorticoids: advances and problems. *Physiology & Behavior*, 199, 229–243.
- ²⁷ Rosselot, P., Mendonça, T., González, I. und Tadich, T. (2019). Behavioral and Physiological Differences between Working Horses and Chilean Rodeo Horses in a Handling Test. *Animals*, 9, 397.
- ²⁸ Scopa, C., Palagi, E., Sighieri, C. und Baragli, P. (2018). Physiological outcomes of calming behaviors support the resilience hypothesis in horses. *Scientific Reports*, 8(1), 17501.
- ²⁹ Squibb, K., Griffin, K., Favier, R. und Ijichi, C. (2018). Poker Face: Discrepancies in behaviour and affective states in horses during stressful handling procedures. *Applied Animal Behaviour Science*, 202, 34–38.
- ³⁰ Thurmon, J.C. und Benson, G.J. (1987). Injectable Anesthetics and Anesthetic Adjuncts. *The Veterinary Clinics of North America – Equine Practice*, 3(1), 15–36.

Messung von Herzfrequenzen und Kotcortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten

E.N. Novotny, M. Hässig, R. Palme, A. Fürst, M.A. Weishaupt

- Messung von Herzfrequenzen und Kotcortisolmetaboliten bei Pferden am Zürcher Sechseläuten
- E.N. Novotny, M. Hässig, R. Palme, A. Fürst, M.A. Weishaupt
- ³¹ Touma, C. und Palme, R. (2005). Measuring Fecal Glucocorticoid Metabolites in Mammals and Birds: The Importance of Validation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1046(1), 54–74.
- ³² Visser, E.K., Van Reenen, C.G., Van der Werf, J.T.N., Schilder, M.B.H., Knaap, J.H., Barneveld, A. et al. (2002). Heart rate and heart rate variability during a novel object test and handling test in young horses. *Physiology & Behavior*, 76, 289–296.
- ³³ Von Borell, E., Langbein, J., Després, G., Hansen, S., Letterier, C., Marchant-Forde, J., Marchant-Forde, R. et al. (2007). Heart rate variability of autonomic regulation of cardiac activity for assessing stress and welfare in farm animals – A review. *Physiology & Behavior*, 92, 293–316.
- ³⁴ Von Lewinski, M., Biau, S., Erber, R., Ille, N., Aurich, J., Faure, J.-M., Möstl, E. et al. (2013). Cortisol release, heart rate and heart rate variability in the horse and its rider: Different responses to training and performance. *The Veterinary Journal*, 197, 229–232.
- ³⁵ Wyler, M. (2018) Verhaltensbeobachtungen von Pferden am Zürcher Sechseläuten. Masterarbeit Universität Zürich.

Korrespondenzadresse

Michael Weishaupt
Departement für Pferde, Vetsuisse-Fakultät
Universität Zürich
Winterthurerstrasse 260
CH-8057 Zürich
Telefon: +41 44 635 84 34
E-Mail: mweishaupt@vetclinics.uzh.ch