

Aus der Klinik für Pferde – Allgemeine Chirurgie und Radiologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Zungenbandeinsatz in Deutschland –
Auswirkungen auf ausgewählte Blutparameter,
Herzfrequenzvariabilität und Verhalten
bei Rennpferden während des Trainings**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Inga Lindenberg
Tierärztin aus Berlin

Berlin 2019
Journal-Nr.: 4141

Aus der Klinik für Pferde – Allgemeine Chirurgie und Radiologie
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Zungenbändeinsatz in Deutschland –
Auswirkungen auf ausgewählte Blutparameter,
Herzfrequenzvariabilität und Verhalten bei Rennpferden
während des Trainings**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin

an der

Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Inga Lindenberg

Tierärztin

aus Berlin

Berlin 2019
Journal Nr. 4141

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Jürgen Zentek
Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Heidrun Gehlen
Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. Christa Thöne-Reineke
Dritter Gutachter: PD Dr. Ann Kristin Barton

Deskriptoren (nach CAB-Thesaurus):

horses, horse racing, tongue, animal welfare, training of animals, animal behaviour, stress factors, heart frequency, blood parameters, hydrocortisone, glucose, lactic acid, surveys, clinical trials, germany

Tag der Promotion: 25.11.2019

Bibliografische Information der *Deutschen Nationalbibliothek*

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<https://dnb.de>> abrufbar.

ISBN: 978-3-96729-024-0

Zugl.: Berlin, Freie Univ., Diss., 2019

Dissertation, Freie Universität Berlin

D188

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Warenbezeichnungen, usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürfen.

This document is protected by copyright law.

No part of this document may be reproduced in any form by any means without prior written authorization of the publisher.

alle Rechte vorbehalten | all rights reserved

© Mensch und Buch Verlag 2019

Choriner Str. 85 - 10119 Berlin

verlag@menschundbuch.de – www.menschundbuch.de

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	I
I. Abkürzungsverzeichnis.....	IV
1 Einleitung	1
2 Literatur	2
2.1 Zungenband.....	2
2.1.1 Anwendungsgründe	2
2.1.2 Material und Befestigung.....	3
2.2 Stress.....	4
2.2.1 Das Phänomen Stress	4
2.2.2 Stress als physiologischer Mechanismus	4
2.3 Stressparameter im Blut beim Pferd	6
2.3.1 Kortisol.....	6
2.3.1.1 Kortisol als humorale Stressantwort beim Pferd.....	7
2.3.2 Glukose.....	8
2.3.3 Laktat	9
2.4 Herzfrequenzvariabilität.....	9
2.4.1 Messungen der Herzfrequenzvariabilität	12
2.4.1.1 Zeitbereichsanalyse.....	12
2.4.1.2 Frequenzbereichsanalyse.....	12
2.4.2 Beeinflussungen der Herzfrequenzvariabilität beim Pferd	14
2.5 Verhalten.....	16
3 Material und Methode	18
3.1 Fragebögen.....	18
3.1.1 Inhaltliche Gestaltung der Fragebögen.....	18
3.2 Pferde	18
3.3 Studiendesign	19
3.3.1 Traber	19
3.3.2 Galopper	20
3.4 Blutparameter.....	21
3.4.1 Serumkortisol	22
3.4.2 Glukose und Laktat	22
3.5 Analyse der Herzfrequenzvariabilität	22
3.6 Verhaltensbeobachtung	24
3.7 Hypothese	24

3.7.1	Statistische Auswertung der Daten.....	25
4	Ergebnisse.....	26
4.1	Ergebnisse der Fragebögen.....	26
4.1.1	Resonanz auf die Fragebögen.....	26
4.1.2	Allgemeine Angaben zu den Pferden.....	26
4.1.3	Angaben zum Zungenbandeinsatz.....	27
4.1.4	Angaben zu Einsatzgründen des Zungenbandeinsatzes.....	29
4.1.5	Veränderungen durch den Zungenbandeinsatz.....	30
4.1.6	Leistungsveränderung durch den Zungenbandeinsatz.....	31
4.1.7	Materialien, Befestigung und Fixationszeit der Zungenbänder.....	32
4.1.8	Probleme beim Zungenbandeinsatz.....	34
4.1.9	Angaben zu weiterem Equipment und deren Einsatzgrund.....	35
4.2	Ergebnisse der praktischen Untersuchungen.....	37
4.2.1	Ergebnisse der Prüfung auf Normalverteilung.....	37
4.2.2	Informationen zu den untersuchten Rennpferden.....	37
4.2.3	Traber.....	38
4.2.3.1	Stressparameter im Blut.....	38
4.2.3.2	Herzfrequenzvariabilität.....	45
4.2.3.3	Einflussfaktoren auf Stressparameter im Blut und HRV.....	48
4.2.3.4	Verhaltensbeobachtungen.....	53
4.2.4	Galopper im Vergleich.....	55
4.2.4.1	Stressparameter im Blut.....	55
4.2.4.2	Herzfrequenzvariabilität.....	56
4.2.4.3	Einflussfaktoren auf Stressparameter und HRV.....	57
4.2.4.4	Verhaltensbeobachtungen.....	59
5	Diskussion.....	62
5.1	Diskussion von Material und Methode der Fragebögen.....	62
5.2	Diskussion der Ergebnisse der Fragebögen.....	62
5.2.1	Zungenbandeinsatz.....	62
5.2.2	Gründe für den Zungenbandeinsatz.....	63
5.2.3	Veränderungen durch den Zungenbandeinsatz.....	63
5.3	Diskussion von Material und Methode der klinischen Studie.....	64
5.4	Diskussion der Ergebnisse der klinischen Studie.....	65
5.4.1	Stressparameter im Blut.....	66
5.4.1.1	Kortisol.....	66
5.4.1.2	Glukose.....	66
5.4.1.3	Laktat.....	67
5.4.2	Herzfrequenzvariabilität.....	67

5.4.3	Verhalten.....	68
5.4.4	Rasseunterschiede	69
5.5	Beantwortung der einleitenden Fragen.....	69
5.6	Betrachtung aus tierschutzrechtlicher Sicht.....	70
5.7	Schlussfolgerung und Ausblick.....	71
6	Zusammenfassung.....	73
7	Summary.....	75
8	Literaturverzeichnis	76
9	Anhang.....	86
9.1	Untersuchungsbogen	86
9.3	Verhaltensbeobachtungsbogen.....	88
9.4	Fragebogen für Rennpferdetrainer	90
9.5	Abbildungsverzeichnis.....	96
9.6	Tabellenverzeichnis.....	98
9.7	Publikationsliste	100
	Danksagung	101
	Selbstständigkeitserklärung	102

I. Abkürzungsverzeichnis

µl	Mikroliter
Abb.	Abbildung
ACTH	Adrenokortikotropes Hormon
ATP	Adenosintriphosphat (Energielieferant bei zahlreichen Zellfunktionen)
bzw.	beziehungsweise
CBG	Corticosteroid Binding Globulin (Bindungsprotein des Kortisols)
CRH	Korticotropin Releasing Hormon
DDSP	Dorsal Displacement of the Soft Palate
DRV	Direktorium für Vollblutzucht und Rennen e.V.
engl.	englisch
EKG	Elektrokardiogramm
et al.	et alii, lateinisch: und andere
Fa.	Firma
FEI	Fédération Equestre Internationale
FFT	Fast-Fourier-Transformation
FSH	Follikelstimulierendes Hormon
ggr.	geringgradig
HF	high-frequency power
hgr.	hochgradig
HHA	Hypothalamo-hypophysär-adrenal
HRV	heart rate variability/ Herzfrequenzvariabilität
HVT	Hauptverband für Traberzucht e.V.
Hz	Hertz
kg	Kilogramm
LF	low-frequency power
LH	luteotropes Hormon
mgr.	mittelgradig
min.	Minute
ml	Milliliter

mmol/l	Millimol pro Liter
ms	Millisekunde
MRT	Magnetresonanztomografie
MZP	Messzeitpunkt
ng/ml	nanogramm pro Mililiter
NN	normal to normal
NNR	Nebennierenrinde
n.u.	normal units
Tab.	Tabelle
TierSchG	Tierschutzgesetz
TRO	Trabrennordnung
TSH	Thyreotropin
TT	tongue tie (deutsch: Zungenband)
U	Umdrehungen
u.a.	unter anderem
z.T.	zum Teil

1 Einleitung

Das sogenannte Zungenband (engl. tongue tie (TT)) wird schon seit langem beim Pferd angewandt. Schon im Jahre 1889 berichtete G. Fleming von dem Brauch, die Zunge des Pferdes am Boden des Maules festzubinden, um störende Atemgeräusche loszuwerden.

Die Methode des Festbindens der Zunge wurde mittlerweile von der Fédération Equestre Internationale (FEI) in den meisten Disziplinen verboten, sie ist aber im Rennsport weiterhin sehr verbreitet und wird oft genutzt (Chalmers, Farberman et al. 2013). Seit 2001 überwacht die International Federation of Horseracing Authorities den Einsatz von Zungenbändern im Galopprennsport. Jeder Start eines Pferdes mit Zungenband wird kontrolliert und dokumentiert. Eine Fixierung der Vorrichtung an der Trense ist in keiner Weise erlaubt.

Zungenbänder werden im Rennsport vor allem bei Pferden angewandt, die Atemgeräusche unter anderem aufgrund einer Dorsalverlagerung des weichen Gaumens (DDSP - Dorsal Displacement of the Soft Palate) zeigen, die Zunge unter das Gebiss legen und sich damit jeglicher Kontrolle entziehen, aber auch bei solchen, die ohne Zungenband schwerer händelbar sind, man spricht hier vom ungewollten „Pullen“. In diesem Fall ist die Leistung eines Rennpferdes nicht dosiert abrufbar, das seine Energie vor allem zum Ende des Rennens für einen Endspurt aufsparen soll. Die Effektivität des Einsatzes von Zungenbändern gegen das Auftreten einer Dorsalverlagerung des weichen Gaumens während des Rennens ist wissenschaftlich jedoch nicht sicher erwiesen (Franklin, Naylor et al. 2002, Chalmers, Farberman et al. 2013).

Es stellt sich in dieser Arbeit die Frage, ob das Zungenband ein Stressor ist und wie hoch der Grad der Stressbelastung unter realen Trainingsbedingungen im Feld für die Pferde ist und ob potenzielle Bedenken hinsichtlich des Wohlbefindens im Zusammenhang mit dem Gebrauch von Zungenbändern, wie Chalmers et al. (2013) sie äußern, gerechtfertigt sind. Anhand ausgewählter physiologischer Blutparameter (Serumkortisol, Glucose, Laktat), der Herzfrequenzvariabilität und des Verhaltens soll eine Einschätzung der Auswirkung des Zungenbandeinsatzes auf Stressbelastung und das damit einhergehende Tierwohl gegeben werden können.

Ergänzend dazu sind im Vorfeld der klinischen Studie deutschlandweit Fragebögen an Rennpferdetrainer in Zusammenarbeit mit den deutschen Rennverbänden verschickt worden, um den persönlichen Einsatz und die persönliche Einschätzung der Wirkungsweise von Zungenbändern bei Rennpferdetrainern in Deutschland nachzuvollziehen.

2 Literatur

2.1 Zungenband

2.1.1 Anwendungsgründe

Das Zungenband ist eine übliche Modifikation der Ausrüstung bei Rennpferden (Chalmers et al. 2013).

Trotz der weit verbreiteten Verwendung des Zungenbandes im Pferderennsport gibt es nur wenige wissenschaftliche Daten, die den Einsatz unterstützen. Die Studie von Chalmers et al. (2013) lieferte erste Daten darüber, dass die Anwendung eines Zungenbandes die Position des Larynx- und Zungenbeinapparates im Ruhezustand beeinflusst.

Die Fixierung der Zunge soll ein Zurückziehen derselbigen und eine damit verbundene Kaudalbewegung des Kehlkopfes verhindern (Dugdale und Greenwood 1993). Das Zurückziehen des Larynx nach kaudal induziert das Auftreten eines DDSP (Heffron et al. 1979). Franklin et al (2002) konnten in ihrer Studie an sechs Pferden, die ein bereits diagnostiziertes DDSP hatten, allerdings nicht nachweisen, dass der Zungenbandeinsatz in jedem Fall eine Verlagerung des Gaumensegels verhindern kann. Vier von sechs Pferden zeigten auf dem Laufband während der Belastung auch mit Zungenband ein DDSP. Ein weiteres Pferd zeigte ein DDSP während des Auslaufens. Ebenso erging es Cornelisse et al. (2001) mit Pferden, denen man unter Narkose ein Zungenband angelegt hatte und bei denen der Zungenbeinapparat mittels Computertomographie untersucht wurde.

Weitere Einsatzgründe des Zungenbandes sind das Verhindern der Verlagerung der Zunge über das Gebiss während des Rennens, um eine verbesserte Kontrolle zu behalten. Auch das kaudale Zurückziehen der Zunge, auch als vermeintliches „Verschlucken der Zunge“ bekannt, soll so verhindert und damit die Atemwege freigehalten werden. Alle diese möglichen Situationen stellen wichtige Sicherheitsfragen für Pferd, Fahrer oder Jockey und andere Rennteilnehmer dar. In manchen Rennställen ist daher der Einsatz von Zungenbändern Routine (Chalmers et al. 2013). Vielen Rennpferden wird ein Zungenband während der Belastung angelegt, um die Luftzufuhr und damit die Leistung zu verbessern. Gründe für eine nicht ausreichende Leistung der Pferde sind dabei oft unbekannt. Dass das Zungenband eine Veränderung der oberen Atemwege zur optimalen Sauerstoffversorgung bewirkt, konnte an klinisch gesunden Pferden im Vergleich zur Belastung ohne Zungenband nicht nachgewiesen werden (Cornelisse, Holcombe et al. 2001b).

Die Anzahl der Anwendungen von Zungenbändern liegt in England innerhalb der gesamten Rennpopulation bei etwa 5 % und bei Pferden mit gesicherter Diagnose eines DDSP zwischen 39 % (Barakzai, Finnegan et al. 2009b) und 89 % (Franklin, McLachlan et al. 2001). Der weit verbreitete Einsatz des Zungenbandes basiert allerdings nicht auf dem wissenschaftlich nachgewiesenen Nutzen der Methode, sondern auf dem anekdotisch weitergegebenen Wissen von Trainern, Besitzern und Jockeys.

Barakzai et al. (2005) und Barakzai et al. (2009a) konnten zwar eine Steigerung der Rennleistung durch den Einsatz von Zungenbändern bei Pferden mit der Diagnose DDSP im Vergleich zur Leistung vor dem Einsatz von Zungenbändern nachweisen, allerdings bleibt hierbei zu beachten, dass nur Pferde in die Studie aufgenommen wurden, die vor (ohne Zungenband) sowie nach (mit Zungenband) der Diagnose des DDSP mindestens an drei bzw. fünf Rennen teilgenommen hatten und wobei wahrscheinlich nur Pferde mit verbesserter Leistung durch den Einsatz von Zungenbändern weiterhin im Rennsport eingesetzt wurden.

2.1.2 Material und Befestigung

Offiziell erlaubt nach Satzung und Ordnung des Hauptverbands für Traberzucht e.V. (HVT) in den Durchführungsbestimmungen über zulässige Ausrüstungsgegenstände gem. § 76 Abs. 4 der Trabrennordnung ist als Zungenband im Bereich des Trabrennsports ein weiches und wenig elastisches Band. Dieses muss mindestens 1,5 cm breit sein und mit Schlitz(en) zum Durchstecken der Zunge, Schnalle oder Klettverschluss versehen sein. Erlaubt ist auch eine dunkle Baumwollbandage.

Sein Einsatz darf ausschließlich der Befestigung der Zunge am Unterkiefer dienen. Franklin et al. (2002) nutzten in ihrer Studie einen kleinen Gurt, den sie auf Höhe des Zungenfrenulums über die Zunge legten und die Enden durch das Diastema mit einem Klettverschluss unter dem Kiefer verbanden. Auch elastische Gaze-Bandagen kamen zum Einsatz (Cornelisse, Holcombe et al. 2001b). Chalmers et al. (2013) wollten die typische Anwendung des Zungenbandes während des Rennens oder Trainings von Trabern nachahmen und überließen erfahrenen Trainern die Anbringung. Die Zunge wurde dabei so weit wie möglich nach rostral verlagert und die Zunge so nah wie möglich an der Basis eingebunden. Die beiden Enden des Zungenbandes wurden am Unterkiefer befestigt, indem die Zunge durch das Diastema auf der linken Seite gehalten wurde (Abb.1).

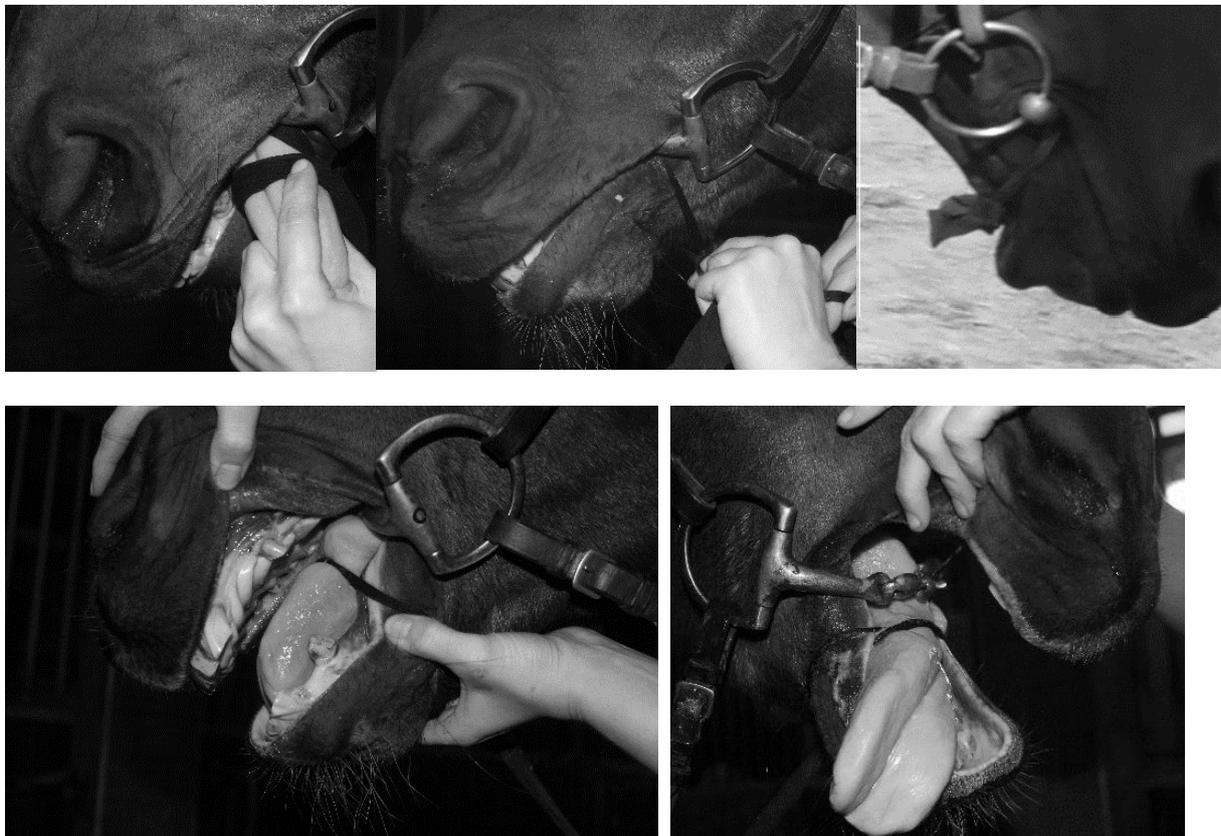


Abb. 1 Die Fotostrecke zeigt das Vorgehen beim Anbringen des Zungenbandes (oben) und ein angelegtes Zungenband in der Maulhöhle (unten)

2.2 Stress

2.2.1 Das Phänomen Stress

„Ein Organismus ist Stress unterworfen, wenn seine Anpassungsmechanismen über ihre normalen Grenzen strapaziert sind, entweder wegen der Intensität oder der Dauer der Stressreaktion“ (Valenstein 1976).

Es gibt in der Literatur viele Versuche, eine umfassende Definition von Stress zu geben, ohne dass es bisher in Gänze gelungen ist. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass der Begriff für mehrere verschiedene Aspekte des Stressgeschehens benutzt wird. So umfasst „Stress“ sowohl Ereignisse in der Umwelt (Stressstimuli), als auch die darauffolgenden Körperreaktionen (Stressreaktionen). Es kommt hinzu, dass verschiedene Individuen unterschiedlich auf das gleiche Umweltereignis reagieren (Ladewig 1994).

Bereits 1928 konnte der amerikanische Physiologe Walter B. Cannon herausfinden, dass eine Bedrohung des Organismus zu einem erhöhten Adrenalinpiegel im venösen Blut der Nebenniere führt. Aufgrund dieser Beobachtung formulierte er sein Konzept über die Notwehrfunktion des Nebennierenmarks, die er als „fight-or-flight response“ bezeichnete. Nach diesem Konzept werden die Körperfunktionen intensiviert, die eine erhöhte Reaktionsfähigkeit eines Tieres unterstützen, also u.a. eine verstärkte Herz- und Lungentätigkeit und eine erhöhte Freisetzung von Glukose und freien Fettsäuren (Ladewig 1994).

Säugetiere können sich also durch physiologische, morphologische und Verhaltensänderungen an vorhersehbare Situationen adaptieren. Unvorhersehbare Situationen bedingen Veränderungen im endokrinen und metabolischen Stoffwechsel des Organismus.

Das steigende öffentliche Interesse zum Thema Tierschutz erfordert eigentlich eine Definition von Stress. Diesen klar und einheitlich zu definieren und vor allem auch sicher und objektiv zu messen, stellt jedoch trotz zahlreicher vorhandener Literatur ein Hindernis dar. Die meist genutzte Definition beschreibt Stress als Umweltstimuli, sogenannte „Stressoren“, die zu einer Imbalance der Homöostase führen. Die dementsprechende Abwehrreaktion des Körpers des Tieres wird als Stressantwort beschrieben. Folglich wäre es wünschenswert, biochemische oder endokrinologische Parameter aufzudecken, die eine Abweichung von der Homöostase im Stressgeschehen klar nachvollziehbar machen. Eine Vielzahl an Hormonen (z.B. ACTH, Glukokortikoide, Glukose, Katecholamine, Prolaktin, etc.) ist an dieser Stressantwort beteiligt und kommen dafür in Frage (Möstl und Palme 2002).

Um eine möglichst objektive Stressbeurteilung der Pferde während des Zungenbandeinsatzes zu erhalten, können also physiologische Indikatoren genutzt werden, beispielsweise Kortisol und Blutglukose (die bei Erhöhung eine Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Achse (HHA) anzeigen), sowie die Herzfrequenz, die bei Erhöhung eine Aktivierung des sympatho-adrenomedullären Systems anzeigt (Tarrant und Grandin 2000).

2.2.2 Stress als physiologischer Mechanismus

Hypothalamus-Hypophysen-Achse

Bei der Regulation der Stressreaktionen reagieren unterschiedliche endokrine Systeme auf entsprechende Stressoren. Dem Hypothalamus-Hypophysen-System (Abb.2) sind nahezu alle

endokrinen Drüsen des Körpers untergeordnet. Ihr Zusammenspiel regelt den Funktionskreis des vegetativen Systems und damit die Anpassung des Organismus an die wechselnden Einflüsse der Umwelt.

Der Hypothalamus ist der basale Teil des Zwischenhirns, der zum Hirnstamm gehört. Die Hypophyse ist über ihr Infundibulum sowohl morphologisch als auch funktionell mit dem Hypothalamus verbunden. Man kann sie in die Neuro- und die Adenohypophyse unterteilen (Nickel, Schummer et al. 1992).

Die Hormone der Neurohypophyse (Vasopressin und Oxytocin) werden im Hypothalamus gebildet und an die Neurohypophyse abgegeben, in der sie gespeichert, freigesetzt und über die Blutbahn an verschiedene Zielorgane abgegeben werden. Die Hormone der Adenohypophyse werden von Epithelzellen gebildet, deren Charakterisierung nach färberischen und strukturellen Gesichtspunkten möglich ist. Sie wirken direkt oder auf dem Umweg über andere, peripher gelegene Drüsen. Zu diesen zählen Somatotropin (STH) und Melanotropin als direkt wirkende Effektorhormone, sowie die indirekt wirkenden, so genannten glandotropen Hormone FSH (follikelstimulierendes Hormon), LH (luteotropes Hormon), Prolaktin, Thyreotropin (TSH) und adrenocorticotropes Hormon (ACTH) (Nickel, Schummer et al. 1992, Matteri, Carroll et al. 2000).

ACTH ist ein Kortikotropin, das die Glukokortikoidproduktion und -sekretion im Körper durch die Nebennierenrinde stimuliert und wird wiederum durch das Kortikotropin-releasing Hormon (CRH) aus der Adenohypophyse ins Plasma freigesetzt wird. Durch einen negativen Feedback-Mechanismus der Glukokortikoide gegenüber CRH und ACTH kommt es bei erhöhter Glukokortikoidkonzentration im Plasma zu einem geschlossenen Regelkreis mit Rückkopplung und damit einhergehend zu einer hemmenden Wirkung auf die CRH- und ACTH- Konzentration (Sapolsky, Krey et al. 1986, Thun und Schwartz-Porsche 1994, Matteri, Carroll et al. 2000).

1981 isolierten Vale et. al erstmals aus Schafen CRH aus dem Hypothalamus, in dem es gebildet wird. Die Regulation des Hormons erfolgt wiederum durch Noradrenalin und Gamma-Amino-Buttersäure (GABA), die als zentral freigesetzte Neurotransmitter die Freisetzung von CRH hemmen und Acetylcholin und 5-Hydroxytryptamin, die ihrerseits auf die Freisetzung eine anregende Wirkung haben. Die höchsten Konzentrationen sind dabei im Nucleus paraventricularis, einem Kerngebiet des Hypothalamus zu finden (Thun und Schwartz-Porsche 1994).

Der letzte Schritt der physiologischen Stressreaktion oder Hypothalamus-Hypophysen-Kaskade ist also die Ausschüttung von Glukokortikoiden aus der Nebennierenrinde (NNR) in die Peripherie (Allen, Allen et al. 1973). Da die Freisetzung von ACTH als wichtigster physiologischer Regulator der Nebennierenrindenfunktion und damit einhergehend der Ausschüttung von Glukokortikoiden ist, wird es von vielen Autoren als hormonelle Stressantwort des Körpers genutzt (Harbuz und Lightman 1992, Donald, Alexander et al. 1995, Alexander und Irvine 1998, Sapolsky 1999).

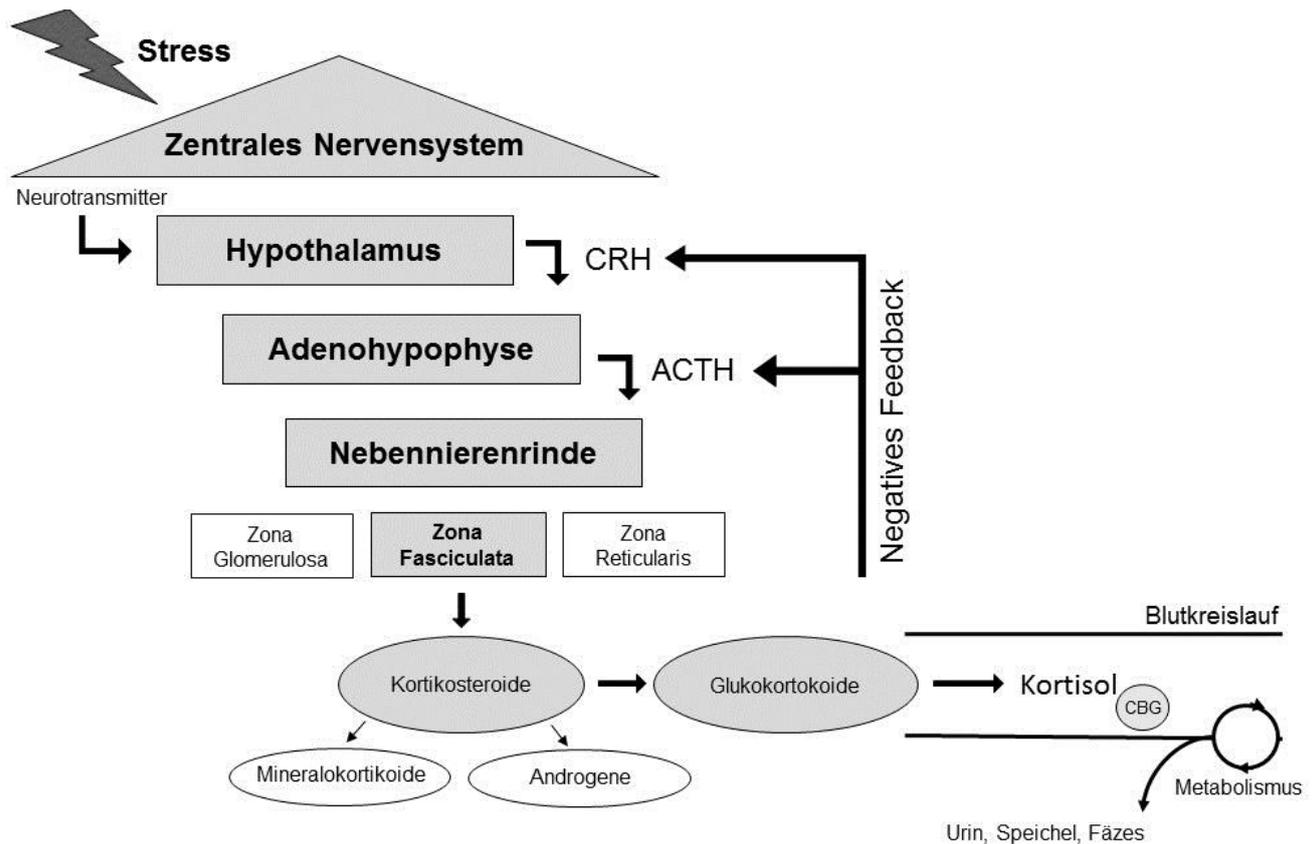


Abb. 2: Schematische Darstellung der physiologisch humoralen Stressreaktion durch die Ausschüttung von Kortisol

Bei akuten Stresssituationen, die intensiv genug sind, um einen markanten Anstieg der Hormonkonzentration zu bewirken, ist die Berücksichtigung der episodischen Sekretion weniger wichtig, weil die Stressreaktion die zirkadianen Schwankungen überspielt (Ladewig 1994). Dieser zirkadiane Rhythmus ist ein Sekretionsmuster, das durch Alexander und Irvine 1996 beim Menschen und Medica und Cravana 2011 auch beim Pferd nachgewiesen worden ist und die CRH-, die ACTH- und die Glucocorticoisteroidsekretion umfasst (Ixart, Barbanel et al. 1987).

2.3 Stressparameter im Blut beim Pferd

2.3.1 Kortisol

Bei Tier und Mensch ist die Glukokortikoidproduktion in erster Linie von der ACTH-Konzentration im Plasma abhängig. Da die NNR größere Mengen an Kortikosteroiden nicht zu speichern vermag, muss sie bei vermehrtem Bedarf in der Lage sein, rasch mit einer erhöhten Biosynthese zu reagieren. Dies wird einerseits durch Kortikotropin, andererseits durch ACTH-unabhängige Mechanismen gewährleistet, die in erster Linie mit den besonderen Innervationsverhältnissen der NNR zusammenhängen (Charlton 1990).

Die NNR-Aktivität kann verschiedenen exogenen und endogenen Einflüssen (Stressoren) unterworfen sein, die durch Aktivierung des Hypothalamus-Hypophysen-NNR-Systems zu einer gesteigerten Kortisolsekretion führen und die zirkadiane Tagesrhythmik durchbrechen können (Thun und Schwartz-Porsche 1994).

Kortisol ist ein Vertreter der Glukokortikoide und wird in der Zona fasciculata der NNR gebildet. Von dort wird es in nicht gebundener Form ins Blut sezerniert. Im Blut verschiedener Spezies, inklusive Pferden, wird es zu 67 bis 87 Prozent an das sogenannte Corticosteroid-Binding-Globulin (CBG) gebunden (Gayrard, Alvinerie et al. 1996). Der an CBG gebundene Anteil des Kortisols zeigt Schwankungen bedingt durch Alter (Irvine und Alexander 1987), Nahrungsaufnahme (Haourigui, Martin et al. 1993, Haourigui, Sakr et al. 1995), akuten (Fleshner, Deak et al. 1995, Marti, Martin et al. 1997), chronischen (Kattesh, Kornegay et al. 1980) oder sozialen Stresses (Alexander und Irvine 1998). Man geht davon aus, dass nur die nicht an Plasmaproteine gebundene Menge in das Zielgewebe eindringen und an intrazelluläre Rezeptoren binden kann (Siiteri, Murai et al. 1982).

Glukokortikoide wirken auf den Kohlenhydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsel. Sie fördern die Glukoneogenese in der Leber und den Proteinabbau im peripheren Gewebe. Außerdem verfügen sie über lipolytische Eigenschaften im Fettstoffwechsel, was zu einer vermehrten Zirkulation von Fettsäuren im Blut führt. Ihr Abbau erfolgt enzymatisch vorwiegend in der Leber, kann aber auch außerhalb, vor allem in den Nieren und teilweise auch in den Speicheldrüsen stattfinden. Die Regulation der Kortisolkonzentration im Plasma erfolgt durch negatives Feedback. Neben der Steuerung durch Rückkopplung wird der Kortikoidgehalt im Blut auch durch Stress und zirkadiane Rhythmik beeinflusst. Die Plasmakonzentration ist beim Pferd morgens um 10:00 Uhr am höchsten und fällt zum Abend hin ab (Hoffsis et al. 1970). Intensiver Stress kann dabei, wie bereits erwähnt, die Feedback-Regulation sowie auch den zirkadianen Rhythmus überspielen (Thun und Schwartz-Porsche 1994).

2.3.1.1 Kortisol als humorale Stressantwort beim Pferd

Verschiedene Studien befassten sich in den letzten Jahren mit Stresszuständen von Tieren. Um eine Aussage über das Stressempfinden treffen zu können, wurden die Kortisolkonzentrationen als hormonelle Stressantwort im Blut, Speichel und Kot bestimmt. Zur Erfassung einer endokrinen Antwort wurden als Stresstimuli unter anderem Transport (Stull und Rodiek 2002, Fazio, Medica et al. 2008, Schmidt, Biau et al. 2010b, Schmidt, Hodl et al. 2010c, Schmidt, Mostl et al. 2010d, Medica, Bruschetta et al. 2017) und körperliche Belastung durch verschiedene Trainings- und Wettkampfsituationen (Golland, Evans et al. 1999, Cayado, Munoz-Escassi et al. 2006, Malinowski, Shock et al. 2006, Ferlazzo, Medica et al. 2009, Cravana, Medica et al. 2010, Schmidt, Aurich et al. 2010a) untersucht. Individuelle Faktoren wie das Alter ergaben, dass jüngere Pferde (bis zu 15 Jahre alt) nach Trainingsbelastung eine höhere Kortisolkonzentration vorwiesen als die ebenfalls untersuchten älteren Vertreter (Horohov et al. (1999); Malinowski et al. (2006)). Mit dem Alter sinken die Produktion und die Sekretion von Kortisol, da die Menge der Kortikosteroid-Rezeptoren im Feedback-Zentrum des Hippocampus bei älteren Tieren abnimmt (Sapolsky, Krey et al. 1986).

Becker-Birck (2011) untersuchten unter anderem, welchen Einfluss das Longieren mit Hyperflexion im Vergleich zu einer gedehnten Hals- und Genick-Position hat. 16 Pferde wurden dazu an zwei aufeinanderfolgenden Tagen unter Anwendung beider Genickpositionen locker longiert ohne den Einsatz einer Peitsche. Es zeigte sich ein grundsätzlicher Anstieg der Kortisolkonzentration nach der Belastung, aber kein Unterschied zwischen den Genickpositionen. In Kombination mit einer aktiven Intervention in Form eines Reiters konnten Zebisch et al. (2014) allerdings durchaus nachweisen, dass es bei 18 Pferden, die mit einer

Hyperflexion des Halses (der sogenannten „Rollkur“) geritten wurden, zu einem signifikanten Anstieg der Kortisolkonzentration im Blut kam.

Auch tierärztliche Interventionen wurden als Stressstimuli untersucht. Durch die Induktion einer Narkose ohne operativen Eingriff konnte bei sechs Ponies ein signifikanter Anstieg der Kortisolkonzentration nachgewiesen werden (Taylor 1989). Dieses Ergebnis findet auch Bestätigung in der Studie von Prichett et al. (2003), die zehn Pferde ohne Operation für ein MRT in Narkose legten. Fixationsmaßnahmen während des Schiebens einer Nasenschlundsonde resultierten ebenfalls in einer erhöhten Plasmakortisolkonzentration (Hydbring, Nyman et al. 1996).

Auch mit weniger intensiven Stressoren, die nur wegen ihrer Neuigkeit unangenehm sind und zu einer psychisch bedingten Anpassung ebenfalls in Form eines Anstiegs der Plasmakortisolkonzentration führen, hat sich eine Studie von Hada et al. 2001 beschäftigt. Insgesamt ist die psychische Stress-Komponente beim Pferd jedoch noch relativ unerforscht. Zu beachten ist bei der psychischen Anpassung an einen wiederholten Stressor, dass auch das Lernverhalten eine wesentliche Rolle spielt (Moberg 1985, Ladewig 1994). In Untersuchungen an Ratten wurde zum Beispiel gezeigt, dass ein frühes „Handling“ zu einer dauerhaft erhöhten Anzahl der Glukokortikoidrezeptoren im Hippocampus führt, die den Effekt zirkulierender Kortikosteroide im negativen Feedback verstärkt. Durch die Rezeptorzunahme fällt später die Nebennierenrinden-Reaktion auf akute Stressoren geringer aus als bei den Ratten, die in ihrer neonatalen Periode keinem Stressor ausgesetzt waren (Meaney, Viau et al. 1989). Bei Pferden stellten Linden et al (1991) fest, dass transportunerfahrene Pferde während des Transportes höhere Kortisolkonzentrationen aufwiesen, als Pferde, die in ihrer Vergangenheit schon transportiert worden sind. Diese Ergebnisse konnten unter anderem auch durch Schmidt et al. (2010c) in ihrer Studien bestätigt werden. Laut Ladewig (1994) sollte dabei aber nicht außer Acht gelassen werden, dass auch die Gewinnungsmethode der Stressindikatoren selbst einen Stresszustand verursachen kann. Untersucht wurden dementsprechend auch Kortisolkonzentrationen durch nicht-invasive Methoden aus Speichel und Kot (Schmidt et al. 2010 b, c, d).

Einige Studien untersuchten die Kortisolkonzentration auch in Hinblick darauf, eine Aussage über das Schmerzempfinden der Pferde treffen zu können, da Schmerz sich u.a. durch einen Anstieg der Serumkortisolkonzentration äußert (Ross und Dyson 2010). Merl et al. wiesen 2000 bei Kastraten und Kolikpatienten signifikant höhere Kortisolwerte nach. Dabei stiegen die Kortisolwerte der 29 untersuchten Kolikpatienten proportional zum Schweregrad der Kolik an. Besonders hohe Kortisolkonzentrationen zeigten sich bei laparotomierten Pferden mit starken Schmerzen (Hoffsis und und Murdick 1970, Pritchett, Ulibarri et al. 2003). Bei orthopädischen Schmerzen wie Arthrose scheint Kortisol als Schmerzparameter allerdings weniger aussagekräftig als bei akuten Krankheiten wie Kolik, Traumata, Myopathien und akuter Hufrehe (Ayala, Martos et al. 2012).

2.3.2 Glukose

Die Konzentration von Glukose im Blut wird durch die Glukoneogenese aufrechterhalten. Sie findet vor allem in der Leber statt und wird durch die regulierenden Hormone Glukagon, Kortisol und andere gegenregulierende Hormone kontrolliert. Die regulierenden Hormone erhöhen die Glukose-Syntheserate, wenn die Glukose-Konzentration im Blut sinkt und es zur Hypoglykämie kommt (Alexander, Roud et al. 1997).

Glukokortikoide können also unter anderem eine erhöhte Blutglukosekonzentration im Blut bewirken (Harbuz und Lightman 1992, Möstl 2000). Dadurch ist der Körper in der Lage die entstehende Energie dem Zentralnervensystem, das selber keine Energiereserven speichern kann, bereitzustellen (Möstl 2000). So konnten Rand et al. 2002 nachweisen, dass es bei

Katzen im Zuge akuter Stresstimuli durch Sprühbäder schnell zu einem Anstieg der Blutglukosekonzentration kommt. Bei Pferden ist über einen Zusammenhang eines Stresstimulus mit einer erhöhten Blutglukosekonzentration unmittelbar nach der Schlachtung (Walther 2017), während eines Klinikaufenthaltes (May 2007) und während der Anästhesie (Luna, Taylor et al. 1996) berichtet worden.

Der Referenzbereich für Glukose beim Pferd schwankt zwischen 3,05-4,99 mmol/l (Laboklin GmbH und CO.KG), 3,3-5,0 mmol/l (Ralston 2002) und 4,4-6,7 mmol/l (Kraft und Dürr 1999). Die Blutglukosekonzentration beim Pferd wird dabei durch viele Faktoren beeinflusst. So spielt beispielsweise Fastenzeit (Bertin, Taylor et al. 2016), Zeitpunkt der letzten Fütterung, das Training (Evans 1971), die tageszeitliche Rhythmik der Kortisolkonzentration, die Futterzusammensetzung, Stress, Krankheit, Trächtigkeit und Körpergewicht (Gill, Skwarlo et al. 1972, Ralston 2002) eine Rolle.

2.3.3 Laktat

Laktat ist das Stoffwechselprodukt der anaeroben Glykolyse, und entsteht aus Pyruvat. 20-30 Sekunden nach Arbeitsbeginn muss die Muskulatur Adenosinriphosphat (ATP) überwiegend anaerob unter der Bildung von Laktat gewinnen, falls die aerobe Glykolyse noch nicht oder nicht mehr ausreichend zur Verfügung steht. Mit zunehmendem anaeroben Stoffwechsel bei längerer Arbeit, steigt die Blutlaktatkonzentration und das Tier ermüdet (Engelhardt 2000). Laktat stellt somit ein Stoffwechselprodukt anaerober Vorgänge bei besonderen Belastungen des Organismus dar und dient als empfindlicher Indikator für eine mangelnde Versorgung des Gewebes mit Sauerstoff. Die wesentlichen Organe der Laktatbildung sind der arbeitende Muskel, die Erythrozyten, das Gehirn und das Nierenmark (Grabner 2007).

Es existieren vielfach Studien darüber, dass Laktat bei Pferden im Zuge des Trainings und der damit einhergehenden physischen Stressbelastung ansteigt (Hodgson, Kelso et al. 1987, Harris und Snow 1988, Rose, Hodgson et al. 1988). Dabei ist der Zeitpunkt der Blutentnahme nach der Belastung von Bedeutung (Marlin, Harris et al. 1991, Lindner, von Wittke et al. 1992, Rainger, Evans et al. 1994, Roberts, Marlin et al. 1999). Nach einem aeroben oder leichtem anaeroben Training reicht eine Probe aus, die sofort nach Beendigung des Trainings genommen werden muss (Lindner, von Wittke et al. 1992). Mit Hilfe der Blutlaktatkonzentration kann so auch die Ausdauerleistungsfähigkeit eines Pferdes nach einem standardisierten Belastungstest beurteilt werden.

Auch eine Anästhesie mit 1,2%-igem Halothan bewirkte nachweislich einen Anstieg der Laktatkonzentration (Luna, Taylor et al. 1996). Bei Kolikpatienten ist eine höhere Laktatkonzentration in der Peritonealflüssigkeit im Vergleich zum Blut ein empfindlicher prognostischer Indikator, da sie die eingeschränkte Gewebperfusioen bei intestinaler Ischämie besser reflektiert (Genn und Hertsch 1982).

Der Referenzbereich für Laktat beim Pferd in Ruhe liegt unter 1 mmol/l (Krzywanek, Schulze et al. 1972, Gill, Jablonska et al. 1987) und kann je nach Rasse unter bestimmten Trainingsbelastungen bis zu 40 mmol/l (Hodgson, Kelso et al. 1987) ansteigen.

2.4 Herzfrequenzvariabilität

Die Herzfrequenzvariabilität (heart rate variability, HRV) spiegelt die Interaktion des sympathischen und des parasympathischen Nervensystems wieder und ermöglicht die

mathematische Beschreibung des Einflusses des autonomen Nervensystems auf die Regulation des Herz-Kreislaufsystems (Sammito und Bockelmann 2015). Die gemessenen Parameter haben sich inzwischen als gute Möglichkeit zur nicht-invasiven Betrachtung der sympathisch-parasympathischen Balance des autonomen Nervensystems und der Barorezeptoraktivität zur Evaluierung verschiedener Stress- und Schmerzsituationen etabliert (Malik, Bigger et al. 1996, Berntson, Bigger et al. 1997, Kucera 2006). Eine verminderte HRV aufgrund von Stress- oder Schmerzstimuli weist dabei auf eine autonome Dysfunktion hin. Eine hohe HRV wird mit einer effizienteren autonomen Steuerung in Verbindung gebracht, die ein besseres Ansprechen und eine höhere Empfindlichkeit gegenüber sich ändernden Umweltaforderungen ermöglicht. So berichten Malik und Camm (1990) von der HRV als unabhängigem Vorhersageparameter der Risikoklassifizierung nach einem Myokardinfarkt. Eine verringerte HRV führte bei Patienten, die einen akuten Herzinfarkt überlebt haben, zu einer schlechteren Prognose.

Das Herz eines Organismus weist im gesunden Zustand eine dezente Variation in Bezug auf den Abstand zwischen den einzelnen Herzschlägen auf. Damit ist es dem Organismus möglich, sich externen und internen Reizen optimal anpassen zu können. So führt zum Beispiel eine durch körperliche oder psychische Stimuli ausgelöste Stressreaktion zu einer Anpassungsreaktion des Herzens in Form einer Abnahme der Variationsbreite der Herzfrequenz von Schlag zu Schlag. Andersherum nimmt die Variationsbreite in Ruhe zu. Die Variationsbreite definiert somit die Herzfrequenzvariabilität (Hottenrott 2002, Kucera 2006).

Die HRV resultiert aus dem Einfluss verschiedener Mechanismen (Abb.3) auf den Sinusknoten als sogenannter „Taktgeber“. Dabei übernehmen die Impulse des Parasympathikus (N. Vagus) die Abnahme der Herzfrequenz und die Impulse des Sympathikus die Erhöhung der Herzfrequenz. Die Herzfrequenz sinkt durch die Vagusstimulation deutlich schneller und steigt erst 20-30 Sekunden, nachdem der Sympathikus seinen Einfluss am Sinusknoten geltend gemacht hat (Kenner 1992, Marr und Bowen 2011).

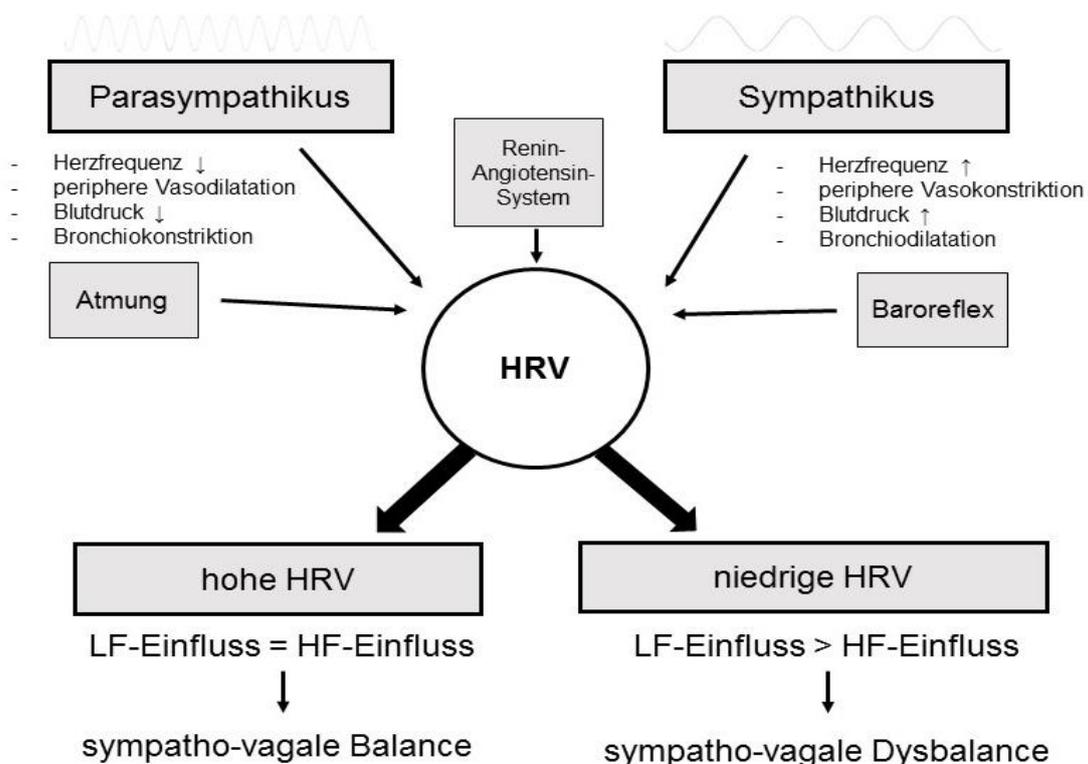


Abb. 3: Einflüsse auf die Herzfrequenzvariabilität (HRV) und Zusammenhänge der sympatho-vagalen Balance. LF = Low Frequency Power. HF = High Frequency Power.

Der Sympathikus nimmt seinen Ursprung aus Neuronen, die lateral in der grauen Substanz des Brust- und Lendenmarks gelegen sind und beeinflusst die Organfunktionen im Wesentlichen antagonistisch zum Parasympathikus (Frey und Löscher 2000). Die innervierten Zielorgane sind die glatte Muskulatur aller Organe, der Herzmuskel, die Gefäße und z.T. die exokrinen Drüsen. Durch die Aktivierung des Sympathikus kommt es zur Mobilisierung von Leistungsreserven, unter anderem durch Steigerung der Herzfrequenz und Kontraktionskraft der Arbeitsmuskulatur, um den Organismus an eine Belastungssituation anzupassen (Diener 2000).

Die Ursprünge des Parasympathikus befinden sich im Hirnstamm und im Sakralmark. Zielorgane sind die glatte Muskulatur (mit Ausnahmen der meisten Gefäße) und die Drüsen. Eine Erregung des Parasympathikus bewirkt eine Abnahme der Herzfrequenz und eine Erhöhung der Drüsensekretion. Er ist also in Ruhesituationen aktiviert und dient dazu, Körperfunktionen zu erhalten. Diener (2000) macht neben all diesen Wirkungen auch darauf aufmerksam, dass das sympathische- und parasympathische Nervensystem je nach Situation nicht einfach „ein-“ und „abgeschaltet“ wird, sondern, dass es immer eine Grundaktivität in beiden Teilen des vegetativen Nervensystems gibt, die man als Parasympathikotonus und Sympathikotonus bezeichnet.

Der Einfluss des Parasympathikus beruht überwiegend auf der Freisetzung von Acetylcholin durch den Nervus vagus. Es kommt am Herzen zur Stimulierung der langsamen diastolischen Depolarisation und einer schnellen Absenkung der Herzfrequenz. Die sympathische Stimulation beruht auf einer Freisetzung der Transmitter Adrenalin und Noradrenalin, die β -adrenerge Rezeptoren aktivieren mit dem Resultat einer Beschleunigung der langsamen diastolischen Depolarisation. In Ruhe dominiert die vagale Stimulation. Veränderungen der HRV werden in erster Linie durch einen veränderten Vagotonus ausgelöst (Löllgen 1999, Hottenrott 2002).

Hinzu kommen weitere physiologische Mechanismen, die in Wechselbeziehung mit dem autonomen Nervensystem stehen. Barorezeptoren in den Wänden großer Gefäße reagieren zum Beispiel bei Blutdruckanstieg und damit verbundener Wanddehnung über den Baroreflexbogen, der sympathische sowie auch parasympathische Anteile enthält. Pomeranz et al. (1985) wiesen das an Menschen in stehender und liegender Position nach. In Rückenlage wurden die Niederfrequenzschwankungen vollständig vom Parasympathikus vermittelt, während im Stehen die niederfrequenten Schwankungen zunahmten und durch den Parasympathikus wie auch den Sympathikus beeinflusst wurden. Humoralen Einfluss auf das baroreflektorische System nimmt auch das Renin-Angiotensin-Aldosteron System durch die Volumenregulation der extrazellulären Flüssigkeit (Engelhardt 2000). Dass dieses System eine signifikante Rolle spielt, belegen auch Daten von Akselrod et al. (1981). Auch die Atmung nimmt in Ruhe unmittelbaren Einfluss auf die Herzfrequenzvariabilität. Durch Veränderungen der Thoraxspannung, des Blutdruckes und durch Nervenimpulse des Atemzentrums an das kardiovaskuläre Zentrum steigt die Herzfrequenz bei der Inspiration und sinkt während der Expiration. Man spricht von der respiratorischen Sinusarrhythmie ausgelöst durch den Parasympathikus (Eckberg 1983, Hottenrott 2002). Bei erhöhtem Sympathikotonus, z.B. durch psychische oder körperliche Belastung, wird der Einfluss dieses Phänomens geringer und diese Form der Arrhythmie ist nicht mehr vorhanden (Marr und Bowen 2011).

Es ist festzuhalten, dass die HRV in Ruhe immer größer ist als unter körperlicher oder psychischer Belastung. So kommt es bei ansteigender körperlicher Belastung z.B. in Form von Training zu einer Zunahme des Impulseinstroms aus der Muskulatur und damit zur unmittelbaren Verringerung des Vagotonus (Thayer, Hahn et al. 1997, Voss, Mohr et al. 2002).

2.4.1 Messungen der Herzfrequenzvariabilität

Die Messung der HRV erlaubt es, den Einfluss des autonomen Nervensystems auf den Sinusknoten zu analysieren. Dazu wird die R-Zacke des QRS-Komplexes, der durch die Depolarisation des Ventrikels entsteht, als Messpunkt des RR-Intervalls verwendet. Es werden nur RR-Intervalle in die Messung mit einbezogen, denen eine P-Welle, also eine Depolarisation des Sinusknotens, vorausgeht. Hintergrund dessen ist, dass die P-Welle der Depolarisation des Sinusknoten am nächsten steht, technisch aber schwieriger zu erfassen ist als die R-Zacke. Dabei handelt es sich aber immer um physiologisch vorkommende, durch die Aktivität des Sinusknoten ausgelöste Herzschläge, sogenannte NN- (normal-to-normal) Intervalle (Rompelman, Coenen et al. 1977, Tarvainen, Niskanen et al. 2014).

Die HRV-Analyse unter Belastung sollte nur in Kombination mit einer HRV-Analyse in Ruhe bzw. im Fall von länger andauernden Einflussfaktoren durch Wiederholungsmessungen unter gleichen Bedingungen erfolgen (Sammito, Thielmann et al. 2014).

2.4.1.1 Zeitbereichsanalyse

Die zeitbezogene Analyse unterteilt sich in geometrische und statistische Parameter. Geometrische Parameter ermöglichen eine Bewertung anhand von geometrischen Formen. Bei der statistischen Methode werden die NN-Intervalle hinsichtlich ihrer Varianz deskriptiv-statistisch ausgewertet. Dabei sind nicht alle Parameter zur Analyse von Kurzzeit-EKGs geeignet bzw. eine Langzeitmessung für einige HRV-Parameter obligat. Damit eignet sich die zeitbezogene Analyse besonders für Langzeiterfassungen, am besten über einen Zeitraum von 24 Stunden (Malik, Bigger et al. 1996, Sammito, Thielmann et al. 2014). Witte (2001) bemängelte an den Zeitbereichs-Parametern, dass sie nicht zwischen zufallsbedingten Veränderungen und geregelten Prozessen der Variabilität unterscheiden können. Das bedeutet, dass eine Abnahme der Variabilität nicht zwingend auf eine Verschlechterung der Systemfunktion hinweist, sondern auch durch eine Verringerung der zufallsbedingten Schwankungen hervorgerufen sein kann. Da der Einfluss des Zufalls bei dieser Methode erheblich sein kann, kam sie zu dem Schluss, dass sie als alleinige Informationsgröße keine verlässlichen Ergebnisse liefern kann. Sammito et al. (2014) empfehlen zur Beurteilung von Belastungen mit kurzfristigen Änderungen der Anforderungen in erster Linie HRV-Parameter mit einer Eignung für Kurzzeit-EKGs.

2.4.1.2 Frequenzbereichsanalyse

Bei der Frequenzanalyse wird die Periodizität von biologischen Signalen innerhalb eines festgelegten Zeitraumes betrachtet, die damit eine bestimmte Frequenz aufweisen (Schwingungen in ms). Die Vielzahl der Einzelfrequenzen ergibt das Gesamtsignal der HRV (Kucera 2006). Mit Hilfe mathematisch-physikalischer/ spektralanalytischer Verfahren wie zum Beispiel der Fast-Fourier-Transformation (FFT), die das Gesamtsignal in viele einzelne wiederkehrende Schwingungen aufsplittet und eine Verteilung der unterschiedlichen Frequenzen darstellt, können zeitbezogene in frequenzbezogene Daten umgewandelt werden (Löllgen 1999). Die Spektralanalyse ermöglicht es, zwischen sympathischer und parasympathischer Aktivität differenzieren zu können (Pomeranz, Macaulay et al. 1985, Malliani, Pagani et al. 1991), da die verschiedenen Frequenzen verschiedene physiologische Regelsysteme abbilden. Da die Wahrscheinlichkeit einer Herzaktion nicht immer gleich ist, der

Sinusrhythmus durch Extrasystolen unterbrochen und das EKG-Signal durch Artefakte gestört sein kann, müssen die zeitbezogenen Daten erst entsprechend aufbereitet werden, um die Spektralanalyse durchführen zu können (Brüggemann, Weiss et al. 1995).

Grundsätzlich können Frequenzen auftreten, die von Malik et al. 1996 in der „Task Force of The European Society of Cariology and the North Americam Society for Pacing and Electrophysiology“ für die Humanmedizin in folgende Frequenzbereiche unterteilt und festgelegt wurden (Tab.1):

Tab. 1 Frequenzbereiche der Herzfrequenzvariabilität beim Menschen und beim Pferd

	Mensch	Pferd*
High Frequency Power (HF)	0,15 – 0,4 Hz	0,07 – 0,6 Hz
Low Frequency Power (LF)	0,04 – 0,15 HZ	0,01 – 0,07 Hz
Very Low Frequency Power (VLF)	0,003 – 0,04 Hz	
Ultra Low Frequency Power (ULF)	≤ 0,003 Hz	
Quotient LF/ HF		

*Kuwahara et al. modifizierten in einer Studie 1996 an zehn drei- bis fünfjährigen Vollblütern die Frequenzbereiche für Pferde von HF (0,07 – 0,6 Hz) und LF (0,01 – 0,07).

Die Messungen der Frequenzbereiche wird für gewöhnlich in ms^2 angegeben. LF und HF können aber ebenso in normalized units (n.u.) angegeben werden. Die Darstellung von LF und HF in n.u. unterstreicht das kontrollierte und ausgeglichene Verhalten der beiden Zweige des autonomen Nervensystems und ermöglicht eine bessere Vergleichbarkeit.

Die **HF** wird der parasympathischen Aktivität zugeordnet und hat eine entspannende Wirkung auf die Herzfrequenz. Außerdem hat auch die Atmung in Form der respiratorischen Sinusarrhythmie einen Einfluss (Hottenrott 2002). Verschiedene Autoren konnten dies nachweisen, indem sie den Nervus vagus stimulierten (Oel, Gerhards et al. 2014), durch Atropin, einem Parasympatholytikum (Pomeranz, Macaulay et al. 1985, Ohmura, Hiraga et al. 2001) oder durch die chirurgische Entfernung des Sinusknoten (Randall, Brown et al. 1991).

Während Pagani et al. (1986) die Meinung vertritt, dass an der Ausprägung der **LF** nur der Sympathikus beteiligt ist, haben weitere Autoren auch die Beteiligung des Parasympathikus beschrieben (Houle et al. 1999). Dieser Frequenzbereich ist unter anderem repräsentativ für die barorezeptorische Aktivität wie Änderungen des Blutdruckes (Brüggemann, Weiss et al. 1995, Kuwahara, Hashimoto et al. 1996, Hottenrott 2002).

Mit dem Quotienten aus LF und HF (**LF/HF Ratio**) wird der Einfluss des Sympathikus und des Vagus auf die Herzaktivität widerspiegelt (Eckberg 1997). Er ist der Ausdruck der Balance des autonomen Nervensystems. Eine Vergrößerung des Quotienten weist auf einen zunehmenden Einfluss des Sympathikus hin.

Im **VLF**-Bereich findet sich überwiegend sympathische Aktivität durch humorale Einflüsse, wie dem Renin-Angiotensin-System, vasomotorischen Regulationen und durch Thermoregulation wieder (Brüggemann, Weiss et al. 1995, Berntson, Bigger et al. 1997, Hottenrott 2002). Nach Malik et al. (1996) ist die physiologische Erklärung der VLF-Komponente nicht vollständig definiert, und die Existenz eines bestimmten physiologischen Prozesses, der auf diese Herzaktivitätsveränderungen zurückzuführen ist, könnte sogar in Frage gestellt werden. Aufgrund dessen ist die anhand von Kurzzeit- EKGs ermittelte VLF eine zweifelhafte Messung und sollte bei der Interpretation der Spektralanalyse von Kurzzeit-EKGs vermieden werden.

Grundsätzlich ist die Frequenzbereichsanalyse eine verlässliche Methode zur Beurteilung der sympathovagalen Balance für kürzere Zeitintervalle und lässt eine Unterscheidung zwischen sympathischer und parasympathischer Aktivität zu.

2.4.2 Beeinflussungen der Herzfrequenzvariabilität beim Pferd

Da die Herzfrequenzanalyse ein leistungsfähiges und nicht-invasives Instrument zur Quantifizierung der Aktivität des autonomen Nervensystems ist (Pomeranz, Macaulay et al. 1985), das sich in der Humanmedizin und Psychologie bereits etabliert hat, wird sie auch in der Pferdemedizin in verschiedenen Studien gerne als Parameter genutzt, um beispielsweise einen Status quo über das (Wohl)Befinden zu erhalten oder diagnostische und prognostische Informationen geliefert zu bekommen. Nach Thayer et al. (1997) überwiegt bei Pferden dabei die vagale Aktivität.

Dies konnte durch die fehlende Variabilität der Herzzykluslänge bei neun untrainierten Ponys, nach einer Trainingseinheit auf dem Laufband, unter vorhergehender Atropinapplikation gezeigt werden (Rugh, Jiang et al. 1992). Auch durch die intravenöse Verabreichung von Atropin an sieben Vollblütern durch Ohmura et al. (2001), zeigte sich eine dosisabhängige parasymphatische Aktivität. Die HF verminderte sich ab einer Dosis von 4 µg/kg.

Dass die parasymphatische Aktivität bei Pferden vor körperlicher Belastung vorherrscht, bemerkten auch Kuwahara et al. (1999). Sie werteten Langzeit-EKGs von 24 Vollblütern im Alter von zwei Jahren vor und nach einer siebenmonatigen Trainingszeit während der Ruhephase aus. Sie fanden heraus, dass die HF annähernd gleich blieb, während LF und LF/HF sich signifikant erhöhten und gleichzeitig ein Absinken der Ruheherzfrequenz über den Zeitraum der Trainingszeit ersichtlich wurde. Während Ohmura et al. (2002) einen Anstieg von LF und ein Absinken der Ruheherzfrequenz über den gleichen Trainingszeitraum ebenfalls belegen konnten, machen sie unterschiedliche Angaben über die HF Parameter. Dieser stieg wie die LF signifikant an.

Mohr et al. (2000) testeten den Zusammenhang zwischen der Herzfrequenzvariabilität und mentalen (durch Klinikaufenthalt) bzw. physischen Stress (auf einem Aquatrainer) und kamen zu dem Ergebnis, dass es unter körperlicher Belastung zu einem deutlichen Anstieg des Sympathikotonus bzw. der LF, verbunden mit einem Abfall des Parasympathikotonus bzw. der HF kam. Dieses Ergebnis wurde durch Voss et al. (2002) bestätigt. Anhand der Kontrollgruppe konnte ebenfalls ermittelt werden, dass die Frequenzanalyse-Parameter keine Veränderungen bei den Pferden mit mentalem Stress durch Klinikaufenthalt aufwiesen.

2005 und 2006 untersuchten Cottin et al. die bei Trabern häufig verwendete Trainingsmethode des Intervalltrainings und die damit verbundenen verschiedenen Trainingsintensitäten. Sie fanden heraus, dass es durch die wiederholten, schweren Trainingsintervalle zu einer erhöhten Herzfrequenz kam und beobachteten einen Anstieg von HF. Sie stellten außerdem den Zusammenhang von Atmung und Schrittfrequenz her, der darüber hinaus nützliche Informationen für das Auftreten von Ermüdungserscheinungen während des Trainings liefern könnte. Messungen der HRV zur Beobachtung des autonomen Nervensystems sind aufgrund des genannten Zusammenhangs nur bei leichter Trainingsintensität geeignet (Physick-Sheard, Marlin et al. 2000).

Witte (2001) beschreibt in ihren Untersuchungen, dass die Ergebnisse der Frequenzbereich-Analyse von Trabern während der Trainingsphase nachvollziehbare Einsichten in die sympathovagalen Steuerungsprozesse und Änderungen der HRV bei Steigerung der Kondition durch regelmäßiges Training liefert. Auch das Antrainieren junger Reitpferde, das gleichermaßen physische und psychische Belastung durch eine ungewohnte Situation darstellen kann, wurde untersucht und führte zu einer Verringerung der HRV (Schmidt, Aurich et al. 2010a).

Neben dem physischen Stress wird die HRV in einigen Studien auch zur Evaluierung von mentalem Stress genutzt. Sie wurde dazu unter anderem in Studien zu Transportstress (Ohmura, Hiraga et al. 2006, Schmidt, Mostl et al. 2010d, Ohmura, Hobo et al. 2012), Koppen (Lebelt, Zanella et al. 1998, Bachmann, Bernasconi et al. 2003), Fütterungsstress (Nagy, Bodó et al. 2009) und der Euthanasie bzw. Schlachtung (Walther 2017) ermittelt. Rietmann et al.

(2004a) konnten ebenfalls aufzeigen, dass eine mentale Stressantwort mit den HRV-Parametern korrelierten. Mit abnehmender Stressbelastung konnte eine Reduktion von LF und eine gleichzeitige Zunahme von HF festgestellt werden. Sie wiesen aber darauf hin, dass eine simultane Verhaltensbeobachtung am Tier selbst unumgänglich ist, um Einflüsse auf das autonome Nervensystem möglichst genau einschätzen zu können. Dem folgten auch Smiet et al. (2014) in ihrer Studie zu verschiedenen Genickpositionen, indem sie neben der HRV und Kortisol auch Verhaltensparameter untersuchten.

Auch für Visser et al. (2002) erwies sich die Analyse von HRV-Parametern als geeignet, um das mentale Temperament von Pferden in neuen und ungewohnten Situationen, alleine und durch vertraute Menschenhand geführt, zu untersuchen. Die HRV war in beiden Fällen vermindert und wies auf eine deutliche Verschiebung des Gleichgewichts des autonomen Nervensystems hin zu einer dominanten sympathischen Aktivität. Das Duschen mit warmen Wasser hingegen bewirkte einen Anstieg der HF und entsprechende Zunahme der parasympathischen Aktivität, das einer Entspannung des Pferdes gleichgesetzt werden kann (Kato, Ohmura et al. 2003).

Verschiedene Trainingsmethoden von bereits eingerittenen Pferden wurden ebenfalls unter Einbeziehen der HRV evaluiert. Dazu gehört auch die unnatürliche Position von Genick und Hals in Hyperflexion, besser bekannt unter dem Begriff „Rollkur“. Obwohl Studien auf negative Auswirkungen durch die Rollkur hinweisen, konnten Becker-Birck et al. (2012) an der Longe und ohne reiterlichen Einfluss keinen Unterschied der HRV in Hyperflexion oder locker ausgebudnen feststellen. Ebenso erging es Zebisch et al. (2014). Dass Dressurpferde nach Reiten mit Rollkur sogar tendenziell weniger akuten Stress im Vergleich zu Freizeitpferden nach Reiten mit Rollkur haben können, war das Ergebnis einer Studie von van Breda (2006). Die Freizeitpferde hatten nach 30 Minuten Arbeit eine geringere HRV als die Dressurpferde. Untersuchtes, falsch verschnalltes Equipment, wie ein zu enger Nasenriemen führte ebenfalls zu einer Verringerung der HRV (Fenner, Yoon et al. 2016).

Auch in der Prognostik findet die HRV Analyse vielfältigen Einsatz. So fanden McConachie (2016) (ähnlich wie schon Malik und Camm (1990) an Menschen) heraus, dass die HRV diagnostische und prognostische Informationen liefern kann, die für die Behandlung von postoperativen Pferden mit schwerer Kolik relevant sind. Pferde mit intraoperativ diagnostizierten ischämischen Strangulationen des kleinen oder großen Colons, Resektionen gefolgt von Anastomosen oder einem alleinigen Dickdarmvolvulus über 360 Grad, wiesen in der Studie verminderte HRV-Parameter auf im Vergleich zu Pferden, in denen keine der oben genannten Diagnosen intraoperativ vorzufinden war. Pferde, die nach dem operativen Eingriff entlassen wurden hatten geringere LF Werte postoperativ, als Pferde, die es aufgrund von Ableben nicht bis zur Entlassung schafften. Konservativ behandelte Kolikpatienten im Vergleich zu chirurgisch versorgten oder euthanasierten Kolikpatienten hatten am ersten Tag Ihres Klinikaufenthaltes ebenfalls einen signifikant kleineren LF-Wert (Faust 2016).

Auch intraoperativ wurde die HRV-Analyse bezüglich Schmerz und Narkoserisikominimierung von Oel et al. (2010) genutzt. Hierzu verglichen sie Pferde, die unter Vollnarkose zusätzlich mit retrobulbärem Block durch ein Lokalanästhetikum und ohne retrobulbären Block enukliert wurden. Sie kamen zu dem Schluss, dass ein retrobulbärer Block eine E nukleation unter Vollnarkose sicherer macht, da er eine Abnahme der Herzfrequenz bis hin zu Bradyarrhythmien durch vagale Stimulation als Folge von Zug auf den Augapfel verhindern kann.

Ob die HRV auch als Parameter für die Schmerzerfassung von Pferden mit Hufrehe geeignet ist, untersuchten Rietmann et al. (2004) und kamen zu dem Ergebnis, dass die LF unter Behandlung mit nichtsteroidalen Antiphlogistika und im Verlauf von sieben Tagen sank, während sich die HF stetig erhöhte. Während ihrer Meinung nach die HRV eine ergänzende Information über die Schmerzbeurteilung liefern kann, sind Halmer et al. (2014) nach ihrer Studie der Meinung, dass die Verwendung der HRV als klinischer Parameter zur Einschätzung

des Verlaufs einer Hufrehe nicht begründet ist. Stattdessen verweisen sie auf die Ermittlung der Herzfrequenz zur Analyse der Schmerzbeurteilung.

Kurzzeitige Schmerzstimuli wie das Brennen oder das Implantieren eines Mikrochips zeigten nur vorübergehende Erhöhungen der HRV (Erber, Wulf et al. 2012).

2.5 Verhalten

Nach Bohnet (2007) sind Befindlichkeiten wie Gefühle und Emotionen sowohl bei Tieren als auch bei Menschen wissenschaftlich nur schwer objektiv erfassbar. Hilfsmittel zur Beurteilung von Befindlichkeiten sind neben der Messung physiologischer Parameter auch die Analyse des Ausdrucksverhaltens eines Individuums unter Berücksichtigung des Kontextbezugs. Besonders ausgeprägt sind Mimik und Gestik bei Säugetieren, die in festen, permanenten Sozialverbänden leben. Auch Pferde verfügen über ein differenziertes Ausdrucksverhalten, das vom Menschen beobachtet und analysiert werden kann. Die Horse Grimace Scale, eine Validierung einer standardisierten Schmerzskala basierend auf Gesichtsausdrücken bei Pferden, konnte beispielsweise eine effektive und zuverlässige Methode zur Beurteilung von Schmerzen nach routinemäßiger Kastration ermöglichen (Dalla Costa, Minero et al. 2014). Es konnte außerdem gezeigt werden, dass in Belastungssituationen, die von Pferden gezeigten Mimik und Körperhaltungen mit den entsprechenden physiologischen Reaktionen korrelieren. Das Ausdrucksverhalten eignet sich daher durchaus, um Befindlichkeiten bei Pferden situationsabhängig zu bewerten.

Nach den „Richtlinien Reiten und Fahren“ der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (1994) sind Merkmale für ein physisch und psychisch Entspanntes „losgelassenes“ Pferd unter dem Reiter ein geschlossenes, tätiges (kauendes) Maul, ein zufriedener Gesichtsausdruck (Auge und Ohrenspiel), sowie ein getragener, mit der Bewegung pendelnder Schweif. Das Abschnauben gilt als Anzeichen dafür, dass ein Pferd sich auch innerlich entspannt. Smiet et al. (2014) nutzten in ihrer Studie Ohrenspiel, nach vorn gespitzte Ohren, Spielen und Kauen auf dem Gebiss als wünschenswerte Verhaltenselemente.

Zu eng verschnallte Nasenriemen behindern beispielsweise ein tätig kauendes Maul nachweislich (Fenner, Yoon et al. 2016) und Pferde, die mit Gebiss geritten wurden zeigten im Vergleich zu Pferden, die gebisslos geritten wurden, vermehrtes Schweifschlagen und Öffnen des Mauls (Quick und Warren-Smith 2009).

In einer Studie von Caanitz (1996) zeigte sich unter anderem, dass eine Korrelation zwischen dem Schweifschlagen und der Kopfhaltung mit der Stirnlinie „hinter der Senkrechten“ besteht. Ähnliche Verhaltensweisen, die ein mangelndes Wohlbefinden im Zusammenhang mit dem Reiten der Stirn-Nasenlinie hinter der Senkrechten ausdrücken, wurden auch von Kienapfel (2011) bestätigt. Für eine Abwehrreaktion des Pferdes gegen seinen Reiter sprechen nach Meinung der Autoren außerdem eine Ohrenstellung nach hinten oder zur Seite, Kopf- und Halsschlagen, gegen den Zügel zu gehen, sichtbare Zähne, ein aufgerissenes Maul und heftiges Zähneknirschen. Diese können Resultat eines einzelnen Ursprungs sein, aber auch auf allgemeiner Nervosität oder Unwohlsein aufbauen. Isoliert für sich betrachtet beweist allerdings nicht jede Verhaltensweise Unzufriedenheit. So können ungewöhnliche Verhaltensweisen auch aus Langeweile oder Spiel entstehen oder das Schweifschlagen eine Reaktion auf eine Fliege sein (Kienapfel 2011). Erst alle auffällige Verhaltensweisen eines Pferdes im Gesamten betrachtet, drücken Missfallen, Unbehagen oder Unwohlsein aus.

Eine fehlende Abwehrreaktion oder auffällige Verhaltensweise auf eine bestimmte Situation, bedeutet aber nicht zwangsläufig, dass kein Unbehagen vorliegt. Bei der erlernten Hilflosigkeit verhalten sich die Tiere passiv, resignativ einer Situation gegenüber (Caanitz 1996). Dieses Phänomen wurde auch von Seligman (1971) beschrieben, der in Experimenten an Hunden nachweisen konnte, dass diese in Situationen, auf die sie keinen Einfluss hatten, ein resigniertes und apathisches Verhalten zeigten.

Eine Abwehrreaktion wie das Schweifschlagen kann auch aus Angst oder Schmerz vor oder durch Hilfsmittel wie Gerte und Sporen resultieren (Zeitler-Feicht 2008).

Im Tierschutzgesetz (TierSchG) §1 werden neben den Schmerzen auch Leiden erwähnt. Das nicht schmerzbedingte Leiden stellt neben den Schmerzen damit auch eine Form der Belastung dar. Folgend ist es eine Abweichung vom Zustand des Wohlbefindens, die sich im Verhalten äußern kann und muss beim Pferd als Bewegungs- und Fluchttier berücksichtigt werden. Nach TierSchG § 3.1 ist es außerdem verboten, einem Tier, außer in Notfällen, Leistungen abzuverlangen, denen es wegen seines Zustandes offensichtlich nicht gewachsen ist oder die offensichtlich seine Kräfte übersteigt. Und es ist verboten, an einem Tier im Training oder bei sportlichen Wettkämpfen oder ähnlichen Veranstaltungen Maßnahmen anzuwenden, die mit erheblichen Schmerzen, Leiden oder Schäden verbunden sind und die die Leistungsfähigkeit von Tieren beeinflussen können (§ 3.1 b).

3 Material und Methode

Die praktischen Untersuchungen wurden im Zeitraum zwischen September 2014 und September 2015 in Berlin, Brandenburg und Nordrhein Westfalen durchgeführt.

3.1 Fragebögen

Im Vorfeld der Studie wurden deutschlandweit Fragebögen an beim Direktorium für Vollblutzucht und Rennen e.V. (DRV) registrierte Trainer von Galoppfern (n=153) versandt, die anonymisiert zurückgeschickt werden konnten und ausgewertet wurden. Der DRV wies die Trainer ebenfalls auf die Fragebögen hin und bat um rege Teilnahme. Neun Fragebögen gingen außerdem während der Datenerhebung an anwesende Trainer von Trabern.

3.1.1 Inhaltliche Gestaltung der Fragebögen

Im Fragebogen wurde zunächst nach dem trainierten Pferdmaterial (Rasse, Anzahl und Altersklassen, Teilnahme an nationalen und internationalen Rennen und Jahresgewinnsummen) und den Trainingsbedingungen gefragt.

Ein weiterer Teil der Fragen thematisierte die Anzahl der trainierten Pferde in verschiedenen Altersklassen, die im Training und im Rennen mit Zungenband liefen. Außerdem die Gründe des persönlichen Einsatzes von Zungenbändern, die tatsächlichen Veränderungen im Training und im Rennen und die Einschätzungen der Leistungsveränderungen durch den Zungenbandeinsatz, sowie dem Material, der durchschnittlichen Fixationszeit und der Befestigungsart der Zungenbänder.

Des Weiteren wurde neben dem Zungenband nach weiterem Equipment und der Einschätzung der Wirkungsweise gefragt.

Darüber hinaus wurde zum Schluss nach der Art und Häufigkeit der Probleme gefragt, die im Zusammenhang mit dem Zungenbandeinsatz auftraten. Damit gemeint waren zum Beispiel Verletzungen der Zunge, Verfärbungen, Lähmungen bis hin zu Zungenbeinfrakturen.

3.2 Pferde

Unabhängig von der Versendung der Fragebögen, wurden 30 Traber und 29 Galopper unterschiedlichen Alters und Geschlechts mit unterschiedlichem Trainingsstand untersucht. Die Pferde kamen aus dem Bereich des Trab- oder Galopprennsports und wurden aktiv im Rennsport eingesetzt. Alle Pferde zeigten nach Aussage der Trainer eine Leistungsinsuffizienz, einige auch ein Atemgeräusch unter Belastung. Um eine mögliche Erkrankung der oberen Atemwege und einen potentiellen therapeutischen Effekt von angelegten Zungenbändern auf Stenosen der oberen Atemwege zu untersuchen, wurden die Pferde daraufhin endoskopiert und aufgrund der vorher berichtlichen Leistungsinsuffizienz Blutbilder erstellt. Die Ergebnisse der Blutbilder wurden den Trainern und Besitzern zur Verfügung gestellt und zur Auswertung der Stressparameter für die vorliegende Studie weiter

ausgewertet. Somit wurden die Proben aufgrund einer medizinischen Indikation genommen und zur weiteren Untersuchung der Stressparameter für die vorliegende Studie genutzt. Es handelte sich somit nicht um einen anzeige- oder genehmigungspflichtigen Tierversuch. Dabei wurden Pferde, denen das Zungenband bekannt war, genauso untersucht wie Pferde, die vorher noch nie ein Zungenband angelegt bekommen hatten. Das Training der Galopper folgte einem festen Trainings- und Startplan, der es nicht möglich machte alle teilnehmenden Galopper zum gleichen Zeitpunkt erneut zu untersuchen. Aus diesen Gründen wurde bei den Galoppfern auf eine Untersuchung während einer Trainingseinheit ohne Zungenband verzichtet. Einflussfaktoren wie Alter, Geschlecht, Bekanntheit von Zungenbändern, Zungenbandmaterial wurden genauestens dokumentiert.

3.3 Studiendesign

3.3.1 Traber

Jeder Traber wurde zu zwei unterschiedlichen Trainingseinheiten, einmal mit und einmal ohne Zungenband zu gleicher Tageszeit untersucht (Abb. 4).

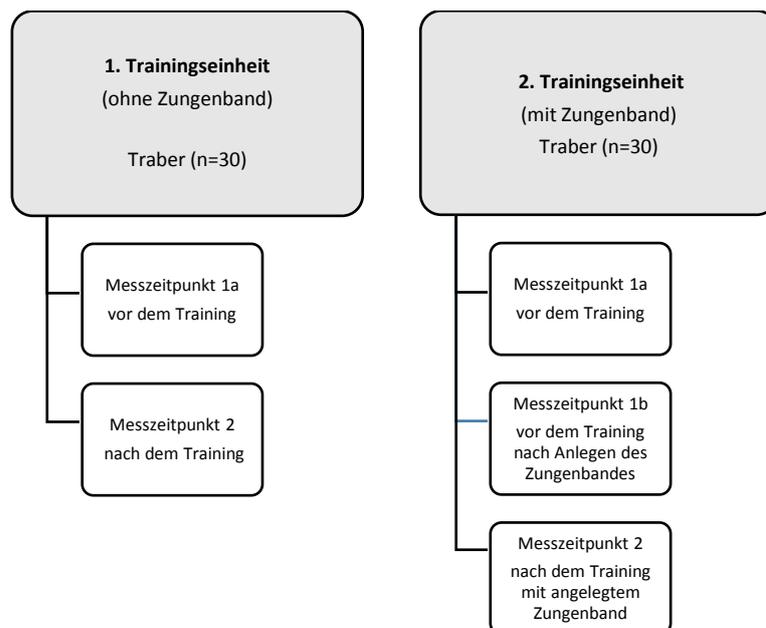


Abb. 4: Untersuchungsablauf Traber

Es erfolgte an jedem der zwei Tage eine Allgemeinuntersuchung vor dem Training in Ruhe in der Box. Anschließend wurden die Pferde für das Training vorbereitet und im gleichen Zug das EKG angebracht und belassen. Die Fahrer bekamen ein mit dem EKG per Bluetooth gekoppeltes Handy zum Training an ihrem Arm mit, sodass eine permanente Aufzeichnung gewährleistet war.

Entsprechend dem Untersuchungstag wurde vor der Belastung ein- (Messzeitpunkt (MZP) 1a) bzw. zweimal (MZP 1b) Blut aus der Jugularvene entnommen und dann an beiden Untersuchungstagen unmittelbar nach der Belastung (MZP 2) (siehe Abb. 4). Dieses Blut wurde bei den Trabern wie auch bei den Galoppfern zur Diagnostik der vorgeschichtlichen

Leistungsinsuffizienz entnommen und der Verlauf des Laktates unter Belastung ausgewertet, um einen mangelhaften Trainingszustand als Ursache der Leistungsinsuffizienz auszuschließen und eine vergleichbare Belastung der Tiere mit und ohne Applikation des Zungenbandes zu dokumentieren. Anschließend wurde das restliche Blut für die Studie wissenschaftlich weiterverwendet.

Der Zeitpunkt des Anlegens des Zungenbandes wurde genauestens dokumentiert. Da die Pferde nicht alle dem gleichen Trainer unterstanden, fanden die Bewegungseinheiten mit kleinen Abweichungen statt, die dokumentiert wurden. Grundsätzlich erfolgte die Bewegungseinheit jedoch erst mit dem Warmfahren im Trab, gefolgt von einer Phase des Joggens (langsamer Trab), dann wurde ein Heat (schneller Trab) gefahren und die Pferde zum Schluss ausgefahren. Damit wurde garantiert, dass alle Pferde einer ähnlichen Trainingssituation ausgesetzt waren. Auch die Ausrüstung der Pferde war individuell angepasst. Gefahren wurden die Trainingsstrecken von den Trainern oder von anderen Fahrern aus dem jeweiligen Stall.

3.3.2 Galopper

Die Galopper wurden alle im Zuge einer Trainingseinheit mit Zungenband untersucht (Abb. 5).

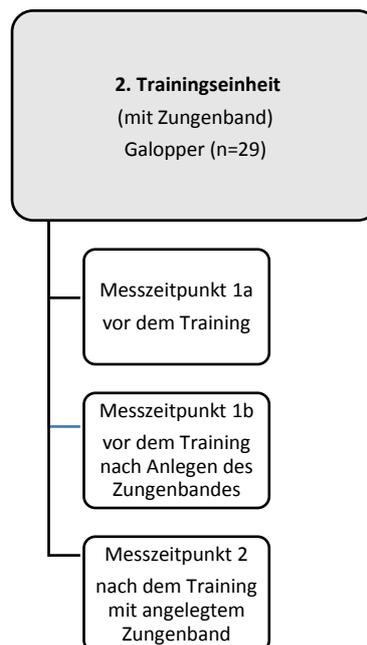


Abb. 5: Untersuchungsablauf Galopper

Es erfolgte an jedem Tag eine Allgemeinuntersuchung vor dem Training in Ruhe in der Box. Anschließend wurden die Pferde für das Training vorbereitet und im gleichen Zug das EKG angebracht und belassen. Die Reiter bekamen ein mit dem EKG per Bluetooth gekoppeltes Handy zum Training an ihrem Arm mit, sodass eine permanente Aufzeichnung gewährleistet war.

Es wurde vor der Belastung ein- (MZP 1a, ohne Zungenband) bzw. zweimal (MZP 1b, nach Anlegen des Zungenbandes) Blut aus der Jugularvene entnommen und dann unmittelbar nach der Belastung mit Zungenband (MZP 2). Der Zeitpunkt des Anlegens des Zungenbandes wurde genauestens dokumentiert. Da die Pferde nicht alle dem gleichen Trainer unterlagen, fanden die Bewegungseinheiten mit kleinen Abweichungen statt. Grundsätzlich erfolgte die Bewegungseinheit jedoch erst mit dem Warmtraben, gefolgt von einer Phase des Canterns und einer kurzen Strecke im Renntempo (Abb. 6). Zum Schluss wurden die Pferde auslaufen gelassen, sukzessive im Trab und dann im Schritt. Damit wurde garantiert, dass alle Pferde einer ähnlichen Trainingssituation ausgesetzt waren. Geritten wurden die Trainingsstrecken von den Trainern oder von anderen Reitern aus dem jeweiligen Stall.



Abb. 6: Galopper während der Trainingseinheit

3.4 Blutparameter

Vor jeder Trainingseinheit wurden den Pferden in Ruhe Blut nach Hautdesinfektion mit sterilisierten Alkoholtupfern durch eine sterile Einmalkanüle (Sterican®, Fa. Braun, 18 G x 1 ½, 1,20x 40mm) aus der V. jugularis externa abgenommen (MZP 1a) und unmittelbar nach Entnahme in Serum- bzw. Fluoridröhrchen umgefüllt. Genauso verhielt es sich mit den Proben MZP 1b und MZP 2.

Bei Untersuchungen in unmittelbarer Umgebung des Labors der Pferdeklinik der Freien Universität Berlin wurden die Serumröhrchen und die Fluoridröhrchen sofort auf Eis gelegt. Im

Labor der Pferdeklunik der Freien Universität Berlin wurden dann aus den Fluoridröhrchen mit dem Blutgasanalysegerät (cobas b 123, Fa. Roche) die Laktat- und Glukosewerte ermittelt und die Serumröhrchen bei 3800 U/min für 15 Minuten zentrifugiert und das Serum dann in 500µl-Aliquots in EppendorfgefäÙe umpipettiert und bis zur Auswertung eingefroren verwahrt.

Bei Untersuchungen auÙerhalb der Reichweite des Labors der Pferdeklunik der Freien Universität Berlin kam zur Bestimmung der Laktat- und Glukosekonzentrationen ein mobiles Gerät der Firma Alere zum Einsatz, damit die sensiblen Parameter keinen weiteren längeren Transport überstehen mussten, der eine Verfälschung der Ergebnisse zur Folge hätte haben können. Die Serumröhrchen wurden noch vor Ort für 15 Minuten bei 3800 U/min zentrifugiert (Catellani Centrifuga 6000) und das Serum abpipettiert.

3.4.1 Serumkortisol

Zur Bestimmung des Serumkortisols wurde venöses Blut entnommen und unverzüglich in Serumröhrchen verbracht. Die Serumröhrchen wurden nach dem gekühlten Transport in die Klinik bei 3800 U/min für 15 Minuten zentrifugiert und das Serum dann in 500µl-Aliquots in EppendorfgefäÙe umpipettiert und bis zur Auswertung eingefroren verwahrt. Die Untersuchung der Serumkortisolwerte erfolgte in jedem Fall mittels eines Enzyme-linked Immunosorbent Assay, einem antikörperbasierten Nachweisverfahren, durch das Veterinär-Physiologisch-Chemische Institut in Leipzig.

3.4.2 Glukose und Laktat

Bei Untersuchungen der Glukose- und Laktatwerte kam bei den Trabern das stationäre Blutanalysegerät cobas b 123 der Firma Roche im Labor der Klinik für Pferde zum Einsatz, während bei den Galoppieren aufgrund der Entfernung zur Klinik ein mobiles Gerät der Firma Alere zur Verfügung stand. Zur Messung von Glukose und Laktat am mobilen Blutgasmessgerät wurde unmittelbar nach Entnahme ein Tropfen Blut aus einer Blutgasspritze auf eine, in das Messgerät epoc Reader gesteckte Testkarte aufgetragen und der Reader aktiviert.

3.5 Analyse der Herzfrequenzvariabilität

Es wurden an allen Untersuchungstagen digitale Elektrokardiogramme (EKG) erstellt, die mit einem Telemetrie-EKG (Televet 100, Fa. Engel Engineering Services GmbH) aufgenommen wurden. Diese Untersuchung fand ebenfalls aufgrund der vorberichtlichen Leistungsinsuffizienz der Pferde statt, um pathologische Arrhythmien unter oder nach Belastung abzuklären. Die Daten wurden außerdem wissenschaftlich ausgewertet zur Analyse der Herzfrequenzvariabilität. Zur Ermittlung der Ruhe-Herzfrequenz wurde von jedem Pferd vor der Bewegungseinheit vor und nach Anlegen des Zungenbandes ein Ruhe-EKG mit dem transportablen EKG-Gerät angefertigt, sowie an allen Untersuchungstagen eine EKG-Sequenz nach der Belastungsphase aufgezeichnet, zur Analyse der HRV.

Dazu wurden den Pferden dazugehörige Klebeelektroden an der linken Thoraxwand ca. 30 cm distal der Oberlinie des Rückens (rot) und die Neutralelektrode (schwarz) circa 10 cm distal davon, sowie an der rechten Thoraxwand eine Elektrode circa 30 cm distal der Oberlinie des Rückens (gelb) und eine Elektrode (grün) zwei bis drei cm lateral vom Sternum angebracht (Abb. 7).



Abb. 7: Anbringungslokalisationen der Klebeelektroden für das EKG

Fixiert wurden die Elektroden einerseits durch das verwendete Geschirr bzw. den Sattel und dem dazugehörigen Gurt. Die Daten wurden dann über Bluetooth auf ein Handy (Samsung Galaxy 4) übertragen, das dem jeweiligen Fahrer zum Training übergeben wurde und dort gespeichert. Startzeitpunkte der EKG-Sequenzen je nach Messzeitpunkt wurden im Untersuchungsbogen notiert. Das während der gesamten Trainingseinheit aufgenommene EKG wurde im Anschluss in die zwei bzw. drei verschiedenen Messsequenzen unterteilt und ausgewertet. Damit war es möglich die Herzfrequenzvariabilität zum Zeitpunkt vor dem Training ohne angelegtes Zungenband, unmittelbar nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit bzw. ohne Zungenband (je nach Trainingseinheit) zu bestimmen. Zur Analyse am Computer wurde eine spezielle Software (Televet 100 – Software Version 5.1.2, Fa. Engel Engineering Service GmbH, Offenbach, Germany) verwendet. Die durch das EKG gewonnenen Daten wurden als Ausgangslage mit der Televet-Software (Televet 100 – Software Version 5.1.2) und nachfolgender visueller Kontrolle in Abschnitten zu txt-Dateien umgewandelt, die die RR-Intervalle unter Angabe der Abstände in Millisekunden darstellen. Die zeit- und frequenzbezogene Analyse der HRV erfolgte dann am Computer mittels einer HRV- Software der Firma Kubios. Mit Hilfe derer ist es möglich, die Aktivität des autonomen Nervensystems bzw. die sympathische und parasympathische Aktivität zu beurteilen. Die für das Pferd speziell ermittelten Grenzen zwischen niedrigen und hohen Frequenzanteilen, die sogenannten LF- und HF-Komponenten, wurden im Programm berücksichtigt. Für LF: 0,01-0,07 Hz und für HF 0,07 – 0,6 Hz (Kuwahara, Hashimoto et al. 1996). Als erstes erfolgte eine Interpolation (zu gegebenen diskreten Daten (z. B. Messwerten) soll eine stetige Funktion (die sogenannte Interpolante oder Interpolierende) gefunden werden, die diese Daten abbildet) der RR-Intervalle und eine Fast-Fourier-Transformation (FFT), um die

Frequenzbereichsparameter ermitteln zu können. Die FFT ist ein mathematisches Verfahren, das zeitbezogene in frequenzbezogene Daten umwandelt. Hierbei werden die RR-Intervalle als Summe von Sinusschwankungen unterschiedlicher Frequenz dargestellt und daraus schließlich ein Leistungsspektrum gebildet, das sogenannte Power Spectrum. Den sympathischen und parasympathischen Anteilen des autonomen Nervensystems werden verschiedene Komponenten des erhaltenen Frequenzbereichs zugesprochen. Bei den vorliegenden Untersuchungen wurde das mittlere RR-Intervall als zeitbezogener Parameter verwendet und die LF-Leistung, die HF-Leistung und das Verhältnis von LF/HF als frequenzbezogene Parameter. Dabei gibt das Verhältnis von LF/HF die sympathovagale Balance wieder und LF und HF wurden in ms^2 , in Prozent und n.u. ausgewertet.

3.6 Verhaltensbeobachtung

Zur Dokumentation äußerlich erkennbarer Akzeptanz und Verhaltensmustern wurde ein Beobachtungsbogen an den Tagen der Trainingseinheit mit Zungenband durch einen tierärztlichen Beobachter ausgefüllt. Dieser hielt fest, ob sich das Pferd beim Anlegen des Zungenbandes von selbst anbot, welches Abwehrverhalten gezeigt wurde und in welchem Ausmaß dieses in Erscheinung trat. Außerdem dokumentierte er, ob das Pferd die Veränderungen im Verhalten auch während des Trainings zeigte. Die beobachteten Parameter waren zum Beispiel angespannte Augenmuskulatur/Mimik, Schweifschlagen, generelle Anspannung, Ohrenspiel, Kopfschlagen und Steigen. Als geringgradige Abwehrreaktion galt ein leichtes Wegziehen des Kopfes, ein- bis zweimaliges Schweifschlagen und verändertes Ohrenspiel. Mittelgradiges Ausmaß hatte die Abwehrreaktion, wenn der Kopf vehement weggezogen wurde, der Schweif mehr als zweimal geschlagen wurde und das Ohrenspiel deutlich verändert war. Kopfschlagen, Steigen und maximal angelegte Ohren wurden als hochgradige Abwehr festgehalten.

3.7 Hypothese

Die Pferde aus der Gruppe der Traber zeigen nach einer Trainingseinheit mit Zungenband signifikant höhere Stressparameter und veränderte Herzfrequenzvariabilitäten als nach einer Trainingseinheit ohne Zungenband. Die Pferde aus der Gruppe der Traber und der Gruppe der Galopper zeigen vor Beginn der Trainingseinheit, aber nach Anlegen des Zungenbandes signifikant höhere Stressparameter und veränderte Herzfrequenzvariabilitäten als vor Beginn der Trainingseinheit noch ohne angelegtes Zungenband. Ebenso verhält es sich beim Vergleich der Stressparameter und Herzfrequenzvariabilitäten vor der Trainingseinheit mit angelegtem Zungenband und nach darauffolgender Trainingseinheit. Über den Verlauf hinweg zeigen sowohl Pferde aus der Gruppe der Traber als auch die Pferde aus der Gruppe der Galopper einen Anstieg der Stressparameter und eine Veränderung der Herzfrequenzvariabilitäten. Bekanntheitsgrad des Zungenbandes, Alter, Geschlecht und Trainer haben einen Einfluss auf Stressparameter und Herzfrequenzvariabilitäten

3.7.1 Statistische Auswertung der Daten

Die statistische Auswertung erfolgte mit dem Computerstatistikprogramm SPSS. Die statistische Analyse erfolgte mit Hilfe von PD Dr. med. vet. habil. Roswita Merle vom Institut für Veterinär-Epidemiologie und Biometrie der Freien Universität Berlin.

Zunächst wurden die Daten der Traber und Galopper mit Hilfe des Kolmogorow-Smirnov-Test auf Normalverteilung geprüft. Anschließend erfolgte eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholungen (ANOVA) zur Überprüfung, ob es zu verschiedenen Messzeitpunkten, d.h. vor dem Training ohne angelegtes Zungenband, nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit angelegtem Zungenband während der zweiten Trainingseinheit signifikante Unterschiede innerhalb der Gruppe der Traber und der Gruppe der Galopper gab. In der Gruppe der Traber wurde damit ebenfalls überprüft, ob es vor und nach dem Training zu zwei verschiedenen Trainingseinheiten (einmal mit und einmal ohne Zungenband) signifikante Unterschiede gab.

Anschließend erfolgte eine einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA) zur Ermittlung möglicher Einflussgrößen auf die Stressparameter im Blut und der Herzfrequenzvariabilitäten.

Zum Schluss lieferte der T-Test für unabhängige Stichproben noch Aussagen darüber, zwischen welchen Gruppen ein signifikanter Unterschied über den gesamten Messverlauf bestand und ein möglicher Zusammenhang zwischen zwei kategorialen Variablen konnte ermittelt werden. Dafür wurde der Chi-Quadrat-Test nach Pearson angewandt.

Folgende statistische Signifikanzgrenze wurde dabei festgelegt:

Irrtumswahrscheinlichkeit $p \leq 0,05$, wobei galt:

- Nicht signifikant ($p > 0,05$)
- Signifikant ($p \leq 0,05$)
- Hoch signifikant ($p \leq 0,01$)
- Höchst signifikant ($p \leq 0,001$)

Für alle in der praktischen Studie ermittelten Ergebnisse wurden der durchschnittliche Mittelwert und die Standardabweichung berechnet.

Bei der statistischen Auswertung der Fragebögen der Trainer wurde das Vorgehen dadurch bestimmt die Verbreitung zu ermitteln und einen möglichen Zusammenhang zwischen zwei kategorialen Variablen herauszufinden. Dafür wurden Summen gebildet und der Chi-Quadrat-Test nach Pearson angewendet.

Die graphische Darstellung der Daten erfolgte mit Microsoft Excel, SPSS und Word.

4 Ergebnisse

4.1 Ergebnisse der Fragebögen

4.1.1 Resonanz auf die Fragebögen

Insgesamt wurden 153 Fragebögen an beim DRV registrierte Trainer für Galopper versandt. Diese wurden anonym ausgefüllt und an die Klinik für Pferde der FU Berlin zurückgeschickt. 49 Galopper-Trainer gingen dieser Bitte, die auch vom Verband weitergetragen wurde, nach und füllten je einen Fragebogen aus. Davon waren 16 Fragebögen nicht vollständig ausgefüllt. Bei den Traber-Trainern nahmen neun Trainer an der Fragebogenstudie teil. Dabei handelte es sich um ein 100%iges Feedback der Trainer, die darum gebeten wurden. Insgesamt gingen somit 58 Fragebögen in die Auswertung ein. Nicht alle Pferde, die in den Fragebögen erwähnt wurden, nahmen auch an der Studie teil.

4.1.2 Allgemeine Angaben zu den Pferden

Die Trainer trainierten insgesamt 581 Pferde (499 Galopper, 82 Traber). Die Verteilung beider Rassen auf die verschiedenen Altersklassen zeigt sich in der Abbildung 8. Von den trainierten Pferden nahmen 378 Pferde an nationalen Rennen und 133 Pferde an internationalen Rennen teil. Dabei erwirtschafteten 174 Pferde bis zu 5.000 € Jahresgewinnsumme, 146 Pferde zwischen 5.000 und 50.000€ und 16 Pferde sogar zwischen 50.000 und 500.000 €. Eine Korrelation zwischen den Gewinnsummen und dem Zungenbändeinsatz konnte aufgrund der Fragestellung nicht ermittelt werden. Die Trainingssequenzen der Galopper wiesen in 20 % der Fälle eine Distanz von 1000m, in 39 % der Fälle 1000 bis 1500m, in 16% der Fälle 1500 bis 2000m und in 25 % der Fälle ≥ 2000 m auf. Unter einer Distanz von 1000 m wurde kein Galopper trainiert. Die Traber wurden zu 89 % mit einem Heat im Training gefahren, zu 10% mit zwei Heats und zu 1% mit drei Heats.

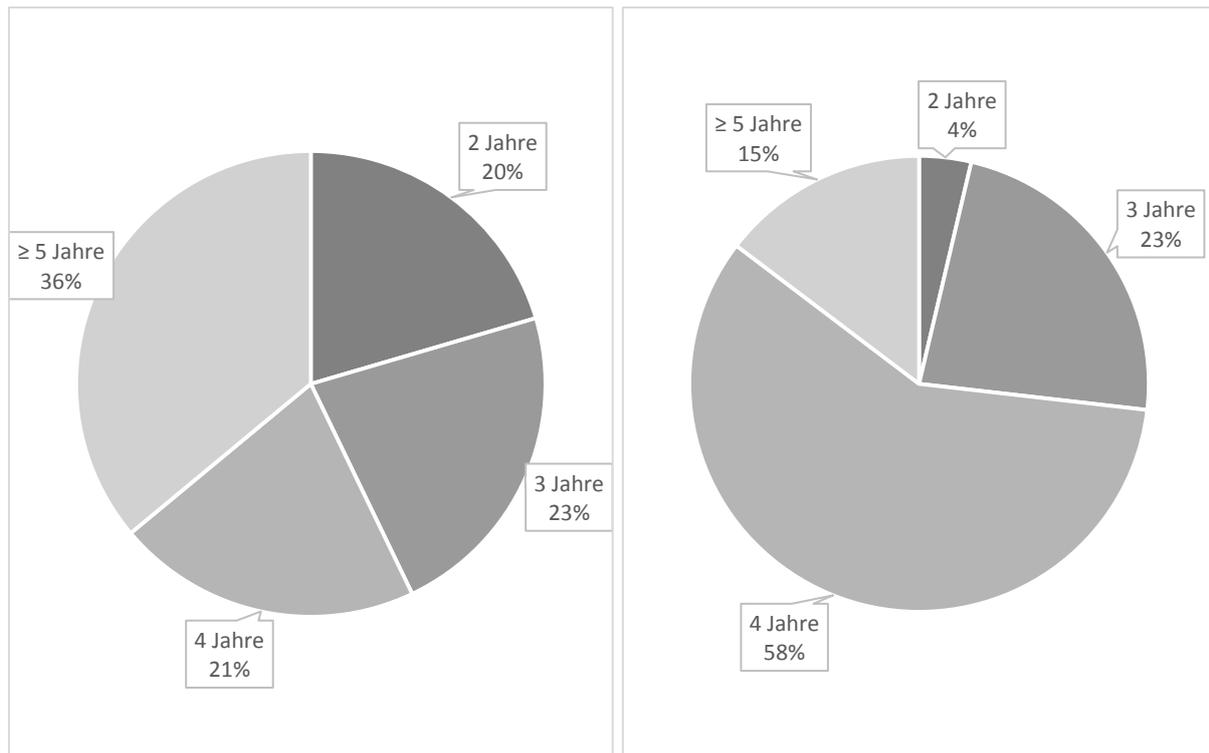


Abb. 8: links: prozentuale Verteilung der Altersklassen bei Galoppfern

rechts: prozentuale Verteilung der Altersklassen bei Trabern

4.1.3 Angaben zum Zungenbändeinsatz

Von den 581 trainierten Pferden bekamen 17,2 % (n=100) ein Zungenband während des Trainings und 19,3 % (n=112) während des Rennens angelegt. Der Einsatz von Zungenbändern im Training und während des Rennens variierte innerhalb der Situationen des Trainings und der des Rennens und innerhalb der verschiedenen Altersklassen. So wurde während des Rennens bei den Zwei- und Vierjährigen tendenziell häufiger zum Zungenband gegriffen als im Training und auch mit steigendem Alter der Pferde. Bei den Pferden, die fünf Jahre und älter waren, nahm der Zungenbändeinsatz wieder geringfügig ab (Abb. 9).

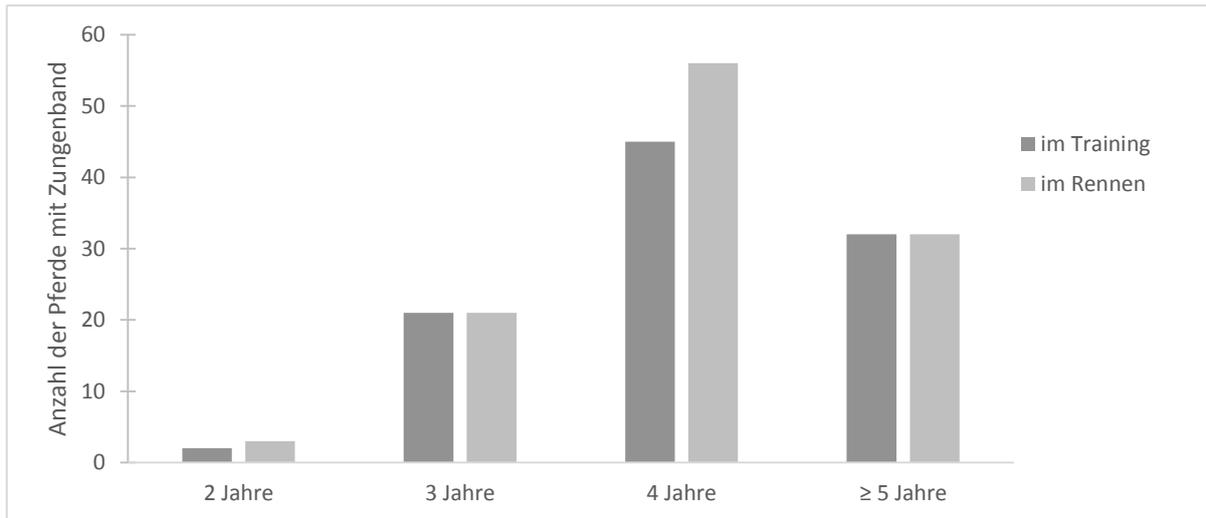


Abb. 9: Anzahl der 581 Pferde, die im Training (blau) und während des Rennens (orange) ein Zungenband angelegt bekommen haben

Betrachtete man Galopper und Traber voneinander getrennt, überwog der Zungenbandeinsatz im Training bei den drei- (76 %) und vierjährigen (87 %) Trabern im Verhältnis zu den Galoppfern der gleichen Altersklassen. Hier bekamen nur 24% der dreijährigen Galopper und 13 % der Vierjährigen ein Zungenband während des Trainings angelegt. Das Verhältnis kehrte sich bei den über Fünfjährigen um. In dieser Altersklasse waren es mit 38% weniger Traber als Galopper (62 %), die im Training mit Zungenband liefen (Abb. 10)



Abb. 10: Zungenbandeinsatz im prozentualen Vergleich während des Trainings bei Trabern (n=68) und Galoppfern (n=32)

Auch während des Rennens dominierte der Zungenbandeinsatz bei den drei- (62%) und vierjährigen (70%) Trabern gegenüber den Galoppnern der gleichen Altersklassen, aber weniger stark als während des Trainings. Das umgekehrte Verhältnis bei den über Fünfjährigen zeigte sich auch während des Rennens (Abb. 11).

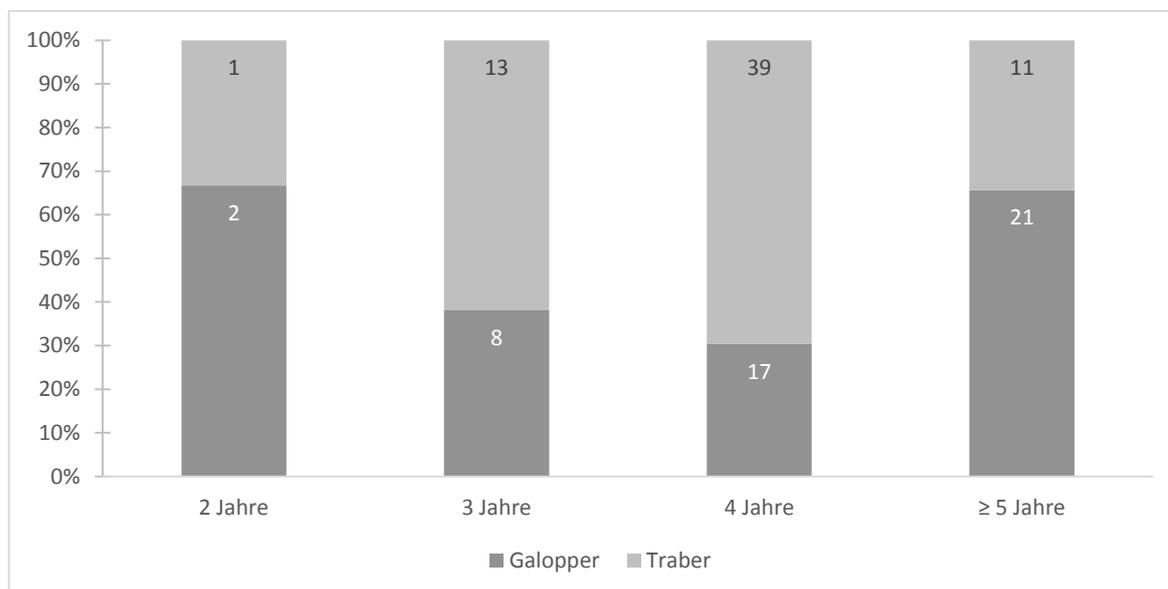


Abb. 11: Zungenbandeinsatz im prozentualen Vergleich während des Rennens bei Trabern (n=54) und Galoppnern (n=48)

4.1.4 Angaben zu Einsatzgründen des Zungenbandeinsatzes

Der Hauptgrund für den Einsatz von Zungenbändern war bei 37 Befragten die Tatsache, dass das Pferd dadurch die Zunge während des Trainings und Rennens nicht mehr über das Gebiss legte. Darauf folgten die Reduktion von Atemgeräuschen (n=24) und eine verbesserte Rittigkeit bzw. Lenkbarkeit bei 21 Befragten. Abbildung 12 ist zu entnehmen, dass die Reduktion sonstiger Atemwegserkrankungen (n=5), bessere Trainings- und Rennzeiten (n=4), schnellere Beruhigung nach Belastung (n=3), der Wunsch es auszuprobieren (n=3), Lungenbluten zu reduzieren (n=2) oder bessere Laborwerte zu erzielen (n=1) eine eher geringere Rolle spielten.

Keiner der Befragten gab an, Zungenbänder auf Wunsch der Besitzer einzusetzen.

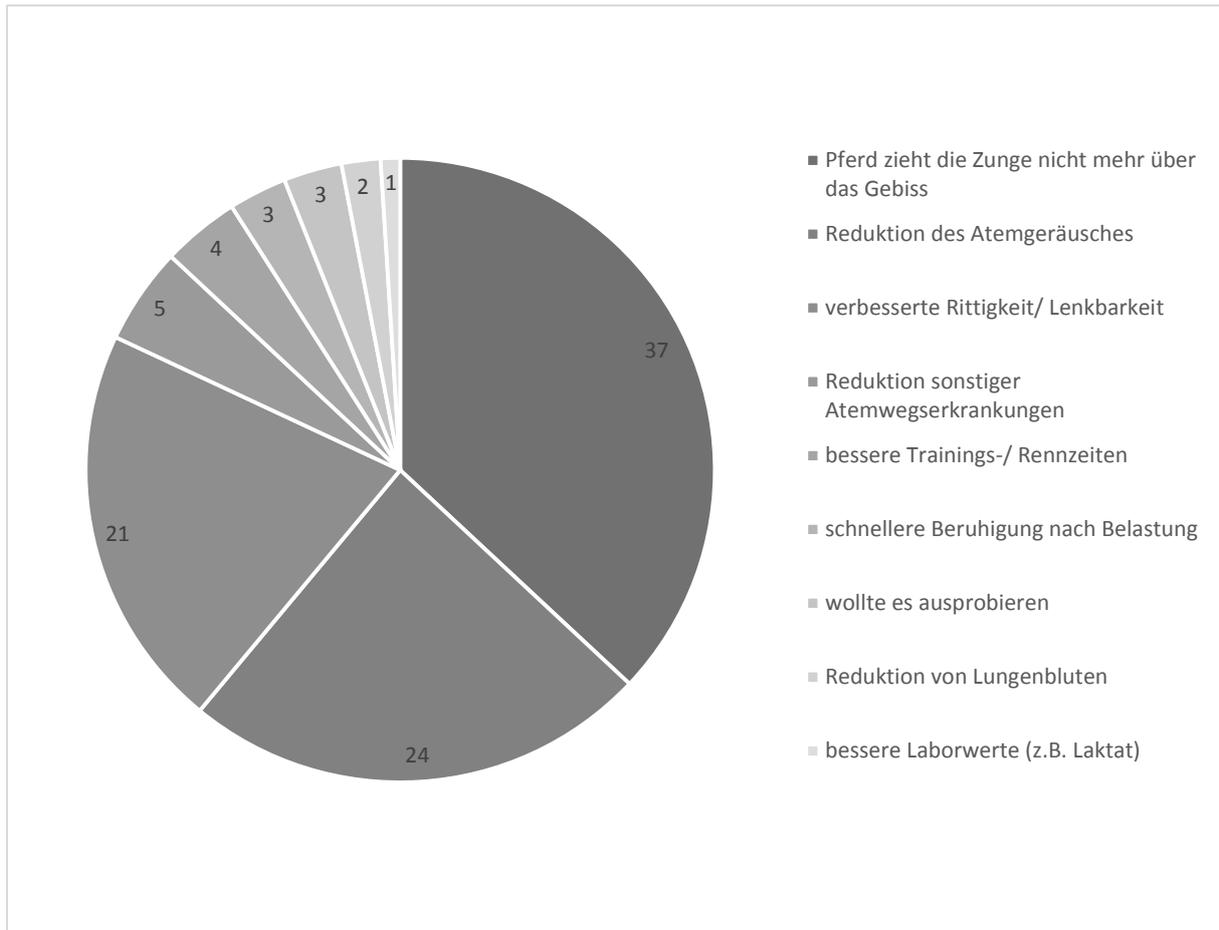


Abb. 12: Einsatzgründe von Zungenbändern von 41 Befragten

4.1.5 Veränderungen durch den Zungenbandeinsatz

Wie auch bei den Einsatzgründen von Zungenbändern, dominierte bei den tatsächlich festgestellten Veränderungen die Tatsache, dass die Pferde die Zunge im Training und während des Rennens nicht mehr über das Gebiss nahmen. So gaben 30 Befragte diese Veränderung als erste festgestellte Veränderung an, gefolgt von einer Reduktion von Atemgeräuschen und verbesserter Rittigkeit bzw. Lenkbarkeit (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Anzahl der Veränderungen durch den Zungenbandeinsatz in der Reihenfolge ihres Auftretens

Veränderungen		Reihenfolge der festgestellten Veränderungen								
		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Pferd zieht die Zunge nicht mehr über das Gebiss	Training	24	6	3	1					
	Rennen	30	2	2						
Reduktion des Atemgeräusches	Training	20	5	2						
	Rennen	15	6	1						
Verbesserte Rittigkeit/ Lenkbarkeit	Training	14	6	3						
	Rennen	13	6	3						
Reduktion sonstiger Atemwegserkrankungen	Training	4		3					1	
	Rennen	3		1		1				1
Bessere Trainings-/ Rennzeiten	Training	2	2	1	2		1			
	Rennen	2			1	1	1			
Schnellere Beruhigung nach Belastung	Training	1		3	1					
	Rennen	2	1	1	1	1				
Bessere Laborwerte	Training	1				1				
	Rennen	1						1		
Reduktion von Lungenbluten	Training	1			2			1		
	Rennen	1			2				1	

4.1.6 Leistungsveränderung durch den Zungenbandeinsatz

Die Mehrheit der Befragten gab an, durch den Einsatz von Zungenbändern eine leichte bis deutliche Leistungsveränderung während des Trainings und im Rennen festzustellen. Gar keine oder gravierende Leistungsverbesserungen kamen deutlich weniger häufig vor. Die Einschätzung, dass es zu einer Leistungsverschlechterung kam, kam nicht vor (Abb. 13).

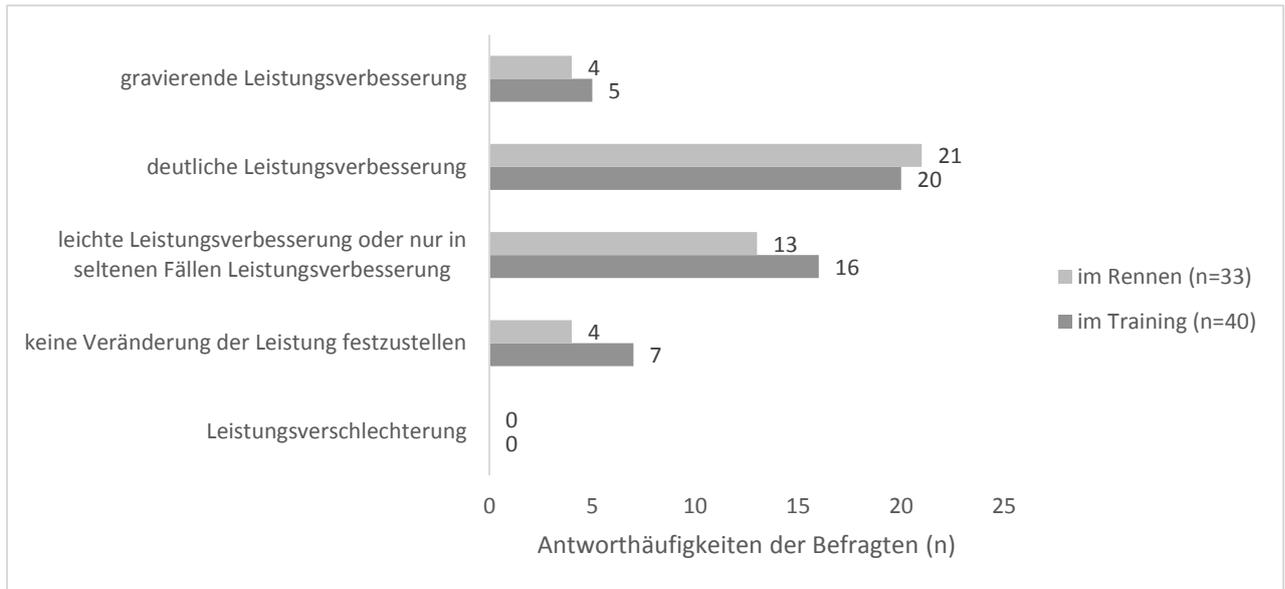


Abb. 13: Einschätzung der mehrheitlichen Leistungsveränderung durch den Einsatz von Zungenbändern im Training und während des Rennens

Betrachtet man die Rassen getrennt voneinander, gab es bei den Trabern nur einen Befragten, der angab, eine gravierende Leistungsveränderung festgestellt zu haben. Die meisten Traber-Trainer stellten in erster Linie eine deutliche Leistungsverbesserung fest und nur wenige eine leichte Leistungsverbesserung. Keiner von ihnen gab an, keine Leistungsveränderung bzw. eine Leistungsverschlechterung festzustellen.

4.1.7 Materialien, Befestigung und Fixationszeit der Zungenbänder

Als Zungenband kamen vier verschiedene Materialien zum Einsatz. In den meisten Fällen (63%) wurde ein dünner elastischer Damenstrumpf aus Nylon verwendet. 20% verwendeten das vom HVT/ Verband offiziell zugelassene Lederzungenband. Baumwollbandagen (6%) und elastische Binden (11%) kamen weniger häufig zum Einsatz (Abb. 14).

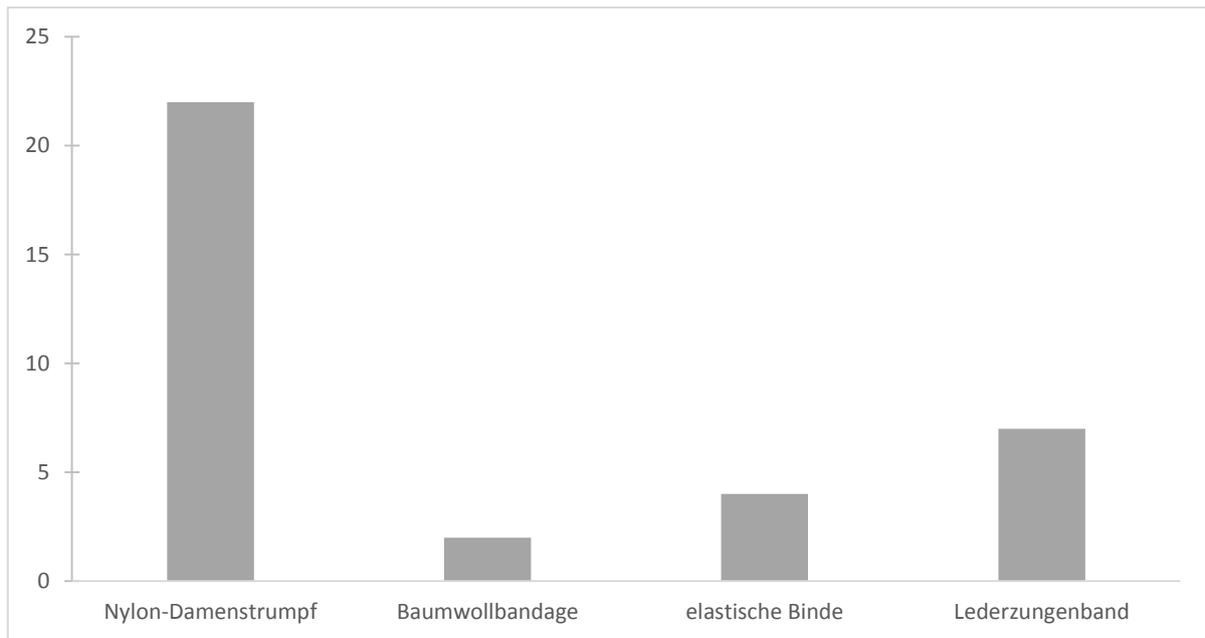


Abb. 14: Materialien, die als Zungenbänder eingesetzt wurden

Mit Ausnahme des Lederzungenbandes, das einen Klettverschluss zum Verschließen am Unterkiefer hat, wurden alle anderen Zungenbandmaterialien ganz unabhängig vom Material auf die gleiche Art und Weise befestigt. Dazu wurde das entsprechende Material zu einer offenen Schlaufe zusammengelegt, die Zunge rostral oder lateral vorverlagert und durch die Schlaufe gelegt. Anschließend wurde die Schlaufe zugezogen und mit einem einfachen Knoten an der Zunge fixiert. Die beiden offenen Enden der Schlaufe wurden zu beiden Seiten über die Diastema nach außen geführt und unter den Unterkieferästen mit einem einfachen Knoten und einer Schleife fixiert. Dabei blieb bei der Mehrheit der Befragten ($n=15$) die Zunge im Schnitt 20 Minuten durch das Zungenband fixiert (Abb. 15).

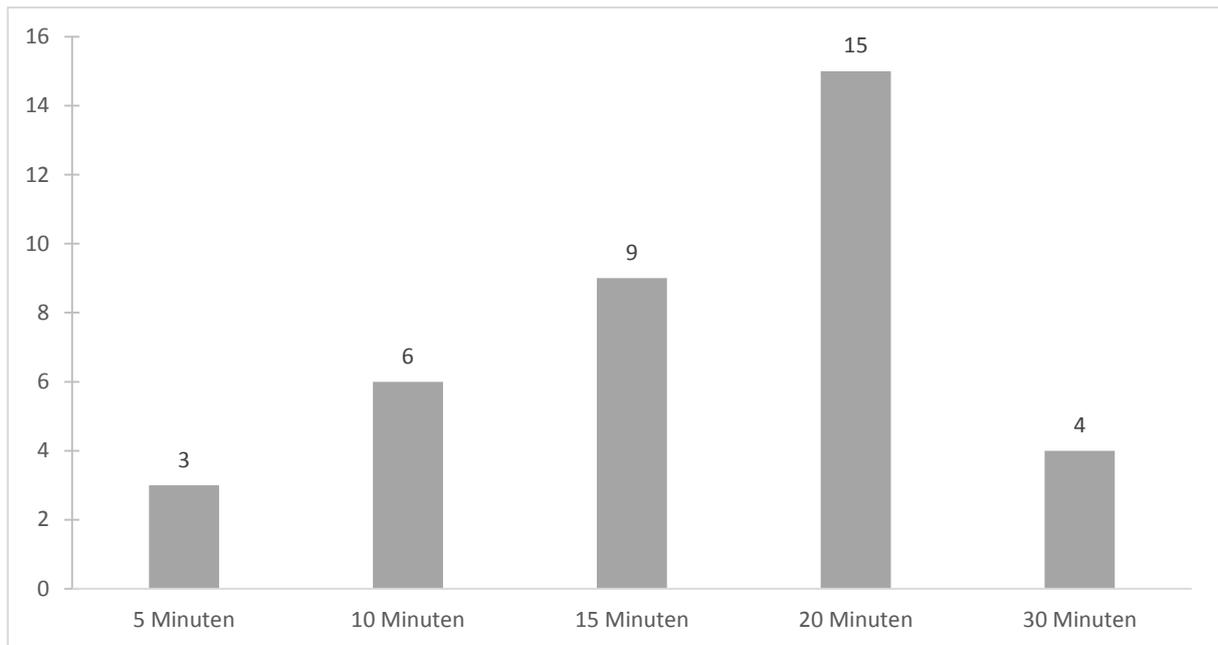


Abb. 15: Durchschnittliche Fixationszeit der Zungen pro Zungenbandeinsatz

4.1.8 Probleme beim Zungenbandeinsatz

Über die Hälfte (53%) der Befragten gaben an, gar keine Probleme beim Zungenbandeinsatz zu haben. 35 % der Befragten berichteten dagegen von bis zu 10 % Problemfällen beim Einsatz von Zungenbändern. Diese Probleme waren in erster Linie Verfärbungen der Zunge, darauf folgten Verletzungen und Blutungen der Zunge. In einem Fall kam es auch zu Lähmungserscheinungen. Zungenbeinfrakturen wurden in keinem Fall beobachtet (siehe Abb. 16 und Tab. 3)

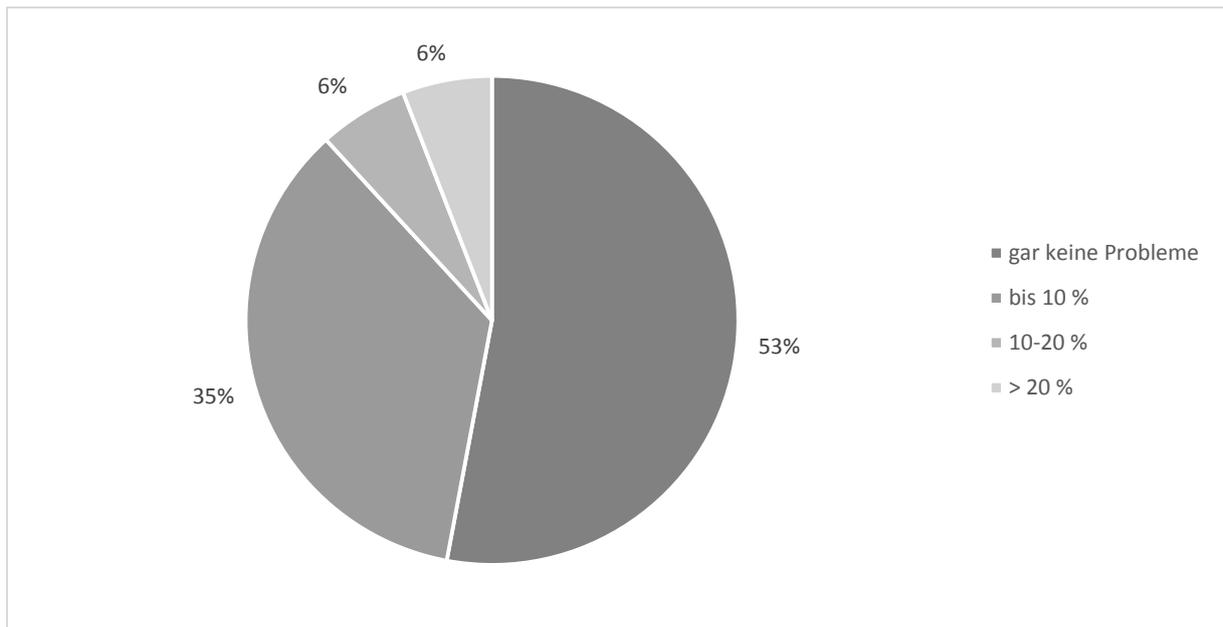


Abb. 16: Anteil an Problemen im Verhältnis zum Zungenbandeinsatz

Tab. 3: Anzahl der aufgetretenen Probleme durch den Zungenbandeinsatz in der Reihenfolge ihres Auftretens

	Reihenfolge der aufgetretenen Probleme	
	1.	2.
Verfärbungen	16	
Verletzungen/ Blutungen der Zunge	3	1
Lähmungen	1	

4.1.9 Angaben zu weiterem Equipment und deren Einsatzgrund

Neben dem Zungenband kam auch vielfältiges weiteres Equipment im Training oder im Rennen zum Einsatz, um die Leistung der Pferde zu verbessern. Dazu gehörten Ausbinder, Gebissheber, Check, Boden- und Seitenblender, Scheuklappen, kombinierte Reithalter, Fliegenetzmasken, australien noseband, Ohrkappen, Pullerklappen, Ohrstöpsel, Zungenstrecker und Ringgebisse. In 63 % der Fälle gaben die Befragten an, dass der Einsatz von weiterem Equipment eine deutliche Leistungsverbesserung zur Folge hatte (Abb. 17).

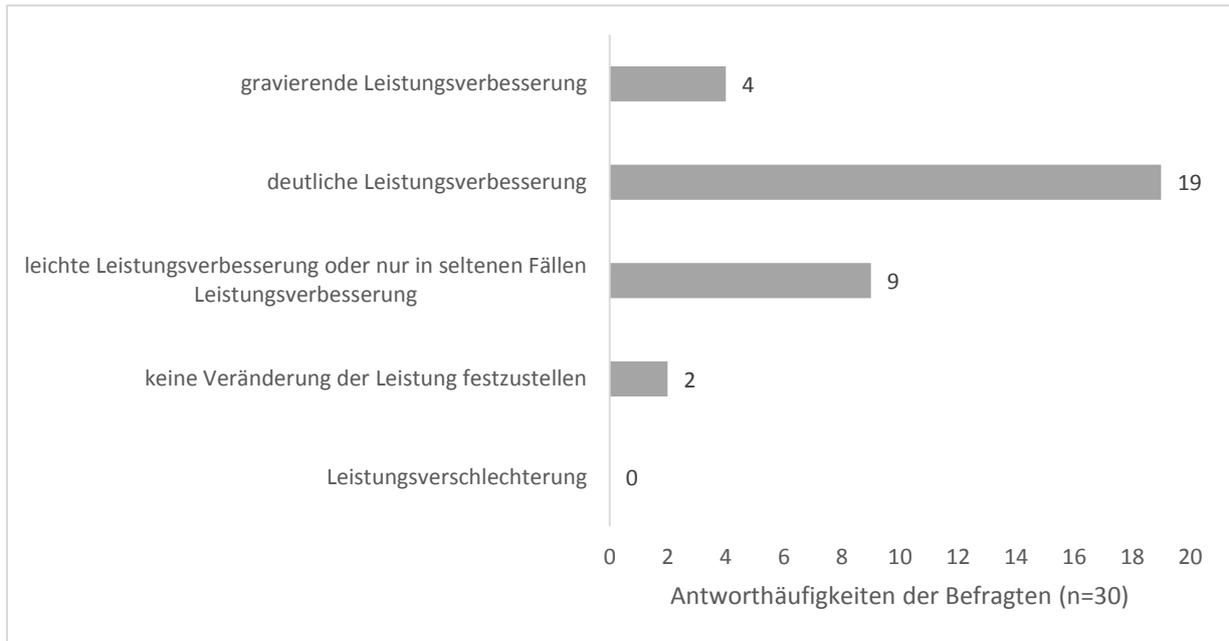


Abb. 17: Einschätzung der mehrheitlichen Leistungsveränderung durch den Einsatz weiterem Equipment im Training und während des Rennens

4.2 Ergebnisse der praktischen Untersuchungen

4.2.1 Ergebnisse der Prüfung auf Normalverteilung

Zur Prüfung auf Normalverteilung der praktischen Untersuchungen wurde der Kolmogorow-Smirnov-Test angewandt. Es zeigte sich, dass die Daten der Laktatkonzentrationen der Traber und Galopper zu jedem Entnahmezeitpunkt nicht normalverteilt waren. Ebenso verhielt es sich mit den LF/HF-Werten der Traber am Tag der zweiten Trainingseinheit vor Anlegen des Zungenbandes und der Glukosekonzentration der Galopper vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes. Dementsprechend wurden in den weiteren Verfahren nichtparametrische Tests verwendet.

4.2.2 Informationen zu den untersuchten Rennpferden

Das Durchschnittsalter aller untersuchten Pferde (n=59) lag bei 4 ± 2 Jahren (Minimum: 2 Jahre, Maximum: 10 Jahre), das durchschnittliche Gewicht lag bei $432\text{kg} \pm 31\text{kg}$ (Minimum: 382kg, Maximum: 538kg). Dabei handelte es sich insgesamt um 30 Pferde in der Gruppe der Traber und 29 Pferde in der Gruppe der Galopper. Es wurden 25 Stuten, 26 Wallache und 8 Hengste von 9 verschiedenen Trainern untersucht. 36 Pferden war der Gebrauch eines Zungenbandes bereits bekannt, 23 Pferde bekamen zum Zeitpunkt der Untersuchung zum ersten Mal ein Zungenband angelegt.

Das Durchschnittsalter der Traber (n=30) lag bei 4 ± 2 Jahren (3-10 Jahre), das durchschnittliche Gewicht lag bei $420\text{kg} \pm 24\text{kg}$ (382-451kg). Es wurden 13 Stuten, 14 Wallache und 3 Hengste von sieben verschiedenen Trainern untersucht. 24 Pferden war der Gebrauch eines Zungenbandes bereits bekannt, 6 Pferde bekamen zum Zeitpunkt der Untersuchung zum ersten Mal ein Zungenband angelegt.

Das Durchschnittsalter der Galopper (n=29) lag bei Jahren 4 ± 2 Jahren (3-8 Jahre), das durchschnittliche Gewicht lag bei $445\text{ kg} \pm 32\text{kg}$ (390–538 kg). Es wurden 12 Stuten, 12 Wallache und 5 Hengste von zwei verschiedenen Trainern untersucht. 12 Pferden war der Gebrauch eines Zungenbandes bereits bekannt, 17 Pferde bekamen zum Zeitpunkt der Untersuchung zum ersten Mal ein Zungenband angelegt (Tab.4).

Tab. 4: Alter, Geschlecht, Gewicht und Bekanntheitsgrad von Zungenbändern der jeweiligen Pferde in den unterschiedlichen Gruppen

Gruppe	Alter MW \pm SD*	Geschlecht S/W/H**	Gewicht MW \pm SD*	Zungenband bekannt / unbekannt
Traber (n=30)	4 \pm 2	13/14/3	420 \pm 24	24 / 6
Galopper (n=29)	4 \pm 2	12/12/5	445 \pm 32	12 / 17
Alle (n=59)	4 \pm 2	25/26/8	432 \pm 31	36 / 23

* Mittelwert \pm Standardabweichung; ** Stute/Wallach/Hengst

4.2.3 Traber

4.2.3.1 Stressparameter im Blut

Bei den Trabern ließ sich insgesamt ein signifikanter Anstieg ($p = 0,000$) der Kortisolkonzentration im Blutserum im Verlauf der Trainingseinheit feststellen. Die Abbildung 8 veranschaulicht die Verteilung der Kortisolwerte vor dem Training ohne Zungenband, vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit angelegtem Zungenband. Der Paarweise Vergleich zeigt, dass die Kortisolkonzentration nach dem Training (MW = 116,74 \pm 33,6 ng/ml) signifikant höher ($p = 0,000$) ist als vor dem Training ohne angelegtes Zungenband (MW = 73,6 \pm 28,1 ng/ml) und vor dem Training mit bereits angelegtem Zungenband (MW = 81,8 \pm 32,2ng/ml) (Abb.18). Zwischen dem ersten und zweiten Entnahmezeitpunkt unterscheidet sich die Kortisolkonzentration tendenziell, aber nicht signifikant.

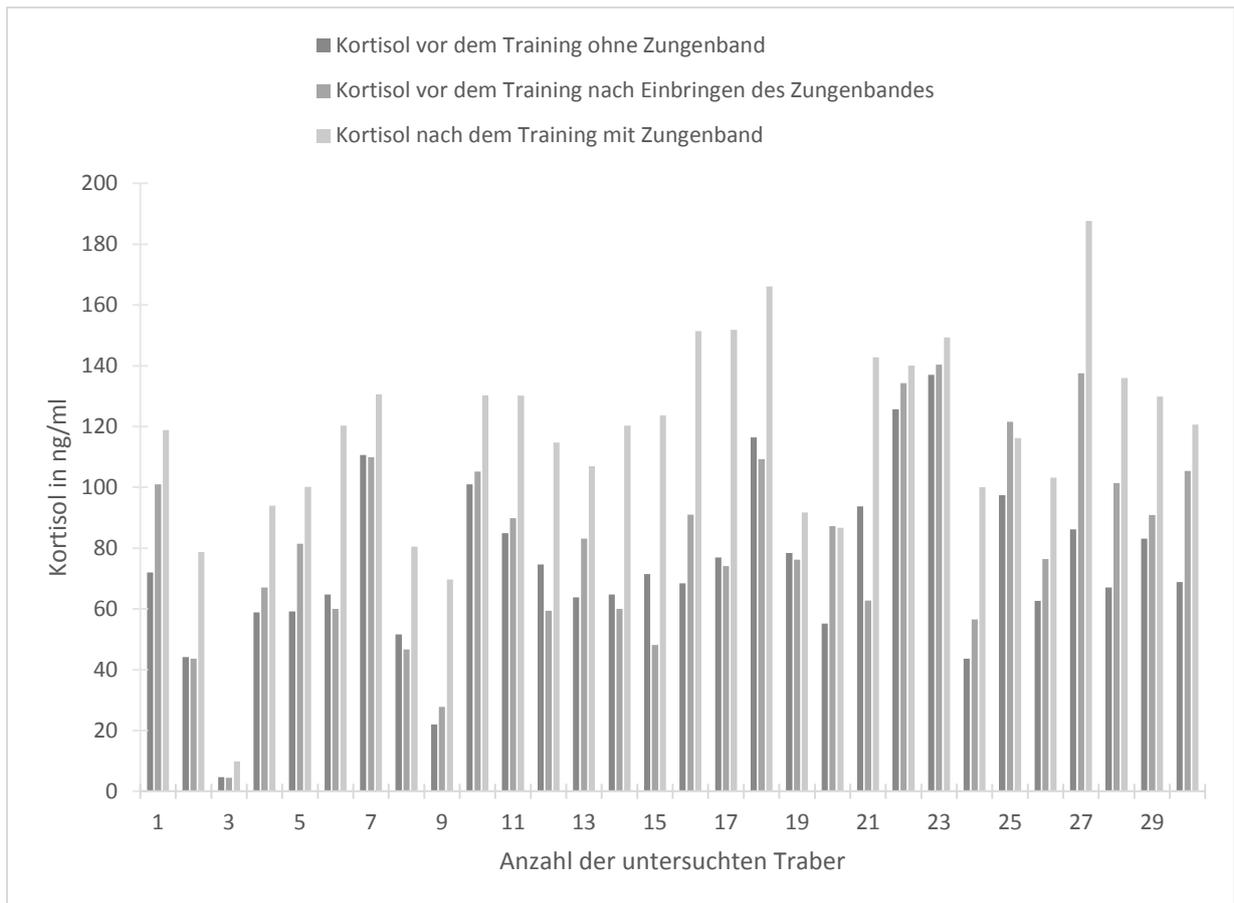


Abb. 18: Verteilung der Kortisolwerte vor dem Training ohne Zungenband, nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit Zungenband bei 30 Trabern.

Auch die Laktatwerte vor bzw. nach Einsetzen des Zungenbandes ($MW = 1,0 \text{ mmol/l} \pm 0,4 \text{ mmol/l}$) im Vergleich zu nach dem Training mit Zungenband ($MW = 8,8 \pm 7,2 \text{ mmol/l}$) stiegen signifikant an ($p=0,000$) und lagen bei 20 Pferden nach dem Training über 20 mmol/l . Es zeigte sich jedoch kein signifikanter Anstieg der Laktatkonzentration ($p= 0,999$) vor dem Training ohne Zungenband ($MW = 0,9 \pm 0,0 \text{ mmol/l}$) und nach Einsetzen des Zungenbandes (Abb.19).

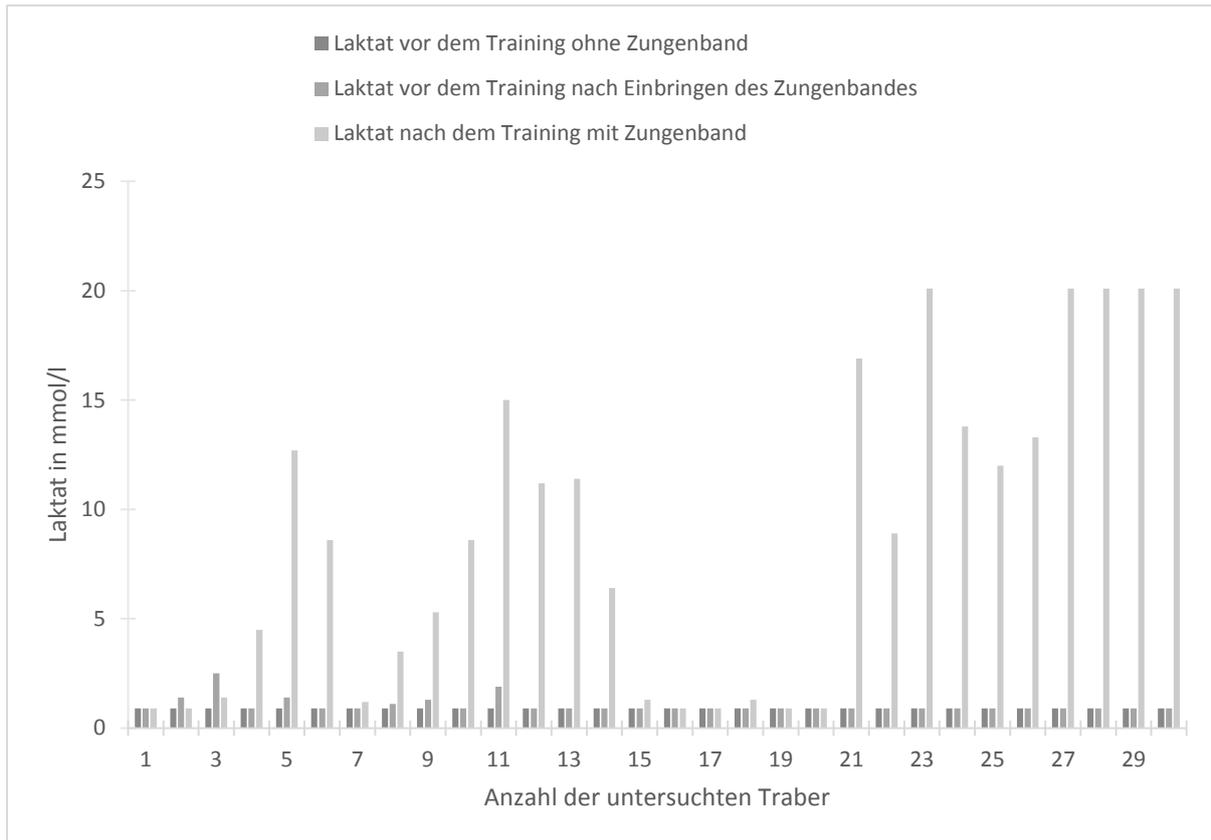


Abb. 19: Verteilung der Laktatwerte vor dem Training ohne Zungenband, nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit Zungenband bei 30 Trabern.

Währenddessen zeigt der paarweise Vergleich der Glukosekonzentration vor dem Training ohne angelegtes Zungenband ($MW = 4,64 \pm 0,83 \text{ mmol/l}$), vor dem Training mit bereits angelegtem Zungenband ($MW = 4,66 \pm 0,85 \text{ mmol/l}$) und nach dem Training ($MW = 5,47 \pm 2,39 \text{ mmol/l}$) keinen signifikanten Unterschied ($p > 0,050$) (Abb.20).

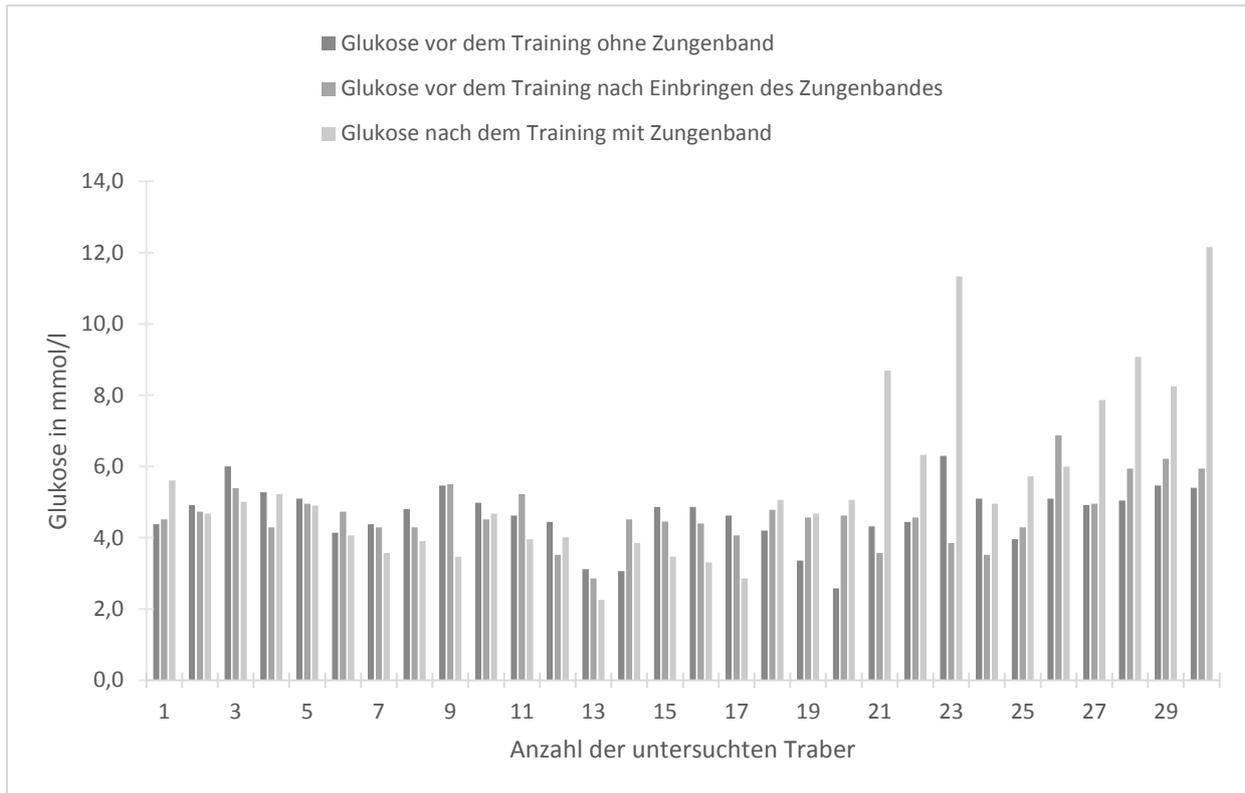


Abb. 20: Verteilung der Glukosewerte vor dem Training ohne Zungenband, nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit Zungenband bei 30 Trabern

4.2.3.1.1 Vergleich mit einer Trainingseinheit ohne Zungenband

Damit herausgefunden werden konnte, ob es auch bei Rennpferden, die ohne Zungenband trainiert werden, eine Veränderung oder Schwankungen der Blut- und Herzfrequenzvariabilitätsparameter vor und nach dem Training gibt und ob diese sich zu Trainingseinheiten mit Zungenband unterscheiden, wurden den gleichen Pferden der Gruppe der Traber ($n=30$) in einer vorangegangenen ersten Trainingseinheit Blut entnommen. Einmal vor und einmal nach dem Training ohne Zungenband und ebenfalls die Herzfrequenzvariabilitätsparameter ermittelt.

Messungen der gleichen Pferde zu zwei verschiedenen Trainingseinheiten wiesen zum jeweiligen Entnahmezeitpunkt vor dem Training ohne Zungenband und nach dem Training ohne als auch mit Zungenband nur geringe, nicht signifikante Unterschiede auf (siehe Tab.5 und Tab. 6; Abb. 21-23).

Tab. 5: Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Stressparameter der gleichen Pferde (n=30) vor dem Training ohne angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen

vor dem Training ohne angelegtes Zungenband	Kortisol in ng/ml MW±SD	Laktat in mmol/l MW±SD	Glukose in mmol/l MW±SD
Erste Trainingseinheit	78,7 ± 27,6	0,9 ± 0	4,52 ± 0,72
Zweite Trainingseinheit	73,6 ± 28,1	0,9 ± 0	4,64 ± 0,83
Signifikanz	p = 0,141	p = 1,000	p = 0,108

Tab. 6: Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Stressparameter der gleichen Pferde (n=30) nach dem Training ohne (erste Trainingseinheit) bzw. mit (zweite Trainingseinheit) angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen

nach dem Training	Kortisol in ng/ml MW ± SD	Laktat in mmol/l MW ± SD	Glukose in mmol/l MW ± SD
Erste Trainingseinheit	122,2 ± 30,8	6,7 ± 6,8	4,99 ± 1,59
Zweite Trainingseinheit	116,7 ± 33,6	8,8 ± 7,2	5,23 ± 2,06
Signifikanz	p = 0,185	p = 0,683	p = 0,558

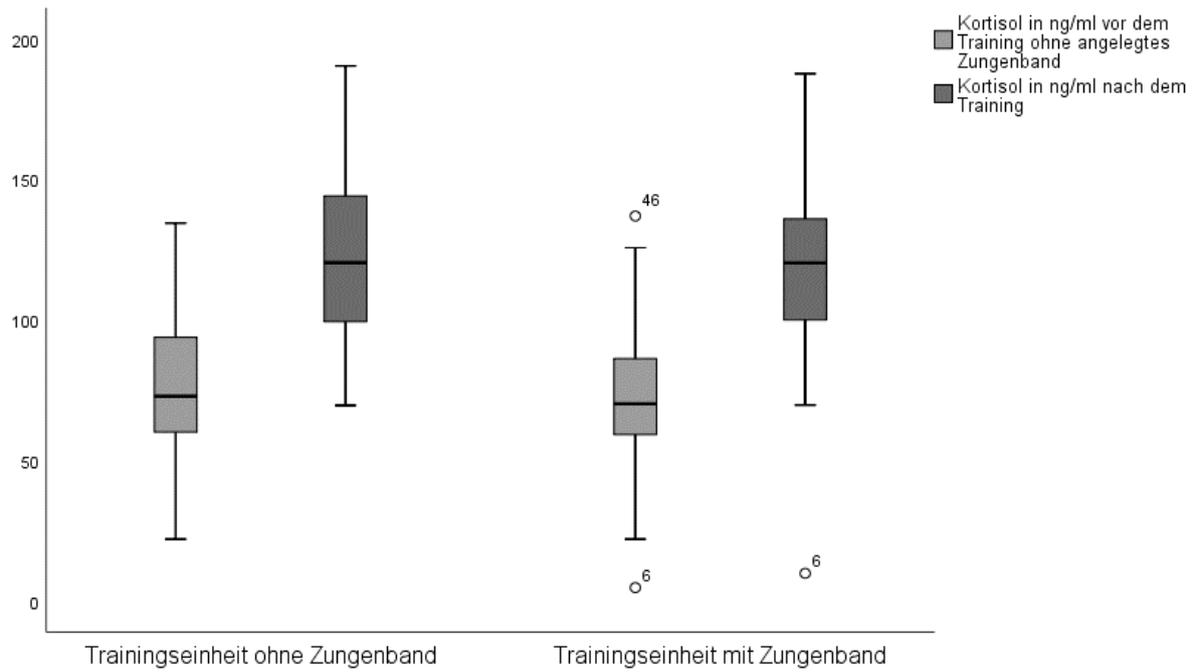


Abb. 21: Graphische Darstellung der Kortisolkonzentration in ng/ml an zwei verschiedenen Trainingseinheiten vor dem Training ohne angelegtes Zungenband und nach dem Training.

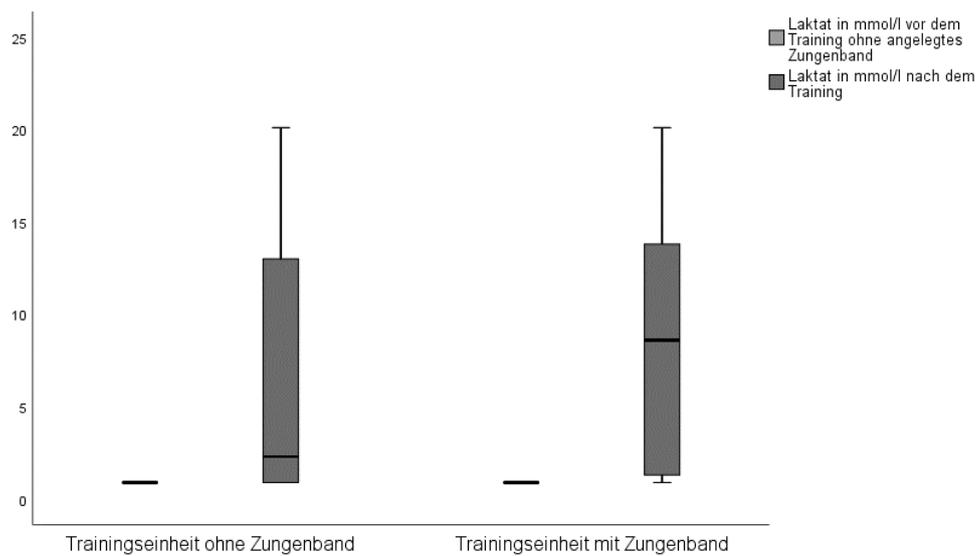


Abb. 22: Graphische Darstellung der Laktatkonzentration in mmol/l an zwei verschiedenen

Trainingseinheiten vor dem Training ohne angelegtes Zungenband und nach dem Training.

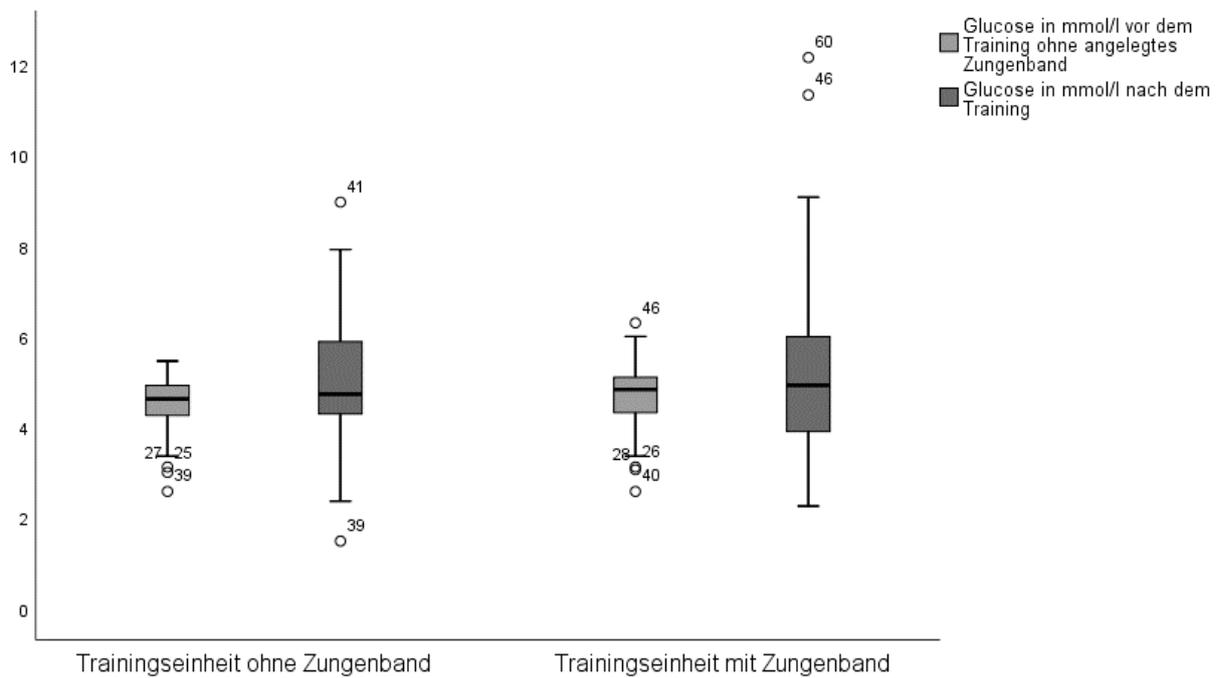


Abb. 23: Graphische Darstellung der Glukosekonzentration in mmol/l an zwei verschiedenen Trainingseinheiten vor dem Training ohne angelegtes Zungenband und nach dem Training.

Innerhalb der ersten Trainingseinheit ohne angelegtes Zungenband zeigt sich ein signifikanter Anstieg von Kortisol und Laktat ($p= 0,000$), nicht aber von Glukose ($p=0,071$) im Blut (Tab. 7) vor und nach dem Training.

Tab. 7: Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Stressparameter der Traber (n=30) vor und nach dem Training ohne angelegtes Zungenband.

Trainingseinheit ohne angelegtes Zungenband	Kortisol	Laktat	Glukose
	in ng/ml	in mmol/l	in mmol/l
	MW ± SD	MW ± SD	MW ± SD
Vor der Trainingseinheit	78,7 ± 27,6	0,9 ± 0	4,52 ± 0,72
Nach der Trainingseinheit	122,2 ± 30,8	6,7 ± 6,8	4,99 ± 1,59
Signifikanz	p = 0,000	p = 0,000	p = 0,071

4.2.3.2 Herzfrequenzvariabilität

4.2.3.2.1 Länge der EKG-Intervalle

Das erste Intervall vor dem Training ohne angelegtes Zungenband war auf mindestens fünf Minuten bei allen Pferden festgelegt. Aufgrund der Unruhe nach Anlegen des Zungenbandes kurz vor der Trainingsbeginn und der vermehrten Schweißsekretion vor Beginn und nach dem Training, die das Kleben der Elektroden nicht immer dauerhaft möglich machten, variierten die folgenden Intervalle stark. Das kürzeste Intervall lag bei einer Minute und das längste bei fünf Minuten.

4.2.3.2.2 Messungen vor Trainingsbeginn ohne angelegtes Zungenband

Zum Zeitpunkt vor dem Trainingsbeginn und ohne angelegtes Zungenband wurden tendenziell etwas höhere Werte im HF-Bereich (n=30; MW = 55,63 ± 19,36 n.u.) gemessen und damit eine tendenziell erhöhte parasympathische Aktivität ersichtlich. Insgesamt hatten 23 von 30 Pferden eine LF/HF Ratio unter 1,5 n.u. (n=30; MW = 1,05 ± 0,61 n.u.) (Tab. 8).

Tab. 8: Mittelwert und Standardabweichung von LF, HF und der LF/HF Ratio bei 30 Trabern vor Trainingsbeginn ohne angelegtes Zungenband

Vor dem Training ohne angelegtes Zungenband	LF (n.u.)	HF (n.u.)	LF/HF (n.u.)
Mittelwert	53,15	55,63	1,05
Standardabweichung	± 19,36	± 19,57	± 0,61

4.2.3.2.3 Messungen vor Trainingsbeginn nach Anlegen des Zungenbandes

Nach Anlegen des Zungenbandes dominierten die Werte im LF-Bereich (n=30; MW = 69,30 ± 14,29 n.u.) (Tab. 9). Insgesamt hatten 10 von 30 Pferden eine LF/HF Ratio über 1,5 n.u. und damit eine erhöhte Sympathikusaktivität (n=30; MW = 1,40 ± 0,45 n.u.). Im Nachfolgenden wird außerdem darauf eingegangen, ob Alter, Geschlecht, Trainer oder Bekanntheitsgrad eines Zungenbandes dabei einen Einfluss hatten.

Tab. 9: Mittelwert und Standardabweichung von LF, HF und der LF/HF Ratio bei 30 Trabern vor Trainingsbeginn nach Anlegen des Zungenbandes

Vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes	LF (n.u.)	HF (n.u.)	LF/HF (n.u.)
Mittelwert	69,39	48,28	1,4
Standardabweichung	± 14,29	± 19,05	± 0,45

4.2.3.2.4 Messungen nach dem Training mit angelegtem Zungenband

Auch nach dem Training mit angelegtem Zungenband dominierten die Werte im LF-Bereich (n=30; MW = 73,51 ± 23,10 n.u.) (Tab.10). Insgesamt hatten wieder 10 von 30 Pferden eine LF/HF Ratio über 1,5 n.u. und damit eine erhöhte Sympathikusaktivität.

Tab. 10: Mittelwert und Standardabweichung von LF, HF und der LF/HF Ratio bei 30 Trabern nach dem Training mit angelegtem Zungenband

Nach dem Training mit angelegtem Zungenband	LF (n.u.)	HF (n.u.)	LF/HF (n.u.)
Mittelwert	73,51	55,03	1,42
Standardabweichung	± 23,10	± 22,53	± 0,78

4.2.3.2.5 Vergleich mit einer Trainingseinheit ohne Zungenband

Beim Vergleich zweier Trainingseinheiten einmal ohne (erste Trainingseinheit) und einmal mit (zweite Trainingseinheit) Zungenband zeigte sich ein Einfluss auf die LF-Werte vor dem Training ohne angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Tagen. So konnten signifikant höhere ($p=0,009$) LF-Werte vor der ersten Trainingseinheit ohne Zungenband ($n=30$; MW = $61,11 \pm 22,82$) im Vergleich zu den LF-Werten der gleichen Pferde zum gleichen Entnahmezeitpunkt vor der zweiten Trainingseinheit ($n=30$; MW = $53,15 \pm 19,36$) ermittelt werden. Nach beiden Trainingseinheiten unterschieden sich die HF-Werte signifikant ($p=0,050$). Sie erwiesen sich nach der zweiten Trainingseinheit mit angelegtem Zungenband höher ($n=30$; MW = $55,03 \pm 22,53$) als nach der ersten Trainingseinheit ohne angelegtes Zungenband ($n=30$, MW = $43,71 \pm 17,67$). Alle weiteren Herzfrequenzvariabilitätsparameter unterschieden sich zu den jeweiligen Entnahmezeitpunkten tendenziell, aber nicht signifikant (siehe Tab. 11 und Tab. 12).

Tab. 11: Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Herzfrequenzvariabilitäten der gleichen Pferde ($n=30$) vor dem Training ohne angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen

Vor dem Training ohne angelegtes Zungenband	LF (n.u.) MW ± SD	HF (n.u.) MW ± SD	LF/HF (n.u.) MW ± SD
Erste Trainingseinheit	$61,11 \pm 22,82$	$48,20 \pm 22,61$	$1,167 \pm 0,567$
Zweite Trainingseinheit	$53,15 \pm 19,36$	$55,63 \pm 19,57$	$1,062 \pm 0,640$
Signifikanz	$p= 0,009$		

Tab. 12: Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Herzfrequenzvariabilitäten der gleichen Pferde (n=30) nach dem Training ohne (erste Trainingseinheit) bzw. mit (zweite Trainingseinheit) angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen

Nach dem Training	LF (n.u.) MW ± SD	HF (n.u.) MW ± SD	LF/HF (n.u.) MW ± SD
Erste Trainingseinheit	68,01 ± 19,84	43,72 ± 17,67	3,782 ± 11,33
Zweite Trainingseinheit	73,51 ± 23,10	55,03 ± 22,53	1,423 ± 0,786
Signifikanz		p = 0,050	

4.2.3.3 Einflussfaktoren auf Stressparameter im Blut und HRV

4.2.3.3.1 Einfluss des Bekanntheitsgrades von Zungenbändern

Die Tatsache, ob den untersuchten Trabern der Einsatz eines Zungenbandes bekannt (n=24) oder unbekannt (n=6) war, hatte weder einen signifikanten Einfluss auf die Stressparameter (Kortisol, Glukose und Laktat) im Blut vor dem Training nach Einbringen des Zungenbandes noch auf die Herzfrequenzvariabilität.

4.2.3.3.2 Einfluss von Alter und Geschlecht

Es zeigte sich ein signifikanter Unterschied der LF-Werte bei Stuten und Wallachen direkt nach Anlegen des Zungenbandes. Die LF-Werte bei Stuten (n=13) war signifikant höher (p= 0,03) als bei Wallachen (n=14) (Tab.13; Abb.24).

Tab. 13: Mittelwert und Standardabweichung von LF bei 13 Stuten und 14 Wallachen vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes

Vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes	LF (n.u.) MW \pm SD
Stute (n=13)	78,62 \pm 9,42
Wallach (n=14)	61,43 \pm 12,93

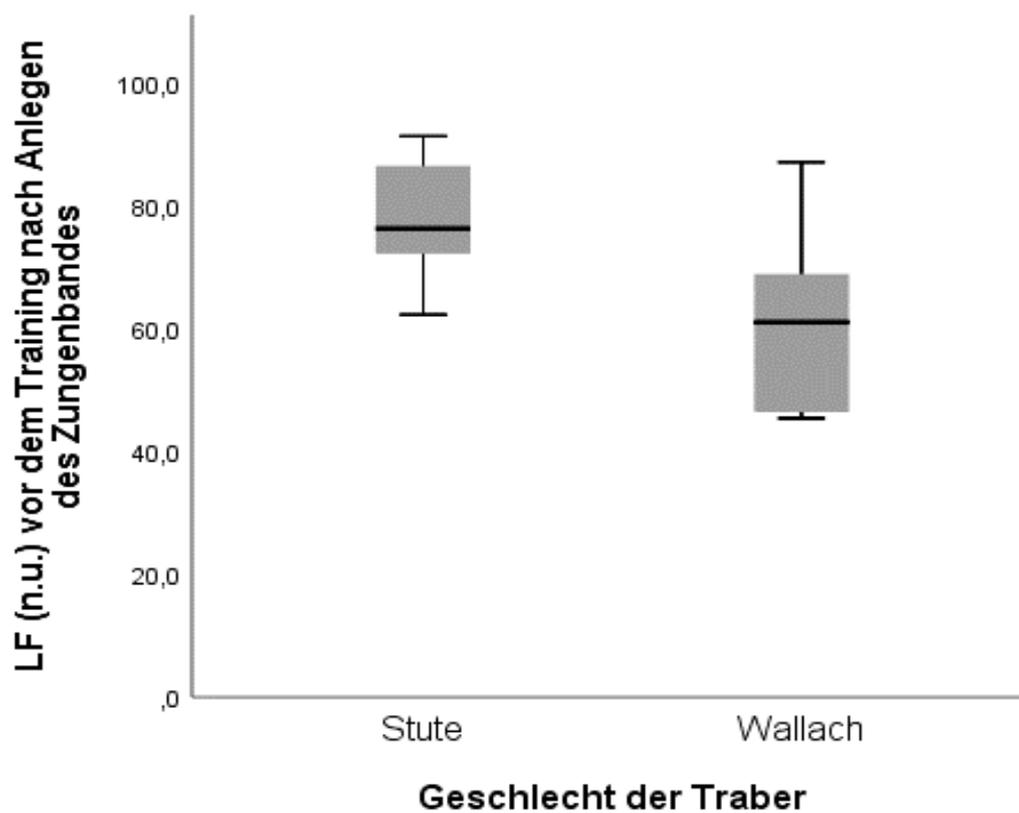


Abb. 24: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung von LF bei 13 Stuten und 14 Wallachen vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes

Vor dem Training ohne Zungenband dominierten die Werte im LF- Bereich bei den 2-3 Jährigen im Vergleich zu den Trabern, die 5 Jahre und älter waren ($p= 0,025$) (Tab.14; Abb. 25)

Tab. 14: Mittelwert und Standardabweichung von LF bei 15 Zwei- bis Dreijährigen und 7 Traber über 5 Jahre vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes

Vor dem Training ohne angelegtes Zungenband	LF (n.u.) MW \pm SD
2 u. 3 Jährige (n= 15)	70,01 \pm 21,68
> 5 Jährige (n= 7)	44,87 \pm 20,23

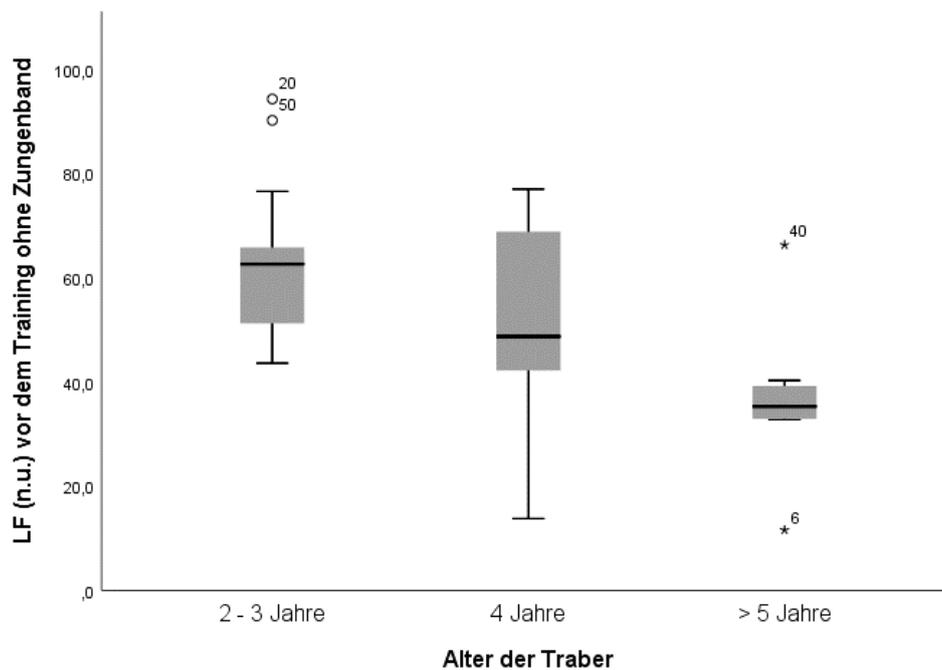


Abb. 25: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung von LF bei 15 Zwei- bis Dreijährigen, 8 Vierjährigen und 7 Trabern über fünf Jahre vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.

Alter und das Geschlecht hatten keinen Einfluss darauf, ob ein Zungenband bekannt war oder nicht.

4.2.3.3.3 Einfluss der Trainer

Vor dem Training, ohne angelegtes Zungenband, ließen sich am Tag der Trainingseinheit mit angelegtem Zungenband 3 signifikante Unterschiede in der Glukosekonzentration bei den sieben verschiedenen Trainern feststellen (Tab. 15). Einer der festgestellten signifikanten Unterschiede zwischen zwei Trainern konnte auch zum gleichen Entnahmezeitpunkt am Tag der Trainingseinheit ohne Zungenband nachvollzogen werden ($p=0,047$).

Tab. 15: Mittelwert und Standardabweichung von Glukose in mmol/l nach dem Training mit angelegtem Zungenband bei verschiedenen Trainern

Glukose (mmol/l) nach dem Training	Trainingseinheit mit Zungenband		Trainingseinheit ohne Zungenband	
	MW \pm SD	Signifikanz	MW \pm SD	Signifikanz
Trainer 5 (n=2) Trainer 1 (n=6)	2,97 \pm 0,55 4,99 \pm 0,64	$p = 0,029$	2,87 \pm 0,45 4,60 \pm 0,54	$p = 0,047$
Trainer 5 (n=2) Trainer 3 (n=3)	2,97 \pm 0,55 5,12 \pm 0,31	$p = 0,042$		
Trainer 5 (n=2) Trainer 7 (n=6)	2,97 \pm 0,55 4,87 \pm 0,83	$p = 0,046$		

n = Anzahl der untersuchten Traber

Die Kortisolkonzentration unterschied sich nach dem Training mit Zungenband im Vergleich bei drei Trainern signifikant (Tab.16). Dieser signifikante Unterschied zwischen den untersuchten Trainern ließ sich nach dem Training am Tag der Trainingseinheit ohne Zungenband nicht nachvollziehen.

Tab. 16: Mittelwert und Standardabweichung von Kortisol in ng/ml nach dem Training mit angelegtem Zungenband bei verschiedenen Trainern

Kortisol (ng/ml) nach dem Training mit angelegtem Zungenband	MW ± SD	Signifikanz
Trainer 1 (n=6) Trainer 6 (n=4)	81,37 ± 42,66 147,48 ± 19,18	p = 0,012
Trainer 1 (n=6) Trainer 4 (n=2)	81,37 ± 42,66 154,0 ± 47,66	p = 0,037

n = Anzahl der untersuchten Traber

Einen ebenfalls signifikanten Unterschied ($p=0,022$) zwischen 2 Trainern gab es bei der Laktatkonzentration nach dem Training mit angelegtem Zungenband (Tab.17).

Tab. 17: Mittelwert und Standardabweichung von Laktat in mmol/l nach dem Training mit angelegtem Zungenband bei verschiedenen Trainern

Laktat (mmol/l) nach dem Training mit angelegtem Zungenband	MW ± SD	Signifikanz
Trainer 1 (n=6) Trainer 7 (n=6)	2,2 ± 1,8 14,2 ± 3,9	p = 0,022

n = Anzahl der untersuchten Traber

Auf weitere Stressparameter zu verschiedenen Entnahmezeitpunkten und die Herzfrequenzvariabilität hatte der Trainer keinen signifikanten Einfluss.

Die Chance, dass den untersuchten Trabern der Gebrauch von Zungenbändern bekannt war, stieg bei 3 von 7 Trainern signifikant an ($p= 0,003$).

4.2.3.4 Verhaltensbeobachtungen

Um das Verhalten, Reaktionen und deren Ausmaß zu dokumentieren sind bei allen 30 untersuchten Trabern beim Anlegen des Zungenbandes und während des Trainings Verhaltensbögen immer von der gleichen tierärztlichen Person ausgefüllt worden, um Vergleichbarkeit zu gewähren.

4.2.3.4.1 Anbieten beim Anlegen des Zungenbandes

Beim Anlegen des Zungenbandes reagierte jedes Pferd unterschiedlich. Nur bei drei Pferden machte es den Anschein, als würden die Pferde sich von selbst anbieten, indem sie beim Anlegen den Kopf senkten und das Maul direkt öffneten, sodass das Zungenband problemlos angebracht werden konnte. Bei 14 Pferden traf dies aufgrund von starken Abwehrreaktionen nicht zu (siehe Abb.26).

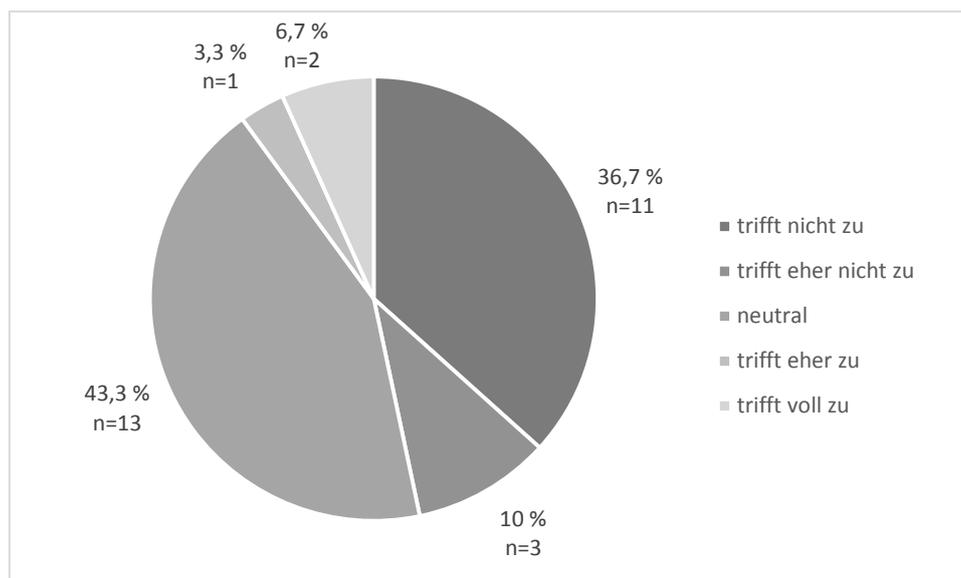


Abb. 26: Graphische Darstellung der Verteilung der Traber, die sich beim Anlegen des Zungenbandes von selbst angeboten haben (n=30).

4.2.3.4.2 Formen der Abwehrreaktion

Dazu zählten unterschiedliche Abwehrreaktionen, wie angespannte Augenmuskulatur, Gesichtsmuskulatur, geblähte Nüstern, Schweifschlagen, angespanntes Stehen, Kopfschlagen und Steigen. Dabei traten nur die in der Abbildung 27 folgenden Abwehrreaktionen auf. Während des Trainings wurden ebenfalls Mimik, Schweifschlagen, Anspannung, Kopfschlagen und Steigen beobachtet und bei Auftreten dokumentiert. Von 30 Pferden zeigte nur ein Pferd während des Trainings Kopfschlagen.

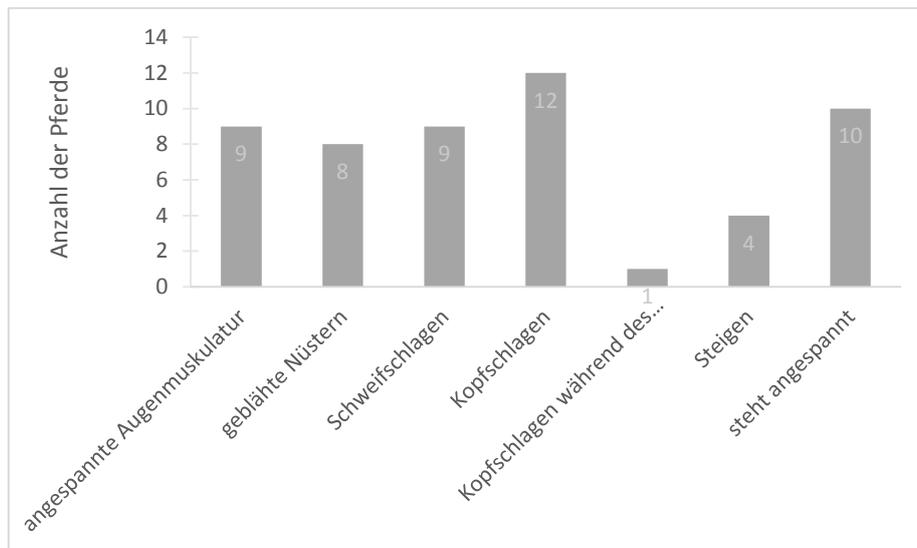


Abb. 27: Aufgetretene Abwehrreaktionen und deren Anzahl von 30 dokumentierten Trabern beim Anlegen des Zungenbandes.*beobachtete Abwehrreaktion während des Trainings.

4.2.3.4.3 Grad der Abwehrreaktion

Auch der Grad der Abwehrreaktion, der durch den Beobachtungsbogen dokumentiert wurde, variierte von Pferd zu Pferd. Während 13 Traber das Anlegen des Zungenbandes ohne große Abwehrreaktion tolerierten, zeigten 17 Traber geringgradige (n=8), mittelgradige (n=8) und hochgradige (n=1) Ausprägungen des Abwehrreaktionen (siehe Abb.28).

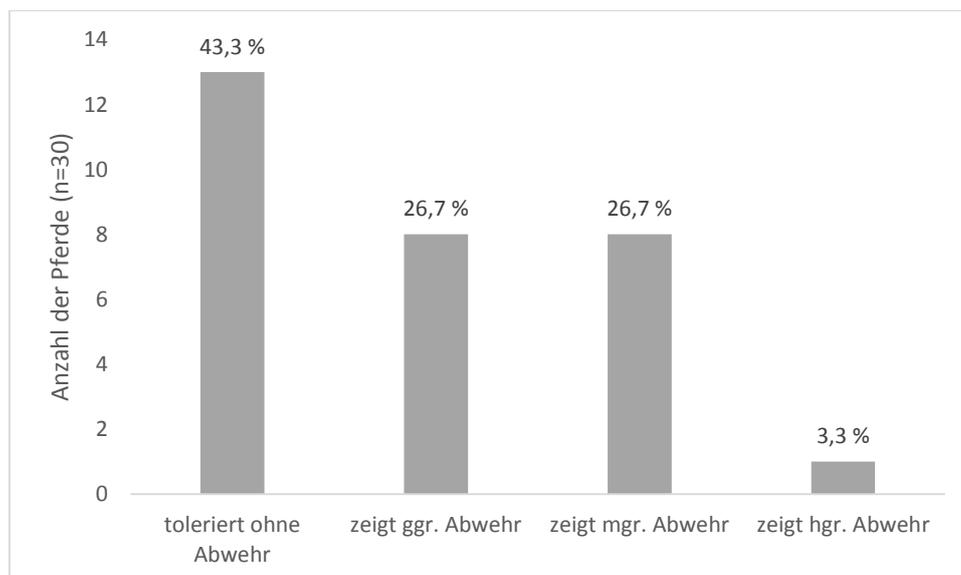


Abb. 28: Grad der Abwehrreaktion beim Anlegen des Zungenbandes bei 30 Trabern.

4.2.4 Galopper im Vergleich

4.2.4.1 Stressparameter im Blut

Bei den Galoppieren ließ sich wie bei den Trabern (Tab. 18) insgesamt ein signifikanter Anstieg ($p=0,000$) der Kortisolkonzentration im Blutserum im Verlauf der Trainingseinheit feststellen. Der paarweise Vergleich zeigte, dass die Kortisolkonzentration nach dem Training (MW = $98,29 \pm 19,71$ ng/ml) signifikant höher ($p = 0,000$) war als vor dem Training ohne angelegtes Zungenband (MW = $66,74 \pm 17,18$ ng/ml) und vor dem Training mit bereits angelegtem Zungenband (MW = $71,96 \pm 17,78$ ng/ml). Zwischen dem ersten und zweiten Entnahmezeitpunkt unterschied sich die Kortisolkonzentration tendenziell, aber nicht signifikant. Die Galopper wiesen im Mittel zu jedem Messzeitpunkt geringere Konzentrationen auf als die Traber.

Tab. 18: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Kortisolkonzentration von Galoppieren und Trabern im Vergleich.

Kortisol in ng/ml	Galopper MW \pm SD	Traber MW \pm SD
vor dem Training ohne Zungenband	66,74 \pm 17,18	73,6 \pm 28,1
vor dem Training nach Einbringen des Zungenbandes	71,96 \pm 17,78	81,8 \pm 32,2
nach dem Training mit Zungenband	98,29 \pm 19,71	116,74 \pm 33,6
Signifikanz	$p = 0,000$	$p = 0,000$

Auch die Laktatwerte vor und nach Einsetzen des Zungenbandes und nach dem Training stiegen signifikant an ($p=0,000$). Es zeigte sich jedoch kein signifikanter Anstieg der Laktatkonzentration ($p= 0,063$) vor dem Training ohne Zungenband und nach Einsetzen des Zungenbandes. Nach dem Training erwies sich die Laktatkonzentration bei den Galoppieren als etwas höher als bei den Trabern (Tab. 19).

Tab. 19: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Laktatkonzentration von Galoppnern und Trabern im Vergleich.

Laktat in mmol/l	Galopper MW ± SD	Traber MW ± SD
vor dem Training ohne Zungenband	0,67 ± 0,12	1,0 ± 0,4
vor dem Training nach Einbringen des Zungenbandes	1,51 ± 0,77	1,0 ± 0,4
nach dem Training mit Zungenband	10,28 ± 7,2	8,8 ± 7,2
Signifikanz	p = 0,000	p = 0,000

Der paarweise Vergleich ergab bei der Glukosekonzentration einen signifikanten Anstieg nach Beendigung des Trainings mit Zungenband ($p = 0,000$). Nach Einsetzen des Zungenbandes zeigte sich kein signifikanter Unterschied ($p = 1,000$) im Vergleich zur Situation ohne Zungenband. Tendenziell sank der Mittelwert etwas im Vergleich zum Messzeitpunkt ohne angelegtes Zungenband. Die Galopper wiesen im Mittel zu jedem Messzeitpunkt höhere Konzentrationen auf als die Traber (Tab. 20).

Tab. 20: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Glukosekonzentration von Galoppnern und Trabern im Vergleich.

Glukose in mmol/l	Galopper MW ± SD	Traber MW ± SD
vor dem Training ohne Zungenband	5,54 ± 0,71	4,64 ± 0,83
vor dem Training nach Einbringen des Zungenbandes	5,39 ± 0,95	4,66 ± 0,85
nach dem Training mit Zungenband	7,68 ± 1,21	5,47 ± 2,39

4.2.4.2 Herzfrequenzvariabilität

Während aller drei Messzeiträume dominierten bei den Galoppnern die Werte im LF-Bereich und damit eine erhöhte Sympathikusaktivität. Im Vergleich zu den Trabern waren die Werte im LF-Bereich vor dem Training ohne angelegtes Zungenband und nach dem Training mit angelegtem Zungenband tendenziell etwas höher (Tab. 21).

Tab. 21: Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Herzfrequenzvariabilitäten von Galoppfern

Herzfrequenzvariabilitäten	LF (n.u.) MW ± SD	HF (n.u.) MW ± SD	LF/HF (n.u.) MW ± SD
vor dem Training ohne Zungenband	60,08 ± 14,88	52,17 ± 14,84	1,27 ± 0,55
vor dem Training nach Einbringen des Zungenbandes	66,98 ± 14,22	52,53 ± 15,70	1,42 ± 0,62
nach dem Training mit Zungenband	74,89 ± 13,12	59,87 ± 17,09	1,41 ± 0,64

4.2.4.3 Einflussfaktoren auf Stressparameter und HRV

4.2.4.3.1 Einfluss des Gewohnheitsgrades von Zungenbändern

Während 12 der untersuchten Galopper den Zungenbandeinsatz gewohnt waren, bekamen 17 Galopper zum Zeitpunkt der Untersuchung zum ersten Mal ein Zungenband angelegt. Es ließ sich direkt nach Anlegen des Zungenbandes bei den Pferden, die vorher noch keine Erfahrung mit dem Zungenband hatten, eine signifikant niedrigere Laktatkonzentration ($p=0,032$) und eine signifikant höhere Glukosekonzentration ($p=0,019$) im Blut ermitteln. Nach dem Training zeigten sich im Vergleich tendenziell höhere Konzentrationen von Kortisol, Laktat und Glukose bei den Pferden, denen das Zungenband bereits bekannt war (Abb.29).

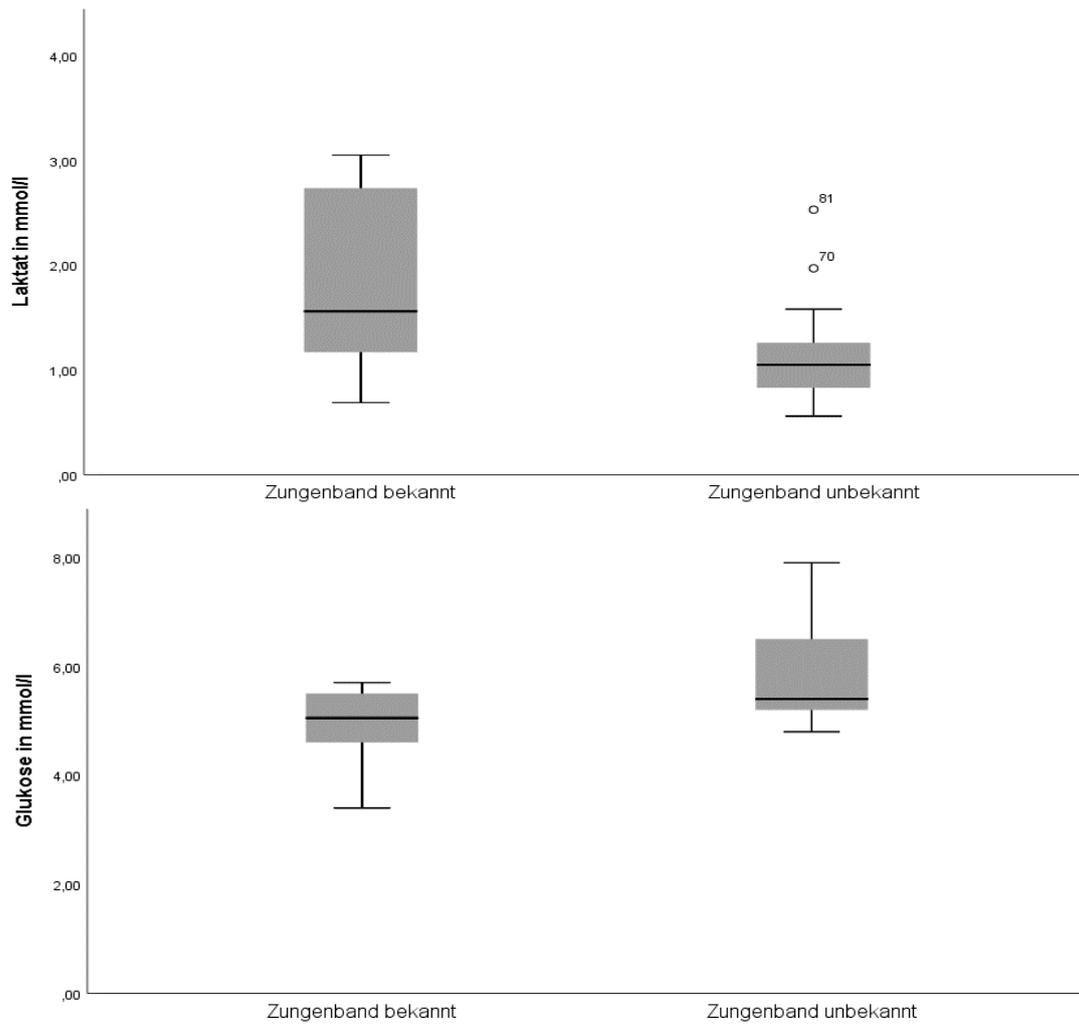


Abb. 29: Laktat- und Glukosekonzentration bei Galoppieren (n=29) vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes

4.2.4.3.2 Einfluss von Alter und Geschlecht

Es war ein Einfluss des Alters auf die Glukosekonzentration nach Anlegen des Zungenbandes zu dokumentieren. Die zwei- bis dreijährigen Pferde (MW= 5,94 ± 0,90 mmol/l) hatten signifikant (p=0,007) höhere Glukosekonzentrationen als die Fünfjährigen (MW=4,44 ± 0,63 mmol/l) (Abb. 30).

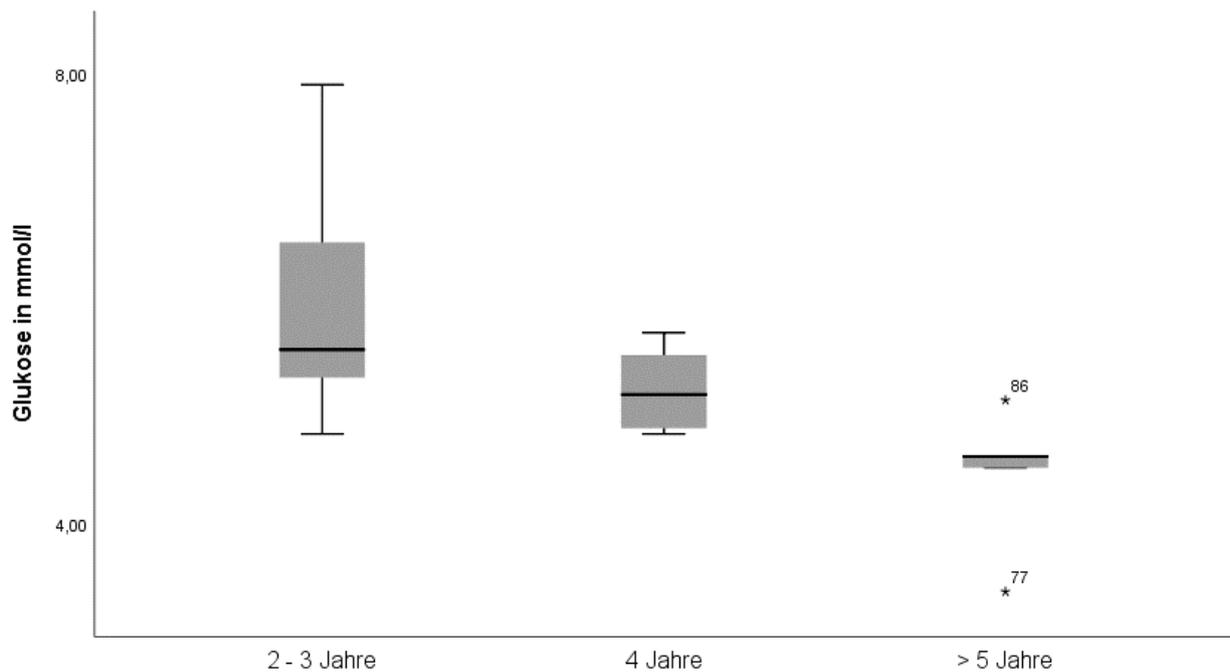


Abb. 30: Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung der Glukosekonzentration bei 12 Zwei- bis Dreijährigen, 8 Vierjährigen und 5 Galoppem über fünf Jahre vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.

Das Geschlecht hatte keinen signifikanten Einfluss auf die Stressparameter.

4.2.4.3.3 Einfluss des Trainers

Die zwei verschiedenen Trainer der Galopper hatten keinen Einfluss auf unterschiedliche Konzentrationen der gemessenen Stressparameter und die Herzfrequenzvariabilität.

4.2.4.4 Verhaltensbeobachtungen

4.2.4.4.1 Anbieten beim Anlegen des Zungenbandes

Bei den Galoppem bot sich kein Pferd beim Anlegen des Zungenbandes von selbst an

4.2.4.4.2 Formen der Abwehrreaktion

Wie auch bei den Trabern zählten zu den unterschiedlichen Abwehrreaktionen angespannte Augenmuskulatur, Gesichtsmuskulatur, geblähte Nüstern, Schweifschlagen, angespanntes Stehen, Kopfschlagen und Steigen. Dabei traten nur die in der Abbildung 31 folgenden Abwehrreaktionen auf. Während des Trainings wurden ebenfalls Mimik, Schweifschlagen, Anspannung, Kopfschlagen und Steigen beobachtet und bei Auftreten dokumentiert. Von 29 Pferden zeigte auch bei den Galoppieren nur ein Pferd während des Trainings weiterhin Kopfschlagen. Keiner der Galopper schlug mit dem Schweif.

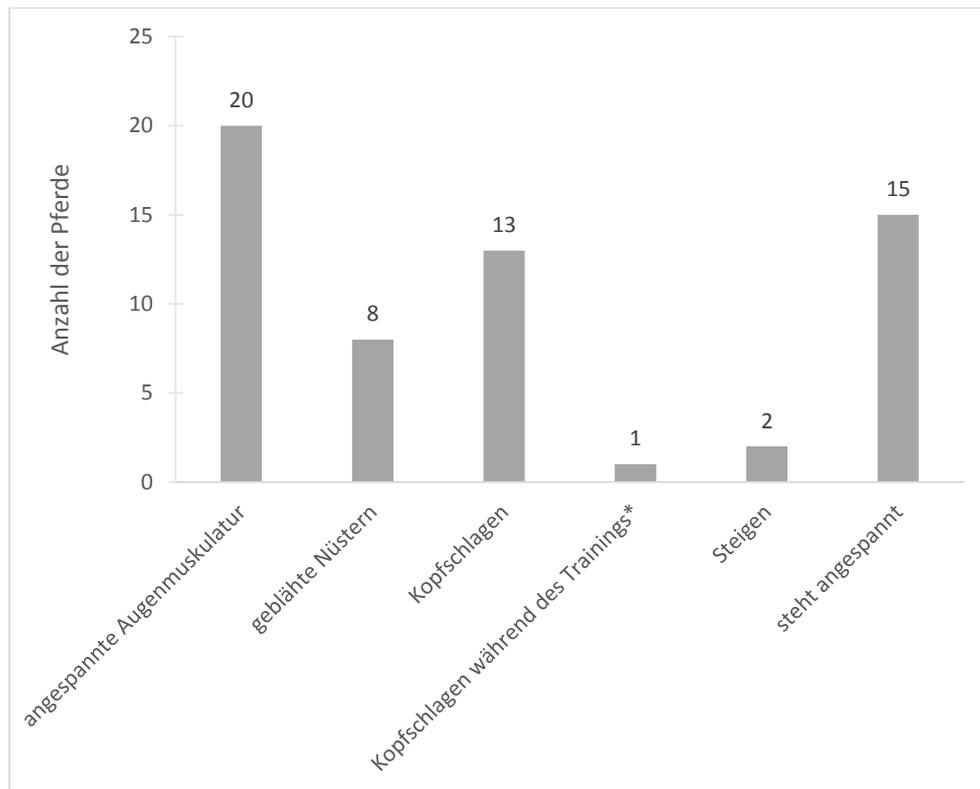


Abb. 31: Aufgetretene Abwehrreaktionen und deren Anzahl von 29 dokumentierten Galoppieren beim Anlegen des Zungenbandes.*beobachtete Abwehrreaktion während des Trainings.

4.2.4.4.3 Grad der Abwehrreaktion

Über die Hälfte der untersuchten Galopper tolerierte den Zungenbandeinsatz ohne Abwehr (Abb. 32). Kam es zu Abwehrreaktionen, fielen diese meist gering- bis mittelgradig aus. Ein Galopper zeigte durch unkontrollierbares Steigen so hohe Abwehrreaktionen, dass er von der Untersuchung ausgeschlossen werden musste, da es in diesem Fall nicht möglich war ein Zungenband anzulegen. Ihm war das Zungenband vorher nicht bekannt.

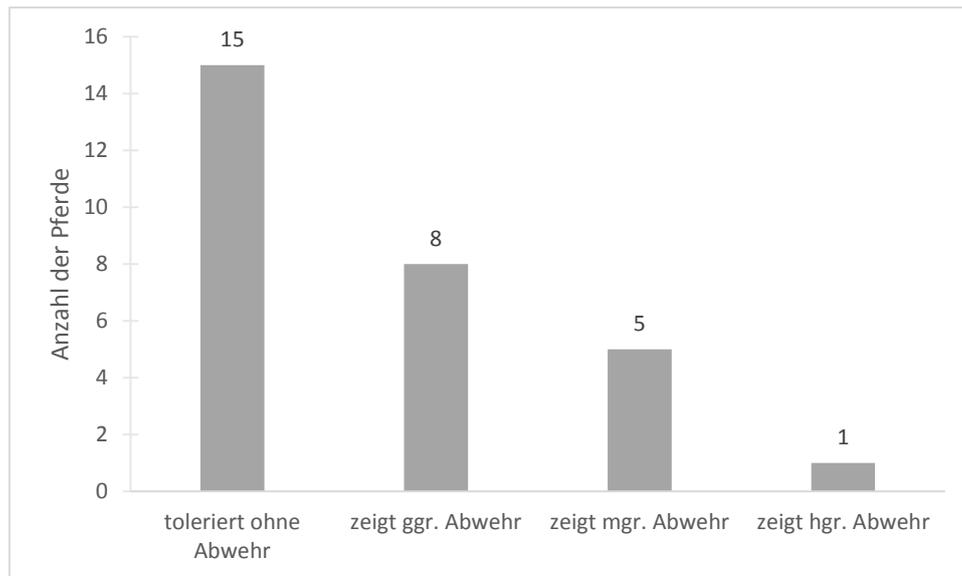


Abb. 32: Grad der Abwehrreaktion beim Anlegen des Zungenbandes bei 29 Galoppnern.

5 Diskussion

5.1 Diskussion von Material und Methode der Fragebögen

Die Anzahl der zurück erhaltenen Fragebögen belief sich auf knapp 36%. Damit ist die Resonanz auch nach Aufforderung durch die Rennsportverbände eher mäßig. Diese Tatsache kann einen Hinweis darauf geben, dass der Zungenbandeinsatz im Rennsport ein vorsichtig zu behandelndes Thema ist. Dies spiegelt sich auch in der Resonanz einer Studie von Findley, Sealy et al. (2016) wider, in der elektronische Fragebögen an australische Trabertrainer zum Zungenbandeinsatz versandt wurden. 18% der dort Befragten reagierten auf die Umfrage. Zu kritisieren und offen bleibt, ob die nicht beantworteten Fragebögen daher rühren, dass die Befragten kein Zungenband einsetzen oder ob die Sorge, trotz Anonymität, durch die Ergebnisse der Studie dem Rennsport ein weiteres ungewolltes Stigma aufzusetzen, vorherrschte. Es ist außerdem festzuhalten, dass nicht alle Fragebögen vollständig ausgefüllt wurden. Zwei davon wurden aus persönlichen Gründen unbeantwortet zurückgeschickt, während die restlichen 14 unvollständig beantworteten Fragebögen daher rührten, dass das Zungenband bei den befragten Personen nicht zum Einsatz kam. Die Ablehnung erfolgte dabei zum Teil aus tierschutzrelevanten Aspekten und aufgrund eines schlechten Images für den Rennsport. Am Ende des Fragebogens, wurde den Befragten eine kostenlose Belastungsendoskopie für die zu trainierenden Pferde im Zusammenhang mit dem Zungenband angeboten, um Daten für eine weitere Studie zu sammeln. Dieses Angebot wollten 18 der Befragten mit insgesamt 58 Pferden gerne nachkommen. Drei davon vermerkten aber, dass ein Zungenbandeinsatz während der Belastungsendoskopie in keinem Fall in Frage käme. Dies unterstreicht weiterhin den kontrovers diskutierten Einsatz des Zungenbandes im Rennsport.

5.2 Diskussion der Ergebnisse der Fragebögen

5.2.1 Zungenbandeinsatz

17,2% bzw. 19,3% aller Pferde bekamen während des Trainings bzw. Rennens ein Zungenband angelegt. Damit liegt der deutschlandweite Einsatz über dem Zungenbandeinsatz in England, der bei 5% aller Pferde liegt (Barakzai, Finnegan et al. 2009b).

Am häufigsten kamen Zungenbänder bei den drei- und vierjährigen trainierten Rennpferden zum Einsatz, wobei es deutlich mehr Pferde im Trabrennsport waren im Vergleich zu den Vollblütern im Galopprennsport. Dieses Verhältnis kehrte sich erst bei den fünfjährigen und älteren Pferden um. Hier waren es mehr Galopper als Traber, die ein Zungenband eingesetzt bekamen. Es gilt in Betracht zu ziehen, dass die maximale Leistung der jüngeren, zweijährigen Pferde noch ohne weiteres Equipment abzurufen war, bzw. noch keine gesundheitlichen Gegebenheiten vorherrschten, die es durch ein Zungenband zu verbessern galt. Dass der Zungenbandeinsatz bei den Fünfjährigen wieder abnahm, könnte auch darauf zurückzuführen sein, dass ab dieser Altersklasse nur noch Pferde trainiert und gestartet werden, die eine adäquate Leistung erbringen. Pferde, die zuvor noch unter Einsatz des Zungenbandes gestartet wurden und nichtsdestotrotz keine konkurrierende Leistung erbrachten, tauchen vermutlich in diesen Ergebnissen nicht mehr auf. Ähnliche Bedenken äußerten auch Barakzai et al. (2009a) in ihren Untersuchungen zum DDSP, wonach vermutlich nur Pferde mit verbesserter Leistung durch den Einsatz eines Zungenbandes weiterhin im Rennsport

eingesetzt werden. Wünschenswert wäre also noch eine Information über den Grund des Ausscheidens der Pferde aus dem Sport und das entsprechende Alter der Tiere zu erhalten.

In den meisten Fällen wurde ein elastischer Damenstrumpf aus Nylon verwendet und entsprach damit in der Materialbeschaffenheit auch dem Zungenbandmaterial, das in anderen Studien mit Zungenbändern zum Einsatz kam (Cornelisse, Holcombe et al. 2001b, Franklin, Naylor et al. 2002, Chalmers, Farberman et al. 2013). Auch das Anlegen erfolgte in der wie von anderen Autoren beschriebenen Art und Weise. Die Zunge wurde dazu nach rostral oder lateral gezogen, in eine Schlaufe gelegt, die am Frenulum zum Liegen kam und die beiden offenen Enden zu beiden Seiten über das Diastema nach außen geführt, um sie unter den Unterkieferästen zu verknoten. Die am häufigsten angegebene Fixationszeit der Zunge von 20 Minuten entsprach dabei in etwa der Zeit der Vorbereitung (Satteln, Anspannen) vor dem Training bzw. Rennen, der Aufwärmphase und der Zeit des Trainings bzw. Wettkampfes. Um den Einsatz auf ein Minimum zu reduzieren, wäre es eine Überlegung wert, den Pferden nur über den Zeitraum der Maximalleistung ein Zungenband anzulegen.

5.2.2 Gründe für den Zungenbandeinsatz

Die relative Mehrheit der Befragten gab an, dass sie das Zungenband einsetzten, damit das Pferd die Zunge nicht mehr über das Gebiss zieht. Ein Vorteil, der auch schon von Chalmers et al. (2013) festgehalten und in der Studie von Findley et. al (2016) durch eine Mehrheit von befragten australischen Rennpferdetrainern bestätigt wurde. Davon gefolgt wurde die Möglichkeit, Atemgeräusche zu reduzieren angegeben. Wünschenswert wäre es an dieser Stelle gewesen, die Gründe der Atemgeräusche ebenfalls zu ermitteln, denn nur 5% der Befragten gaben an, das Zungenband zur Reduktion anderer Atemwegserkrankungen einzusetzen. Im Falle eines gesicherten DDSP, das Ursache der Atemgeräusche sein könnte, sollte kritisch hinterfragt werden, ob entgegen der bisher vorliegenden Studien (Cornelisse, Holcombe et al. 2001b, Franklin, Naylor et al. 2002) doch ein positiver Einfluss der Zungenbänder auf eine potentielle Verlagerung während der Belastung ausgeübt wird. Es ist aber auch möglich, dass weniger das DDSP als der wissenschaftlich nicht nachgewiesene Glaube über eine verbesserte Sauerstoffzufuhr Grund für den Einsatz bei Atemgeräuschen sein könnte (Cornelisse, Holcombe et al. 2001b, Franklin, Naylor et al. 2002). Ein verbessertes Handling der Pferde in Form der Rittigkeit bzw. Lenkbarkeit wurde am dritthäufigsten angegeben. Erst an fünfter Stelle wurden verbesserte Trainings- und Rennzeiten durch den Gebrauch eines Zungenbandes genannt. Ein Zusammenhang mit dem vorherigen selteneren Auftreten eines DDSP, das nachweislich zu einer verbesserten Rennleistung führen kann (Barakzai, Finnegan et al. 2009a), konnte nicht hergestellt werden. Leider ließ sich aufgrund der Fragestellung nicht ermitteln, ob es eine Korrelation zwischen dem Gebrauch eines Zungenbandes und der individuellen Gewinnsumme des entsprechenden Pferdes gab.

5.2.3 Veränderungen durch den Zungenbandeinsatz

Die Veränderungen durch den Zungenbandeinsatz gehen im Ganzen mit den Einsatzgründen aus Kapitel 5.2.2. einher. So treten die gewünschten Resultate aller abgefragten Gründe, die den Einsatz des Zungenbandes rechtfertigen, auch ein.

Die relative Mehrheit der Befragten schätzte ein, dass eine leichte bzw. deutliche Leistungsverbesserung durch den Zungenbandeinsatz eintrat. Weitaus weniger gaben an, dass es zu einer gravierenden Leistungsverbesserung kam. Dieser leistungssteigernde Effekt

konnte bei Pferden, die ein Zungenband trugen, bereits in England nachgewiesen werden (Barakzai, Finnegan et al. 2009a). Zu einer Leistungsverschlechterung kam es in keinem Fall.

Weniger als die Hälfte aller Befragten (47%) berichteten aber auch von Problemen, die im Zusammenhang mit dem Zungenbandeinsatz auftraten. Die absolute Mehrheit gab dabei an, dass es zu Verfärbungen der Zunge kam. Ursächlich dafür kann eine zu straffe Schlaufe um die Zunge sein, die die Blutzufuhr in und den Blutabtransport aus der Zunge verhindert. Verletzungen und Blutungen kamen deutlich weniger häufig vor. Um solche Probleme zu minimieren, wäre es ratsam, weniger elastisches Material zu verwenden, das das Risiko reduzieren kann, zu fest zuzubinden bzw. einzuschneiden. In einem Fall sollen sogar Lähmungserscheinungen der Zunge aufgetreten sein. In diesem Fall muss es zu einer Störung der motorischen Versorgung durch den Nervus hypoglossus gekommen sein. Eine Schädigung dieses Nervs führt zum Heraushängen der Zunge (König, Sótonyi et al. 2009).

Neben dem Zungenband wurde auch weiteres Equipment bei den trainierten und gestarteten Pferden der Befragten eingesetzt. Ausbinder, Check, Boden- und Seitenblender, Australian Noseband, Ohrkappen, Pullerklappen (ein Equipment, das verhindert, dass unkontrolliert losstürmende Pferde sich der Kontrolle durch die Fahrleinen entziehen), Ohrstöpsel und verschiedene Gebissvarianten haben mit Sicherheit, ähnlich wie das Zungenband, den Hintergrund länger bessere Leistung zu erzielen. Wie und inwieweit das auch wirklich zum Tragen kommt, ist bislang außer beim Check (Fjordbakk, Holcombe et al. 2012) nicht weiter untersucht.

5.3 Diskussion von Material und Methode der klinischen Studie

Es wurden 30 Traber und 29 Galopper untersucht. Das Training der Galopper folgte einem festen Trainings- und Startplan der jeweiligen Trainer, der es nicht möglich machte alle teilnehmenden Galopper zum gleichen Zeitpunkt erneut zu untersuchen. Aus diesen Gründen wurden die Galopper nur an einem Tag mit eingesetztem Zungenband untersucht. Um auch den Vergleich der klinischen Parameter nach dem Training bei Galoppieren an einem Untersuchungstag ohne Zungenband zu verfolgen, wären weitere Untersuchungen der Galopper interessant.

Da eine Stressantwort auf den Stimulus „Zungenband“ untersucht werden sollte, war es wichtig, das Probenmaterial möglichst stressfrei zu gewinnen. Die Pferde waren den Umgang mit Menschen zwar gewohnt, aufgrund ihrer Rasse, ihres Alters und der wettbewerblichen Nutzung waren einige Pferde dem Menschen gegenüber während der beginnenden Allgemeinuntersuchung aber etwas skeptisch und angespannt. Dies legte sich in allen Fällen aber im Verlauf der Allgemeinuntersuchung. Blutprobenentnahmen und das Anbringen des EKGs und Zungenbandes waren ausnahmslos ohne Zwangsmaßnahmen möglich und wurden, um den Stress noch weiter zu reduzieren, soweit möglich in der Box oder am gewohnten Platz vor der Box vorgenommen. So konnte ausgeschlossen werden, dass die Pferde weiteren potentiell fremden Einflüssen ausgesetzt gewesen wären. Ein Galopper, der bei dem Versuch das Zungenband anzulegen zu steigen begann, wurde von der Studie ausgeschlossen, um Pferd und Mensch nicht weiter zu gefährden. Aufgrund dessen war es durchaus wichtig, nicht nur einen Stressparameter, sondern die Gesamtheit aller Parameter (Blutparameter, HRV und alle Verhaltensweisen (Kienapfel 2011)) zu betrachten.

Die verwendeten Parameter Kortisol und HRV wurden aufgrund ihres vielfachen bereits etablierten Nutzens in der Literatur (Alexander, Irvine et al. 1996, Hydbring, Nyman et al. 1996, Alexander und Irvine 1998, Golland, Evans et al. 1999, Horohov, Dimock et al. 1999, Möstl und Palme 2002, Ohmura, Hiraga et al. 2002, Bachmann, Bernasconi et al. 2003, Cottin, Medigue et al. 2005, Cayado, Munoz-Escassi et al. 2006, Cottin, Barrey et al. 2006, Fazio,

Medica et al. 2008, Ferlazzo, Medica et al. 2009, Quick und Warren-Smith 2009, Cravana, Medica et al. 2010, Ohmura, Hobo et al. 2012, Becker-Birck, Schmidt et al. 2013) zur Evaluierung von Stress ausgewählt. Außerdem waren sie, wie auch Laktat und Glukose, mit möglichst wenig Aufwand und kostengünstig zu gewinnen und auszuwerten. Weniger invasive und noch stressfreiere Methoden zur Probengewinnung für die Kortisolbestimmung bestehen im Sammeln von Kot (Merl, Scherzer et al. 2000, Möstl und Palme 2002, Schmidt, Biau et al. 2010b, Schmidt, Hodl et al. 2010c, Schmidt, Mostl et al. 2010d) oder der Entnahme von Speichel (Schmidt, Aurich et al. 2010a, Schmidt, Biau et al. 2010b, Schmidt, Hodl et al. 2010c, Schmidt, Mostl et al. 2010d, Becker-Birck, Schmidt et al. 2013). Das Sammeln von Kot wäre für die Untersuchung während des Trainings aber nicht praktikabel gewesen und die Zeit des Trainings auch zu kurz, um einen messbaren und auswertbaren Anstieg der Kortisolkonzentration zu erhalten. Eine Entnahme und Auswertung von Kortisol im Speichel als sensitiver Parameter, um sogar kleine Schwankungen zu detektieren (Schmidt, Mostl et al. 2010d), wäre aber sicherlich interessant.

Aufgrund der Bewegung und Schweißbildung während des Trainings war, trotz Befestigung unter dem Geschirr oder Sattel, nicht immer ein beständiger Kontakt der Klebeelektroden vom EKG gewährleistet. Eine Optimierung der Befestigung für zukünftige Studien wäre wünschenswert. Bewegungsartefakte mussten außerdem zeitlich aufwendig korrigiert werden.

Die gleiche Umgebung und gleiche Tageszeit der Untersuchungen der Pferde, die an zwei Trainingstagen evaluiert wurden, verbesserte die Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse (Malik, Bigger et al. 1996).

Ob es eine Beeinflussung durch das Equipment wie zum Beispiel Gebiss, Ausbinder, Sulky, Sattel, Gerte oder dem Fahrer bzw. Reiter gab, konnte nicht beurteilt werden, spiegelt aber auch die Realität eines Rennpferdes im Training wieder. So wurden die Untersuchungen von Trabern auf dem Laufband mit Zungenband durch Chalmers et al. (2013) von erfahrenen Rennpferdetrainern aktiv begleitet, denen der Umgang mit der kompletten Rennausrüstung bekannt war. Es ist nicht realitätsnah, dass ein Rennpferd ausschließlich mit einem Zungenband trainiert wird. Nach Quick et al. (2009) kann es aber durchaus einen Einfluss auf die Ergebnisse der Herzfrequenz und das Verhalten haben, ob das Pferd ein Gebiss trägt oder nicht. Gebisslose Zäumung hat sich im Rennsport allerdings noch nicht etabliert. Um den Stressor „Belastung“ (der in Form des Trainings auch zu Veränderungen der untersuchten Parameter Kortisol (Golland, Evans et al. 1999, Cayado, Munoz-Escassi et al. 2006, Malinowski, Shock et al. 2006, Ferlazzo, Medica et al. 2009, Cravana, Medica et al. 2010, Schmidt, Aurich et al. 2010a) und der HRV (Witte 2001, Cottin, Medigue et al. 2005, Cottin, Barrey et al. 2006, Schmidt, Aurich et al. 2010a) führen kann) von dem Stressstimulus „Zungenband“ abzuziehen, wurden die gleichen Pferde an zwei verschiedenen Tagen (einmal mit und einmal ohne Zungenband), zur gleichen Zeit, mit der gleichen Trainingsintensität, vom gleichen Fahrer trainiert, untersucht. Dies war, aufgrund des hohen Maßes an Kooperation und Flexibilität der Trainer, zum Zeitpunkt der Untersuchungen nur bei den Trabern möglich.

5.4 Diskussion der Ergebnisse der klinischen Studie

Obwohl der Gebrauch von Zungenbändern weit verbreitet ist (Barakzai, Finnegan et al. 2009a, Barakzai, Finnegan et al. 2009b, Findley, Sealy et al. 2016), gibt es nur wenige Daten, die diese Praxis unterstützen. Chalmers et al. (2013) schlussfolgerten lediglich, dass der Gebrauch eines Zungenbandes einen signifikanten Einfluss auf die Position des Basihyoids und des Thyroidknorpels am stehenden Pferd hat. Der Mangel an Studien zur Stressuntersuchung durch den Zungenbandeinsatz bei Pferden, erschwert eine Interpretation der Folgen.

5.4.1 Stressparameter im Blut

5.4.1.1 Kortisol

Um einige potentielle Parameter wie die zirkadiane Rhythmik (Hoffsis, Murdick et al. 1970, Medica, Cravana et al. 2011), die den Kortisolgehalt im Blut beeinflussen können, von vorne herein auszuschließen, wurden alle Pferde der Studie an aufeinanderfolgenden Tagen und immer zur gleichen Uhrzeit am Vormittag untersucht bzw. trainiert. Bei allen untersuchten Trabern ($p=0,000$) und Galoppfern ($p=0,000$) zeigte sich nach dem Training ein signifikanter Anstieg der Kortisolkonzentration. Dies bestätigt, dass Kortisol ein Parameter ist, der sich bei körperlicher Belastung verändert (Golland, Evans et al. 1999, Horohov, Dimock et al. 1999, Cayado, Munoz-Escassi et al. 2006, Cravana, Medica et al. 2010). Überraschend war, dass dies jedoch nicht im Ruhezustand, nach Einsetzen des potentiellen Stressors „Zungenband“ nachvollziehbar war. Der zu diesem Zeitpunkt sichtbare Anstieg erwies sich als mäßig und nicht signifikant. Auffällig war, dass schon im Ruhezustand noch ohne angelegtes Zungenband, Kortisolwerte über dem Referenzbereich (im Mittel 40,7 ng/ml nach Cayado et al. (2006)) mit einem Mittel von 76,15 ng/ml bei einigen Pferden gemessen wurden. Dieses Ergebnis zeigt, dass die Kortisolkonzentration in Erwartung einer stressigen Situation, die schon auf das Pferd einwirkt, wenn die Umstände denen eines nahenden Trainingsbeginn (Uhrzeitroutine, Umgebung, Traineranwesenheit) gleichen, offenbar auch als potentieller Stressstimulus beachtet werden muss. Es kann auch angenommen werden, dass das individuelle Temperament der Pferde das Kortisol beeinflussen kann (Fazio, Medica et al. 2013).

Die Tatsache, ob die Pferde den Einsatz eines Zungenbandes gewohnt waren oder er zum ersten Mal erfolgte, spielte dabei in keinem Fall eine Rolle, genauso wenig wie das Alter und das Geschlecht der Pferde. Bei einigen Trainern ($n=3$) konnte ein signifikanter Unterschied der Kortisolkonzentration nach dem Training mit Zungenband ermittelt werden, der aber im Vergleich mit einer Trainingseinheit ohne Zungenband nicht mehr nachvollziehbar war. Betrachtet man die Studien von Becker-Birck et al. (2013) und Zebisch et al. (2014), ist zudem der Einfluss von Reitern nicht außer Acht zu lassen. Das gleiche könnte für Trainer und Fahrer gelten. Um diesen Unterschied auch für den Rennsport weiter zu untersuchen, wäre es daher wünschenswert, Trainingsparameter wie Einsatzhäufigkeit der Gerte, der Stimme und der Zügel durch die trainierenden Personen zusätzlich festzuhalten.

Es kann also geschlussfolgert werden, dass Kortisol einen zuverlässigen Anstieg während eines Stressstimulus in Form von körperlicher Belastung anzeigt. Als Stressparameter für den Stressor „Zungenband“ ist er jedoch nur bedingt aussagekräftig und interpretationswürdig. Individuelle Faktoren (Trainer) müssen zusätzlich berücksichtigt werden. Insgesamt kam es im Verlauf der gesamten Studie auch nur zu einem mäßigen Anstieg der Kortisolkonzentration im Vergleich zu einer Studie von Golland et al. (1999), die Werte im Mittel von bis zu 128 ng/ml unter Einfluss eines Trainings-Stressstimulus messen konnten.

5.4.1.2 Glukose

Bei den untersuchten Trabern war nach dem Training ein leicht, aber nicht signifikant erhöhter Glukosewert zu verzeichnen. Die Mittelwerte lagen zu jedem Entnahmezeitpunkt aber noch innerhalb des Referenzbereichs (3,9 – 6,9 mmol/l) (Bauer und Keresztes 2017). Die Glukosewerte stiegen, entgegen den Ergebnissen von Evans (1971), nach der Belastung bei

den Galoppieren signifikant an und lagen im Mittel bei 7,60 mmol/l. Dies kann durch die Aktivierung der sympatho-adrenalen Achse in Form von ACTH-Freisetzung durch körperlichen und psychischen Stress erklärt werden, die eine Stimulierung der Glukoneogenese und eine Verringerung des zirkulierenden Insulins nach sich zieht und ist auch in einer Studie von Martínez et al. (1988) und von Pazzola et al. (2015) nachvollziehbar. Bei den Ergebnissen der Glukosekonzentration der Galopper fielen dazu Mittelwerte auf, die zu jedem Messzeitpunkt über dem Referenzbereich lagen. Ein Zusammenhang mit der Fütterung, die einen Einfluss auf die Glukosekonzentration im Blut haben kann, ist möglich, eine Veränderung des glykämischen Index durch morgendliche Futteraufnahme ist ebenfalls nicht auszuschließen (Gill, Skwarlo et al. 1972, Ralston 2002) da der Zeitpunkt und die Zusammensetzung der letzten Fütterung nicht dokumentiert wurden. Nach Einsetzen des Zungenbandes stellte sich bei den Trabern (im Mittel 4,60 mmol/l) und bei den Galoppieren (im Mittel 5,39 mmol/l) eine leichte Abnahme der Glukosekonzentration ein, sodass dieser Parameter folglich nicht sensibel genug war, um Veränderungen durch das Zungenband zu erfassen.

5.4.1.3 Laktat

Die Ergebnisse der Untersuchungen in Bezug auf Laktat zeigen, dass die Trainingseinheiten zu einer Laktatazidose führten. Diese entsteht, wenn es durch die körperliche Belastung zu einem Sauerstoffmangel im Gewebe kommt, der nicht mehr mit Hilfe einer verstärkten Atmung oder Herzleistung kompensiert werden kann. Alle Pferde erreichten nach dem Training die in der Humanmedizin genutzte anaerobe Schwelle von 4 mmol/l, sodass es infolgedessen zu einer Laktatakkumulation im Organismus kam (Kindermann, Simon et al. 1979).

Die gemessenen Laktatkonzentrationen bei 14 untersuchten Pferden (7 Traber, 7 Galopper) entsprachen mit über 20 mmol/l denen von Harris und Snow (1988) nach kurzzeitig maximaler Belastung und zeigen, dass die Höhe des Laktats mit der Intensität, der Dauer und der Art der körperlichen Belastung zusammenhängt (Krzywanek, Schulze et al. 1972, Hodgson, Kelso et al. 1987, Rainger, Evans et al. 1994), und dass das Trainingsniveau und die körperlichen Voraussetzungen eines jeden einzelnen untersuchten Pferdes einen Einfluss auf die Laktatkonzentration hat (Krzywanek, Wittke et al. 1977, Roberts, Marlin et al. 1999). In den meisten Studien werden dafür standardisierte Belastungstest auf Laufbändern und ein striktes Blutprobenentnahmeprotokoll verwendet. Beides kam aufgrund der unterschiedlichen Gegebenheiten vor Ort und der individuellen Trainingsbedingungen in dieser Studie nur sehr bedingt zum Tragen.

Es kann festgehalten werden, dass die Laktatkonzentration durch das Einsetzen eines Zungenbandes bei keinem Pferd eine tragende Rolle spielt. Ob das Training mit oder ohne Zungenband durchgeführt wurde, hatte auch keinen Einfluss auf das Ausmaß der Laktatbildung. Durchaus ist es aber als Parameter geeignet, um körperliche Belastung während des Trainings zu evaluieren.

5.4.2 Herzfrequenzvariabilität

Die Ergebnisse der HRV-Messungen unterschieden sich im Vergleich der Trainingseinheiten mit Zungenband bei Trabern und bei Galoppieren.

Bei den Trabern dominierte insgesamt der Parasympathikus vor dem Training und wurde nach Anbringen des Zungenbandes von einer dominierenden sympathischen Komponente abgelöst, die auch nach dem Training noch nachweisbar gewesen ist und damit auf eine

verminderte HRV hinwies, mit deutlich höheren LF-Werten als nach dem Training ohne angelegtes Zungenband. Dabei ist ein Einfluss des Alters interessant, wonach der jüngste untersuchte Jahrgang (3 Jahre alt; n=15) auch schon vor dem Training ohne angelegtes Zungenband eine erhöhte Sympathikusaktivität zeigte. Dass das Antrainieren junger Pferde gleichermaßen physische und psychische Belastung ist und mit einer Verringerung der HRV einherging, wurde auch von Schmidt et al. 2010a nachgewiesen. Des Weiteren war zu erkennen, dass das Geschlecht eine Rolle spielen könnte, denn bei den Stuten (n=13) hat nach Anlegen des Zungenbandes der Sympathikus weitaus deutlicher reagiert als bei den untersuchten Wallachen (n=14). Eine ähnliche Geschlechterverteilung lässt sich zum Beispiel auch beim Auftreten vom Erkrankungsbild einer Belastungsmiopathie in Kombination mit weiteren Stressfaktoren beobachten. Neben besonders temperamentvollen Pferden, zeigen auch hier Stuten eine Prädisposition für das Erkrankungsbild (Vervuert 2011).

Bei den Galopprenn dominierte über den gesamten Untersuchungszeitraum die Sympathikusaktivität. In zukünftigen Studien wäre es daher sinnvoll, da auch bereits zweijährige (n=7) Galopper an der Untersuchung teilgenommen haben und sich ein Alterseinfluss bei den Trabern zeigte, die Untersuchungen nochmal an Galopprenn verschiedenen Altersklassen mit ähnlichem Temperament durchzuführen. Es wäre möglich, dass sich die Ergebnisse von jüngeren Pferden, die den Umgang mit Menschen noch nicht so lange gewohnt sind, von denen erfahrenerer Pferde unterscheiden. Ein an menschliches Handling gewöhntes, ruhigeres und nicht gewöhntes, unruhigeres Pferd zeigt nachweislich unterschiedliche HRV. So nahm die HRV bei 20 jungen Warmblutpferden, die seit dem fünften Lebensmonat trainiert wurden, in einer ungewohnten Situation weniger ab, als in der Vergleichsgruppe, die zuvor kein zusätzliches Training erhielt (Visser, van Reenen et al. 2002).

In der vorliegenden Studie hat sich im Gegensatz zu Latimer-Marsh et al. (2017), Becker-Birck et al. (2013), van Breda (2006) und Zebisch et al. (2014) die Frequenzanalyse der HRV als aussagekräftig erwiesen, um Aussagen im Hinblick auf die sympathovagale Balance zu treffen und zwischen Dominanz von Sympathikus und Parasympathikus zu unterscheiden und damit einen potentiellen Stressor zu evaluieren. Dass der untersuchte Stressor „Zungenband“ aber auch durch weitere Parameter wie Alter und Zeit des gewohnten Handlings, Geschlecht, Rasse und Intensität der körperlichen Belastung (Thayer, Hahn et al. 1997, Kuwahara, Hiraga et al. 1999, Physick-Sheard, Marlin et al. 2000, Ohmura, Hiraga et al. 2002) beeinflusst werden kann, macht eine isolierte Interpretation in Bezug auf das Zungenband schwer und erfordert Untersuchungen mit größeren Fallzahlen. Wünschenswert wären Untersuchungen unter Rücksichtnahme der genannten Parameter und Vergleichbarkeit der Gruppen. Die Pferde sollten alle im gleichen Alter, mit dem gleichen Trainingsplan und ohne Zungenband antrainiert worden sein und die Untersuchungen während einer vergleichbaren Belastung stattfinden. Um die realen Trainingsbedingungen auf der Rennbahn beizubehalten, könnte sich ein Geschwindigkeitsmesser per GPS eignen.

5.4.3 Verhalten

Die Tatsache, dass ein Pferd ausgeschlossen werden musste, das bei dem Versuch ein Zungenband anzulegen für das Umfeld gefährlich gestiegen war, lässt vermuten, dass ausschließlich willige Pferde in die Studie aufgenommen wurden. Dementsprechend scheint das Temperament eines Individuums, ganz individuell auf einen Stressor zu reagieren, von großer Bedeutung zu sein, wie es Visser et al. (2002) bereits in ihren Untersuchungen in Bezug auf die HRV nachgewiesen haben. Die verbliebenen Pferde könnten dem Phänomen der „Learned Helplessness“ (Seligman 1972) unterworfen gewesen sein. Dies würde bedeuten, dass sie den Zungenbandeinsatz daraufhin akzeptiert hätten. Seligman (1972) beschreibt, dass Tiere lernen können, dass ihre Reaktionen über Belohnungen und Strafen entscheiden. Sie haben die Fähigkeit zu erlernen, ob Situationen kontrollierbar oder nicht kontrollierbar

durch sie sind und können ihr Verhalten entsprechend anpassen. Dieses Phänomen ist weit verbreitet und bei anderen Tierarten wie Hunden, Katzen, Ratten, Mäusen und Fischen bereits festgestellt worden. Es besteht die Möglichkeit, dass auch Pferde, die ein Zungenband angelegt bekommen, erlernt haben, dass sie sich dieser Situation nicht entziehen können. Das Anlegen eines Zungenbandes ist dementsprechend nicht durch sie kontrollierbar und sie haben infolgedessen ihr Verhalten angepasst, indem sie das Zungenband akzeptiert haben.

Die Verhaltensbeobachtungen ergaben, dass nur eine geringe Anzahl (n=3, ausschließlich Traber) der Pferde sich von selbst anbot, das Zungenband zu befestigen. Sobald die Zunge aber von der jeweiligen Bezugsperson erfasst worden war, tolerierten deutlich mehr (n=28) Pferde ein weiteres Anbringen ohne Abwehr. Auch hier stellt sich die Frage der von Seligman (1972) beschriebenen erlernten Hilflosigkeit, die mit einem resignierenden Verhalten einhergeht. Die erfassten Abwehrreaktionen, die ein mangelndes Wohlbefinden ausdrücken (Kienapfel 2011) zeigten sich u.a. im Kopfschlagen. Schweifschlagen war nur bei den Trabern, nicht aber bei den Galoppnern zu verzeichnen. Bei knapp einem Dreiviertel der Pferde war eine angespannte Augenpartie und bei der Hälfte aufgeblähte Nüstern zu verzeichnen. Darum ist der Schluss erlaubt, dass ihnen das Anbringen des Zungenbandes unangenehm war.

5.4.4 Rasseunterschiede

Die Ergebnisse der Blutuntersuchungen zeigten, dass die Galopper im Mittel zu jedem Messzeitpunkt geringere Kortisolwerte, jedoch höhere Laktat- und Glukosewerte als die Traber aufwiesen. Ebenso verhielt es sich mit der Herzfrequenzvariabilität, die sich bei den Galoppnern im Vergleich zu den Trabern mit grundsätzlich höheren Werten im LF-Bereich und damit einer erhöhten Sympathikusaktivität zeigte. Da die Untersuchungen von Trabern und Galoppnern in dieser Studie nicht immer zu gleichen Ergebnissen führten, stellt sich die Frage, ob auch die Rasse einen Einfluss auf die Ausprägung der Stressreaktion durch den Gebrauch von Zungenbändern haben könnte. So wird das englische Vollblut seit ungefähr 250 Jahren in Hinsicht auf Schnelligkeit im Galopp und der amerikanische Traber seit ungefähr 150 Jahren in Hinsicht auf Schnelligkeit der Bewegung im Trab selektiert und weitergezüchtet, um diese Eigenschaften der Rassen zu verbessern. Da aber wegen der Selektion nach Schnelligkeit meistens anderen Eigenschaften vernachlässigt wurden, kam es in einigen Eigenschaften zu Rückfällen, die sich u.a. in nervösem Temperament zeigten (Hamori und Halasz 1959). Es besteht also die Möglichkeit, dass es individuelle (Visser, van Reenen et al. 2002, Fazio, Medica et al. 2013), aber auch rassespezifische Unterschiede gibt, die die untersuchten Parameter beeinflusst haben könnten.

5.5 Beantwortung der einleitenden Fragen

Ist das Zungenband ein Stressor und wie hoch ist der Grad der Stressbelastung unter realen Trainingsbedingungen im Feld mit Zungenband für die Pferde?

Die Ergebnisse aller untersuchten Parameter der vorliegenden Studie liefern in ihrer Gesamtheit zunächst keine eindeutigen Hinweise darauf, dass das Zungenband einen akuten Stressor während des Trainings darstellt. Veränderungen der Herzfrequenzvariabilität bei den Galoppnern und im Verhalten bei Trabern und Galoppnern lassen aber die Schlussfolgerung zu, dass das Wohlbefinden der Pferde durch den Einsatz des Zungenbandes beeinflusst wird. Über den Grad der Stressbelastung lässt sich anhand der Ergebnisse nur mutmaßen, dass es

sich nicht um eine hochgradige Stressbelastung handelt, da nicht alle untersuchten Parameter gleichermaßen signifikant anstiegen.

Die Herzfrequenzvariabilität bei den Galopprennen und die Verhaltensbeobachtung bei Trabrennen und Galopprennen erwiesen sich als geeignetere Parameter, als die Kortisolkonzentration im Blut. Diese scheint kein verlässlicher Parameter, um den akuten Stressor „Zungenband“ nach dem Einsetzen und nach dem Training im Vergleich zu einer Trainingseinheit ohne Zungenband zu evaluieren. Im Gesamtverlauf kam es eher zu einem mäßigen Anstieg der Kortisolwerte.

Sind potenzielle Bedenken hinsichtlich des Wohlbefindens im Zusammenhang mit dem Gebrauch von Zungenbändern gerechtfertigt?

Da die Indikation und Auswirkung der Verwendung dieses Ausrüstungsgegenstandes als Hilfsmittel beim Reiten und Fahren zwar anekdotisch, aber noch nicht wissenschaftlich hinreichend belegt sind, ist es nicht ganz einfach, Reitern, Fahrern und Trainern konkrete Empfehlungen für den Nutzen und korrekten Gebrauch an die Hand zu geben. Kopfschlagen, Schweifschlagen, angespannte Gesichtsmuskulatur bis hin zum Steigen und einem damit einhergehenden Ausschluss aus der Studie weisen in ihrer Form aber darauf hin, dass das Wohlbefinden der Pferde unter dem Einsatz des Zungenbandes leidet. Dies könnte unter Umständen eine mögliche Ahndung des Zungenbandeinsatzes für Pferdesportverbände rechtfertigen.

Wie verhält sich der deutschlandweite Einsatz von Zungenbändern?

Das Zungenband wurde zum Zeitpunkt der Untersuchungen deutschlandweit unter Angabe leistungsverbessernder Endergebnisse trotz auftretender Probleme, die das Zungenband selbst mit sich bringt, im Rennsport eingesetzt. Besseres Handling und eine positive Unterstützung des Atmungsapparates stehen dabei im Vordergrund. Der Beweis der Unterstützung des Atmungsapparates durch das Tragen von Zungenbändern konnte dagegen weder bei gesunden Pferden, noch bei Pferden mit einer dorsalen Gaumensegelverlagerung erbracht werden (Cornelisse et al. 2001, Franklin et al. 2002). Seit Juni 2018, nach Beendigung der praktischen Untersuchungen dieser Arbeit, ist der Einsatz von Zungenbändern aufgrund dessen im Galopprennsport in Deutschland vom DRV verboten, im Trabrennsport jedoch weiterhin erlaubt. Lediglich in Nordrhein-Westfalen wurde der Einsatz von Zungenbändern im Pferderennsport (für Trab- und Galopprennsport gleichermaßen) per Erlass durch das Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz verboten.

5.6 Betrachtung aus tierschutzrechtlicher Sicht

Die Methode des Festbindens der Zunge wurde mittlerweile von der Fédération Equestre Internationale (FEI) in den meisten Disziplinen verboten. In Deutschland wird dies in der Leistungs-Prüfungs-Ordnung, dem offiziellen Regelwerk für nationale Turniere im Reit-, Fahr- und Voltigiersport geregelt. Im Februar 2015 wurde eine Dressurreiterin, die ihrem Pferd die Zunge am Gebiss festband, aufgrund des Verstoßes gegen das Turnier-Regelwerk und gegen das Tierschutzgesetz sogar angezeigt (Heinig 2015). Das Festbinden der Zunge am Unterkiefer ist aber im Rennsport weiterhin sehr verbreitet und wird oft genutzt (Chalmers, Farberman et al. 2013). Wenn man davon ausgehen möchte, dass es sich beim Gebrauch eines Zungenbandes um eine Zwangsmaßnahme handelt, wäre es zu überlegen, vor jeder Anwendung dieser Maßnahme einen Tierarzt zu Rate zu ziehen. Dieser könnte einen vernünftigen Grund für den Einsatz im Einzelfall abwägen, da sich im Tierschutzrecht keine

konkrete Regelung findet, welche Zwangsmaßnahmen bei Pferden erlaubt sind. Dazu müssten Zungenbänder aber als solche definiert sein. Nach § 1 des Tierschutzgesetzes darf jedoch niemand einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen. Zwangsmaßnahmen dürfen also keinesfalls unbedacht oder routinemäßig eingesetzt werden, sondern nur dann, wenn keine, andere oder weniger belastende Maßnahmen wirkungslos wären. Außerdem ist es nach §3.1b verboten, „an einem Tier im Training oder bei sportlichen Wettkämpfen oder ähnlichen Veranstaltungen Maßnahmen anzuwenden, die mit [...] Leiden [...] verbunden sind und die die Leistungsfähigkeit von Tieren beeinflussen können“. Nach § 18 (2) des Tierschutzgesetzes handelt derjenige sogar ordnungswidrig, der vorsätzlich oder fahrlässig einem Tier ohne vernünftigen Grund erhebliche Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügt. Nach § 17 Nr. 2 macht sich strafbar, wer a) einem Wirbeltier aus Rohheit erhebliche Schmerzen oder Leiden oder b) länger anhaltende oder sich wiederholende erhebliche Schmerzen oder Leiden zufügt.

5.7 Schlussfolgerung und Ausblick

Es besteht die Möglichkeit, dass ein eigentlicher Stressor für ein Tier im Vergleich zu den „Nebenbedingungen“ nur wenig oder gar keine Bedeutung besitzt (Ladewig 1994). Die Reaktion des Tieres auf diesen Stressor hängt von der Dauer und Intensität ab, der vorherigen Erfahrung des Tieres damit, seinem physiologischen Status und den unmittelbaren Umweltbedingungen. Das Pferd kann dann entweder durch Verhalten oder eine physiologische Reaktion reagieren, meistens jedoch durch eine Kombination aus beiden. Die Dauer und Intensität von Stress kann sich u.a. auf die Fähigkeit des Pferdes auswirken zu trainieren (Stull 1997). Im realen Training eines Rennpferdes einen Stressor zu definieren erscheint einfach. Ihn von den weiteren potentiellen Stressoren (Individualität, Umgebung, Erziehung, menschlicher Umgang und weiteres Equipment) zu isolieren und seinen Einfluss zu untersuchen, ist hingegen deutlich schwieriger. Entscheidend ist, dass es keinen einzelnen objektiven Stressparameter gibt, der sensitiv oder spezifisch genug ist, die Größe und Ausprägung der zu untersuchenden Stressantwort wiederzugeben. Weitere Studien sind notwendig, um Vergleichsstudien zu bekommen. Es wäre wünschenswert und zu überlegen, zukünftig standardisierte Belastungstest mit an Bezugspersonen gewöhnten Pferden ähnlichen Temperaments in Labornähe zu nutzen, unter Betrachtung weiterer nachgewiesener neuroendokriner Stressparameter wie beispielsweise ACTH, beta-Endorphin, Vasopressin, Adrenalin und Noradrenalin (Hada, Onaka et al. 2003, Fazio, Medica et al. 2008, Ayala, Martos et al. 2012, Pazzola, Pira et al. 2015, Faust 2016).

Des Weiteren gibt es bisher keine Untersuchungen zum Stress und Zungenbandeinsatz bei Pferden während eines Wettkampfes. Der Leistungsdruck und damit verbundene Stress für alle Beteiligten, Mensch und Pferd, ist aufgrund der Tatsache, dass nicht nur eine große Industrie wie der Wettsport dahinter steht, sondern auch, dass die private Solvenz davon abhängig ist, enorm hoch. Lediglich durch Hada et al. (2003) wurden Stressparameter von Vollblütern auf dem Laufband untersucht, die mittels Lautsprecher und Videoleinwand einer wettkampfähnlichen Situation ausgesetzt waren. Es wäre interessant zu evaluieren, inwieweit der Stressor Zungenband in einer realen Wettkampfsituation Einfluss auf das physiologische Stressgeschehen nimmt und ob es eine Korrelation zwischen dem Gebrauch eines Zungenbandes und der Höhe der Gewinnsummen gibt. Unter vorherigem Sicherstellen der sicheren Anbringung des EKGs über den gesamten Wettkampfverlauf, würden sich dazu ebenfalls eine Ermittlung der neuroendokrinen- und HRV- Parameter anbieten, sowie ein Erfassen der individuellen Gewinnsummen der untersuchten Pferde.

Da die Untersuchungen von Trabern und Galoppfern in dieser Studie nicht immer zu gleichen Ergebnissen führten, bleibt die Frage, ob auch die Rasse einen Einfluss auf die Ausprägung der Stressreaktion durch den Gebrauch von Zungenbändern haben könnte, nicht vollständig geklärt. Um diesbezüglich sicher zu gehen, würde es sich zudem anbieten, verschiedene

Rassen, so zum Beispiel auch Warmblüter, unter gleichen Bedingungen in die Untersuchungen einzuschließen.

Abschließend empfiehlt es sich zu untersuchen, ob die gewünschten Effekte der trainierenden Personen mit dem Einsatz des Zungenbandes verbessert werden. Dazu zählen in erster Linie, ob Rittigkeit und Lenkbarkeit, dadurch dass die Zunge nicht mehr über das Gebiss gelegt werden kann, sich wirklich verbessern, genauso wie Atemgeräusche und potentielle Atemwegserkrankungen. Alles vor dem tierschutzrechtlichen Hintergrund, dass es nach §3.1b verboten ist, „an einem Tier im Training oder bei sportlichen Wettkämpfen oder ähnlichen Veranstaltungen Maßnahmen anzuwenden, die mit (...) Leiden (...) verbunden sind und die die Leistungsfähigkeit von Tieren beeinflussen können“.

Die Ergebnisse dieser Arbeit können möglicherweise in Zukunft weiter dabei helfen, Entscheidungen von Rennsportverbänden und Gesetzgebern im Rahmen des Tierschutzes, das Zungenband betreffend, zu erleichtern.

Am 31. Mai 2018, nach Abschluss der praktischen Untersuchungen dieser Arbeit, wurde bereits als wichtige Maßnahme zum Tierschutz im deutschen Galopprennsport auf www.german-racing.com bekanntgegeben, dass das Präsidium des Direktoriums für Vollblutzucht und Rennen e.V. und die zuständige Kommission entschieden haben, dass der Einsatz von Zungenbändern und damit das Festbinden der Zunge bei Galopprennpferden ab dem 1. Juni 2018 deutschlandweit verboten ist.

6 Zusammenfassung

Zungenbandeinsatz in Deutschland – Auswirkungen auf ausgewählte Blutparameter, Herzfrequenzvariabilität und Verhalten bei Rennpferden während des Trainings

Das Zungenband gehört zum erlaubten und üblicherweise eingesetzten Equipment im Pferderennsport in Deutschland. Über den deutschlandweiten Gebrauch und die Auswirkungen auf das Stressgeschehen beim Pferd ist bislang allerdings wenig bekannt. Steigendes öffentliches Interesse von Tierschutzorganisationen gegenüber dem Pferderennsport erhöht den Wunsch nach wissenschaftlich erhobenen Daten.

Vor diesem Hintergrund war es Ziel der vorliegenden Untersuchung, die Auswirkungen des Zungenbandes bei Rennpferden während des Trainings durch ausgewählte physiologische Blutparameter und der Herzfrequenzvariabilität zu ermitteln, um den Stressstimulus, der potentiell von einem Zungenbandeinsatz ausgehen kann, zu evaluieren. Zusätzlich wurden Fragebögen an Rennpferdetrainer versandt.

30 Traber und 29 Galopper von 9 verschiedenen Trainern haben für den klinischen Teil der Studie deutschlandweit eine Trainingseinheit unter realen Bedingungen mit Zungenband absolviert. Dieselben 30 Traber absolvierten die gleiche Trainingseinheit zu einem nahegelegenen weiteren Zeitpunkt zur gleichen Tageszeit erneut.

Die Blutproben und EKG-Sequenzen zur Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität (HRV) wurden dazu in Ruhe, in Ruhe nach Einsetzen des Zungenbandes und unmittelbar nach dem Training entnommen und ausgewertet. Die Blutparameter Kortisol, Glukose, Laktat und Herzfrequenzanalyse-Parameter HF und LF, die Aussagen über die Parasympathikus- bzw. Sympathikusaktivität und sympathovagale Balance zulassen, wurden gemessen, um die Einflüsse auf den physiologischen Stoffwechsel und die HRV zu charakterisieren. Des Weiteren wurde das Verhalten während des Anlegens des Zungenbandes protokolliert.

Die Ergebnisse der Blutparameter Kortisol, Glukose und Laktat zeigten insgesamt nur einen leichten, aber nicht signifikanten Anstieg nach Anlegen des Zungenbandes, und eine signifikante Erhöhung von Kortisol und Laktat nach Beendigung des Trainings. Anhand der sich im Vergleich zu den Ruhewerten verändernden Laktatwerte lässt sich schlussfolgern, dass alle Pferde im anaeroben Bereich trainiert wurden.

Die Analyse der Frequenzbereichsparameter zeigte bei den Trabern nach Einsetzen des Zungenbandes eine Verschiebung der Parasympathikusaktivität hin zu einer dominierenden Sympathikusaktivität, die auch nach dem Training vorherrscht. Dies konnte bei den Galoppnern nicht nachvollzogen werden. Hier waren über den gesamten Trainingsverlauf vermehrt die sympathischen Einflüsse auf das Herz dominant.

Die HRV kann als nichtinvasiver Parameter zur Erfassung der Aktivität des autonomen Nervensystems genutzt werden, um das Ausmaß des Stresses, dem die Pferde durch das Zungenband ausgesetzt sind, zu beurteilen. Weitere Einflüsse wie Rasse und Temperament dürfen dabei aber nicht ausser Acht gelassen werden.

Protokolliertes Kopfschlagen, Schweifschlagen und angespannte Gesichtsmuskulatur bis hin zum Steigen und einem damit einhergehenden Ausschluss aus der Studie wiesen in ihrer Form darauf hin, dass das Wohlbefinden der Pferde unter dem Einsatz des Zungenbandes litt.

Die Ergebnisse der Fragebögen zeigten, dass es deutschlandweit während des Trainings bei 17,2% und während des Rennens bei 19,2% der trainierten Pferde zum Einsatz von Zungenbändern kommt. Die relative Mehrheit der Pferde war zu diesem Zeitpunkt 4 Jahre alt. Bei Galoppnern kam das Zungenband bis zum vierten Lebensjahr seltener als bei den Trabern

zum Einsatz. Es wurde unter Angabe leistungsverbessernder Endergebnisse trotz auftretender Probleme, die das Zungenband selbst mit sich bringt, im Rennsport eingesetzt. Besseres Handling und eine positive Unterstützung des Atmungsapparates standen dabei im Vordergrund.

Für Vergleiche wären weitere Studien mit höheren Fallzahlen und standardisierten Belastungstests unter Ausschluss weiterer potentieller Stressstimuli interessant.

7 Summary

Use of tongue ties in Germany – effects on selected blood parameters, heart rate variability and behaviour in racehorses during training

The tongue tie is a permitted and commonly used equipment in horse racing in Germany. However little is known about the nationwide use and the effects on the stress in the horse. Increasing public interest of animal welfare organizations in relation to horse racing increases the desire for scientifically collected data.

Against this background the aim of the present study was to evaluate the effects of the tongue tie in racehorses during exercise on selected physiological blood parameters and heart rate variability to evaluate the stress stimulus that can potentially result from using a tongue tie. In addition questionnaires were sent to race horse trainer.

30 trotters and 29 thoroughbred horses from 9 different trainers have completed a training session under real conditions with a tongue tie for the clinical part of the study. The same 30 trotters completed the same training session at a nearby time later at the same time of the day.

The blood samples and ECG sequences for determining heart rate variability (HRV) were taken and evaluated at rest, at rest but after installing the tongue tie and immediately after training. The blood parameters cortisol, glucose, lactate and frequency analysis parameters HF and LF which allow statements about parasympathetic or sympathetic activity and sympathovagal balance were measured to characterize the effects on physiological metabolism and HRV. Furthermore the behavior during the application of the tongue tie was recorded.

Overall the results of the blood parameters cortisol, glucose and lactate showed only a slight but no significant increase after application of the tongue tie but a significant increase in the parameters cortisol and lactate after completion of the training. Based on lactate which change in comparison to the concentrations while resting, it can be concluded that all horses were trained in the anaerobic area.

The analysis of the frequency domain parameters showed in trotters after installing the tongue tie a shift of the parasympathetic activity towards a dominant sympathetic activity which maintain even after training. This couldn't be reconstructed in thoroughbred horses. With them the sympathetic influences on the heart were increasingly dominant over the entire training session.

HRV is a noninvasive parameter used to measure autonomic nervous system activity and can be used to assess the extent of stress experienced by the horses through the tongue tie. However other external influences like horse breed and temperament must not be ignored.

Head beating, tail beating and tensed facial muscles up to the point of one horse rearing and becoming because of that excluded from the study, indicated in their form that the well-being of the horses suffered from the use of the tongue tie.

The results of the questionnaires showed that use of tongue ties while training was 17.2% and during the race 19.2% throughout Germany. The relative majority of horses was 4 years old at this time. In thoroughbred horses the tongue tie was used less often than the trotters until the age of four. It was used in racing, stating performance-enhancing final results despite the problems that the tongue tie itself brings with it. Besides that better handling and positive support of the respiratory system were often stated reasons.

To compare the results further studies with higher case numbers and standardized exercise tests excluding further potential stress stimuli would be interesting.

8 Literaturverzeichnis

- Akselrod, S., et al. (1981). "Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of beat-to-beat cardiovascular control." Science **213**(4504): 220-222.
- Alexander, S. L. and C. H. Irvine (1998). "The effect of social stress on adrenal axis activity in horses: the importance of monitoring corticosteroid-binding globulin capacity." J Endocrinol **157**(3): 425-432.
- Alexander, S. L., et al. (1996). "Dynamics of the regulation of the hypothalamo-pituitary-adrenal (HPA) axis determined using a nonsurgical method for collecting pituitary venous blood from horses." Front Neuroendocrinol **17**(1): 1-50.
- Alexander, S. L., et al. (1997). "Effect of insulin-induced hypoglycaemia on secretion patterns and rates of corticotrophin-releasing hormone, arginine vasopressin and adrenocorticotrophin in horses." J Endocrinol **153**(3): 401-409.
- Allen, J. P., et al. (1973). Stress-induced secretion of ACTH. International Symposium on Brain-Pituitary-Adrenal Interrelationships. A. Brodish and E. S. Redgate. Basel, Verlag Karger.
- Ayala, I., et al. (2012). "Cortisol, adrenocorticotrophic hormone, serotonin, adrenaline and noradrenaline serum concentrations in relation to disease and stress in the horse." Res Vet Sci **93**(1): 103-107.
- Bachmann, I., et al. (2003). "Behavioural and physiological responses to an acute stressor in crib-biting and control horses." Appl Anim Behav Sci **82**(4): 297-311.
- Barakzai, S. Z. and P. M. Dixon (2005). "Conservative treatment for thoroughbred racehorses with intermittent dorsal displacement of the soft palate." Vet Rec **157**(12): 337-340.
- Barakzai, S. Z., et al. (2009a). "Effect of 'tongue tie' use on racing performance of thoroughbreds in the United Kingdom." Equine Vet J **41**(8): 812-816.
- Barakzai, S. Z., et al. (2009b). "Use of tongue ties in thoroughbred racehorses in the United Kingdom, and its association with surgery for dorsal displacement of the soft palate." Vet Rec **165**(10): 278-281.
- Bauer, N. and M. Keresztes (2017). Labordiagnostische Untersuchung. Handbuch Pferdepraxis. W. Brehm, H. Gehlen, B. Ohnesorge and A. Wehrend. Stuttgart, Enke Verlag. **4**: 31.
- Becker-Birck, M., et al. (2013). "Cortisol release, heart rate and heart rate variability, and superficial body temperature, in horses lunged either with hyperflexion of the neck or with an extended head and neck position." J Anim Physiol Anim Nutr (Berl) **97**(2): 322-330.
- Berntson, G. G., et al. (1997). "Heart rate variability: origins, methods, and interpretive caveats." Psychophysiology **34**(6): 623-648.
- Bertin, F. R., et al. (2016). "The Effect of Fasting Duration on Baseline Blood Glucose Concentration, Blood Insulin Concentration, Glucose/Insulin Ratio, Oral Sugar Test, and Insulin Response Test Results in Horses." J Vet Intern Med **30**(5): 1726-1731.

- Bohnet, W. (2007). "Expressive behaviour to assess the emotional states in horses]." Dtsch Tierarztl Wochenschr **114**(3): 91-97.
- Brüggemann, T., et al. (1995). "Spektralanalyse zur Beurteilung der Herzfrequenzvariabilität." Herzsch. Elektrophys. **5**(2): 19-24.
- Caanitz, H. (1996). Ausdrucksverhalten von Pferden und Interaktion zwischen Pferd und Reiter zu Beginn der Ausbildung. Klinik für Pferde der Tierärztlichen Hochschule Hannover und dem Tierhygienischen Institut Freiburg: 150.
- Cannon, W. B. (1928). Die Notfallsfunktionen des sympathico-adrenalen Systems. Ergebn. Physiol. **27**: 380-406.
- Cayado, P., et al. (2006). "Hormone response to training and competition in athletic horses." Equine Vet J Suppl(36): 274-278.
- Chalmers, H. J., et al. (2013). "The use of a tongue tie alters laryngohyoid position in the standing horse." Equine Vet J **45**(6): 711-714.
- Charlton, B. G. (1990). "Adrenal cortical innervation and glucocorticoid secretion." J Endocrinol **126**(1): 5-8.
- Cornelisse, C. J., et al. (2001b). "Effect of a tongue-tie on upper airway mechanics in horses during exercise." Am J Vet Res **62**(5): 775-778.
- Cornelisse, C. J., et al. (2001a). "Computed tomographic study of the effect of a tongue-tie on hyoid apparatus position and nasopharyngeal dimensions in anesthetized horses." Am J Vet Res **62**(12): 1865-1869.
- Cottin, F., et al. (2006). "Effect of repeated exercise and recovery on heart rate variability in elite trotting horses during high intensity interval training." Equine Vet J Suppl(36): 204-209.
- Cottin, F., et al. (2005). "Effect of exercise intensity and repetition on heart rate variability during training in elite trotting horse." Int J Sports Med **26**(10): 859-867.
- Cravana, C., et al. (2010). "Effects of competitive and noncompetitive showjumping on total and free iodothyronines, beta-endorphin, ACTH and cortisol levels of horses." Equine Vet J Suppl(38): 179-184.
- Dalla Costa, E., et al. (2014). "Development of the Horse Grimace Scale (HGS) as a Pain Assessment Tool in Horses Undergoing Routine Castration." PLoS One **9**(3).
- Deutsche and R. V. e. V (2012). Leistungs-Prüfungs-Ordnung. Warendorf, FNVerlag.
- Deutsche and R. Vereinigung (1994). Band 1: Grundausbildung für Reiter und Pferd. Richtlinien Reiten und Fahren D. R. Vereinigung, FN Verlag.
- Diener, M. (2000). Vegetatives Nervensystem. Physiologie der Haustiere. E. u. G. H. Breves. Stuttgart, Enke im Hippokrates Verlag.
- Direktorium, et al. (2018). Der Einsatz von Zungenbändern ist ab 1. Juni verboten. Pressemeldung, Link auf der Homepage des DVR: . <https://www.german-racing.com/gr/aktuelles/meldungen/20180531-310518-news-zunge.php>.
- Donald, R. A., et al. (1995). "Regulation of corticotrophin secretion." Clin Sci (Lond) **88**(1): 4-7.

- Dugdale, D. J. and R. E. S. Greenwood (1993). "Some observations on conservative techniques for treating laryngopalatal dislocation (dorsal displacement of the soft palate) in the horse." Equine vet educ **5**(4): 177-180.
- Eckberg, D. L. (1983). "Human sinus arrhythmia as an index of vagal cardiac outflow." J Appl Physiol Respir Environ Exerc Physiol **54**(4): 961-966.
- Eckberg, D. L. (1997). "Sympathovagal balance: a critical appraisal." Circulation **96**(9): 3224-3232.
- Engelhardt, W. v. (2000). Arbeitsphysiologie unter besonderer Berücksichtigung des Pferdeleistungssports Physiologie der Haustiere. E. u. Breves. Stuttgart, Enke Verlag.
- Engelhardt, W. v. (2000). Kreislauf. Physiologie der Haustiere. E. u. Breves. Stuttgart, Enke Verlag.
- Erber, R., et al. (2012). "Physiological and behavioural responses of young horses to hot iron branding and microchip implantation." Vet J **191**(2): 171-175.
- Evans, J. W. (1971). "Effect of fasting, gestation, lactation and exercise on glucose turnover in horses." J Anim Sci **33**(5): 1001-1004.
- Faust, M.-D. (2016). Herzfrequenzvariabilitätsmessung bei Pferden mit Kolik. Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Radiologie. Berlin, Freie Universität Berlin: 143.
- Fazio, E., et al. (2008). "Circulating beta-endorphin, adrenocorticotrophic hormone and cortisol levels of stallions before and after short road transport: stress effect of different distances." Acta Vet Scand **50**: 6.
- Fazio, E., et al. (2013). "Cortisol response to road transport stress in calm in and nervous stallions." J. Vet. Behav. **8**: 231-237.
- Fenner, K., et al. (2016). "The Effect of Noseband Tightening on Horses' Behavior, Eye Temperature, and Cardiac Responses." PLoS One **11**(5): e0154179.
- Ferlazzo, A., et al. (2009). "Endocrine changes after experimental showjumping." Comparative Exercise Physiologie **6**(2): 59-66.
- Findley, J. A., et al. (2016). "Factors associated with tongue tie use in Australian Standardbred racehorses." Eg. Vet. J. **48**(Suppl. 50): 5-30.
- Fjordbakk, C. T., et al. (2012). "A novel treatment for dynamic laryngeal collapse associated with poll flexion: The modified checkrein." Equine Vet J **44**(2): 207-213.
- Fleming, G. (1889). Roaring in Horses (laryngismus Paralyticus): Its History, Nature, Causes, Prevention, and Treatment. London, Baillière, Tindall, and Cox.
- Fleshner, M., et al. (1995). "A long-term increase in basal levels of corticosterone and a decrease in corticosteroid-binding globulin after acute stressor exposure." Endocrinology **136**(12): 5336-5342.
- Franklin, S. H., et al. (2001). "The Treatment of DDSP in Thoroughbred Horses in Training in the UK, 1999-2000." BEVA Congress Proceedings, Harrogate.

- Franklin, S. H., et al. (2002). "The effect of a tongue-tie in horses with dorsal displacement of the soft palate." Equine Vet J Suppl(34): 430-433.
- Frey, H.-H. and W. Löscher (2000). Zentrales Nervensystem. Physiologie der Haustiere. E. u. Breves. Stuttgart, Enke Verlag.
- Gayrard, V., et al. (1996). "Interspecies variations of corticosteroid-binding globulin parameters." Domest Anim Endocrinol **13**(1): 35-45.
- Genn, H. J. and B. Hertsch (1982). "Diagnostische und prognostische Bedeutung des Laktatwertes im Blut sowie in der Bauchhohlenflussigkeit bei der Kolik des Pferdes." Dtsch Tierarztl Wochenschr **89**(7): 295-299.
- Gill, J., et al. (1987). "Influence of differential training on some haematological and metabolic indices in sport horses before and after exercise trials." Zentralbl Veterinarmed A **34**(8): 609-616.
- Gill, J., et al. (1972). "Diurnal changes in the level of lactic and pyruvic acids and glucose in thoroughbred horses." J. Interdisciplinary Cycle Res **3**: 305.
- Golland, L. C., et al. (1999). "Plasma cortisol and beta-endorphin concentrations in trained and over-trained standardbred racehorses." Pflugers Arch **439**(1-2): 11-17.
- Grabner, A. (2007). "Praxisbezogene Labordiagnostik in der Beurteilung einer Kolikerkrankung." pferdespiegel.
- Hada, T., et al. (2001). "Effects of Novel Environmental Stimuli on Neuroendocrine Activity in Thoroughbred Horses." J Equine Sci **12**(2): 33-38.
- Hada, T., et al. (2003). "Effects of novelty stress on neuroendocrine activities and running performance in thoroughbred horses." J Neuroendocrinol **15**(7): 638-648.
- Halmer, C., et al. (2014). "Correlation of electrocardiographic parameters (heart rate variability and heart rate) with Obel grading of pain of horses with laminitis." Pferdeheilkunde **30**(2): 140-152.
- Hamori, D. and G. Halasz (1959). "Der Einfluss der Selektion auf die Entwicklung der Schnelligkeit des Pferdes." Zeitschrift für Tierzüchtung und Züchtungsbiologie **73**(1-4): 47-59.
- Haourigui, M., et al. (1993). "Stimulation of the binding properties of adult rat corticosteroid-binding globulin by a lipolysis-induced rise in plasma free fatty acids." Endocrinol **133**(1): 183-191.
- Haourigui, M., et al. (1995). "Postprandial free fatty acids stimulate activity of human corticosteroid binding globulin." Am J Physiol **269**(6 Pt 1): E1067-1075.
- Harbuz, M. S. and S. L. Lightman (1992). "Stress and the hypothalamo-pituitary-adrenal axis: acute, chronic and immunological activation." J Endocrinol **134**(3): 327-339.
- Harris, P. and D. H. Snow (1988). "The effects of high intensity exercise on the plasma concentration of lactate, potassium and other electrolytes." Equine Vet J **20**(2): 109-113.
- Heffron, C. J. and G. J. Baker (1979). "Observations on the mechanism of functional obstruction of the nasopharyngeal airway in the horse." Equine Vet J **11**(3): 142-147.
- Heinig, C. (2015). Zunge des Pferdes am Gebiss festgebunden. Schweriner Volkszeitung.

Hergt, S. (1972). Tierschutzgesetz. Heggen Gesetzestext, Opladen : Heggen.

Hodgson, et al. (1987). "Responses to repeated high intensity exercise: influence on muscle metabolism." Equine Vet J **19**: 1-6.

Hoffsis, G. F., et al. (1970). "Plasma Concentrations of Cortisol and Corticosterone in the Normal Horse." Am J Vet Res **31**(8): 1379-1387.

Hoffsis, G. F. and P. W. und Murdick (1970). "The plasma concentrations of corticosteroids in normal and diseased horses." J. Am. Vet. Med. Ass. **157**(11): 1590-1594.

Horohov, D. W., et al. (1999). "Effect of exercise on the immune response of young and old horses." Am J Vet Res **60**(5): 643-647.

Hottenrott, K. (2002). Grundlagen zur Herzfrequenzvariabilität und Anwendungsmöglichkeiten im Sport. Herzfrequenzvariabilität im Sport - Prävention, Rehabilitation und Training. K. Hottenrott Hamburg, Czwalina Verlag.

Houle, M. S. and G. E. Billman (1999). "Low-frequency component of the heart rate variability spectrum: a poor marker of sympathetic activity." Am J Physiol **276**(1 Pt 2): H215-223.

Hydbring, E., et al. (1996). "Changes in plasma Cortisol, plasma beta-endorphin, heart rate, haematocrit and plasma protein concentration in horses during restraint and use of nasogastric tube." Pferdeheilkunde **12**: 423-427.

Irvine, C. H. and S. L. Alexander (1987). "Measurement of free cortisol and the capacity and association constant of cortisol-binding proteins in plasma of foals and adult horses." J Reprod Fertil Suppl **35**: 19-24.

Ixart, G., et al. (1987). "Evidence for basal and stress-induced release of corticotropin releasing factor in the push-pull cannulated median eminence of conscious free-moving rats." Neurosci Lett **74**(1): 85-89.

Kato, T., et al. (2003). "Changes in heart rate variability in horses during immersion in warm springwater." Am J Vet Res **64**(12): 1482-1485.

Kattesh, H. G., et al. (1980). "Glucocorticoid concentrations, corticosteroid binding protein characteristics and reproduction performance of sows and gilts subjected to applied stress during mid-gestation." J Anim Sci **50**(5): 897-905.

Kenner, T. (1992). Das Herz als Pumpe. Kreislaufphysiologie. R. Busse. Stuttgart, New York, Thieme.

Kienapfel, K. (2011). "Und was meinen die Pferde dazu? – Über das Ausdrucksverhalten von Pferden bei verschiedenen Halsstellungen." Pferdeheilkunde **27**(4): 372-380.

Kindermann, W., et al. (1979). "The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training." Eur J Appl Physiol Occup Physiol **42**(1): 25-34.

König, H. E., et al. (2009). Verdauungsapparat. Anatomie der Haussäugetiere - Lehrbuch und Farbatlas für Studium und Praxis. H. E. König and H.-G. Liebich. Stuttgart, New York, Schattauer. **4**.

- Kraft, W. and U. M. Dürr (1999). Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. Stuttgart, New York, Verlag Schattauer.
- Krzywanek, H., et al. (1972). "[Behavior of various blood parameters in trotters following defined exertion]." Berl Munch Tierarztl Wochenschr **85**(17): 325-329.
- Krzywanek, V. H., et al. (1977). "[Effect of training on exertion-dependent blood parameters in trotters]." Berl Munch Tierarztl Wochenschr **90**(5): 89-92.
- Kucera, M. (2006). Herzfrequenzvariabilität. 36001 Karlovy Vary, Technische Republik.
- Kuwahara, M., et al. (1996). "Assessment of autonomic nervous function by power spectral analysis of heart rate variability in the horse." J Auton Nerv Syst **60**(1-2): 43-48.
- Kuwahara, M., et al. (1999). "Influence of training on autonomic nervous function in horses: evaluation by power spectral analysis of heart rate variability." Equine Vet J Suppl(30): 178-180.
- Ladewig, J. (1994). Stress. Veterinärmedizinische Endokrinologie. F. Döcke. Jena und Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.
- Latimer-Marsh, L., et al. (2017). The effect of tongue-tie application on stress responses in resting horses. World Equine Airways Symposium, Kopenhagen, Dänemark, 13.-15.07.2017.
- Lebelt, D., et al. (1998). "Physiological correlates associated with cribbing behaviour in horses: changes in thermal threshold, heart rate, plasma beta-endorphin and serotonin." Equine Vet J Suppl(27): 21-27.
- Linden, A., et al. (1991). "Effect of 5 different types of exercise, transportation and ACTH administration on plasma cortisol concentration in sport horses." Equine Exercise Physiologie III iceep: 391-396.
- Lindner, A., et al. (1992). "Maximal lactate concentrations in horses after exercise of different duration and intensity." J. Equine Vet. Sci. **12**: 30-33.
- Löllgen, H. (1999). "Neue Methoden in der kardialen Funktionsdiagnostik – Herzfrequenzvariabilität." Dtsch Arztebl **96**: 31-32.
- Luna, S. P., et al. (1996). "Cardiorespiratory, endocrine and metabolic changes in ponies undergoing intravenous or inhalation anaesthesia." J Vet Pharmacol Ther **19**(4): 251-258.
- Malik, M. and A. J. Camm (1990). "Heart rate variability." Clin Cardiol **13**(8): 570-576.
- Malik, M. D., et al. (1996). "Heart Rate Variability. Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use: Task Force of The European Society of Cardiology and the North American Society for Pacing and Electrophysiology " Eur Heart J **17**(3): 354-381.
- Malinowski, K., et al. (2006). "Plasma beta-endorphin, cortisol and immune responses to acute exercise are altered by age and exercise training in horses." Equine Vet J Suppl(36): 267-273.
- Malliani, A., et al. (1991). "Cardiovascular neural regulation explored in the frequency domain." Circulation **84**(2): 482-492.
- Marlin, D. J., et al. (1991). "Rates of blood lactate disappearance following exercise of different intensities." Equine Exerc Physiol **3**(iceep): 188-195.

- Marr, C. and M. Bowen (2011). Cardiology off the horse, Elsevier Health Sciences.
- Marti, O., et al. (1997). "Inhibition of corticosteroid-binding globulin caused by a severe stressor is apparently mediated by the adrenal but not by glucocorticoid receptors." Endocrine **6**(2): 159-164.
- Martinez, R., et al. (1988). "Neuroendocrine changes produced by competition stress on the Thoroughbred race horse." Comp Biochem Physiol A Comp Physiol **91**(3): 599-602.
- Matteri, R. L., et al. (2000). Neuroendocrine responses to stress. The Biology of Animal Stress. G. P. u. Moberg and J. A. Mench. Wallingford, UK, CAB International: 43-76.
- May, A. (2007). Evaluierung von Stressparametern beim Pferd im Zusammenhang mit dem Klinikaufenthalt. Tierärztliche Fakultät. München, LMU München: 198.
- McConachie, E. L., et al. (2016). "Heart rate variability in horses with acute gastrointestinal disease requiring exploratory laparotomy." J Vet Emerg Crit Care **26**(2): 269-280.
- Meaney, M. J., et al. (1989). "Glucocorticoid receptors in brain and pituitary of the lactating rat." Physiol Behav **45**(1): 209-212.
- Medica, P., et al. (2017). "Effect of transportation on the sympatho-adrenal system responses in horses." Res Vet Sci.
- Medica, P., et al. (2011). "24Hour Endocrine Profiles of Quarter Horses under Resting Conditions." J Equine Vet Sci **31**(1).
- Merl, S., et al. (2000). "Pain causes increased concentrations of glucocorticoid metabolites in horse feces. ." J Equine Vet Sci **20**(9).
- Moberg, G. P. (1985). Animal Stress, Am. Psychol. Soc.
- Mohr, E., et al. (2000). "Heart rate variability as stress indicator." Arch. Tierz. Sonderheft: 171-176.
- Möstl, E. (2000). Spezielle Endokrinologie. Physiologie der Haustiere. W. v. u. Engelhardt and G. Breves. Stuttgart, Enke Verlag.
- Möstl, E. and R. Palme (2002). "Hormones as indicators of stress." Domest Anim Endocrinol. **23**(1-2): 67-74.
- Nagy, K., et al. (2009). "The effect of a feeding stress-test on the behaviour and heart rate variability of control and crib-biting horses (with or without inhibition)." Appl Anim Behav Sci **121**(2): 140-147.
- Nickel, E., et al. (1992). Band IV: Nervensystem, Sinnesorgane, Endokrine Drüsen. Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. E. Nickel, A. Schummer and E. Seiferle, Elsevier.
- Oel, C., et al. (2014). "Effect of retrobulbar nerve block on heart rate variability during enucleation in horses under general anesthesia." Vet Ophthalmol **17**(3): 170-174.
- Ohmura, H., et al. (2001). "Effects of repeated atropine injection on heart rate variability in Thoroughbred horses." J Vet Med Sci **63**(12): 1359-1360.
- Ohmura, H., et al. (2002). "Effects of initial handling and training on autonomic nervous function in young Thoroughbreds." Am J Vet Res **63**(11): 1488-1491.

- Ohmura, H., et al. (2006). "Changes in heart rate and heart rate variability in Thoroughbreds during prolonged road transportation." Am J Vet Res **67**(3): 455-462.
- Ohmura, H., et al. (2012). "Changes in heart rate and heart rate variability during transportation of horses by road and air." Am J Vet Res **73**(4): 515-521.
- Pagani, M., et al. (1986). "Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog." Circ Res **59**(2): 178-193.
- Pazzola, M., et al. (2015). "Responses of hematological parameters, beta-endorphin, cortisol, reactive oxygen metabolites, and biological antioxidant potential in horses participating in a traditional tournament." J Anim Sci **93**(4): 1573-1580.
- Physick-Sheard, P. W., et al. (2000). "Frequency domain analysis of heart rate variability in horses at rest and during exercise." Equine Vet J **32**(3): 253-262.
- Pomeranz, B., et al. (1985). "Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis." Am J Physiol **248**(1 Pt 2): H151-153.
- Pritchett, L., et al. (2003). "Identification of potential physiological and behavioral indicators of postoperative pain in horses after exploratory celiotomy for colic." Appl Anim Behav Sci **80**(1): 31-43.
- Quick, J. S. and A. K. Warren-Smith (2009). "Preliminary investigations of horses' (Equus caballus) responses to different bridles during foundation training." J Vet Behav **4**(4): 169-176.
- Rainger, J. E., et al. (1994). "Blood lactate disappearance after maximal exercise in trained and detrained horses." Res Vet Sci **57**(3): 325-331.
- Ralston, S. L. (2002). "Insulin and glucose regulation." Vet Clin North Am Equine Pract **18**(2): 295-304, vii.
- Rand, J. S., et al. (2002). "Acute stress hyperglycemia in cats is associated with struggling and increased concentrations of lactate and norepinephrine." J Vet Intern Med **16**(2): 123-132.
- Randall, D. C., et al. (1991). "SA nodal parasympathectomy delineates autonomic control of heart rate power spectrum." Am J Physiol **260**(3 Pt 2): H985-988.
- Rietmann, T. R., et al. (2004). "The association between heart rate, heart rate variability, endocrine and behavioural pain measures in horses suffering from laminitis." J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med **51**(5): 218-225.
- Rietmann, T. R., et al. (2004a). "Assessment of mental stress in warmblood horses: heart rate variability in comparison to heart rate and selected behavioural parameters." Appl Anim Behav Sci **88**(1-2): 121-136.
- Roberts, C. A., et al. (1999). "The effects of training on ventilation and blood gases in exercising thoroughbreds." Equine Vet J Suppl(30): 57-61.
- Rompelman, O., et al. (1977). "Measurement of heart-rate variability: Part 1-Comparative study of heart-rate variability analysis methods." Med Biol Eng Comput **15**(3): 233-239.
- Rose, R. J., et al. (1988). "Maximum O₂ uptake, O₂ debt and deficit, and muscle metabolites in Thoroughbred horses." J Appl Physiol **64**(2): 781-788.

- Ross, M. W. and S. J. Dyson (2010). Diagnosis and Management of Lameness in the Horse, Elsevier Health Sciences.
- Rugh, K. S., et al. (1992). "Cardiac cycle length variability in ponies at rest and during exercise." J Appl Physiol **73**(4): 1572-1577.
- Sammito, S. and I. Bockelmann (2015). "[Analysis of heart rate variability. Mathematical description and practical application]." Herz **40 Suppl 1**: 76-84.
- Sammito, S., et al. (2014). Nutzung der Herzschlagfrequenz und der Herzfrequenzvariabilität in der Arbeitsmedizin und der Arbeitswissenschaft. AWMF.
- Sapolsky, R. M. (1999). "Glucocorticoids, stress, and their adverse neurological effects: relevance to aging." Exp Gerontol **34**(6): 721-732.
- Sapolsky, R. M., et al. (1986). "The neuroendocrinology of stress and aging: the glucocorticoid cascade hypothesis." Endocr Rev **7**(3): 284-301.
- Schmidt, A., et al. (2010a). "Changes in cortisol release and heart rate and heart rate variability during the initial training of 3-year-old sport horses." Horm Behav **58**(4): 628-636.
- Schmidt, A., et al. (2010b). "Changes in cortisol release and heart rate variability in sport horses during long-distance road transport." Domest Anim Endocrinol **38**(3): 179-189.
- Schmidt, A., et al. (2010c). "Cortisol release, heart rate, and heart rate variability in transport-naive horses during repeated road transport." Domest Anim Endocrinol **39**(3): 205-213.
- Schmidt, A., et al. (2010d). "Cortisol release and heart rate variability in horses during road transport." Horm Behav **57**(2): 209-215.
- Seligman, M. E. (1972). "Learned helplessness." Annu Rev Med **23**: 407-412.
- Siiteri, P. K., et al. (1982). "The Serum Transport of Steroid Hormones." Recent Progress in Hormone Research **38**: 457-510.
- Smiet, E., et al. (2014). "Effect of different head and neck positions on behaviour, heart rate variability and cortisol levels in lunged Royal Dutch Sport horses." Vet J **202**(1): 26-32.
- Stull, C. L. (1997). "Physiology, Balance, and Management of Horses During Transportation." Proceedings, Horse Breeders and Owners Conference.
- Stull, C. L. and A. V. Rodiek (2002). "Effects of cross-tying horses during 24 h of road transport." Equine Vet J **34**(6): 550-555.
- Tarrant, P. V. and T. Grandin (2000). Cattle transport. Livestock handling and transport. T. Grandin. Wallingford, UK, Verlag CAB International. **2**.
- Tarvainen, M. P., et al. (2014). "Kubios HRV--heart rate variability analysis software." Comput Methods Programs Biomed **113**(1): 210-220.
- Taylor, P. M. (1989). "Equine stress responses to anaesthesia." Br J Anaesth **63**(6): 702-709.
- Thayer, J. F., et al. (1997). "Heart rate variability during exercise in the horse." Biomed Sci Instrum **34**: 246-251.

- Thayer, J. F., et al. (1997). "Heart rate variability in the horse by ambulatory monitoring." Biomed Sci Instrum **33**: 482-485.
- Thun, R. and D. Schwartz-Porsche (1994). Nebennierenrinde. Veterinärmedizinische Endokrinologie. D. F. Jena und Stuttgart, Gustav Fischer Verlag.
- Vale, W., et al. (1981). "Characterization of a 41-residue ovine hypothalamic peptide that stimulates secretion of corticotropin and beta-endorphin." Science **213**(4514): 1394-1397.
- Valenstein, E. S. (1976). Stereotyped behavior and stress. Psychopathology of Human Adaptation. G. Serban. New York-London, Plenum Press.
- van Breda, E. (2006). "A nonnatural head-neck position (Rollkur) during training results in less acute stress in elite, trained, dressage horses." J Appl Anim Welf Sci **9**(1): 59-64.
- Vervuert, I. (2011). Fütterungsempfehlungen bei Muskelerkrankungen des Pferdes: Stand der Forschung versus Supplementiasis". Der Praktische Tierarzt, Schlütersche Verlagsgesellschaft mbH & Co. KG. **11**: 988-992.
- Visser, E. K., et al. (2002). "Heart rate and heart rate variability during a novel object test and a handling test in young horses." Physiol Behav **76**(2): 289-296.
- Voss, B., et al. (2002). "Effects of aqua-treadmill exercise on selected blood parameters and on heart-rate variability of horses." J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med **49**(3): 137-143.
- Walther, M. (2017). Untersuchung zur Tötung von Pferden. Klinik für Pferde, allgemeine Chirurgie und Radiologie. Berlin, Freie Universität Berlin.
- Witte, E. (2001). Herzfrequenzvariabilität beim Pferd in Ruhe und nach Belastung. Institut für Veterinär-Physiologie. Berlin, Freie Universität Berlin.
- Zebisch, A., et al. (2014). "Effect of different head-neck positions on physical and psychological stress parameters in the ridden horse." J Anim Physiol Anim Nutr (Berl) **98**(5): 901-907.
- Zeitler-Feicht, M. H. (2008). Ausdrucksverhalten als Hilfsmittel bei der Diagnostik. Handbuch Pferdeverhalten. M. H. Zeitler-Feicht. Stuttgart, Verlage Eugen Ulmer. **2**.

9 Anhang

9.1 Untersuchungsbogen

Untersuchungsprotokoll Zungenbandstudie

Datum:

Name des Trainers	
Name des Pferdes	
Rasse	
Geschlecht	
Alter	
Gewicht	

Allgemeinuntersuchung

Haltung	
Verhalten	
Atemfrequenz / Min.	
Pulsfrequenz / Min.	
Schleimhäute	
KFZ	
Nasenausfluss	
Augenausfluss	
Lnn. mandibulares	
Husten auslösbar	
Innere Körpertemperatur	

1. Blutprobe in Ruhe (Probennummer:)

Entnahmezeitpunkt	
Laktatwert	
Cortisolwert	

Ruhe EKG

Start	
Stop	

2. Blutprobe nach Einbringen des Zungenbandes (Probennummer:)

Entnahmezeitpunkt	
Laktatwert	
Cortisolwert	

Ruhe EKG nach Zungenbandeinsatz

Start	
Stop	

Weitere Hilfsmittel im Kopfbereich des Pferdes:

Beginn der Belastung

2. Blutprobe nach Belastung (Probennummer:)

Entnahmezeitpunkt	
Laktatwert	
Cortisolwert	

EKG nach Belastung

Start	
Stop	

Ende der Belastung	
Dauer der Belastung	

Beschreibung der Trainingseinheit:

Anmerkungen:

9.3 Verhaltensbeobachtungsbogen

Bogen zur beobachteten Mimik beim Anlegen des Zungenbandes

Name des Pferdes:
Name des Trainers:
Datum:
Material vom Zungenband:

1. Grundsätzliche Akzeptanz des Pferdes beim Anlegen des Zungenbandes:

Das Pferd...	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	neutral	trifft eher zu	trifft voll zu
... bietet sich von selbst an					
... toleriert ohne Abwehr					
... zeigt ggr. Abwehr					
... zeigt mgr. Abwehr					
... zeigt hgr. Abwehr					

2. Äußerliche Anzeichen des Pferdes beim Anlegen des Zungenbandes

Das Pferd...	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	neutral	trifft eher zu	trifft voll zu
... zeigt Mimikschmerz					
... schlägt mit dem Schweif					
... ist verspannt					
... zeigt Abwehrbewegungen					
... kaut					
... zeigt folgendes Ohrenspiel					

3. Äußerliche Anzeichen des Pferdes beim Training mit dem Zungenband

Das Pferd...	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	neutral	trifft eher zu	trifft voll zu
... zeigt Mimikschmerz					
... schlägt mit dem Schweif					
... ist verspannt					
... zeigt Abwehrbewegungen					
... kaut					
... ist losgelassen					
... zeigt Taktfehler					
... zeigt folgendes Ohrenspiel					

4. Veränderung im Verhalten des Pferdes beim Training ohne Zungenband im Vergleich zum Training mit angelegtem Zungenband

Das Pferd...	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	neutral	trifft eher zu	trifft voll zu
... kaut weniger					
... pullt weniger					
... ist angespannter					

5. Veränderung im Verhalten beim Training mit und ohne Zungenband mit Belastungsendoskop

Das Pferd...	trifft nicht zu	trifft eher nicht zu	neutral	trifft eher zu	trifft voll zu
... lässt sich schlechter fahren/reiten					
... ist angespannter					
... ist nahezu unverändert					
... zeigt ggr. Abwehrbewegungen					
... zeigt mgr. Abwehrbewegungen					
... zeigt hgr. Abwehrbewegungen					
... zeigt keine Abwehrbewegungen					

Sonstige Bemerkungen:

Def.:

- Ggr. Abwehr: - Kopf leicht wegziehen
 - Schweif schlagen (1-2mal)
 - Ohrenspiel verändert
- Mgr. Abwehr: - Kopf vehement wegziehen
 - Schweif schlagen (>2mal)
 - Ohrenspiel deutlich verändert
- Hgr. Abwehr: - Kopfschlagen
 - Steigen
 - Ohren maximal angelegt

9.4 Fragebogen für Rennpferdetrainer

Sehr geehrte Damen und Herren,

in Kooperation mit dem Direktorium für Vollblutzucht und Rennen (DRV) bzw. dem Hauptverband für Traberzucht (HVT) möchte die Klinik für Pferde der Freien Universität Berlin eine Untersuchung über den Einsatz von Zungenbändern („Tongue Ties“) im deutschen Trab- und Galopprennsport durchführen.

Während hierzu aus unseren Nachbarländern bereits umfassende Daten vorliegen, gibt es für den deutschsprachigen Raum bislang keine vergleichbaren Untersuchungen. Der Einsatz von Zungenbändern wird immer wieder kritisch hinterfragt. Daher möchten wir sowohl die Wirksamkeit als auch tierschutzrelevante Aspekte (Stress durch Zungenband) an einer größeren Gruppe Trab- und Galopprennpferden untersuchen, die den Einsatz von Zungenbändern gewohnt sind. (...)

Durch den beiliegenden Fragebogen möchten wir zunächst einen Überblick über den Einsatz von Zungenbändern in Deutschland erhalten und Interessenten für die im Abschluss geplanten Untersuchungen gewinnen. Wir wären Ihnen sehr dankbar, wenn Sie den Fragebogen auch beantworten, wenn Sie nicht an einer Teilnahme an der klinischen Studie interessiert sind.

Wir bedanken uns für Ihre Mühen und verbleiben mit freundlichen Grüßen.

Fragebogen:

1. Trainieren Sie Galopp- oder Trabrennpferde?

Galopprennpferde Trabrennpferde

2. Welche Anzahl Pferde trainieren Sie in den folgenden Altersklassen?

_____ 2 Jahre _____ 3 Jahre _____ 4 Jahre _____ 5 Jahre u. älter

3. Welche Anzahl der von Ihnen trainierten Pferde werden voraussichtlich in der laufenden Rennsaison in nationalen bzw. internationalen Rennen starten?

_____ nationale Rennen _____ internationale Rennen

4. Welche Anzahl Pferde mit folgenden durchschnittlichen Jahresgewinnsummen in der vergangenen Rennsaison werden aktuell von Ihnen trainiert?

_____ Jahresgewinnsumme 0-5000€

_____ Jahresgewinnsumme 5000-50.000€

_____ Jahresgewinnsumme 50.000-500.000€

_____ Jahresgewinnsumme >500.000€

5.a. Galopper: Welche Anzahl Pferde werden aktuell auf welchen Distanzen im Renngalopp trainiert?

_____ Pferde bis 1000m

_____ Pferde über 1500-2000m

_____ Pferde 1000-1500m

_____ Pferde >2000m

b. Traber: Welche Anzahl Pferde werden aktuell nach folgendem Schema trainiert?

_____ Pferde: Intervalltraining mit einem Heat

_____ Pferde: Intervalltraining mit zwei Heats

_____ Pferde: Intervalltraining mit drei Heats

_____ Pferde: andere Trainingsform, bitte beschreiben: _____

6. Bitte beschreiben Sie Besonderheiten Ihrer Trainingsbahnen (Tiefe des Bodens, Anstieg etc.)

a) Sandbahn

b) Grasbahn

7. Wie viele Ihrer Pferde werden aktuell unter Verwendung eines Zungenbandes trainiert?

_____ 2 Jahre

_____ 3 Jahre

_____ 4 Jahre

_____ 5 Jahre u. älter

8. Aus welchen Gründen setzen Sie Zungenbänder ein (Mehrfachnennungen möglich)?

- Reduktion des Atemgeräusches
- verbesserte Rittigkeit/Lenkbarkeit
- bessere Trainings-/Rennzeiten
- schnellere Beruhigung nach Belastung
- bessere Laborwerte (z.B. Laktat)
- Reduktion von Lungenbluten
- Reduktion sonstiger Atemwegserkrankungen
- Pferd zieht die Zunge nicht mehr über das Gebiss
- Besitzerwunsch
- wollte es ausprobieren
- Sonstiges, bitte beschreiben _____

9. Fall Sie Traber trainieren, wie viele Pferde werden aktuell mit fixiertem Kopf (Check rein) trainiert?

_____ insgesamt

_____die auch mit Zungenband trainiert werden

10. Bitte beschreiben Sie weiteres Equipment, welchen Sie im Training oder im Rennen einsetzen, um die Leistung der von Ihnen trainierten Pferde zu verbessern (Australia noseband, Nasal strips etc.)?

11. Wie schätzen Sie die Veränderung der Leistung durch den Einsatz des unter Frage 10 abgefragten Equipments mehrheitlich bei den von Ihnen trainierten Pferden ein?

- Leistungsverschlechterung
- keine Veränderung der Leistung festzustellen
- leichte Leistungsverbesserung oder nur in seltenen Fällen Leistungsverbesserung
- deutliche Leistungsverbesserung
- gravierende Leistungsverbesserung

12. Wie schätzen Sie die Veränderung der Leistung durch den Einsatz eines Zungenbandes mehrheitlich bei den von Ihnen trainierten Pferden ein?

- Leistungsverschlechterung
- keine Veränderung der Leistung festzustellen
- leichte Leistungsverbesserung oder nur in seltenen Fällen Leistungsverbesserung
- deutliche Leistungsverbesserung
- gravierende Leistungsverbesserung

13. Welche Veränderungen haben Sie im Training durch Einsatz eines Zungenbandes festgestellt? Bitte nummerieren Sie die für Sie erkennbaren Veränderungen in der Reihenfolge ihres Auftretens. Nicht beobachtete Veränderungen erhalten keine Nummer.

- _____ Reduktion des Atemgeräusches
- _____ verbesserte Rittigkeit/Lenkbarkeit
- _____ bessere Trainingszeiten
- _____ schnellere Beruhigung nach Belastung
- _____ bessere Laborwerte (z.B. Laktat)
- _____ Reduktion von Lungenbluten
- _____ Reduktion sonstiger Atemwegserkrankungen
- _____ Pferd zieht die Zunge nicht mehr über das Gebiss
- _____ Sonstiges, bitte beschreiben _____

14. Wie viele der von Ihnen trainierten Pferde werden in der laufenden Rennsaison unter Verwendung eines Zungenbandes gestartet?

_____ 2 Jahre _____ 3 Jahre _____ 4 Jahre _____ 5 Jahre u. älter

15. Wie schätzen Sie die Veränderung der Leistung durch den Einsatz eines Tongue Ties im Rennen mehrheitlich bei den von Ihnen trainierten Pferden ein?

- Leistungsverschlechterung
- keine Veränderung der Leistung festzustellen
- leichte Leistungsverbesserung oder nur in seltenen Fällen Leistungsverbesserung
- deutliche Leistungsverbesserung
- gravierende Leistungsverbesserung

16. Welche Veränderungen haben Sie im Rennen festgestellt? Bitte nummerieren Sie die für Sie erkennbaren Veränderungen in der Reihenfolge ihres Auftretens. Nicht beobachtete Veränderungen erhalten keine Nummer.

- Reduktion des Atemgeräusches
- verbesserte Rittigkeit/Lenkbarkeit
- bessere Trainingszeiten
- schnellere Beruhigung nach Belastung
- bessere Laborwerte (z.B. Laktat)
- Reduktion von Lungenbluten
- Reduktion sonstiger Atemwegserkrankungen
- Pferd zieht die Zunge nicht mehr über das Gebiss
- Sonstiges, bitte beschreiben _____

17. Was verwenden Sie als Zungenband (bitte beschreiben)?

18. Wie befestigen Sie die Zunge (bitte beschreiben)?

19. Wie lange bleibt die Zunge pro Einsatz des Tongue Ties durchschnittlich fixiert?

_____ Minuten

20. Wie hoch war der Anteil von Problemen im Verhältnis zum Einsatz des Tongue Ties?

- gar keine Probleme bis 10% 10-20% >20%

21. Welcher Art waren die Probleme? Bitte nummerieren Sie die folgenden Möglichkeiten in der Reihenfolge Ihres Auftretens. Nicht beobachtete Probleme erhalten keine Nummer.

_____ Verletzungen/ Blutungen der Zunge

_____ Verfärbungen

_____ Lähmungen

_____ Zungenbeinfrakturen

_____ sonstige, bitte beschreiben: _____

Wir bedanken uns ganz herzlich für Ihr Interesse an unserer Studie und Ihre Mithilfe!

9.5 Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Die Fotostrecke zeigt das Vorgehen beim Anbringen des Zungenbandes (oben) und ein angelegtes Zungenband in der Maulhöhle (unten).....	3
Abb.2:	Schematische Darstellung der physiologisch humoralen Stressreaktion durch die Ausschüttung von Kortisol.....	6
Abb.3:	Einflüsse auf die Herzfrequenzvariabilität (HRV) und Zusammenhänge der sympatho-vagalen Balance. LF = Low Frequency Power. HF = High Frequency Power.....	10
Abb.4:	UntersuchungsablaufTraber.....	19
Abb.5:	Untersuchungsablauf Galopper.....	20
Abb.6:	Galopper während der Trainingseinheit.....	21
Abb.7:	Anbringungslokalisationen der Klebeelektroden für das EKG.....	23
Abb.8:	links: prozentuale Verteilung der Altersklassen bei Galoppieren rechts: prozentuale Verteilung der Altersklassen bei Trabern.....	27
Abb.9:	Anzahl der 581 Pferde, die im Training (blau) und während des Rennens (orange) ein Zungenband angelegt bekommen haben.....	28
Abb.10:	Zungenbandeinsatz im prozentualen Vergleich während des Trainings bei Trabern (n=68) und Galoppieren (n=32).....	28
Abb.11:	Zungenbandeinsatz im prozentualen Vergleich während des Rennens bei Trabern (n=54) und Galoppieren (n=48).....	29
Abb.12:	Prozentuale Anteile der Einsatzgründe von Zungenbändern von 41 Befragten	30
Abb.13:	Einschätzung der mehrheitlichen Leistungsveränderung durch den Einsatz von Zungenbändern im Training und während des Rennens.....	32
Abb.14:	Materialien, die als Zungenbänder eingesetzt wurden.....	33
Abb.15:	Durchschnittliche Fixationszeit der Zungen pro Zungenbandeinsatz.....	34
Abb.16:	Anteil an Problemen im Verhältnis zum Zungenbandeinsatz.....	35
Abb.17:	Einschätzung der mehrheitlichen Leistungsveränderung durch den Einsatz weiterem Equipment im Training und während des Rennens.....	36
Abb.18:	Verteilung der Kortisolwerte vor dem Training ohne Zungenband, nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit Zungenband bei 30 Trabern...39	39
Abb.19:	Verteilung der Laktatwerte vor dem Training ohne Zungenband, nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit Zungenband bei 30 Trabern...40	40
Abb.20:	Verteilung der Glukosewerte vor dem Training ohne Zungenband, nach Anlegen des Zungenbandes und nach dem Training mit Zungenband bei 30 Trabern.....	41

Abb.21:	Graphische Darstellung der Kortisolkonzentration in ng/ml an zwei verschiedenen Trainingseinheiten vor dem Training ohne angelegtes Zungenband und nach dem Training.....	43
Abb.22:	Graphische Darstellung der Laktatkonzentration in mmol/l an zwei verschiedenen Trainingseinheiten vor dem Training ohne angelegtes Zungenband und nach dem Training.....	43
Abb.23:	Graphische Darstellung der Glukosekonzentration in mmol/l an zwei verschiedenen Trainingseinheiten vor dem Training ohne angelegtes Zungenband und nach dem Training.....	44
Abb.24:	Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung von LF bei 13 Stuten und 14 Wallachen vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.....	49
Abb. 25:	Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung von LF bei 15 Zwei- bis Dreijährigen, 8 Vierjährigen und 7 Trabern über fünf Jahre vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.....	50
Abb. 26:	Graphische Darstellung der Verteilung der Traber, die sich beim Anlegen des Zungenbandes von selbst angeboten haben (n=30).....	53
Abb.27:	Aufgetretene Abwehrreaktionen und deren Anzahl von 30 dokumentierten Trabern beim Anlegen des Zungenbandes.*beobachtete Abwehrreaktion während des Trainings.....	54
Abb.28:	Grad der Abwehrreaktion beim Anlegen des Zungenbandes bei 30 Trabern..	54
Abb.29:	Laktat- und Glukosekonzentration bei Galoppieren (n=29) vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.....	58
Abb.30:	Graphische Darstellung der Mittelwerte und Standardabweichung der Glukosekonzentration bei 12 Zwei- bis Dreijährigen, 8 Vierjährigen und 5 Galoppieren über fünf Jahre vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.....	59
Abb.31:	Aufgetretene Abwehrreaktionen und deren Anzahl von 29 dokumentierten Galoppieren beim Anlegen des Zungenbandes.*beobachtete Abwehrreaktion während des Trainings.....	60
Abb.32:	Grad der Abwehrreaktion beim Anlegen des Zungenbandes bei 29 Galoppieren.....	61

9.6 Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Frequenzbereiche der Herzfrequenzvariabilität beim Menschen und beim Pferd	13
Tab. 2:	Anzahl der Veränderungen durch den Zungenbandeinsatz in der Reihenfolge ihres Auftretens.....	31
Tab. 3:	Anzahl der aufgetretenen Probleme durch den Zungenbandeinsatz in der Reihenfolge ihres Auftretens.....	35
Tab. 4:	Alter, Geschlecht, Gewicht und Bekanntheitsgrad von Zungenbändern der jeweiligen Pferde in den unterschiedlichen Gruppen.....	38
Tab. 5:	Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Stressparameter der gleichen Pferde (n=30) vor dem Training ohne angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen.....	42
Tab. 6:	Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Stressparameter der gleichen Pferde (n=30) nach dem Training ohne (erste Trainingseinheit) bzw. mit (zweite Trainingseinheit) angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen.....	42
Tab. 7:	Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Stressparameter der Traber (n=30) vor und nach dem Training ohne angelegtes Zungenband.....	45
Tab. 8:	Mittelwert und Standardabweichung von LF, HF und der LF/HF Ratio bei 30 Trabern vor Trainingsbeginn ohne angelegtes Zungenband.....	46
Tab. 9:	Mittelwert und Standardabweichung von LF, HF und der LF/HF Ratio bei 30 Trabern vor Trainingsbeginn nach Anlegen des Zungenbandes.....	46
Tab. 10:	Mittelwert und Standardabweichung von LF, HF und der LF/HF Ratio bei 30 Trabern nach dem Training mit angelegtem Zungenband.....	47
Tab. 11:	Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Herzfrequenzvariabilitäten der gleichen Pferde (n=30) vor dem Training ohne angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen.....	47
Tab. 12:	Mittelwerte (MW), Standardabweichung (SD) und Signifikanzen der Herzfrequenzvariabilitäten der gleichen Pferde (n=30) nach dem Training ohne (erste Trainingseinheit) bzw. mit (zweite Trainingseinheit) angelegtes Zungenband an zwei verschiedenen Trainingstagen.....	48
Tab. 13:	Mittelwert und Standardabweichung von LF bei 13 Stuten und 14 Wallachen vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.....	49
Tab. 14:	Mittelwert und Standardabweichung von LF bei 15 Zwei- bis Dreijährigen und 7 Traber über 5 Jahre vor dem Training nach Anlegen des Zungenbandes.....	50

Tab. 15:	Mittelwert und Standardabweichung von Glukose in mmol/l nach dem Training mit angelegtem Zungenband bei verschiedenen Trainern.....	51
Tab. 16:	Mittelwert und Standardabweichung von Kortisol in ng/ml nach dem Training mit angelegtem Zungenband bei verschiedenen Trainern.....	52
Tab. 17:	Mittelwert und Standardabweichung von Laktat in mmol/l nach dem Training mit angelegtem Zungenband bei verschiedenen Trainern.....	52
Tab. 18:	Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Kortisolkonzentration von Galoppfern und Trabern im Vergleich.....	55
Tab. 19:	Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Laktatkonzentration von Galoppfern und Trabern im Vergleich.....	56
Tab. 20:	Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Glukosekonzentration von Galoppfern und Trabern im Vergleich.....	56
Tab. 21:	Mittelwerte (MW), Standardabweichungen (SD) und Signifikanzen der Herzfrequenzvariabilitäten von Galoppfern.....	57

9.7 Publikationsliste

Poster:

Ann Kristin Barton, Inga Lindenberg, Dana Teschner, Klaas-Ole Blohm, Heidrun Gehlen (2018).

“Casuistic Evaluation Of Tongue Tie Use In Thoroughbred And Standardbred Racehorses in Germany.”

DVG Kongress 2018 Berlin

Veröffentlichung:

Ann Kristin Barton, Inga Lindenberg, Dana Klaus, Klaas-Ole Blohm, Heidrun Gehlen (2019).

„Kasuistische Untersuchung zum Einsatz von Zungenbändern an Trab- und Galopprennpferden in Deutschland – eine Fragebogenstudie.“

Pferdeheilkunde (35) 5: 416-422

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich ganz herzlich bei Frau Prof. Dr. Heidrun Gehlen und Frau PD Dr. Ann Kristin Barton bedanken. Nicht nur für die Überlassung des interessanten Themas, sondern auch für eine immerwährende Hilfe und persönliche Betreuung und Unterstützung beim Entstehen dieser Arbeit. Klaas-Ole Blohm danke ich für die Grundsteinlegung der klinischen Untersuchungen.

Ein großer Dank geht auch an Frau Dr. Dana Klaus (geb. Teschner) für ihre menschliche und fachliche Unterstützung persönlich und in der Welt des Pferderennsportes. Ich werde unseren „Ausflug“ nach Düsseldorf und Köln nicht vergessen, zu dem mich auch Anne Toppenz unterstützend begleitet hat unter Einsatz ihrer eigenen Gesundheit. Ihre Lippe, die genäht werden musste, fiel dieser Arbeit leider zum Opfer, konnte aber gut versorgt werden. Auch ihr gilt mein persönlicher Dank. Ebenso wie Herrn Engel, der mit seiner namensgleichen Geduld immer geholfen hat, wenn die Technik mal nicht so wollte wie ich es gerne gehabt hätte.

Natürlich danke ich auch den gesamten Rennpferdetrainern für die deutschlandweite problemlose Bereitstellung Ihrer Traber und Galopper und für die zahlreiche Beantwortung der Fragebögen, ohne die eine Auswertung nicht möglich gewesen wäre.

Frau Dr. Roswita Merle vom Institut für Biometrie gilt mein Dank für die wertvolle Hilfe und Anregung bei der Bearbeitung der statistischen Fragestellung.

Ganz besonders bedanke ich mich bei meinen Freunden und Weggefährten, die wie eine weitere Familie für mich sind. Luisa Kinzel, Johanna Loschelder, Ina Beckmann, meiner Labradorhündin Ronja (†2016) und meinem Pferd Karlson, für ihre seelische und moralische Unterstützung, die sie mir jeder auf seine eigene Art und Weise zukommen ließen. Und Christoph Sterzing, der mich – wenn auch nicht ganz uneigennützig – auch in meiner knapp bemessenen Freizeit immer mal dazu bewegt hat weiterzumachen. Gemeinsam arbeitet es sich einfach besser. Constantin Frost danke ich für seine unermüdliche Geduld und sein Verständnis.

Mein größter Dank gilt meinen lieben Eltern, ohne die all das nicht möglich gewesen wäre und die mir in meinem gesamten bisherigen Leben stets unterstützend zur Seite gestanden haben und mich immer meinen eigenen Weg haben gehen lassen. Vielen Dank für all das.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig angefertigt und ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 25.11.2019

Inga Lindenberg



9 783967 290240

mbvberlin mensch und buch verlag

49,90 Euro | ISBN: 978-3-96729-024-0