

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

UNTERSUCHUNGEN ZUR ANBINDEHALTUNG VON MAULTIEREN
BEI DER BUNDESWEHR UNTER TIERSCHUTZASPEKTEN

von Christiane Maria Barbara Klapdohr (geb. Kutscher)

aus Amberg i. d. OPf

München 2015

Aus dem Veterinärwissenschaftlichen Department der Tierärztlichen
Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung

Arbeit angefertigt unter der Leitung von:

Univ.- Prof. Dr. Dr. M. H. Erhard

Angefertigt am:

Einsatz- und Ausbildungszentrum für Tragtierwesen 230,
Bad Reichenhall

Mentor: PD Dr. Claus Peter Bartmann

**Gedruckt mit der Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians Universität München**

Dekan: Univ.-Prof. Dr. Joachim Braun

Berichterstatter: Univ.-Prof. Dr. Dr. Michael H. Erhard

Korreferent: Univ.-Prof. Dr. Ellen Kienzle

Tag der Promotion: 31. Januar 2015

Meinem Ehemann

Die Tiere empfinden wie der Mensch Freude und Schmerz, Glück und Unglück;
sie werden durch dieselben Gemütsbewegungen betroffen wie wir.

Charles Darwin (1809-1882)

INHALTSVERZEICHNIS

| | | |
|------------|--|-----------|
| I. | EINLEITUNG | 1 |
| II. | LITERATURÜBERSICHT | 3 |
| 1. | Das Maultier | 3 |
| 1.1. | Entwicklung der Equiden | 3 |
| 1.2. | Morphologische, funktionelle und ethologische Unterschiede Pferd, Esel, Maultier und Maulesel | 4 |
| 1.2.1. | Pferd (<i>Equus przewalskii f. caballus</i>)..... | 4 |
| 1.2.2. | Esel (<i>Equus africanus f. asinus</i>)..... | 6 |
| 1.2.3. | Maultier (<i>Equus africanus f. asinus</i> ♂ x <i>Equus przewalskii f. caballus</i> ♀) und Maulesel (<i>Equus africanus f. asinus</i> ♀ x <i>Equus przewalskii f. caballus</i> ♂)..... | 8 |
| 1.3. | Zucht und Nutzung des Maultiers | 12 |
| 1.3.1. | Nutzung des Maultiers in zivilen Bereichen | 13 |
| 1.3.2. | Einsatz des Maultiers zu militärischen Zwecken | 13 |
| 2. | Stress..... | 15 |
| 2.1. | Begriffsbestimmung und Wirkmechanismen..... | 15 |
| 2.1.1. | Homöostase | 16 |
| 2.1.2. | Stressoren | 16 |
| 2.1.3. | Fight-or-Flight Syndrom (FFS)..... | 17 |
| 2.1.4. | Allgemeines Adaptionssyndrom (AAS)..... | 18 |
| 2.1.4.1. | Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse)..... | 19 |
| 2.2. | Stressbewältigungsstrategien (Coping Strategies) | 21 |
| 2.2.1. | Eustress und Distress..... | 22 |
| 2.2.1.1. | Wohlbefinden | 22 |
| 2.2.2. | Bewertung von Stress und Wohlbefinden in der Tierhaltung | 24 |
| 3. | Klinische und labordiagnostische Parameter | 26 |
| 3.1. | Klinische Parameter | 26 |
| 3.1.1. | Herzfrequenz | 26 |
| 3.2. | Labordiagnostische Parameter | 27 |
| 3.2.1. | Glukokortikoide | 27 |
| 3.2.1.1. | Kortisol..... | 28 |

| | | |
|-------------|--|-----------|
| 3.2.2. | Glukose..... | 31 |
| 3.2.3. | Laktat..... | 32 |
| 3.2.4. | Rotes Blutbild..... | 33 |
| 3.2.4.1. | Hämatokrit (Hkt)..... | 33 |
| 3.2.5. | Weißes Blutbild..... | 35 |
| 3.2.5.1. | Leukozyten | 35 |
| 3.2.5.2. | N:L Verhältnis..... | 36 |
| 4. | Ethologie..... | 37 |
| 4.1. | Nahrungsaufnahmeverhalten..... | 38 |
| 4.2. | Ruheverhalten..... | 41 |
| 4.3. | Komfortverhalten | 43 |
| 4.4. | Sozialverhalten | 44 |
| 4.5. | Neugier- und Erkundungsverhalten | 45 |
| 4.6. | Bewegungsverhalten | 46 |
| 4.7. | Verhaltensprobleme | 48 |
| 5. | Haltungssysteme | 50 |
| 5.1. | Anbindehaltung | 50 |
| 5.2. | Gruppenauslaufhaltung | 51 |
| 5.3. | Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen | 53 |
| 6. | Rechtliche Grundlagen | 57 |
| 6.1. | Schmerzen | 58 |
| 6.2. | Leiden..... | 59 |
| 6.3. | Schäden | 59 |
| III. | TIERE, MATERIAL UND METHODEN | 60 |
| 1. | Allgemeine Studiengrundlagen | 60 |
| 1.1. | Haltung und Management | 60 |
| 1.2. | Anbindehaltung | 61 |
| 1.3. | Gruppenauslaufhaltung | 62 |
| 1.4. | Fütterung und Tränke | 64 |
| 2. | Tiere..... | 66 |
| 2.1. | Maultierdaten | 67 |
| 3. | Untersuchungszeitraum und standardisierte Belastung | 67 |
| 3.1. | Untersuchungszeitraum..... | 67 |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 3.2. | Standardisierte Belastung..... | 68 |
| 3.2.1. | Marschablauf..... | 70 |
| 4. | Aufbau der Studie | 72 |
| 4.1. | Untersuchungsschemata und Untersuchungszeitpunkte | 73 |
| 4.1.1. | Klinische und labordiagnostische Parameter | 73 |
| 4.1.2. | Ethologische Parameter..... | 75 |
| 5. | Studiendurchführung | 76 |
| 5.1. | Ermittlung der Herzfrequenz..... | 76 |
| 5.2. | Blutprobenentnahme | 77 |
| 5.2.1. | Behandlung der Blutproben | 77 |
| 5.3. | Speichelprobenentnahme | 78 |
| 5.3.1. | Behandlung der Speichelproben..... | 78 |
| 5.4. | Bestimmung der labordiagnostischen Parameter im Vollblut, Serum und Speichel | 79 |
| 5.4.1. | Kortisol - ELISA | 79 |
| 5.4.1.1. | Testprinzip kompetitiver ELISA..... | 79 |
| 5.4.1.2. | Durchführung Kortisol – ELISA..... | 80 |
| 5.4.2. | Glukosemessung im Vollblut..... | 84 |
| 5.4.3. | Laktatmessung im Vollblut..... | 85 |
| 5.4.4. | Bestimmung der Parameter des weißen und roten Blutbildes..... | 86 |
| 5.4.4.1. | Leukozyten, Granulozyten, Lymphozyten, Hämatokrit..... | 86 |
| 5.4.4.2. | N:L Verhältnis..... | 86 |
| 5.5. | Verhaltensbeobachtungen | 87 |
| 5.6. | Bewertung der Anbindehaltung | 89 |
| 5.7. | Statistische Auswertung | 90 |
| 5.7.1. | Arbeitshypothesen der vorliegenden Studie..... | 90 |
| 5.7.2. | Nullhypothese der statistischen Auswertung der vorliegenden Studie | 90 |
| 5.7.3. | Statistische Analyse und Darstellung der Ergebnisse | 90 |
| IV. | ERGEBNISSE | 92 |
| 1. | Klinische und labordiagnostische Parameter | 92 |
| 1.1. | Herzfrequenz | 93 |
| 2. | Labordiagnostische Parameter | 94 |
| 2.1. | Freies Kortisol im Speichel..... | 94 |

| | | |
|-----------|---|------------|
| 2.2. | Gesamtkortisol im Serum..... | 94 |
| 2.3. | Glukose..... | 95 |
| 2.4. | Laktat..... | 97 |
| 2.5. | Gesamtleukozyten | 99 |
| 2.6. | Granulozyten | 101 |
| 2.7. | Lymphozyten..... | 103 |
| 2.8. | Hämatokrit..... | 104 |
| 2.9. | N:L Verhältnis..... | 106 |
| 3. | Ethologische Parameter | 107 |
| 3.1. | Nahrungsaufnahmeverhalten..... | 107 |
| 3.2. | Ruheverhalten..... | 108 |
| 3.3. | Komfortverhalten | 113 |
| 3.4. | Sozialverhalten | 115 |
| 3.5. | Neugier- und Erkundungsverhalten | 118 |
| 3.6. | Verhaltensauffälligkeiten | 119 |
| 3.7. | Ergänzende Übersichtstabelle | 119 |
| 4. | Beurteilung der Haltungsformen..... | 122 |
| V. | DISKUSSION | 123 |
| 1. | Klinische und labordiagnostische Parameter | 123 |
| 1.1. | Herzfrequenz | 123 |
| 1.2. | Gesamtkortisol im Serum..... | 124 |
| 1.3. | Glukose..... | 125 |
| 1.4. | Laktat..... | 126 |
| 1.5. | Gesamtleukozyten, Granulozyten | 127 |
| 1.6. | Lymphozyten, N:L Verhältnis..... | 127 |
| 1.7. | Hämatokrit..... | 128 |
| 2. | Ethologische Parameter | 129 |
| 2.1. | Nahrungsaufnahmeverhalten..... | 129 |
| 2.2. | Ruheverhalten..... | 131 |
| 2.3. | Komfortverhalten | 132 |
| 2.4. | Sozialverhalten | 134 |
| 2.5. | Neugier- und Erkundungsverhalten | 136 |
| 2.6. | Verhaltensauffälligkeiten | 137 |

| | | |
|--------------|---|------------|
| 3. | Schlussfolgerung..... | 138 |
| VI. | ZUSAMMENFASSUNG | 139 |
| VII. | SUMMARY..... | 141 |
| VIII. | LITERATURVERZEICHNIS..... | 143 |
| IX. | ANHANG | 167 |
| 1. | Abbildungsverzeichnis..... | 167 |
| 2. | Tabellenverzeichnis..... | 170 |
| 3. | Schema Allgemeine Untersuchung | 171 |
| 4. | Checklisten 6 h Beobachtung Gruppenauslaufhaltung und Anbindehaltung | 172 |
| 5. | Beurteilungsschema für Anbindehaltungen bei Pferden..... | 174 |
| 6. | Deklaration Fertigfuttermittel | 175 |
| 6.1. | Pferdemüsli..... | 175 |
| 6.2. | Mineralfutter..... | 176 |
| X. | DANKSAGUNG | 177 |

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

| | |
|---------------------------------|--|
| °C | Grad Celsius |
| µl | Mikroliter |
| 2000 g | „Schleuderziffer“, 2000-fache Erdbeschleunigung |
| A | Anbindehaltung |
| A1, A2 | Messungszeitpunkte der Basiswerte |
| A ₂ - A ₄ | Positionsangaben auf der ELISA-Platte |
| AAS | Allgemeines Adaptionssyndrom |
| ACTH | Adrenocorticotropes Hormon |
| ADH | Antidiuretisches Hormon |
| Adr | Adrenalin |
| Ak | Antikörper |
| anz | Anzahl |
| Artikelnr. | Artikelnummer |
| B1, B2 | Messungszeitpunkte der Basiswerte |
| B4 | Positionsangaben auf der ELISA-Platte |
| BA | Basiswert Anbindehaltung |
| BCS | Body Condition Score |
| BEKN | sich beknabbern |
| BG | Basiswert Gruppenauslaufhaltung |
| BL | Bauchlage |
| BMEL | Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft |

| | |
|---------------------------------|--|
| BSA | Blockierungslösung (z.B. BSA-Block, Fa. CANDOR Bioscience, Wangen) |
| BS-P | Beschichtungspuffer |
| BV | Beidseitig vollständiger Wälzvorgang |
| bzw. | beziehungsweise |
| ca. | circa |
| CBG | Corticosteroid-Binding Globulin |
| cm | Zentimeter |
| CRH | Corticotropin-Releasing Hormon |
| d.h. | das heißt |
| D ₂ - D ₃ | Positionsangaben auf der ELISA-Platte |
| diff | Differenz |
| DNA | Desoxyribonukleinsäure |
| EDTA | Ethylendiamintetraacetat |
| Eins/AusbZ TrgTWes 230 | Einsatz- und Ausbildungszentrum für Tragtierwesen 230 |
| ELISA | Enzym Linked Immunosorbent Assay |
| Endkonz. | Endkonzentration |
| engl. | englisch |
| etc. | et cetera |
| EU | Einseitig unvollständiger Wälzvorgang |
| EV | Einseitig vollständiger Wälzvorgang |
| FFS | Fight-or-Flight Syndrom |
| g | Gramm |

| | |
|--------------------------------|---|
| G | Gruppenauslaufhaltung |
| GABA | Gamma-Amino-Buttersäure |
| ggf. | gegebenenfalls |
| ggr. | geringgradig |
| GLUK | Glukose |
| GRAN | Granulozyten |
| h | Stunde(n) |
| H ₂ O ₂ | Wasserstoffperoxid |
| H ₂ SO ₄ | Schwefelsäure |
| HF | Herzfrequenz |
| Hkt bzw. HKT | Hämatokrit |
| HPA | Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse |
| HR | Herzrate |
| I | 1. Untersuchungsdurchlauf |
| i.d.R. | in der Regel |
| I.E. | Internationale Einheit |
| II | 2. Untersuchungsdurchlauf |
| inkl. | inklusive |
| INT | Intention |
| ISAP | International Association for the Study of Pain |
| kg | Kilogramm |
| KGW | Körpergewicht |

| | |
|-------|---|
| km | Kilometer |
| l | Liter |
| LAKT | Laktat |
| LKW | Lastkraftwagen |
| LMU | Ludwig-Maximilians-Universität München |
| LRT | Likelihood Ratio Test |
| LW | Leerwert |
| LYMPH | Lymphozyten |
| m | Meter |
| max. | Maximum |
| mcg | Mikrogramm |
| MCH | Mittlerer Hämoglobingehalt |
| MCHC | Mittlere korpuskuläre Hämoglobin-Konzentration |
| MCV | Mittleres Blutzellvolumen |
| min | Minuten |
| mind. | mindestens |
| ml | Milliliter |
| mm | Millimeter |
| MW | Mittelwert |
| N. | Nervus |
| N:L | Verhältnis von neutrophilen Granulozyten zu Lymphozyten |
| NAdr | Noradrenalin |

| | |
|----------------------|---|
| NEG_INTER | negative Interaktionen |
| NEUGIER | Drehen des Kopfes Richtung Erkundungsquelle |
| ng | Nanogramm |
| NHN | Normalhöhennull |
| nm | Nanometer |
| Nn. | Nervi |
| Nr. | Nummer |
| OD | Optische Dichte |
| p | Signifikanzniveau |
| PBS-TWEEN | Phosphate Buffered Saline-TWEEN® |
| PC | Personal Computer |
| POS_INTER | positive Interaktionen |
| PVN | Nucleus paraventricularis |
| RDW | Verteilungsindex der roten Blutkörperchen |
| s. | siehe |
| s.o. | siehe oben |
| S1a - S1b/ S2a - S2b | Messungszeitpunkte für zusätzliche Basisspeichelwerte |
| SanABw Abt. VII | Sanitätsamt der Bundeswehr Abteilung VII |
| SanKdo IV | Sanitätskommando IV |
| Sek. | Sekunde |
| SEM | Standardfehler |
| SL | Seitenlage |

| | |
|-------------------|--|
| sog. | sogenannt/en |
| StaBLab | Statistisches Beratungslabor |
| Stammlösungskonz. | Stammlösungskonzentration |
| Stammlsg. | Stammlösung |
| STD | Standard |
| T1B - T5B | Messungszeitpunkte für die Blutparameter |
| T1S - T9S | Messungszeitpunkte für die Speichelparameter |
| T1 - T5 | Messungszeitpunkte für die Herzfrequenz |
| TB | Nullstandard, total binding |
| TierSchG | Tierschutzgesetz (Deutschland) |
| TierSchHuV | Tierschutz-Hundeverordnung |
| TMB | Tetramethylbenzidin |
| TSchG | Tierschutzgesetz (Schweiz) |
| TSchV | Tierschutzverordnung (Schweiz) |
| u. | und |
| u.a. | unter anderem |
| u.ä. | und ähnliches |
| usw. | und so weiter |
| v. Chr. | vor Christus |
| v.a. | vor allem |
| vgl. | vergleiche |
| WBC | White Blood Cells |

| | |
|------|--|
| Wdh | Widerristhöhe |
| WI | Wälzintention |
| x | Mathematischer Rechenoperator (Malzeichen) |
| z.B. | zum Beispiel |
| ZNS | Zentrales Nervensystem |

I. EINLEITUNG

Der Einsatz von Maultieren als Arbeitstier ist vor allem in Entwicklungsländern wie Afghanistan, Indien oder Pakistan noch immer weit verbreitet (PRITCHARD et al., 2005). Traditionell wird der Hauptteil der dort gehaltenen Maultiere, Esel und auch Pferde als Lasttiere in ländlichen Gegenden eingesetzt (BISWAS et al., 2013). Doch auch die militärische Nutzung von Maultieren, in der Hauptsache als Tragtier, hat vor allem in Kriegszeiten eine lange Tradition (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994).

Das Maultier als Hybride aus Eselhengst und Pferdestute ist deutlich leistungsfähiger als ein Pferd und verfügt zusätzlich über die erhöhte Trittsicherheit und den robusteren Charakter eines Esels (TRAVIS, 1990). Die Maultiere sind in der Lage eine Last von 90 kg innerhalb von 7 Stunden über eine Wegstrecke von 91 km zu tragen. Im Gegensatz hierzu trägt ein Pferd eine Last von 60 kg innerhalb von 7 Stunden nur über eine Wegstrecke von 39,2 km (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994).

Im Jahr 1958 wurden in der Bundeswehr in Mittenwald erstmals Maultiere als Tragtiere in den Dienst gestellt, sie sollten der Versorgung der Soldaten in „schwierigem Gelände“ dienen. Seit 1960 ist die einzige noch verbleibende „pferdehaltende Einheit“ der Bundeswehr das Einsatz- und Ausbildungszentrum für Tragtierwesen 230 in Bad Reichenhall (NOREISCH & BARTMANN, 2005; RENNENKAMPPF & BARTMANN, 2008). Die Tiere dienen der Versorgung schwer zugänglicher Gebiete im In- und Ausland mit Lebensmitteln, Arzneimitteln und technischem Gerät. Die Tragtiere werden in Bereichen eingesetzt, in denen eine normale Versorgung mit Fahrzeugen oder per Hubschrauber aufgrund von schwierigen Geländebedingungen und/oder schlechten Wetter- und Sichtverhältnissen nicht mehr möglich ist. Gerade unter militärischen Aspekten bietet der Einsatz von Tragtieren zusätzlich den Vorteil, dass militärische Versorgungsgüter relativ geräuschlos zu den Soldaten gebracht werden können (NOREISCH & BARTMANN, 2005; RENNENKAMPPF & BARTMANN, 2008).

In der Dienststelle des Eins/AusbZ TrgTWes 230 wurden zum Zeitpunkt der Studie 56 Tragtiere gehalten, hiervon 44 Maultiere und 12 Haflinger. Die Tiere werden

ganzjährig von dazu ausgebildeten Soldaten versorgt und die tiermedizinische Betreuung erfolgt durch die dienststelleneigenen Veterinäre vor Ort (NOREISCH & BARTMANN, 2005; RENNENKAMPFF & BARTMANN, 2008).

Die Haltung der Maultiere im Eins/AusbZ TrgTWes 230 erfolgt in einer Gruppenauslaufhaltung in Kombination mit einer zeitweisen, kurzfristigen Anbindehaltung. Unter Beachtung tierschutzrechtlicher Belange richtet sich die Dauer der Aufstallung in der jeweiligen Haltungsform nach der beabsichtigten Nutzung und den Einsatzerfordernissen. Der militärische Verwendungszweck der Tragtiere, gerade auch unter besonderen Gelände- und Witterungsbedingungen, macht eine Adaptierung an ein kurzzeitiges Anbinden unbedingt erforderlich.

Ziel der Arbeit war es, die Stressbewältigung der Maultiere nach einer definierten Arbeitsbelastung im Rahmen des bundeswehreigenen Haltungskonzeptes zu untersuchen und Unterschiede in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufstallungsform (Gruppenauslauf- bzw. zeitweilige Anbindehaltung) zu erfassen. Hierzu wurden klinische, labordiagnostische und ethologische Daten erhoben und die Ergebnisse zur Beurteilung des Haltungskonzeptes unter Tierschutzaspekten miteinander in Beziehung gesetzt.

II. LITERATURÜBERSICHT

Maultiere, Pferde und Esel ähneln sich aufgrund ihrer engen genetischen Verwandtschaft sowohl anatomisch und physiologisch, als auch ethologisch. Aus diesem Grund können die, für die einzelnen Equiden gewonnenen, wissenschaftlichen Daten Großteils übertragen werden. In der folgenden Literaturübersicht werden die wissenschaftlichen Ergebnisse daher zusammenfassend dargestellt und mit der vorliegenden Literatur über Maultiere in Beziehung gesetzt.

1. Das Maultier

1.1. Entwicklung der Equiden

Aufgrund fossiler Funde ist die prähistorische Entwicklung des Pferdes gut belegt und dokumentiert. Die Evolution kann bis in die Zeit von vor ca. 60 Millionen Jahre (Eozän) zurückverfolgt werden. Pferde, Esel, Halbesel und Zebras gehören der gleichen Gattung Pferd (*Equus*) in der Familie der Pferdeartigen (*Equidae*) an. Ihre nahe Verwandtschaft ist in der lang andauernden gemeinsamen Entwicklungsgeschichte begründet. So zeigten die Vorfahren der „echten“ Pferde bis in das mittlere Pleistozän hinein vor allem zebra- (zebrine), esel- (asinide) und halbeselartige (hemionide) Merkmale. Es wird angenommen, jedoch nicht belegt, dass sich das heutige Hauspferd (*Equus przewalskii* f. *caballus*) aus verschiedenen Urwildpferd-Unterarten entwickelt hat (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Entwicklungsgeschichtlich existieren zwei Abstammungstheorien. Zum einen die *monophyletische Abstammungstheorie*. Hier wird je nach Autor jeweils eine Stammform zugrunde gelegt, die des Przewalskipferdes (*Equus przewalskii*) mit den drei Unterarten Waldtarpan (*Equus przewalskii silvaticus*, ausgestorben), Stepentarpan (*Equus przewalskii gmelini*, ausgestorben) und dem Steppenwildpferd (*Equus przewalskii przewalskii*) (KLINGEL, 1987). Nach NOBIS (1997) wird eine andere Wildpferdart (*Equus ferus*) mit drei Unterarten dem Solutrépferd (*Equus ferus solutrensis*, West- u. Zentraleuropa, ausgestorben), dem Tarpan (*Equus ferus gmelini*, Süd- und Mittlerrussland, ausgestorben) und dem Przewalskipferd (*Equus ferus przewalskii*, Nordchina und Mongolei) als Stammform angenommen.

Die *polyphyletische Abstammungstheorie* geht davon aus, dass die heutigen Hauspferde auf drei bis vier Wildpferdearten zurückgehen. Belegt wird diese Theorie

durch fossile Funde, beschränkt sich hierbei jedoch lediglich auf die morphologischen Unterschiede (morphologischer Artenbegriff). Wird der biologische Artenbegriff (Artendefinition rezenter Arten) mit einbezogen, ist die *polyphyletische Abstammungstheorie* nicht haltbar. Die Artendefinition rezenter Arten besagt, dass nur solche Gruppen als Art bezeichnet werden können, welche fruchtbare Nachkommen hervorbringen können. Alle „echten“ Pferde können, trotz Unterschiede in den Chromosomensätzen von Przewalskipferd und Hauspferd, miteinander fruchtbare Nachkommen zeugen. Alle anderen Equidenarten können zwar angepaart werden, zeugen jedoch in der Regel sterile Nachkommen (ZEITLER-FEICHT, 2008).

1.2. Morphologische, funktionelle und ethologische Unterschiede Pferd, Esel, Maultier und Maulesel

Bedingt durch die engen stammesgeschichtlichen Beziehungen sind sich die verschiedenen Vertreter der Gattung *Equus* hinreichend ähnlich um anatomische, physiologische und ethologische Gemeinsamkeiten aufzuweisen. Trotzdem zeigt das Maultier als Hybride hierbei Besonderheiten, da es in sich die Merkmale von Pferd und Esel vereint.

1.2.1. Pferd (*Equus przewalskii f. caballus*)

Im Rahmen seiner Domestikation musste sich das Hauspferd an veränderte Lebensbedingungen und die Haltung in menschlicher Obhut anpassen. Das Resultat dieses langwierigen Prozesses waren genetisch fixierte Änderungen im Erscheinungsbild und Verhalten. Jedoch wurde das Verhalten nur modifiziert, keine der ursprünglichen Verhaltensweisen ging verloren, bzw. es wurden keine neuen geschaffen. Die heutigen Hauspferde werden mit vermehrter Zahmheit geboren, sind weniger aggressiv und weisen eine deutlich größere Variabilität bezüglich ihrer Größe, Farbe, Leistung und ihres Verhaltens auf, als ihre Urform. Zudem sind ihre Sinnesleistungen, im Sinne einer Abnahme der Wachsamkeit und verringerten Fluchtbereitschaft, im Vergleich zu ihrer Stammform vermindert (ZEITLER-FEICHT, 2008). In der Hauptsache unterscheiden sich die heutigen Hauspferde morphologisch von den anderen Equiden durch das Vorhandensein von Kastanien an allen vier Extremitäten, dem bis zur Wurzel behaarten Schweif, den kurzen Ohren und ihrer Lautäußerung, dem Wiehern (DISTL, 2001). Über die Jahrhunderte praktizierte züchterische Selektion hinsichtlich der angestrebten Nutzung der jeweiligen Pferde, führte zu einer Vielzahl an Rassen. Einige der Rassen sind aufgrund morphologischer und

ethologischer Merkmale in Gruppen einzuordnen. Hieraus resultiert die gebräuchliche Bezeichnung Pony, Kalt-, Warm- und Vollblut. Leistungseigenschaften und Verhalten variieren innerhalb dieser Gruppen stark. So weist z.B. das Pony eine hohe Kältetoleranz und große Ausdauer auf, neigt allerdings bei nährstoffreichen Weiden zum Verfetten. Kaltblüter zeichnen sich durch den massigen Körperbau eines starken Trag- und Zugtieres, ihrer Trittsicherheit in schwierigem Gelände, ihr geringeres Bewegungsbedürfnis und durch ein gelasseneres Gemüt aus. Warm- und Vollblüter nehmen zwischen Ponys und Kaltblütern eine Zwischenstellung ein. Sie sind durch ihre Zuchtselektion auf Reiteignung und Leistungsfähigkeit (wie Schnelligkeit, Springvermögen, u.ä.) größer als Ponys, haben ein deutlich größeres Bewegungsbedürfnis als Kaltblüter und stellen explizitere Anforderungen an die Ernährung (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Pferde sind Pflanzenfresser und ihr Verdauungsapparat ist auf diese Ernährung ausgelegt. Für die bedarfsgerechte Ernährung ist eine Berechnung der Grundfutterration in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht und Nutzung sinnvoll (KAMPHUES et al., 2014; MEYER & COENEN, 2014). Bei der Futterauswahl unter natürlichen Bedingungen ist der Geruchs- und Geschmackssinn wesentlich. Eine bewusste Selektion zwischen giftigen und ungiftigen Futterpflanzen erfolgt nicht, jedoch wird eine Repellenswirkung der in den meisten Giftpflanzen enthaltenen bitteren Inhaltsstoffe auf die Pferde angenommen und die giftigen Pflanzen daher bei der Futteraufnahme gemieden (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Pferde sind sozial lebende Tiere, welche nur temporär (z.B. aufgrund von Krankheit oder Ausschluss aus einer Gruppe) zu Einzelgängern werden und natürlicherweise in Familienverbänden leben (ZEITLER-FEICHT, 2008). Das Hauspferd weist ein genetisch fixiertes Verhaltensrepertoire auf, welches das Repertoire eines an die Steppe angepassten, spezialisierten Herden-, Lauf- und Fluchttier widerspiegelt. Sie sind darauf angewiesen, dass im Rahmen ihrer Haltung diese Ansprüche an ihre Umwelt erfüllt werden (v.a. nach Bewegung und Klimareizen).

Bei Nicht-Erfüllung können hieraus gesundheitliche Beeinträchtigungen und Verhaltensstörungen resultieren (ERHARD & WÖHR, 2007).

1.2.2. Esel (*Equus africanus f. asinus*)

Die Domestikation des Hausesels beginnt im 4. Jahrtausend v. Chr. Der Esel wird auch heutzutage noch in vielen Ländern als Arbeitstier eingesetzt und man geht von einer derzeit geschätzten weltweiten Population von ca. 50 Millionen Tieren aus (PIETTA & BARTMANN, 2012).

Morphologisch wird der Esel durch seinen schweren Kopf, im Verhältnis zum Pferd deutlich längere Ohren und eine Stehmähne charakterisiert. Auch der Quastenschwanz und ein wenig ausgeprägter Widerrist, wie auch ein eher ovaler Körperrumfang gehören zum Erscheinungsbild des Hausesels. Die typische Wildzeichnung eines Esels beinhaltet einen über den Rücken verlaufenden Aalstrich, welcher mit dem Widerriststreifen das sog. Andreaskreuz bildet. Anatomisch ist beim Esel zwar eine regelmäßige Gliedmaßenstellung erwünscht, jedoch gibt es hier, bedingt durch eine rückständige Stellung der Vordergliedmaßen und eine kuhhessige Stellung der Hintergliedmaßen häufig Abweichungen. Im Vergleich zum Pferd stellt diese Stellungsanomalie jedoch nicht zwangsläufig einen Mangel dar, vielmehr wirkt sie sich vorteilhaft auf die Trittsicherheit vor allem in bergigem Gelände aus (PIETTA & BARTMANN, 2012). Ein weiteres arttypisches Merkmal stellt die deutlich abweichende Hufform des Esels dar. Die regelmäßigen Eselhufe sind im Vergleich zum Pferd enger und stumpfer (PIETTA & BARTMANN, 2012). Die Zehenachse, wie auch die dorsale Hufwand sind bei Eseln steiler als bei Pferden üblich (SCHWARZ & ANEN, 2014). Bezüglich ihrer Lautäußerung weisen Esel ebenfalls Unterschiede zum Pferd auf, so gehört z.B. lautes Schreien zu ihrem Abwehrverhalten (SCHWARZ & ANEN, 2014). Bedingt durch seine Gliedmaßenstellung und Hufform weist der Esel eine, gegenüber dem Pferd deutlich verbesserte Trittsicherheit auf, welche ihm vor allem im unwegsamen Gelände zu Gute kommt. Esel haben bei artgerechter Haltung eine durchschnittlich höhere Lebenserwartung als das Pferd, sind aufgrund ihrer Abstammung vom Wildesel gut an arides Klima adaptiert und vertragen auch Extremwerte in der Umgebungstemperatur sehr gut. Sie verfügen über effektive Mechanismen beim Schwitzen und sind in der Lage durch ihre große, physiologische Schwankungsbreite der Körpertemperatur Wasserverluste beim Schwitzen zu minimieren. Lediglich dauerhaftes feuchtes Klima wird schlechter vertragen (PIETTA & BARTMANN, 2012). Ein deutlicher Unterschied zwischen Pferd und Esel findet sich auch in labordiagnostischen Parametern. So konnte nachgewiesen werden, dass die für Pferde existierenden Referenzbereiche

für Esel nicht anwendbar sind. Die Studie ergab deutliche Unterschiede im Bereich des Roten und Weißen Blutbildes. So wiesen Esel weniger aber größere Erythrozyten auf als Pferde. Die Anzahl der Leukozyten war im Vergleich höher und es ergaben sich auch Abweichungen hinsichtlich des N:L-Verhältnisses. Esel haben eine höhere Zahl an Lymphozyten als neutrophile Granulozyten und die Zahl der eosinophilen Granulozyten ist im Vergleich zum Pferd ebenfalls höher. Weitere Unterschiede wurden auch anhand klinisch chemischer Parameter festgestellt (TRACHSEL et al., 2005).

Der heutige Hausesel verfügt über den Verdauungstrakt eines wüstenbewohnenden Pflanzenfressers. Der Organismus des Esels ist auf die Ausnutzung karger Nahrung ausgelegt. Er benötigt aufgrund des relativ kleinen Magens häufiger kleine Portionen an Futter. Die Gefahr der Überversorgung hinsichtlich Energie und Protein ist bei seiner Haltung in menschlicher Obhut gegeben und Esel sollten daher eher sehr rohfaserreich ernährt werden. Die Selektion der von Eseln gefressenen Futterpflanzen erfolgt sehr explizit, daher ist das Auftreten von Vergiftungen eher selten (TVT, 2013; SCHWARZ & ANEN, 2014).

Esel leben im Gegensatz zum Pferd in eher lockeren, maternalen Sozialverbänden ohne deutlich ausgeprägte Rangordnung. Zwar ist der Esel wie auch das Pferd ein Fluchttier, unterscheidet sich jedoch deutlich in seiner Reaktion auf Gefahren. Der Esel ist aufgrund seines ursprünglichen Lebensraumes (unwegsames und unübersichtliches Gelände) darauf angewiesen, eigenverantwortlich abzuwägen welche der Alternativen Flucht, Verteidigung oder Stehenbleiben und Abwarten anzustreben ist, um sich seine körperliche Unversehrtheit zu bewahren. An ihre Haltungsverhältnisse stellen die Esel jedoch ähnliche Ansprüche wie das Pferd, allerdings sollte seinen bereits erwähnten arttypischen Eigenheiten hierbei Rechnung getragen werden. Im Bereich der innerartlichen sozialen Kontakte sind Geruchs-, Hör-, Seh- und Tastsinn gleichwertig bei der Interpretation von körpersprachlichen und akustischen Signalen (NMELF, 2000; TVT, 2013; SCHWARZ & ANEN, 2014).

1.2.3. Maultier (*Equus africanus f. asinus* ♂ x *Equus przewalskii f. caballus* ♀) und Maulesel (*Equus africanus f. asinus* ♀ x *Equus przewalskii f. caballus* ♂)

Geschichtlich tritt das Maultier seit ca. 3000 Jahren in Erscheinung, wobei die frühesten Nachweise aus dem Orient stammen (TRAVIS, 1990). Die Maultierzucht verbreitete sich vom Vorderen Orient über alle Mittelmeerländer und von dort im römischen Reich nach Gallien und Helvetien (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994). Die derzeitige Population an Maultieren weltweit beträgt ca. 10,3 Millionen Tiere (FAO, 2014).

Das Maultier (engl. mule) ist ein Hybride aus einem Eselhengst und einer Pferdestute. Es ist morphologisch gesehen dem Pferd näher als der Maulesel (engl. hinny), welcher aufgrund der Verpaarung eines Pferdehengstes mit einer Eselstute von der Körpergröße und Morphologie eselähnlicher ist (HUTCHINS, 1984; PIETTA & BARTMANN, 2012). Trotz der unterschiedlichen Chromosomensätze (Hauspferd $2n = 64$, Esel $2n = 62$) lassen sich diese Arten miteinander verpaaren und es entsteht ein Hybride mit einem Chromosomensatz von $2n = 63$ (ELDRIDGE & BLAZAK, 1976). Der Genitaltrakt der weiblichen Maultiere ist vollständig angelegt, die Tiere weisen im Vergleich zum Pferd jedoch einen unregelmäßigeren Sexualzyklus auf (BARTMANN et al., 2008). Die Nachkommen der Verpaarungen zwischen Pferd und Esel sind in der Regel unfruchtbar, in Ausnahmefällen gehen jedoch fruchtbare Stuten aus Pferd-Esel-Kreuzungen hervor. Die Hengste solcher Verpaarungen sind jedoch aufgrund einer Azoospermie, trotz normal ausgeprägtem Geschlechtstrieb, stets steril (BREHM, 1900; HUTCHINS, 1983; BENIRSCHKE & RYDER, 1985; JONES & JOHNSEN, 1985; CHANDLEY, 1988; ALLEN et al., 1993; DISTL, 2001). Zyklische Maultierstuten eignen sich auch als Rezipienten für Embryotransfers, so wurden bereits erfolgreiche Übertragungen von z. B. Pferdembryonen beschrieben (CAMILLO et al., 2003).

Morphologisch liegt das Erscheinungsbild eines Maultieres zwischen dem eines Pferdes und dem des Esels. Ein Einfluss hierauf nimmt auch die Rasse der verpaarten Elterntiere. Für die Züchtung von Maultieren als Arbeitstiere werden in der Regel Großeselhengste mit einem Stockmaß von mindestens 1,35 m eingesetzt um die Leistungsfähigkeit zu steigern (PIETTA & BARTMANN, 2012). Die Tiere haben längere Ohren als Pferde, jedoch kürzere als Esel und weisen meist eine Stehmähne

auf. Für die medizinische Behandlung relevante anatomische Unterschiede zum Pferd finden sich z. B. in den oberen Atemwegen, der Drosselrinne und im Bewegungsapparat, hier vor allem im Bereich der Hufe (BURNHAM, 2002; BARTMANN, 2009). Die Hufform des Maultiers bzw. Maulesels unterscheidet sich von der von Pferden, so ist hier der regelmäßige Huf enger und stumpfer. Im Durchschnitt lassen sich Zehenwandwinkel von 58° für Vorder- und Hinterhuf beim Maultier messen. Das Längenverhältnis von Zehenwand zur Trachtenwand am Vorder- als auch am Hinterhuf liegt beim Maultier zwischen 1,7 und 1,9:1, somit ist vor allem der Hinterhuf deutlich kleiner als beim Pferd. Für den überwiegenden Teil der Maultiere ist ein angeborener beidseitiger Trachtenzwanghuf typisch, wobei jedoch kaum hierdurch bedingte Funktionseinschränkungen bzw. Lahmheiten auftreten. Im Vergleich zum Pferd zeigt das Hufhorn eines Maultiers ein schnelleres Wachstum und einen höheren Feuchtigkeitsgehalt bei hoher Härte und Elastizität (PIETTA & BARTMANN, 2012). Bedingt durch die Verwandtschaft des Maultiers zum Esel, welcher eher an trockene und steinige Böden adaptiert ist, wird die Hufgesundheit der Tiere schneller als beim Pferd durch Nässe beeinträchtigt (PIETTA & BARTMANN, 2012; SCHWARZ & ANEN, 2014). Weiter Unterschiede zwischen Pferd, Esel und Maultier finden sich auch in der Behaarung, v.a. Mähne, Stirnlocke, Schwanz und Flankenwirbeln, sowie der Ausbildung von Kastanien an den Extremitäten (BURNHAM, 2002).

Die Lebenserwartung eines Maultiers ist im Regelfall, wie die des Esels, deutlich höher als die eines Pferdes. Sie zeigen eine große Leistungsfähigkeit beim Transport von Lasten und weisen eine große Trittsicherheit vor allem in schwierigem Gelände auf (PIETTA & BARTMANN, 2012). Maultiere sind in der Lage große Lasten zu tragen. Ihre Leistungsfähigkeit dahingehend ist höher als die vergleichbare von Pferden oder den zumeist kleineren Eseln. Je nach Größe eines Maultieres tragen die Tiere beim Gebirgseinsatz der Bundeswehr ca. 100-120 kg Nutzlast (NOREISCH & BARTMANN, 2005). Der für den Transport der Lasten benötigte Packsattel wiegt je nach Modell ca. 45 kg, inklusive Zaumzeug ca. 48 kg. Die genaue Belastbarkeit eines Maultiers ist jedoch in jedem Fall in Abhängigkeit der körperlichen und konstitutionellen Merkmale zu sehen.

Maultiere besitzen ebenso wie Esel eine ausgeprägte Toleranz für hohe Umgebungstemperaturen. Nach Adaption arrangiert sich das Maultier auch mit trockener Kälte, selbst bei Minustemperaturen (PIETTA & BARTMANN, 2012).

Die Verwandtschaft mit dem Esel bedingt bei Maultieren und Mauleseln dass, bei ihrer Haltung in menschlicher Obhut, die Ernährung entsprechend angepasst erfolgen muss, um fütterungsbedingte Erkrankungen zu vermeiden. Der Anteil ihrer Eselphysiologie führt zu einer deutlich effizienteren Rohfaserverdauung als beim Pferd. Esel sind durch ihre Herkunft an Nahrungsquellen wie Bäume und Sträucher adaptiert. Aufgrund dieser eher kargen Nahrungsgrundlage ist es bei der Fütterung wichtig für eine Balance zwischen dem Stillen des Kaubedürfnisses und der Energieaufnahme zu sorgen, um ein Verfetten der Tiere zu verhindern (NMELF, 2000; PEARSON, 2005; BURDEN, 2012; SCHWARZ & ANEN, 2014). Den Maultieren sollten, analog zum Pferd, mehrmals täglich Raufuttergaben zur Verfügung gestellt werden um einer negativen Beeinträchtigung der Magenschleimhaut durch zu lange Futterpausen vorzubeugen (MEYER & COENEN, 2014). Die Gabe von Futtermitteln auf Basis von Kraftfutter oder Melasse hingegen sollte, wie beim Esel, sehr restriktiv in Abhängigkeit der Arbeitsleistung, gehandhabt werden (SCHWARZ & ANEN, 2014).

Als Hybride zwischen Pferd und Esel weist das Maultier sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede im Rahmen von klinischen- und labordiagnostischen Parametern auf. So geben Studien an, dass bei der Messung der Herzfrequenz und Laktatkonzentration im Blut keine Unterschiede zwischen Pferden und Maultieren bestehen (GREENE et al., 1996). Vergleichende echokardiographische Messungen und Blutdruckmessungen zeigen ähnliche Ergebnisse bei Pferd und Esel (TUCKER et al., 1995). Auch im Bereich des weißen Blutbildes sind in Studien keine Unterschiede zwischen Pferden und Maultieren belegt (LEMMER et al., 1980; RENNENKAMPFF, 1987), wohingegen Unterschiede im roten Blutbild bezüglich Erythrozytenzahl, Hämatokrit und Hämoglobinkonzentration darstellbar sind (LEMMER et al., 1980; RENNENKAMPFF, 1987; HURSON et al., 2002). Maultiere weisen zudem eine erhöhte Myoglobinkonzentration (KOLB, 1963) und eine höhere aerobe Kapazität der Muskulatur auf (GREENE et al., 1995). Die zwischen Esel und Pferd bestehenden Unterschiede in der klinischen Chemie für Kreatinin, Gesamtbilirubin und Eisen (TRACHSEL et al., 2005) finden sich zwischen Maultier und Pferd nicht (SCHECK et al., 1980; WEIGERT et al., 1981; RENNENKAMPFF, 1987). Die Ruhewerte der Blutglukose differieren zwischen Pferd und den Hybriden ebenfalls nicht (SCHECK et al., 1980; RENNENKAMPFF, 1987).

Zusammenfassend spiegelt die Literatur über die labordiagnostischen und klinischen Parameter das Vermögen des Hybriden Maultier wider, seinen Stoffwechsel schneller als ein Pferd an Belastungen anpassen zu können und daher leistungsfähiger zu sein (RENNENKAMPPF, 1987).

Rein anhand des Phänotyps lassen sich Maultier und Maulesel ohne Kenntnis der Elterntiere nicht sicher unterscheiden, v.a. da sich auch Maultiere und Esel manchmal nur schwer unterscheiden lassen. Hier kann zur Bestimmung der Spezies die Beurteilung der Schwanzwirbel herangezogen werden (HUTCHINS, 1983).

Die Kombination der Eigenschaften von Pferd und Esel im Maultier, bzw. Maulesel, führt zu einem differierenden Verhaltensrepertoire (HEINEN, 1996). Sie vereinen in sich die Eigenschaften des Fluchttiers Pferd mit dem eseleigenen „Abwarten und Verharren“ in Gefahrensituationen. Maultiere und Maulesel sind ebenso wie Esel sehr intelligent, was sich auch in ihrer Treffsicherheit beim Ausschlagen zeigt, und weisen zudem ein gutes Gedächtnis für Erlerntes auf (MATTHEWS & TAYLOR, 2000). In einem von PROOPS et al. (2009) durchgeführten kognitiven Versuch mit einer Gruppe von Ponys, Maultieren und Pferden zeigten die Maultiere die signifikant besseren Lernergebnisse. Die Selbstständigkeit und der ausgeprägte Selbsterhaltungstrieb eines Maultiers bedingen, dass für gute Lernerfolge zunächst eine gewisse Vertrauensbasis aufgebaut werden muss um die Lektionen anschließend mit Geduld konsequent, auf Grundlage dieses Vertrauens durchführen zu können (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994; MCLEAN, 2011, 2012). Für die Ausbildung von Maultieren wird in der Literatur oftmals empfohlen möglichst schlauer zu sein als die Tiere und die Durchführung der Lektionen gut zu planen, v. a. da Maultiere und auch Esel dazu neigen schlechte Erfahrungen nicht mehr so leicht zu vergessen. Zudem sollte mit der Ausbildung, bzw. mit der Gewöhnung an den Menschen beim Maultier möglichst schon im Fohlenalter begonnen werden (MCLEAN, 2011, 2012).

Im Allgemeinen zeichnet sich das Maultier im Alltag durch Besonnenheit und Willensstärke aus und weist ein vergleichsweise reduziertes Schmerzausdrucksverhalten auf, was zu Problemen bei der Früherkennung von Krankheitszuständen führen kann (PIETTA & BARTMANN, 2012).

Maultiere können problemlos in großen Gruppen gehalten werden (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994). Bei der Haltung von Maultieren in Gruppen

sollte jedoch darauf geachtet werden Maultierhengste frühzeitig zu kastrieren da sie „zum Raufen“ neigen, was zu Stress und Verletzungen innerhalb der Herde führen kann (HUTCHINS, 1983). In einer Studie von PROOPS et al. (2012) wurden Untersuchungen in einer gemischten Herde aus Ponys, Maultieren und Eseln durchgeführt. Hier wurde beobachtet, dass in solchen Gruppen Maultiere eine mittlere hierarchische Stellung, noch vor den Eseln einnehmen. Sie tendierten hier auch eher dazu den Kontakt mit anderen Maultieren und erst an zweiter Stelle mit Pferden zu suchen. Eine Kontaktaufnahme mit den Eseln wurde in dieser Studie nicht präferiert. In anderen Arbeiten wird allerdings eine Präferenz der Kontaktaufnahme von männlichen Maultieren mit Pferdestuten beschrieben. So neigen diese dazu sich eher an einer Pferdestute zu orientieren und dieser nicht, oder nur ungern von der Seite zu weichen (ALTMANN, 1951; DÜHR-BIEN, 2013).

1.3. Zucht und Nutzung des Maultiers

Bereits in der Antike galten Maultiere als edle Tiere und wurden in vielen Bereichen des Alltagslebens eingesetzt, u.a. bei Wagenrennen und als Reittier. Eine große Bedeutung spielte die Maultierzucht im Römischen Reich, wo es sogar „Mulomedici“ gab, sog. Maultierärzte (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994; VON DEN DRIESCH & PETERS, 2003). Die Römer verbreiteten das Maultier mit der Ausweitung ihrer Reichsgrenzen nach Spanien, Frankreich und in die Alpenländer. Vom Mittelalter bis in die Neuzeit verbreitete sich das Maultier in nahezu alle Erdteile und es wurden weltweit Maultierzuchten gegründet. Maßgeblich für die Begründung der Maultierzucht in Nordamerika war Präsident George Washington. Er war zwar nicht der erste Maultierzüchter in Nordamerika, hatte auf diese aber großen Einfluss. Grundlage seiner eigenen Zucht waren zum einen ein spanischer Eselhengst und zwei Pferdestuten, einem Geschenk des spanischen Königs Karl IV und zum anderen ein Malteser-Eselhengst, ein Geschenk des Marquis de La Fayette. Auch in Deutschland wurde frühzeitig der Wert einer eigenen Maultierzucht erkannt und 1936 wurden erste eigene Tiere in Schwaiganger und Ansbach gezüchtet (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994).

Im Rahmen von Zuchtprogrammen wurden die Tiere in den verschiedenen Ländern der Nutzungsart entsprechend, auf körperliche Merkmale hin selektiv gezüchtet (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994).

1.3.1. Nutzung des Maultiers in zivilen Bereichen

Maultiere waren zum damaligen Zeitpunkt für den Einsatz im alltäglichen Leben unerlässlich. Sie wurden in der Landwirtschaft zum Pflügen, Holzrücken, sowie zum Zug von schweren Lasten eingesetzt und waren hier deutlich leistungsfähiger als Pferde oder Ochsen. Die Maultiere wurden auch zum Posttransport bzw. als Zugtier in sämtlichen Gespannen eingesetzt. Für den Gütertransport über die Alpenpässe (Säumen), bzw. den Lastentransport in anderen unwegsamen Gegenden waren Maultiere essentiell. Im Alpenraum sicherten die Maultierkarawanen damals die Versorgung der Menschen mit Lebensmitteln und Wirtschaftsgütern und förderten so auch die wirtschaftliche Weiterentwicklung dieser Gegenden. Mit dem voranschreitenden Straßenbau in Gebirgsregionen verlor das Maultier hier an Bedeutung und wurde anschließend eher zu Tourismuszwecken eingesetzt (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994). In Entwicklungsländern ist das Maultier auch heutzutage noch ein unerlässliches Arbeitstier und Fortbewegungsmittel (PRITCHARD et al., 2005). In anderen Ländern wird das Maultier hauptsächlich als Hobbytier gehalten. Es findet seinen Einsatz in vielen Disziplinen des Reit- und Kutschensports und sogar im Bereich der tiergestützten Therapie (DÜHR-BIEN, 2013).

1.3.2. Einsatz des Maultiers zu militärischen Zwecken

Der Wert des Maultiers im Kriegseinsatz ist seit langem bekannt und es wird praktisch seitdem es Maultiere gibt hierfür genutzt. Die Tiere sollten groß und trittsicher sein um die strapaziösen Tagesmärsche überstehen zu können. Idealerweise sollte ein Stockmaß von 1,55 m nicht überschritten werden, da sich andernfalls das Beladen der Tiere mit schweren Lasten, wie z.B. Geschützen, als zu schwierig gestaltet hätte. Dem Maultier im militärischen Einsatz kam auch sein Vermögen mit kargen Rationen als Pferde auszukommen und kältere Witterungsbedingungen unbeschadet zu überstehen zu pass (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994).

Im Ersten Weltkrieg taten ca. 400.000 Maultiere Dienst in der englischen Armee. In der US-Army waren ca. 20.000 Maultiere als Zugtiere eingesetzt. Die Deutsche Gebirgsartillerie hatte zunächst nur wenige Maultiere zur Verfügung, welche sich hauptsächlich aus dafür eingezogenen Tieren zusammensetzte. Sie nutzte zu dieser Zeit noch eher Kleinpferde und ergänzte später ihren Maultierbestand mit im Krieg erbeuteten Tieren. Am Anfang des Zweiten Weltkrieges standen ca. 100.000 Maultiere in Europa im Dienst und waren für die Sicherung des Nachschubes zuständig

(VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994).

Allerdings starben die meisten Armeemaultiere v. a. im Ersten Weltkrieg an Futtermangel, Überanstrengung und Krankheit in Verbindung mit der noch unzureichenden tiermedizinischen Versorgung (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994; VON DEN DRIESCH & PETERS, 2003).

Trotz der heutzutage hochmodernisierten Armeen werden Maultiere immer noch im Dienst des Militärs genutzt. Sie können zum Lastentransport aufgrund ihrer Trittsicherheit und Tragfähigkeit auch bei schlechter Sicht, in unwegsamem Gelände bei Bedingungen eingesetzt werden, bei welchen motorisierte Transportmittel oftmals bereits an ihre Grenzen stoßen. Zudem ist ein Transport von Lasten mithilfe von Maultieren in solchem Terrain oftmals um einiges geräuschärmer. Sie sind teilweise schon aus 50 m Entfernung für den Gegner nicht mehr auszumachen, was in Kriegszeiten einen entscheidenden Vorteil erbringt (NOREISCH & BARTMANN, 2005; RENNENKAMPFF & BARTMANN, 2008). So ist der Einsatz von Tragtiere auch heute noch ein fester Bestandteil in vielen Armeen weltweit.

Der Schweizer Armee stehen mehrere Tragtierkolonnen (sog. Trainkolonnen) zur Verfügung. Sie dienen hauptsächlich der Durchführung militärischer Transporteinsätze. Allerdings werden sie auch für Aufräumarbeiten nach Unwettern, Erdbeben u.ä. und zum Holzrücken eingesetzt (KOMPETENZZENTRUM VETERINÄRDIENTST, 2014).

Innerhalb der Bundeswehr ist das Eins/AusbZ TrgTWes 230 in Bad Reichenhall die einzige Einheit bei welcher Tragtiere noch Dienst tun. Die Tiere werden militärisch sowohl im Inland als auch im Ausland im Rahmen von Aufträgen verwendet. Bei Einsätzen im Ausland sind zwei Einsatzoptionen von Tragtieren möglich. Bei planbaren, längerfristigen Vorhaben werden Tragtiere, nach eingehender gesundheitlicher Überprüfung und Durchführen einer Ankaufsuntersuchung, durch Bundeswehr-Tierärzte, auch vor Ort „rekrutiert“. Diese Möglichkeit entfällt bei kurzfristig durchzuführenden Operationen. Hierfür werden dann die bundeswehreigenen Tragtiere in das jeweilige Einsatzland verbracht. Dabei obliegt dem zuständigen Sanitätsoffizier Veterinär die Organisation des tierschutzgerechten Transports sowie die Beurteilung der entsprechenden Tierseuchenlage und die Überwachung der Einhaltung der gegebenen tierseuchenrechtlichen Bestimmungen (RENNENKAMPFF, 2009).

2. Stress

2.1. Begriffsbestimmung und Wirkmechanismen

Für die Bestimmung des Begriffes Stress existieren verschiedene Ansätze. Stress kann definiert werden als die Summe der nicht spezifischen biologischen Phänomene, die durch widrige äußere Einflüsse ausgelöst werden (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Stress ist ebenfalls definiert als, dass physische und psychische Reize, sog. Stressoren, auf den Organismus einwirken, welcher darauf individuell geprägt, unspezifisch reagiert (WIESNER & RIBBECK, 2000).

Eine allgemeingültige, präzise Definition des Begriffes Stress gibt es also nicht. Stress ist ein Syndrom mit nicht nur einer einzigen zugrundeliegenden Ursache, er führt zu keiner konstanten biologischen Antwort im Organismus und hat nicht nur einen singulären Effekt auf das Individuum (MOBERG, 1985a). Aufgrund des Fehlens einer einheitlichen Definition werden indifferente Begriffserklärungen verwendet. So beschreibt MOBERG (2000) in seiner Arbeit Stress als: „... die biologische Antwort eines Individuums welche durch die Bedrohung der eigenen Homöostase ausgelöst wird.“. Nach Auffassung von VON BORELL (2000) ist Stress: „... ein Zustand, bei dem der Organismus durch externe oder interne Stimuli übermäßig beansprucht wird und ein breites Spektrum von individuellen Reaktionen hervorruft.“. In einer eher kritischen Arbeit zum heutigen Stress-Konzept vertritt KOOLHAAS et al. (2011) die Auffassung, dass der Begriff Stress zu umfassend verwendet wird. Es wird die Zweckmäßigkeit in Frage gestellt, den Begriff „Stress“ in einem so weit gefassten Rahmen, von wenig anspruchsvollen bis hin zu aversiven Stimuli, zu verwenden. Vielmehr sollte der Begriff nur den Zuständen vorbehalten sein, in denen die Einflüsse des Umfeldes aufgrund Unvorhersehbarkeit und Unkontrollierbarkeit der einzelnen Situation, die natürlichen Regulationskapazitäten eines Organismus überschreiten.

2.1.1. Homöostase

Bereits 1878 erkannte der Physiologe Claude Bernard die Bedeutung eines vergleichsweise konstanten inneren Milieus für den Körper in einer sich ständig verändernden Umwelt. Er fand heraus, dass der Körper bestrebt ist, die Körpertemperatur, den Blutfluss bzw. -druck, die Verfügbarkeit von Energie, die Sauerstoffkonzentrationen und weitere lebenserhaltende Funktionen auf einem möglichst konstanten Niveau zu halten (CHROUSOS, 1998).

Der Begriff der „Homöostase“ wurde allerdings erst später durch den amerikanischen Physiologen Walter Cannon geprägt. Er beschreibt sie als die Erhaltung des inneren Gleichgewichtes durch das Zusammenwirken verschiedener entgegengesetzt wirkender Kräfte. Diese können sowohl physischer als auch emotionaler Natur sein. Der Wissenschaftler prägte ebenfalls den Begriff der „Fight-or-Flight“-Reaktion und erkannte, dass als Reaktion auf einen Stressor Katecholamine ausgeschüttet werden und damit die Sympathoadrenomedulläre Achse aktiviert wird (GRIFFIN, 1989; CHROUSOS & GOLD, 1992).

2.1.2. Stressoren

Unter dem Begriff „Stressor“ sind exogene wie auch endogene Belastungsfaktoren zusammengefasst. Hierunter fallen Einflüsse wie z.B. extreme Temperaturen, Hunger, Transport oder auch psychosoziale Faktoren wie Angst, Isolation, u.ä., welche einen übernormalen Reiz darstellen und zu Stress führen. Sie lassen sich je nach Herkunft weiter in biologische (Artgenossen, Parasiten, etc.), physikalische (Verletzungen, Strahlungen, etc.) und chemische (Chemikalien, Insektizide, etc.) Stressoren untergliedern (WIESNER & RIBBECK, 2000). Im Stress reagiert der Organismus mit einer Kaskade an biologischen Mechanismen (vgl. Abbildung 1). Ziel dieser Reaktionen ist es, den Körper vor Schaden zu bewahren und einen psychophysiologischen Gleichgewichtszustand (Prinzip der Homöostase) zu erreichen (VON BORELL, 2000).

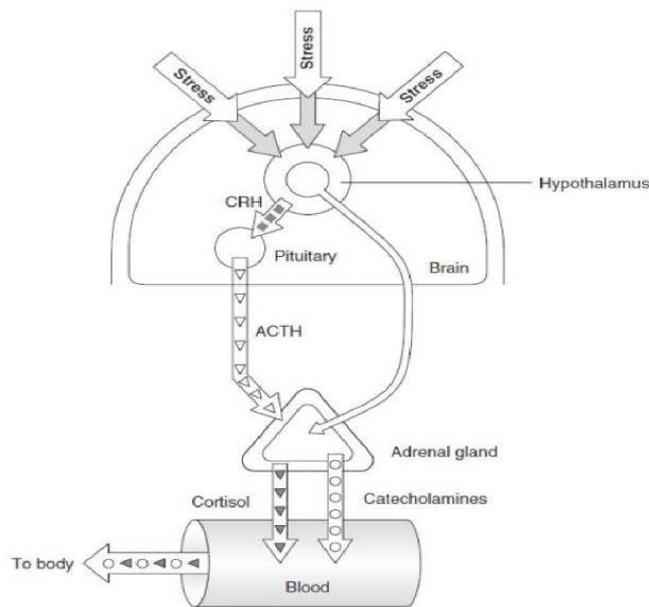


Abbildung 1: Schematische Darstellung der Stresseffekte auf den Körper.

Quelle: <http://dujs.dartmouth.edu/wp-content/uploads/2011/02/stressdiagram.jpg>

Ankommende Reize werden zunächst sensorisch vom Organismus aufgenommen und über neuronale Signale an das ZNS weitergegeben. Hier werden die kognitiven bzw. nicht-kognitiven Zentren involviert, über welche dann koordinierte Anpassungsreaktionen gegenüber der Belastung eingeleitet werden. Zusätzlich zum ZNS sind bei Stressreaktionen auch das neuroendokrine System und das Immunsystem beteiligt. Im Zuge einer solchen Reaktion agieren diese drei Systeme in vielfältiger Weise miteinander (VON BORELL, 2000).

2.1.3. Fight-or-Flight Syndrom (FFS)

In einer akuten Belastungssituation erfolgt eine Aktivierung des Sympathikus. Dieser induziert die Ausschüttung von Katecholaminen aus dem Nebennierenmark, mit deren Hilfe der Organismus sekundenschnell in die Lage versetzt wird sich unmittelbar auf eine Kampf (Fight) - oder - Flucht (Flight) Situation einzustellen. Dieses Aktivierungssystem umfasst den Hypothalamus, die Hypophyse, das Sympathische Nervensystem und das Nebennierenmark. Es wird als Sympatho-Adrenomedulläres-System bezeichnet und stellt die klassische Fight-or-Flight Reaktion dar (CANNON, 1914; VON BORELL, 2000).

2.1.4. Allgemeines Adaptionssyndrom (AAS)

Hans Selye, ein ungarischer Arzt, prägte erstmals den Begriff „Stress“ als solches. Er beschrieb das allgemeine Adaptionssyndrom (AAS), auch Selye-Syndrom genannt, welches Abwehrreaktionen umfasst, die immer einen generalisierten Charakter haben. Dieser unspezifische Vorgang ist im Ablauf von der Art der Belastung vollkommen unabhängig (WIESNER & RIBBECK, 2000).

Das AAS ist durch die Aktivierung des Hypothalamo-Hypophysen-Nebennierenrinden-Systems charakterisiert. Es stellt eine längerfristige Anpassungsreaktion des Organismus dar. Im Vordergrund der Reaktion steht die, durch das Hypophysenhormon ACTH stimulierte Freisetzung von Glukokortikosteroiden aus der Nebennierenrinde (VON BORELL, 2000).

Das Adaptionssyndrom (Stressreaktion) lässt sich in drei Phasen untergliedern. Das erste Stadium ist die Alarmreaktion, gefolgt vom Widerstandsstadium, welches einer Adaptionsphase entspricht. In letzter Konsequenz folgt das dritte Stadium der Erschöpfung, in welchem die Adaption des Organismus zusammengebrochen ist. Die von Selye propagierte Erschöpfungsphase des Nebennierenrindensystems für chronische Stresszustände ist jedoch wissenschaftlich umstritten (WIESNER & RIBBECK, 2000).

In den siebziger Jahren wurde die Theorie von Selye über die unspezifischen Stressoren in Frage gestellt. Manche Einflüsse, z.B. hohe oder niedrige Temperaturen, führen nicht in jedem Fall zur Aktivierung des Hypophysen-Nebennierenrindensystems. Vielmehr wird dieses System nur dann aktiviert, wenn auch der psychische Status des Organismus betroffen ist. Bestimmend für die unspezifische, physiologische Reaktion des Organismus ist also die emotionale Komponente des einwirkenden Einflusses (MASON, 1975a, 1975b; VON BORELL, 2000).

Allerdings schafften die wissenschaftlichen Erkenntnisse von Selye über die Wirkung von Stressoren auf den Organismus die Grundlage für die Nutzung von Glukokortikoiden als Stressindikator (DOHMS & METZ, 1991).

2.1.4.1. Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse (HPA-Achse)

Als Reaktion auf einen exogenen Stimulus wird zunächst das Sympatho-Adrenomedulläre-System aktiviert. Der Organismus wird auf eine Kampf- oder Fluchtsituation eingestellt. Hierbei erfolgt eine Freisetzung von Katecholaminen. Durch die Aktivierung des Sympathischen Nervensystems wird auf direktem Wege Noradrenalin (NAdr) freigesetzt, zusätzlich wird auf indirektem Wege über das Nebennierenmark Adrenalin (Adr) und ebenfalls NAdr ausgeschüttet. Dies bewirkt eine Funktionssteigerung an vielen inneren Organen. Als Resultat hieraus wird der Blutzuckerspiegel erhöht, die Herzleistung gesteigert und die Bronchien werden weit gestellt. Zudem kommt es zu Veränderungen im peripheren Gefäßsystem und damit zur Veränderung der Durchblutung, der Stoffwechsel wird beschleunigt und die Verdauungstätigkeit und Nierenfunktion werden heruntergefahren (LI & HÖRMANN, 2012). Erst wenn der Organismus mit diesen Methoden nicht in der Lage ist dem Stressor zu begegnen wird die HPA-Achse aktiviert, hierzu siehe Abbildung 2 (DOHMS & METZ, 1991).

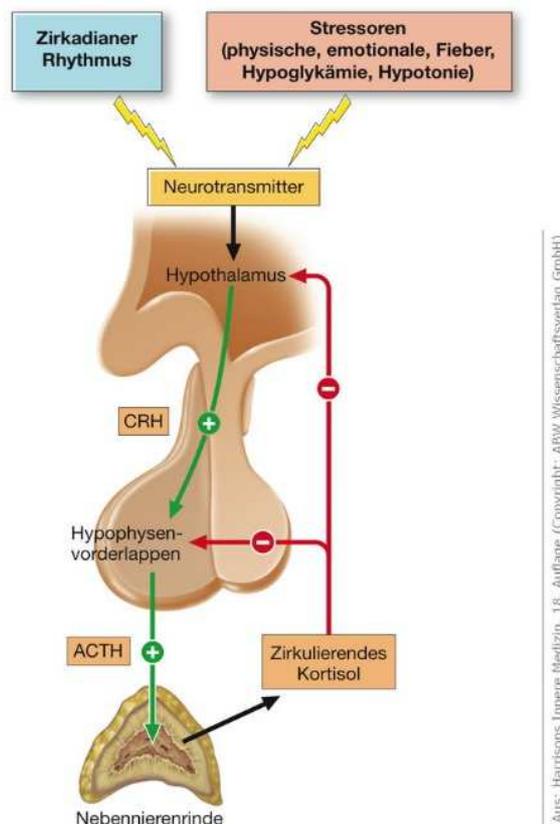


Abbildung 2: HPA-Achse (Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden- Achse).

Quelle:http://www.eharrison.de/b2b-web/image/H18_342-02-zoom.jpg

Die Schlüsselrolle in der Regulation der endokrinen Reaktion auf einen Stressor

kommt dem Corticotropin-Releasing Hormon (CRH) zu. Zudem spielt CRH auch als Modulator im Rahmen von Verhaltensweisen eine Rolle (DE WIED, 1980). Beispielsweise konnte in zahlreichen Versuchen mit Ratten nachgewiesen werden, dass die intracerebroventriculäre Injektion von CRH zu einer Vielzahl von Verhaltensweisen führt, welche denjenigen in einer akuten Stresssituation entsprechen (RUSHEN, 2000). CRH ist überall im ZNS nachzuweisen, die höchsten Konzentrationen werden jedoch in einem Hypothalamus-Kerngebiet, dem Nucleus paraventricularis (PVN) gemessen. Das im PVN sezernierte CRH gelangt zusammen mit dem ebenfalls dort sezernierten Vasopressin (ADH) über das Portalsystem in den Hypophysenvorderlappen. Infolge dessen wird dort die Sekretion von Stoffen wie ACTH, β -Endorphin und anderen Proopiomelanocortin-Derivaten stimuliert. Die Regulation der CRH-Sekretion obliegt zentralen Neurotransmittern wie Noradrenalin und GABA, welche die Freisetzung hemmen, und Acetylcholin und Serotonin welche die Sezernierung forcieren (THUN & SCHWARTZ-PORSCHKE, 1994).

ACTH steuert die Sezernierung von Glukokortikosteroiden wie Kortisol und Kortikosteron in der Nebennierenrinde. Im Rahmen eines negativen Rückkopplungssystems wird bei steigender Glukokortikosteroidkonzentration im Blut die Sezernierung von ACTH gehemmt. Die Synthese der Hormone des Nebennierenmarks wird sowohl durch den Sympathikus, welcher die Dopaminsynthese überwiegend reguliert, als auch durch die Glukokortikosteroide, welche die Umwandlung von Noradrenalin in Adrenalin steuern, beeinflusst (VON BORELL, 2000).

Im Rahmen einer Stressreaktion werden die Auswirkungen von Belastungsfaktoren in Abhängigkeit von ihrer Stärke moduliert (steady-state-empfindlicher Feedback Mechanismus), d.h. ausgeprägte Einflüsse unterliegen keiner Feedback-Hemmung, wohingegen geringere Einflüsse durch Kortikosteroide einer sukzessiven Hemmung unterliegen (VON BORELL, 2000).

Bei einer körperlichen und/oder emotionalen Belastung bildet die Freisetzung von Glukokortikoiden aus der Nebennierenrinde den Schlusspunkt der neuroendokrinen Kaskade der HPA-Achse (CHASTAIN et al., 1986; ALEXANDER & IRVINE, 1998). In mehreren Studien wird belegt, dass die Sezernierung von Kortisol einer zirkadianen Rhythmik unterliegt (DEPEW et al., 1994). Wird die Sezernierung von Kortisol jedoch durch die Aktivierung der HPA-Achse in einer Stresssituation forciert, kommt es zur Auslöschung der normalerweise vorhandenen zirkadianen

Rhythmik (ALEXANDER & IRVINE, 1998). Dieser Effekt macht es notwendig, dass zur präzisen Bestimmung der Ruhe- und Belastungswerte von Kortikosteroiden eine stressarme, wiederholte bzw. kontinuierliche Blutentnahme durchgeführt werden muss (VON BORELL, 2000). Darüber hinaus ist bei der Auswertung der erhobenen Daten das vorhandene Leistungsniveau des Organismus mit zu berücksichtigen, da in Studien belegt wurde, dass Kortisol ebenfalls ein Marker für die Leistungsbeurteilung ist (MARC et al., 2000).

2.2. Stressbewältigungsstrategien (Coping Strategies)

Unter dem Begriff der *Stressbewältigungsmechanismen* werden die Reaktionen eines Organismus zusammengefasst, mit dem er in die Lage versetzt wird sich mit den auf ihn einwirkenden Einflüssen auseinander zu setzen (engl. to cope with) (VON BORELL, 2000).

Im Laufe der Entwicklungsgeschichte mussten sich die Lebewesen an sich verändernde Einflüsse anpassen, um in ihrer Umwelt bestehen zu können. Hierfür wurden verschiedene Bewältigungsstrategien entwickelt. Auf Grundlage verschiedener Studien werden zwei Wege der Bewältigung (Coping Strategies) unterschieden. Anhand von Labortieren konnte dargestellt werden, dass bei aggressiven, d.h. proaktiven Tieren der Sympathikus dominiert, wohingegen reaktive (passive) Tiere zu depressivem Verhalten neigen und eine höhere HPA-Achsen Reaktivität zeigen. Jedes der beiden von KOOLHAAS et al. (1999) und KOOLHAAS (2008) propagierten Bewältigungskonzepte ist charakterisiert durch gleichlautende Verhaltensmuster und konsistente neuroendokrine Abläufe, welche in kausaler Beziehung zueinander stehen. Die verschiedenen Bewältigungsstrategien spielen auch in der Populationsökologie der verschiedenen Arten eine Rolle, so kann man unabhängig von Domestikation, genetischer Selektion oder gar Inzucht die gleichen Strategien bei z.B. Labortieren und Nutztieren nachweisen.

In einer späteren Studie von COPPENS et al. (2010) werden Bewältigungsmechanismen (Verhaltensmuster oder auch Persönlichkeit) definiert als ein miteinander in Beziehung stehendes Konglomerat aus individuellem Verhalten und physiologischen Merkmalen, welche zeit- und situationsübergreifend gleich bleiben. Die Autoren sehen die Fähigkeit zur flexiblen Anpassung des Verhaltens als wichtigen Bestandteil eines Bewältigungsmechanismus an, welcher dafür sorgt, dass der Mecha-

nismus in unterschiedlichen Situationen gleich bleibt. Proaktive Stressbewältigungsstrategien sind eher durch Inflexibilität, routinierte Verhaltensmuster und reduzierte Impulskontrolle gekennzeichnet.

2.2.1. Eustress und Distress

Der Begriff Stress ist im allgemeinen Empfinden oftmals negativ besetzt. Legt man jedoch die verschiedenen Definitionsansätze zugrunde, entsteht ein differenzierter Blickwinkel. Setzt man den Erfolg eines Stressbewältigungsmechanismus mit der Aufrechterhaltung der Homöostase und/oder der Erhaltung der Fitness eines Organismus (= im evolutionsbiologischen Sinne der Fortpflanzungserfolg (DEL AMO, 2014)) in Beziehung, ergibt sich die positive Auswirkung von Stress. Durch die erfolgreiche Bewältigung einer Stresssituation ergeben sich positive psychophysiologische Auswirkungen (PUPPE, 2003).

Stress kann also in zwei Erscheinungsformen, *Eustress* (positiv) und *Distress* (negativ) unterteilt werden. Die Aktivierung des Organismus im Rahmen einer positiven, gesundheitsfördernden Belastung ist als *Eustress* definiert. Hier ist das Ziel die Weiterentwicklung eigener Fähigkeiten durch die Mobilisierung eigener Ressourcen. Somit ist Stress in dieser Form leistungssteigernd und wirkt aktivierend. *Distress* ist das Resultat, wenn nach Ende einer Stresseinwirkung die Homöostase nicht wiederhergestellt werden kann. In diesem Fall steht Stress für eine schädigende Überforderung des Organismus (BROCKHAUS, 2005).

2.2.1.1. Wohlbefinden

Der Begriff *Wohlbefinden* steht in enger Beziehung mit dem Begriff *Leiden* und umfasst einen Zustand physischer und psychischer Harmonie des Tieres mit sich und seiner Umwelt. Ausschlaggebend hierfür sind die angeborenen Lebensbedürfnisse. Als ein regelmäßiges Anzeichen für *Wohlbefinden* wird ein artgerechtes Verhalten und körperliche Gesundheit angesehen. Aus dieser Definition ergibt sich auch die spezielle Bedeutung von Verhalten als Indikator für ggf. vorhandene Beeinträchtigungen des *Wohlbefindens* (HIRTH et al., 2007). Genau wie Stress ist *Wohlbefinden* jedoch ein schwer eingrenzbarer Begriff und daher existieren über die Jahre verschiedene Definitionsansätze. So ist z.B. in einer früheren Definition nach LADEWIG (1994) der Begriff *Wohlbefinden* enger gefasst und gekennzeichnet durch die Abwesenheit von *Leiden* und Gesundheit ist gekennzeichnet durch die Abwesenheit von Krankheit. Allen angeführten Definitionen ist gemein, dass

sie bei der Beeinträchtigung des *Wohlbefindens* von negativen Einflussfaktoren ausgehen, was manchen Autoren zu eng gefasst ist. MANTEUFFEL (2006) postuliert die Wichtigkeit der positiven Empfindungen und ihren Einfluss auf das *Wohlbefinden*, gibt jedoch gleichzeitig an, dass bei der wissenschaftlichen Erfassung der Emotionen Erschwernisse (z.B. bezüglich deren zeitlich begrenzter vorübergehender Ausprägung) auftreten. Er ist der Auffassung dass, um das *Wohlbefinden* von Tieren sicherzustellen, mehr nötig ist, als nur Grundbedürfnisse wie artgerechtes Verhalten und Gesundheit zu sichern.

Um den Begriff *Wohlbefinden* noch dezidierter zu erläutern, wird in der Literatur auch zwischen *Wohlbefinden* und *Wohlergehen* unterschieden (GATTERMANN, 2006). Hier wird den unterschiedlichen o.a. Definitionsansätzen Rechnung getragen, welche entweder das physische *Wohlbefinden* (LADEWIG, 1994) oder die Emotionen in den Vordergrund stellen (MANTEUFFEL, 2006). *Wohlbefinden* ist beschrieben als ein subjektiver Zustand im Zuge der aktiven Auseinandersetzung und erfolgreichen Bewältigung eines Umwelteinflusses (Stressbewältigung). Die exakte wissenschaftliche Definition gestaltet sich aufgrund des Einflusses der Emotionen auf die individuelle Empfindung der Unversehrtheit schwierig. Generell ist jedoch bei einer Beeinträchtigung der Gesundheit auch von einer Beeinträchtigung des *Wohlbefindens* zu sprechen. Zusätzlich muss jedoch auch die subjektive Erwartung eines Individuums hierzu in Beziehung gesetzt werden. Die Begrifflichkeit des *Wohlergehens* wird im Gegensatz dazu als subjektiver Zustand, welcher objektiv durch ethologische und physiologische Parameter erfasst werden kann, dargestellt (GATTERMANN, 2006).

Das schweizerische Rechtssystem trägt diesem Ansatz Rechnung und hat den vormals im Gesetz verankerten Begriff des *Wohlbefindens* durch den des *Wohlergehens* ersetzt (EIDGENOSSENSCHAFT, 16. Dezember 2005 (Stand 1. Mai 2014)). DAWKINS (2004) gibt in einer Studie an, dass die Tiergesundheit die Grundlage für das *Wohlergehen* ist und im allgemeinen Verständnis hier nicht nur die körperliche Gesundheit, sondern auch das emotionale *Wohlbefinden* gemeint ist. Er reduziert die Frage nach dem *Wohlergehen* auf zwei simple Fragen: „Sind die Tiere gesund? Und haben sie alles was sie wollen?“.

Aufgrund der schwierigen Abgrenzung beider Begrifflichkeiten und deren fließender Übergänge wird in der vorliegenden Arbeit nicht dezidierter auf die von BROOM (1993) postulierten Unterschiede der mehr emotionalen Betonung des

Wohlbefindens (well-being) und dem mehr physiologisch orientierten Begriff des *Wohlergehens* (welfare) eingegangen. Üblicherweise werden im europäischen Raum die beiden Begriffe eher synonym verwendet (ANONYMUS, 2009). Zudem ist der Begriff des *Wohlbefindens* im §1 des deutschen TierSchG verankert, so dass folgend dieser Begriff in Anlehnung an die rechtliche Formulierung als Oberbegriff verwendet wird (BMEL, 2013). Die Beurteilung des *Wohlbefindens* erfolgt im Rahmen der Diskussion anhand von ethologischen und physiologischen Parametern.

Werden *Wohlergehen* und *Wohlbefinden* nun synonym verwendet, lässt sich rückschließend sagen, dass also bei Vorhandensein eines sehr intensiven Stressors das *Wohlbefinden* hierdurch beeinträchtigt wird. Es ist erwiesen, dass Stressreaktionen des neuroendokrinen Systems, bzw. solche des vegetativen Nervensystems zu verschiedenen Immunantworten führen. Dies wiederum hat zur Folge, dass, sollte ein Organismus nicht in der Lage sein die Stresssituation zu bewältigen, eine Suppression der Immunkompetenz und damit eine Beeinträchtigung des *Wohlbefindens* zu erwarten ist (PUPPE, 2003).

2.2.2. Bewertung von Stress und Wohlbefinden in der Tierhaltung

Durch verschiedene Studien ist belegt, dass Tiere im Rahmen von Belastungen unterschiedliche Verhaltensweisen zeigen. Untersucht wird in diesem Rahmen häufig die vermehrte Ausschüttung von Nebennierenhormonen (wie z.B. Kortisol). Es fungiert als psychischer, bzw. physischer Reaktionsindikator, da manche emotionalen Reaktionen auf Stress nur auf physiologischer Ebene dargestellt werden können (VON BORELL, 2000). Neuere Erkenntnisse belegen jedoch, dass fast alle endokrinen Systeme bei Stressreaktionen betroffen sind (HAMEISTER et al., 2010). *Wohlbefinden* und Stress sind also komplexe Parameter, welche aus der Vernetzung verschiedener biologischer Systeme resultieren. Eine erfolgreich bewältigte Stresssituation wirkt sich positiv auf den Organismus und damit auf das *Wohlbefinden* bzw. die Gesundheit aus, was bei der Konzeption von Tierhaltungssystemen Berücksichtigung finden sollte (PUPPE, 2003). Anhaltender *Distress* überfordert den Organismus hingegen durch die andauernde Antwort über die HPA-Achse und hat daher gegenteilige negative Konsequenzen (BATEMAN et al., 1989; PUPPE, 2003).

Um Haltungssysteme mittels physiologischer Parameter beurteilen zu können ist immer die Dauer und Intensität der Haltungsfaktoren ausschlaggebend. Längerfristige Belastungen (z.B. Bewegungseinschränkungen) lassen sich deutlich schwieriger erfassen als kurz einwirkende Stressoren (z.B. Vorstellung in der Tierarztpraxis). Hierbei führen chronische Belastungen aufgrund einer Down-Regulation dazu, dass Hormone nicht, bzw. nur in niedriger Konzentration nachgewiesen werden können. Des Weiteren ist die Qualität der Belastung von Bedeutung. Wiederholte Konfrontation mit einem als gering einzustufenden Stressor kann zu Desensibilisierung gegenüber der Belastung führen (z.B. sich ändernde Haltungsumgebungen). Im Gegensatz hierzu kann eine wiederholte schmerzhaft Erfahrung zur Sensibilisierung führen (s. Schmerzgedächtnis eines Organismus) (VON BORELL, 2000).

Wird die in der heutigen Zeit praktizierte Intensivhaltung von Nutztieren betrachtet, liegt die Vermutung nahe, dass hier längerfristige verhaltensphysiologische Anpassungsmechanismen existieren und die eigentlichen Belastungsreaktionen durch das Haltungssystem nur chronisch-intermittierend auftreten. Aufgrund dessen sind ggf. vorhandene Effekte einer chronischen Belastung (wie z.B. einer dauerhaften Fixation) oft nicht darstellbar, was für einige Forscher den Schluss zulässt, dass es sog. *chronischen Stress* nicht gibt (VON BORELL, 2000).

Nachdem das Vorhandensein von klar abgrenzbaren Bewältigungsstrategien bei Nutztieren zunächst strittig war, wird nun in neueren Untersuchungen das Vorhandensein von Bewältigungsstrategien für alle Tierarten unterstellt (KOOLHAAS, 2008).

KORTE et al. (2007) gehen in ihrer Studie sogar soweit die These aufzustellen, dass das *Wohlbefinden* der Tiere nicht durch Wiederherstellen der Homöostase erreicht wird, sondern in der Stabilität durch Veränderung (Allostase) liegt und propagieren diesen Ansatz als neues *Tierwohlkonzept*.

3. Klinische und labordiagnostische Parameter

Der Mechanismus einer Stressreaktion ist sehr komplex und die einzelnen physiologischen wie psychologischen Komponenten sind vielfach miteinander vernetzt. Dies hat zur Folge, dass die Interpretation von Stress ohne die gemeinsame Betrachtung von allgemeinen und individuellen physiologischen wie ethologischen Befunden, im Zusammenhang mit den Rahmenbedingungen der Datenerhebung, nicht möglich ist (VON BORELL, 2000; PUPPE, 2003; COPPENS et al., 2010).

3.1. Klinische Parameter

3.1.1. Herzfrequenz

Die Herzfrequenz wird in Schlägen pro Minute gemessen. Sie wird von verschiedenen Faktoren wie z.B. Tierart, Alter, Geschlecht, Größe und körperlichen und/oder psychischen Belastungen beeinflusst und ist im Rahmen der Blutdruckregulation ein wichtiger Faktor (WIESNER & RIBBECK, 2000). Innerviert wird das Herz durch vegetative Nervenfasern, deren sympathische Anteile (Nn. accelerantes) entspringen dem Ganglion stellatum und dem Ganglion cervicale medium und deren parasymphatische Anteile (N. depressor) entstammen dem N. vagus bzw. dessen Ast dem N. laryngeus cranialis. In ihrer Gesamtheit bilden die vegetativen Fasern den Plexus cardiacus. Die Herzautonomie wird an die Bedürfnisse des Körpers durch die zum Herzen ziehenden Fasern angepasst. Somit wird die Schlagfrequenz bzw. Schlagstärke durch die sympathischen Fasern erhöht, bzw. durch die parasymphatischen Fasern gehemmt, zusätzlich spielen bei der Herzaktivität auch Hormone (z.B. Adrenalin) eine Rolle (KÖNIG & LIEBICH, 1999).

Aufgrund der verschiedenen o.a. Einflussfaktoren auf die Herzfrequenz, auch Herzrate (HR) genannt, zusammen mit der Innervation des Herzens, ergibt sich die Veränderung der HR im Zuge einer Stressreaktion. So ist die Erhöhung der Herzfrequenz Bestandteil der klassischen „Fight-or-Flight Reaktion“ (VON BORELL, 2000). Die Modulierung der HR zur Wiederherstellung der Homöostase stellt eine der ersten Reaktionen auf Stress dar (CWYNAR et al., 2014) und wird sowohl als Parameter zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit in Korrelation mit dem Laktatgehalt im Blut (MENN, 2006) als auch zur Bestimmung von mentalem Stress (SHAPIRO et al., 1993; DUPJAN et al., 2011) eingesetzt. Aufgrund der individuellen Schwankungsbreite der Herzfrequenz ist es jedoch zielführend die erhobenen Daten nicht als einzelne Durchschnittswerte zu interpretieren. Sie sollten besser in

Relation zu anderen untersuchten Parametern gesetzt werden und der Verlauf und die Abweichungen der Herzrate als einzelne Mittelwerte verglichen werden (BROOM, 2000).

Die Ruheherzfrequenz beim adulten Pferd liegt zwischen 28 – 48 Schlägen pro Minute, sie unterliegt allerdings diversen individuellen Schwankungen (GLITZ & DEEGEN, 2010). In mehreren vergleichenden Studien konnten keine signifikanten Unterschiede in Herzfrequenz, echokardiographischen Untersuchungen und Herzdruck zwischen Maultieren und Pferden dargestellt werden (TUCKER et al., 1995; GREENE et al., 1996). In der Arbeit von RENNENKAMPFF (1987) wird allerdings eine schwach signifikante Abweichung der durchschnittlichen Pulsfrequenz bei Belastung (Haflinger: 83 Schläge/min, Maultier: 76 Schläge/min) angegeben, wohingegen die Ruhewerte (38 Schläge/min) nicht differierten.

Die Messung der Herzfrequenz kann durch unterschiedliche Systeme erfolgen (z.B. Auskultation oder elektronische Herzratenmonitore). Aufgrund des Konzeptes der vorliegenden Studie wurde auf die Auskultation zurückgegriffen, da sich im Rahmen der Voruntersuchung die elektronischen Messgeräte als sehr störanfällig gegenüber der Packlast der Maultiere erwiesen hatten. In Studien an Pferden beim Reittraining wurden ähnliche Probleme festgestellt (LEWING, 2001).

3.2. Labordiagnostische Parameter

3.2.1. Glukokortikoide

Die Glukokortikoide sind Steroidhormone der Nebennierenrinde, welche in der Zona fasciculata unter Einwirkung von ACTH aus Pregnenolon gebildet werden. Ihre Sekretion erfolgt episodisch und unterliegt einem lichtabhängigen Tagesrhythmus (Ausnahme: Hund, (KEMPPAINEN & SARTIN, 1984)). Die höchste Werte werden am Morgen, die niedrigste Konzentration am Abend gemessen (WIESNER & RIBBECK, 2000).

In Rahmen einer Belastungsreaktion erfolgt, unter Umgehung der eigentlich hemmenden Wirkung von Glukokortikoiden auf ACTH (negativer Feedback-Mechanismus), eine direkte Stimulation der ACTH Sekretion und damit der Ausschüttung von Glukokortikoiden. Dieser Mechanismus macht die Glukokortikoide zu einem wichtigen Parameter im Rahmen der Quantifizierung von Stress und der Stressbewältigung (WIESNER & RIBBECK, 2000).

Die im Blut hauptsächlich an das sog. Kortikosteroid-bindende Globulin (CBG oder Transcortin) gebunden vorliegenden, natürlichen Glukokortikoide haben Einflüsse auf den Kohlehydrat-, Eiweiß- und Fettstoffwechsel. So beeinflussen sie beispielsweise den Glukosestoffwechsel durch Hemmung der peripheren Verwertung von Glukose und forcieren infolge eines verstärkten Proteinabbaus die Glukoneogenese. Sie wirken im Proteinstoffwechsel katabol durch Förderung des Abbaus im peripheren Gewebe und Hemmung der Synthese. Im Fettstoffwechsel wirken sie lipolytisch, was die erhöhte Zirkulation von Fettsäuren im Blut zur Folge hat. Zudem verursachen sie eine Eosino- und Lymphopenie und wirken z.B. auch antiphlogistisch und immunsuppressiv (WIESNER & RIBBECK, 2000).

Der enzymatische Abbau der Glukokortikoide erfolgt hauptsächlich über die Leber, hierbei entstehen Glucuronide, Sulfate und Tetrahydroverbindungen (WIESNER & RIBBECK, 2000).

3.2.1.1. Kortisol

Kortisol gehört zu den wichtigsten Vertretern der natürlichen Glukokortikoide und liegt im Blut hauptsächlich an CBG gebunden vor. In Studien an Ratten und bei Menschen wird die Bindung an CBG mit über 90% angegeben. Bei anderen Spezies inklusive dem Pferd, variiert die Bindung zwischen 67% und 87% (ALEXANDER & IRVINE, 1998). Grundsätzlich wirksam ist nur das sog. freie Kortisol, da es nur in dieser Form in der Lage ist, aus den Kapillaren in das Zielgewebe zu gelangen um dort biologisch aktiv zu werden (HAREWOOD & MCGOWAN, 2005).

Die Bindungskapazität unterliegt dem Einfluss verschiedener Faktoren wie Alter, akutem oder chronischem Stress, welcher zu einer Reduktion der Kapazität führt (ALEXANDER & IRVINE, 1998).

Die Kortisolseznernierung unterliegt einer zirkadianen Rhythmik mit einem Peak am Vormittag zwischen 06:00 – 09:00 Uhr und einem Nadir zwischen 18:00 – 21:00 Uhr (DEPEW et al., 1994; IRVINE & ALEXANDER, 1994; ALEXANDER & IRVINE, 1998; CORDERO et al., 2012; BOHAK et al., 2013).

Auf Grundlage der unterschiedlichen Wirkmechanismen von Kortisol wird es in der Wissenschaft beispielsweise als Leistungsparameter (LASSOURD et al., 1996; MARC et al., 2000) und als Indikator für physischen und emotionalen Stress eingesetzt (LASSOURD et al., 1996; NAGATA et al., 1999; CWYNAR et al., 2014).

Bei der Verwendung von Kortisol als Parameter ist allerdings dem zirkadianen Rhythmus der Sezernierung Rechnung zu tragen und mit ein zu beziehen, dass unter Einfluss von Stress der zirkadiane Rhythmus aufgehoben wird (ALEXANDER & IRVINE, 1998). Bei kurzfristiger Stressexposition (z.B. Transport) steigt die Kortisolkonzentration an, die pulsatile Sekretion wird ausgesetzt und setzt ca. 8,5 – 10,5 Stunden nach Ende der Belastung wieder ein (FORHEAD et al., 1995). In einigen Studien wird zusätzlich zu dem bereits belegten zirkadianen Rhythmus der Kortisolsezernierung ein ultradianer Rhythmus propagiert (CUDD et al., 1995; MARC et al., 2000).

In unterschiedlichen Arbeiten wird belegt, dass bei anhaltender chronischer Stressexposition, welche physischer, bzw. krankheitsbedingter oder psychischer Natur sein kann, der Kortisolspiegel sinkt. Als Ursache hierfür wird eine Unterdrückung der HPA-Achsen Aktivität bzw. eine Reduktion von hypophysalen CRH-Rezeptoren angenommen, was eine tiefgehende Störung der Körperphysiologie darstellt (MILLS et al., 1997; NOGUEIRA & BARNABE, 1997; FUREIX et al., 2012).

Zur Erhebung und Messung von Kortisol Konzentrationen stehen verschiedene wissenschaftliche Methoden zur Verfügung. Klassischerweise wird Kortisol im Plasma oder Serum gemessen (CORDERO et al., 2012; GIESE et al., 2014). Die Blutprobenentnahme zur Kortisolbestimmung kann jedoch ggf. als exogener Stressor Einfluss auf die gemessenen Konzentrationen nehmen, insofern muss bei der Entnahme der Proben auf ein sorgfältiges ruhiges Handling der Probanden geachtet werden (MÖSTL & PALME, 2002). In verschiedenen Arbeiten werden auch nicht-invasive Bestimmungsmethoden von Glukokortikoiden bzw. ihrer Metaboliten in verschiedenen Sekreten wie Urin, Kot, Speichel und Milch angeführt (VON BORELL, 2000; MÖSTL & PALME, 2002; BOHAK et al., 2013). Hier wird allerdings auch auf auftretende Schwierigkeiten bei der Analyse aufgrund der speziesabhängigen, differierenden Stoffwechselmechanismen und der unterschiedlichen Ausscheidung von Metaboliten hingewiesen (TOUMA & PALME, 2005).

Die im Speichel nachgewiesene Kortisol Konzentration reflektiert die freie Kortisolfraktion im Blut, da nur ungebundenes Kortisol durch die Drüsenzellen in den Speichel diffundieren kann (PORT, 1991; HAREWOOD & MCGOWAN, 2005). In den Arbeiten von LEBELT (1996) und LICHT (2000) wird auch für die Speichelkortisolkonzentration ein zirkadianer Rhythmus postuliert, in anderen Studien

konnten keine signifikanten tageszeitabhängigen Kortisolwertschwankungen nachgewiesen werden (VAN DER KOLK et al., 2001; HAREWOOD & MCGOWAN, 2005).

Pferde verfügen über relativ wenig CBG, daraus ist zu folgern, dass schon ein geringer Anstieg des Gesamtkortisols im Plasma in einer starken Erhöhung der freien, biologisch aktiven Kortisolfraktion resultiert (VAN DER KOLK et al., 2001). HAREWOOD und MCGOWAN (2005) gehen in ihrer Arbeit von einem größeren Anteil an gebundenem Kortisol aus als ALEXANDER und IRVINE (1998) und geben die freie Fraktion des gesamt sezernierten Kortisols mit ca. 2 – 15 % an. Hiervon findet sich allerdings nur ca. 70% im Speichel wieder. Ursächlich dafür ist ein enzymatischer Abbau des Kortisols in Kortison durch ein im Speichel enthaltenes Enzym (11 β -Hydroxysteroiddehydrogenase). Das durch den Abbau entstandene Kortison kann bei der Auswertung der Ergebnisse zu Interferenzen führen (PEROGAMVROS et al., 2009).

Die im Speichel nachgewiesenen Konzentrationen beim Pferd differieren in der Literatur. So schwanken sie im Laufe des Tages zwischen $1,73 \pm 0,65$ nmol/l und $2,76 \pm 1,05$ nmol/l (LEBELT, 1996), bzw. $0,85 \pm 0,34$ nmol/l und $1,93 \pm 1,00$ nmol/l (LICHT, 2000). Sie betragen ca. 3 – 5 % der im Serum gemessenen Werte (LEBELT, 1996), bzw. $1,20 \pm 0,37$ % (VAN DER KOLK et al., 2001). Auch bei der Festlegung einer Range für die Serumkonzentration von Kortisol beim Pferd differieren die Angaben in den wissenschaftlichen Veröffentlichungen. So werden basale Werte von 50 – 200 nmol/l (IRVINE & ALEXANDER, 1994) über 30 – 120 nmol/l (LEBELT, 1996) bis hin zu 82,8 – 184 nmol/l (LABOKLIN, 2012) angegeben. In einer Studie über Esel werden Werte für die pulsatile Sekretion in zwei Stundenintervallen von $51,4 \pm 17,6$ nmol/l bis $160 \pm 11,0$ nmol/l angegeben (FORHEAD et al., 1995). Da in der einschlägigen wissenschaftlichen Literatur keine Referenzwertangaben für die Kortisolkonzentration beim Maultier vorliegen, ist es zielführend sich an den Werten für Pferd bzw. Esel zu orientieren.

3.2.2. Glukose

Glukose oder auch Traubenzucker ist ein Monosaccharid, welches in freier oder gebundener Form in den Zellen vorkommen kann (WIESNER & RIBBECK, 2000). Sie ist ein wichtiger Energielieferant, deren Konzentration im Blut über die in der Leber stattfindende Glukoneogenese erhöht wird. Die Glukosekonzentration im Blut wird durch verschiedene Hormone wie z.B. Glukagon, Kortisol und Insulin beeinflusst. Sinkt die Konzentration im Blut, so werden verschiedene die Syntheserate beeinflussende hormonelle Regelkreise aktiviert, um den Gehalt an Glukose wieder zu erhöhen (ALEXANDER et al., 1997).

In Situationen erhöhten Energiebedarfs wird die dafür benötigte Glukose mithilfe der Erhöhung des Blutglukosespiegels, durch die Wirkung von Glukokortikoiden bzw. Katecholaminen, bereitgestellt (MOBERG, 1985b; HARBUZ & LIGHTMAN, 1992; WIESNER & RIBBECK, 2000). Im Rahmen einer geringen Belastung kommt es durch Metabolisierungsvorgänge zur Verringerung des Glukosespiegels. Im Verlauf einer ausgeprägten Stressreaktion jedoch ist aufgrund eines gesteigerten Energiebedarfs der Glukoseverbrauch erhöht. Trotzdem steigt aufgrund der ACTH- und Katecholaminfreisetzung der Blutglukosespiegel, da die Insulinausschüttung gehemmt und die Glukagonfreisetzung forciert wird (BROCK, 1992).

In der Literatur wird der Referenzbereich beim Pferd im Vollblut mit 50 – 90 mg/dl angegeben. Im Serum oder Plasma sind die gemessenen Werte höher als im Vollblut, sie liegen bei 80 – 120 mg/dl. Die letzte Nahrungsaufnahme ist auch beim Pflanzenfresser eine Einflussgröße für die Glukosekonzentration und muss bei der Probennahme berücksichtigt werden. Stress ist ebenfalls ein Einflussfaktor und eine stark ausgeprägte durch Stress induzierte episodische Hyperglykämie, ist vor allem bei Katzen beschrieben (KRAFT & DÜRR, 2005). Weitere Einflussfaktoren wie z.B. Krankheit, Kondition, genetische Faktoren und Futterzusammensetzung (allgemein wie jahreszeitlich) spielen ebenfalls eine Rolle (GILL et al., 1972; STULL & RODIEK, 1988; RALSTON, 2002; FRANK et al., 2010; BORER et al., 2012). Die für Maultiere gemessenen Glukosewerte entsprechen denen der Pferde und sind in der Literatur im Mittel mit 80 – 85 mg/dl im Serum angegeben (SCHECK et al., 1980; RENNENKAMPFF, 1987). In manchen Arbeiten ist für Glukose, ähnlich dem Kortisol, ein zirkadianer Rhythmus beschrieben (PICCIONE et al., 2009; TSUJINO & UTSUNOMIYA, 2014), mit einem Peak beim Pferd um 10:00 Uhr

morgens und einem Nadir um 20:00 Uhr abends (EVANS et al., 1974). In anderen Studien wurde ein solch zirkadianer Rhythmus nicht nachgewiesen (STULL & RODIEK, 2000).

3.2.3. Laktat

Laktat ist ein Salz, bzw. die ionisierte Form der Milchsäure (WIESNER & RIBBECK, 2000) und entsteht bei intensiver Muskelarbeit als Stoffwechselprodukt der anaeroben Glykolyse aus Pyruvat. Unter physiologischen Gegebenheiten sind der Muskel, die Erythrozyten, das Gehirn und das Nierenmark die hauptsächlichen Organe zur Laktatbildung. In der Leber und dem Nierenmark wird es im Rahmen der Glukoneogenese verstoffwechselt und im Herzmuskel dient es teilweise der Energiedeckung. Das daraus resultierende Pyruvat wird in den Mitochondrien zu Kohlendioxid und Wasser verstoffwechselt. Grundsätzlich ist die Reduktion von Laktat zu Pyruvat reversibel und daher kann aus Pyruvat wieder Laktat gebildet werden (KRAFT & DÜRR, 2005).

Die Laktatkonzentration unterliegt verschiedenen Einflussfaktoren wie z.B. einer Arzneimittelanwendung, die individuell auf die Konzentration steigernd oder erniedrigend einwirken kann (LINDSAY et al., 1989; GREENHAFF et al., 1991; PLUMMER et al., 1991) und wird zudem durch Faktoren wie das Geschlecht und Alter mit beeinflusst (KEDZIERSKI & PLUTA, 2013; STEFANSDOTTIR et al., 2014). Laktat wird im Rahmen der Diagnostik latenter Myopathien verwendet (KRAFT & DÜRR, 2005), wie auch als Indikator für die körperliche Fitness (RENNENKAMPFF, 1987; RAINGER et al., 1994; STEFANSDOTTIR et al., 2014).

Auch im Rahmen von Untersuchungen zu verschiedenen Stresssituationen wird Laktat aufgrund seines Zusammenspiels mit dem Kohlenhydratstoffwechsel, welcher wiederum mit der Sezernierung von Kortisol in Beziehung steht, als Parameter berücksichtigt (MALINOWSKI, 1993; STULL & RODIEK, 2000; KEDZIERSKI & PLUTA, 2013).

In der Literatur werden die basalen Laktatwerte im Vollblut bzw. Plasma von adulten Pferden mit 0,5 – 1,0 mmol/l (KRAFT & DÜRR, 2005), bzw. 1,1 – 1,7 mmol/l angegeben (MEDIZINISCHE-TIERKLINIK-LEIPZIG-HOMEPAGE, 2014). Bei einer erschöpfenden, kurzzeitigen Belastung können jedoch auch Werte von 20 –

30 mmol/l auftreten (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Werden bei einer Trainingsbelastung moderate Laufgeschwindigkeiten eingehalten, so findet sich der Laktat-Peak unmittelbar nach Ende der Belastung. Hingegen bei stärkeren Laufbelastungen mit Laktatwerten von über 10 mmol/l, steigt nach Ende der Trainingseinheit die Laktatkonzentration noch weiter an und erreicht ihren Peak erst ca. 5 – 10 min später (DIETZ & HUSKAMP, 2005).

Die Ruhelaktatwerte beim Maultier werden in der Literatur mit durchschnittlich 0,8 mmol/l bzw. im Mittel nach Belastung mit 1,0 mmol/l angegeben (RENNENKAMPFF, 1987) und liegen damit innerhalb der Referenzwerte des Pferdes. Nach der Arbeit von RENNENKAMPFF (1987) an Haflingern und Maultieren existiert jedoch ein signifikanter Unterschied in der Reaktion der Laktatkonzentration auf Belastung. So liegen bei den Maultieren nach anfänglichem Anstieg im Verlauf der 20 Untersuchungswochen deutlich geringere Belastungskonzentrationen vor als bei den untersuchten Haflingern, jedoch ohne zu- bzw. abnehmende Tendenz im Verlauf. Bei den Haflingern hingegen zeigt die Laktatkonzentration, allerdings auf einem höheren Konzentrationslevel als bei den Maultieren, nach einer anfänglichen Zunahme eine deutlich abnehmende Tendenz.

GREENE et al. (1995) geben in ihrer Studie an, dass Maultiere eine höhere aerobe Kapazität der Muskulatur haben, was den Schluss zulässt, dass die Maultiere dem Pferd unter normoxischen Bedingungen überlegen sind. WICKLER et al. (2003) untermauern diesen Eindruck und gehen davon aus, dass Maultiere sich in Ruhe wie auch unter Belastung besser an hypoxische Bedingungen anpassen können.

3.2.4. Rotes Blutbild

3.2.4.1. Hämatokrit (Hkt)

Der Hämatokritwert entspricht dem prozentualen Anteil der zellulären Bestandteile im Gesamtblut und ist abhängig von der Zahl sowie dem Volumen der Erythrozyten und dem Plasmavolumen. Der Hkt stellt einen Relativwert dar. Somit ist bei der Interpretation zu beachten, dass im Rahmen von Routineuntersuchungen die Gesamtblutmenge in der Regel unbekannt ist und daher der Hkt keine absolute Messgröße darstellt. Der Hämatokritwert lässt keine Rückschlüsse auf die tatsächliche im Blutkreislauf vorhandene Menge an Blut zu. Er ist also als Indikator für z.B. das Ausmaß einer frischen Blutung unzureichend. Der Wert ist sowohl bei erhöhtem

wie erniedrigtem Gesamtblutvolumen gleich, da er nur das Verhältnis von Blutkörperchen zum Plasma angibt (KRAFT & DÜRR, 2005).

Beim Blutvolumen des Pferdes existieren große rassebedingte Unterschiede. So entfallen in der Regel 7 – 8 % des Körpergewichts auf das Blut, was bei einem Vollblüter mit einer Körpermasse von 450 kg KGW etwa 45 l ausmacht. Das Blutvolumen verteilt sich auf die Speicherorgane (hier v.a. die Milz) und das Gefäßsystem. Bei gesunden Tieren sind lineare Zusammenhänge zwischen Erythrozytenzahl, Hkt und Hämoglobingehalt belegt. Diesen Umstand macht man sich bei der indirekten Beurteilung einer ggf. vorhandenen Verschiebung der Erythrozytenkonzentration zu Nutze, indem man hierfür z.B. den Hkt bestimmt (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Da die Erythrozytenzahl im Blut des Pferdes und damit auch der Hkt in hohem Maße durch das vegetative Nervensystem beeinflusst werden, stellen sie keine Konstanten dar. Im Rahmen von physischen und/oder psychischen Stressreaktionen kommt es bei einem hohen Sympathikotonus zur Kontraktion der glatten Muskulatur in der Milz, was dazu führt, dass die gespeicherten Blutkörperchen in das strömende Blut abgegeben werden und dort die Zellzahl erhöhen. Somit gibt der Hämatokritanstieg Auskunft über die Belastungsintensität. Je höher die Belastung, desto höher der Hämatokritgehalt (STULL & RODIEK, 2000; DIETZ & HUSKAMP, 2005).

Der Hämatokritwert unterliegt keinem zirkadianen Rhythmus, ist jedoch außer von der Rasse beim Pferd auch noch von Einflussgrößen wie dem Alter und dem Geschlecht abhängig, wobei bei diesen beiden Variablen die körperliche Kondition ursächlich zu sein scheint. So wird in der Literatur der Einfluss des Alters auf eine steigende Fitness im Laufe des Pferdelebens bis zu einem Alter von ca. 5 – 7 Jahren angegeben. Die geschlechtsspezifische Variable ist laut der Literatur in der unterschiedlichen Muskelfaserzusammensetzung von z.B. Hengsten und Stuten zu suchen (STULL & RODIEK, 2000; STEFANSDDOTTIR et al., 2014).

Der Referenzbereich wird in der Literatur beim Pferd mit 0,30 – 0,50 l/l angegeben. Hierbei sind aber innerhalb der Referenzwerte variable Abweichungen je nach Rasse möglich. So ist der Referenzbereich beim Vollblüter 0,35 - 0,50 l/l, beim Kaltblut 0,32 – 0,45 l/l und beim Pony 0,30 – 0,44 l/l (KRAFT & DÜRR, 2005). In anderen Literaturstellen wird der durchschnittliche Referenzbereich mit 0,32 – 0,42 l/l angegeben. Im Rahmen maximaler Kurzzeitbelastungen können Spitzenwerte bis über 0,6 l/l gemessen werden, was einer Steigerung des Hämatokrit um ca. 50

% entspricht (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Die Angaben über Werte für Maultiere schwanken ebenfalls etwas, befinden sich jedoch innerhalb der für Pferde angegebenen Range. So finden sich im Mittel Ergebnisse von 0,43 l/l, wobei der Referenzbereich für weibliche Maultiere zwischen 0,37 – 0,56 l/l (im Mittel 0,44 l/l) und bei Wallachen zwischen 0,36 – 0,42 (im Mittel 0,42 l/l) angegeben wird. Die hier untersuchten Tiere wiesen eine Altersrange von 10 – über 20 Jahre auf (LEMMER et al., 1980). Eine spätere Studie am gleichen Tierbestand kam zu ähnlichen Ergebnissen, hier wurde ein Ruhe-Mittelwert von 0,41 l/l ermittelt (RENNENKAMPFF, 1987).

3.2.5. Weißes Blutbild

3.2.5.1. Leukozyten

Unter dem Sammelbegriff Leukozyten werden die weißen Blut- und Lymphzellen zusammengefasst. Ihre relative Anzahl im Blut ist artenabhängig und liegt bei jungen Tieren höher, da im Laufe des Lebens die Anzahl der weißen Blutkörperchen abnimmt (WIESNER & RIBBECK, 2000). Zur Untersuchung des weißen Blutbildes werden verschiedene Parameter herangezogen, wie die Gesamtleukozytenzahl und das Differentialblutbild. In Letzterem muss nochmals zwischen relativen (Anzahl in %) und absoluten Zahlen (absolute Zahlen pro Mikroliter bzw. Liter) unterschieden werden, wobei die absoluten Werte den größeren diagnostischen Nutzen aufweisen. Die Untersuchung der Leukozyten repräsentiert jedoch lediglich einen aktuellen Status, welcher Auskunft darüber gibt wie viele der Zellen gerade im Blut zirkulieren. Sie lässt keine endgültige Diagnose bei Erkrankungen zu, sondern zeigt nur Symptome auf (KRAFT & DÜRR, 2005). Die weißen Blutkörperchen werden unterteilt in Granulozyten, Lymphozyten und Monozyten. Erstere werden aufgrund des Färbeverhaltens ihrer Granula noch weiter in neutrophile, basophile und eosinophile Granulozyten unterteilt. Auf die Fraktionen der Granulozyten und Lymphozyten entfallen ca. 90% der gesamten weißen Blutkörperchen. Das gesunde Pferd weist hierbei ein sog. granulozytäres Blutbild auf, d.h. die Granulozyten überwiegen hier im Normalfall (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Für Vollblüter ist allerdings abweichend eine Tendenz zu höheren Anteilen von Lymphozyten als neutrophilen Granulozyten belegt. Insgesamt weisen Leukozyten beim Pferd eine trägere und weniger ausgeprägte Reaktion auf, was bedeutet, dass auch schon geringere Erhöhungen diagnostisch bedeutsamer sind als bei z.B. Hund oder Katze (KRAFT

& DÜRR, 2005). Neutrophile Granulozyten sind in der Lage sich an der Blutgefäßwand anzuheften. Steigt nun der Blutdruck und damit die Fließgeschwindigkeit des Blutes, so löst sich diese Anheftung und die Zellen sind im Blut nachzuweisen. Im umgekehrten Fall, bei Absinken des Blutdrucks z.B. im Rahmen eines Schockgeschehens, verlangsamt sich der Blutstrom und die weißen Blutkörperchen wandern in Richtung Gefäßwände (marginaler Pool), teilweise aus dem Gefäßsystem hinaus. Dieser Mechanismus ist ursächlich für die Beeinflussung der Leukozytenzahlen durch Stress (KRAFT & DÜRR, 2005). So wird in mehreren Arbeiten die Veränderung des Leukozytenlevels durch physischen und emotionalen Stress beim Transport (STULL & RODIEK, 2000, 2002; STULL et al., 2004), wie auch durch emotionalen Stress aufgrund von z.B. Lärm (BEDANOVA et al., 2010) oder durch Arbeitsbelastung (DIETZ & HUSKAMP, 2005; CYWINSKA et al., 2010; LARSSON et al., 2013) belegt.

Die basalen Referenzwerte für die Gesamtleukozytenzahl für adulte Pferde liegen in der Literatur bei $5 - 10 \times 10^9/l$ (DIETZ & HUSKAMP, 2005; KRAFT & DÜRR, 2005). Für Maultiere werden in der Literatur keine signifikanten Unterschiede in der Leukozytenkonzentration im Verhältnis zum Pferd angeführt. So beträgt der durchschnittliche Ruhewert $7,6 \times 10^9/l$ und der durchschnittliche Belastungswert $9,5 \times 10^9/l$ (RENNENKAMPFF, 1987), was innerhalb dem von LEMMER et al. (1980) in einer früheren Arbeit belegten Referenzbereich liegt.

3.2.5.2. N:L Verhältnis

Bedingt durch physischen oder psychischen Stress wird der Blutdruck gesteigert und somit findet eine verstärkte Lösung der randständigen neutrophilen Granulozyten statt, woraus ihr vermehrtes Auftreten im zirkulierenden Blut resultiert. Es kommt zur Ausprägung eines als physiologisch eingestuften Phänomens, einer sog. Pseudo-Leukozytose da hier keine neuen weißen Blutkörperchen gebildet sondern nur vorhandene mobilisiert werden (SCHALM et al., 1975). Der Referenzbereich für Lymphozyten beim Pferd liegt bei $1500 - 4000 \times 10^6/l$ (KRAFT & DÜRR, 2005), bzw. bei $1,2 - 3,2 \times 10^9/l$ und der für Granulozyten bei $1,2 - 6,8 \times 10^9/l$ (SCIL, 2006).

Der Einfluss von ACTH auf die Leukozytenzahl wurde in experimentellen Studien bereits belegt. Hier wurde nach einer Injektion von ACTH eine temporäre Leuko-

zytose mit Neutrophilie, einer verminderten Lymphozytenzahl und einer daraus resultierenden Erhöhung der N:L Ratio festgestellt (ROSSDALE et al., 1982; SALAK-JOHNSON et al., 1996). Aufgrund dieses Effekts wird das N:L Verhältnis als indirekter Indikator bei der Quantifizierung von Stress in verschiedensten Studien bestimmt (GROSS & SIEGEL, 1983; WONG et al., 1992; STULL & RODIEK, 2000, 2002; STULL et al., 2004; KIM et al., 2005; CYWINSKA et al., 2010).

4. Ethologie

BENTHAM hat bereits 1789 die Leidensfähigkeit der Tiere formuliert: „...the question is not, Can they reason? nor, Can they talk? but, Can they suffer?“ (SAMBRAUS & STEIGER, 1997). Mit dieser Formulierung wurde der Tierethik ein anderer Stellenwert zugestanden. Heutzutage entspricht es der allgemeinen Auffassung, dass die Leidensfähigkeit der Tiere der des Menschen in nichts nachsteht und Tiere daher nicht leiden sollen (SAMBRAUS & STEIGER, 1997).

Um eine verhaltensgerechte Unterbringung und Haltung von Equiden zu gewährleisten, ist eine Kenntnis der natürlichen Verhaltensweisen unerlässlich. Das tägliche Zeitbudget von Pferden unter natürlichen Haltungsbedingungen besteht zum größten Teil aus der Nahrungsaufnahme (50 – 70%), gefolgt von Stehen im wachen (5 – 20%) und dösendem Zustand (10 – 20%) und der Bewegung (5 – 15% unabhängig von der Fortbewegung beim Fressen). Die anderen Verhaltensweisen wie Ablegen, Wasseraufnahme, Komfortverhalten u.ä. nehmen vergleichsweise weniger Zeit in Anspruch (BOYD et al., 1988; CEH, 2007; ZEITLER-FEICHT, 2008). Das Zeitbudget von in menschlicher Obhut gehaltenen Pferden wird dahingehend durch verschiedene Faktoren wie Haltungsumgebung, Nutzungsform und Haltungsmanagement, aber auch durch Einflussgrößen wie Geschlecht, Alter, Trächtigkeit usw. beeinflusst (SWEETING et al., 1985; HOUPPT et al., 1986; CAANITZ et al., 1991; PEDERSEN et al., 2004; JØRGENSEN & BØE, 2007).

Die verschiedenen gezeigten Verhaltensweisen werden zur Beurteilung in ein Ethogramm mit einzelnen Funktionskreisen eingeordnet. Die aus den Verhaltensweisen resultierenden Bedürfnisse müssen im Rahmen der Haltungsumgebung befriedigt werden. Das Vorhandensein optimaler Bedingungen innerhalb eines Funktionskreises kann Mängel in einem anderen Bereich nicht kompensieren (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Diese Funktionskreise sind im Einzelnen (ZEITLER-FEICHT, 2008):

- Nahrungsaufnahmeverhalten
- Ruheverhalten
- Komfortverhalten
- Sozialverhalten
- Neugier- und Erkundungsverhalten
- Bewegungsverhalten
- Ausscheide- und Markierverhalten
- Spielverhalten
- Fortpflanzungsverhalten
- Mutter-Kind-Verhalten

Im Rahmen der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit werden nur die o.a. Funktionskreise 1 – 6 beschrieben und bei der Bewertung die tierartlichen Unterschiede im Verhalten zwischen Maultieren und Pferden berücksichtigt.

4.1. Nahrungsaufnahmeverhalten

Pferde fressen unter natürlichen Bedingungen in langsamer Fortbewegung mit gesenktem Kopf und einem nach vorne gestelltem Vorderbein. Sie sind wie alle Equiden Pflanzenfresser, ernähren sich hauptsächlich von Gräsern und Kräutern und selektieren ihr Futter nach dem Geschmack (ZEITLER-FEICHT, 2008).

In freier Wildbahn und in Weidehaltung verbringen Pferde ca. 12 – 18 Stunden täglich mit der Nahrungsaufnahme, wobei die Hauptfresszeiten in der Morgendämmerung bzw. den Stunden zwischen Abenddämmerung und Mitternacht liegen (ZEITLER-FEICHT, 2008). Aufgrund ihrer Verdauungsphysiologie sind Pferde darauf angewiesen kontinuierlich Raufutter aufzunehmen, wird hiervon in größerem Umfang abgewichen sind gesundheitliche Beeinträchtigungen (Ulcus, Kolik, etc.) und ggf. Verhaltensstörungen die Folge (ZEITLER-FEICHT, 2008; BMEL, 2009; GFE, 2014; KAMPHUES et al., 2014; MEYER & COENEN, 2014).

Die von Pferden präferierte Futteraufnahme ist das Grasen (ERHARD & WÖHR, 2007), wobei die Gräser zunächst mit den Lippen erfasst und dann mit den Schneidezähnen unter kurzem Kopfruck abgebissen/-gerupft werden (ZEITLER-FEICHT, 2008). Der Vorgang des Grasens kann in eine appetitive und eine konsumtive Phase unterteilt werden. In der ersten Phase wird die generelle Futtersuche und im speziellen die Suche nach einer bestimmten Futterart erfasst. Die zweite Phase umfasst die allgemeine Ingestion von Futter. Somit ist die Futteraufnahme als eine inhomogene, aus mehreren Komponenten bestehende Aktivität zu sehen. Das Pferd wird dadurch in die Lage versetzt sich im Verhalten dem Nahrungsangebot anzupassen und seinen individuellen Energiebedarf zu decken (ERHARD & WÖHR, 2007).

Dem natürlichen Ablauf der Nahrungsaufnahme entspricht eine Futtervorlage auf dem Boden, wobei auf die hygienischen und gesundheitlich unbedenklichen Bedingungen geachtet werden muss. Das Futter sollte von guter Qualität, ohne schädliche Fremd Beimengungen sein und die Behältnisse müssen entsprechend sauber sein. Das vorgelegte bzw. zur Verfügung gestellte Futter muss zudem in seinem Nährstoff- und Energiegehalt sowie der Menge geeignet sein den Bedarf des einzelnen Tieres zu decken (BMEL, 2009; GFE, 2014; KAMPHUES et al., 2014; MEYER & COENEN, 2014). Aufgrund seiner Verwandtschaft zum Esel ist beim Maultier insbesondere darauf zu achten, dass keine Überfütterung und damit eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch zu energiereiche Kost entsteht (NMELF, 2000; BAUMGARTEN, 2011; SCHWARZ & ANEN, 2014). Esel wie auch Maultiere verfügen gegenüber dem Pferd über eine deutlich effizientere Rohfaserverdauung, in manchen Arbeiten wird sie sogar eher mit derjenigen von Rindern verglichen (BURDEN, 2012). Diese Besonderheit in der Rohfaserverdauung muss bei der Rationsgestaltung von Eseln und Maultieren unbedingt Berücksichtigung finden, die für Pferde üblichen Rationsparameter können daher zwar als Grundlage dienen, jedoch nicht 1:1 übernommen werden (NMELF, 2000; PEARSON, 2005; BURDEN, 2012; SCHWARZ & ANEN, 2014). Zur Kontrolle einer ausgewogenen und bedarfsgerechten Ernährung sollten die Tiere entweder gewogen werden oder auf Grundlage eines speziellen Body Condition Scores für Esel, welcher auch für Maultiere Anwendung findet, beurteilt werden (NMELF, 2000; PEARSON, 2005; BURDEN, 2012; SCHWARZ & ANEN, 2014). Die Verwendung von für Pferde üblichen Gewichtsbändern zur Ermittlung des Körpergewichts ist umstritten, sie

wird in manchen Arbeiten empfohlen und in anderen als nicht zielführend angesehen (PEARSON, 2005; SCHWARZ & ANEN, 2014).

Grundsätzlich muss für jedes Tier ein Fressplatz, vor allem zur ungestörten Raufut-
teraufnahme, zur Verfügung stehen. Bei alternativen Systemen (computergesteu-
erte Fütterungssysteme) muss durch entsprechende Maßnahmen eine adäquate Rau-
futteraufnahme sichergestellt werden. Die Pausen zwischen den Futterintervallen
sollten nicht mehr als vier Stunden betragen. Pferde, wie auch Maultiere und Esel
müssen in der Lage sein ihr Kaubedürfnis zu befriedigen und zudem können bei
zu langen Futterpausen negative Auswirkungen auf den Gastrointestinaltrakt ent-
stehen (NMELF, 2000; BMEL, 2009; BLV, 2014b; GFE, 2014; MEYER &
COENEN, 2014; SCHWARZ & ANEN, 2014). Bei der Verwendung von Futter-
krippen oder Raufen ist darauf zu achten, dass eine Futteraufnahme in physiologi-
scher Körperhaltung (Wandraufen: Fressbereich \leq Wdh; Futterkrippe/-tröge: Fres-
sebene: $\leq 0,3 \times$ Wdh, (max. $0,4 \times$ Wdh) möglich ist (BMEL, 2009).

Pferde sind Saugtrinker, um Wasser aufzunehmen werden Ober- und Unterlippe bis
auf eine kleine Öffnung zusammengepresst. So entsteht beim Ansaugen des Trän-
kewassers ein Unterdruck und das Wasser kann in langen Zügen abgeschluckt wer-
den. Der Kopf wird hierbei zum gestreckten Hals möglichst waagrecht gehalten
(ZEITLER-FEICHT, 2008). Der Bedarf an Wasser ist abhängig von Faktoren wie
der Feuchtigkeit des dargereichten Futters, Außentemperaturen und Feuchtigkeit
der Umgebung. Es muss den Pferden, Eseln und Maultieren mehrmals täglich in
ausreichender Menge und hygienischer Qualität angeboten werden, damit die Tiere
ihren Durst vollständig löschen können. Wassermangel, welcher auch durch das
Einstellen des Trinkens bei z.B. kotverschmutztem Wasser entstehen kann, führt bei
Pferden zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen wie Verstopfungen mit Kolikge-
schehen (NMELF, 2000; ZEITLER-FEICHT, 2008; BLV, 2014b). Die Tränkeauf-
nahme sollte in physiologischer Körperhaltung möglich sein, empfohlen wird eine
Höhe des Wasserspiegels = ca. $0,3 \times$ Wdh (max. $0,4 \times$ Wdh). Bei der Anzahl der
Tränken in einer Gruppenhaltung wird in der Literatur bei Selbsttränkebecken eine
Tränke für ca. 15 Tiere und bei langen Trogtränken eine Tränke für ca. 20 Tiere
gefordert (BMEL, 2009).

4.2. Ruheverhalten

Pferde sind Fluchttiere und haben dahingehend angepasste Ruhe- und Schlafgewohnheiten. In natürlicher Umgebung liegen Pferde nur dann, wenn im Herdenverband ein oder mehrere „Wächter“ die Umgebung beobachten. Aus diesem Grund liegen nie alle Tiere einer Herde gleichzeitig (ERHARD & WÖHR, 2007). Das Ruheverhalten nimmt im Zeitbudget der Pferde, nach der Nahrungsaufnahme, die meiste Zeit in Anspruch. Die Ruhezeit beim adulten Pferd beträgt ca. 5 – 9 Stunden eines 24-Stunden-Tages. Die Perioden des Ruhens sind in kurzen Intervallen über den Tag verteilt, Pferde ruhen also polyphasisch (ZEITLER-FEICHT, 2008). Das Ruheverhalten kann hinsichtlich seiner neurophysiologischen Intensität in drei Formen unterteilt werden, dem *Dösen*, dem *Schlummern* und dem *Tiefschlaf* (SCHRADER et al., 2009). In anderen Arbeiten wird der Begriff *Schlummern* als zu vage bei der Kategorisierung der Ruhephasen angesehen (KALUS, 2014). Stattdessen wird das Ruheverhalten in *Dösen*, *Leichtschlaf* und *Tiefschlaf* untergliedert (WÖHR & ERHARD, 2006).

Die meiste Zeit (ca. 80%) nimmt hier das *Dösen* im Stehen ein. Mit dem Begriff *Dösen* wird ein Zustand zwischen Schlafen und Wachen beschrieben. Die Tiere sind jederzeit reaktionsbereit und reagieren auch reflektorisch auf Lästlinge mit Schweifschlagen, Kopfschütteln und Hautzucken (BUSCHMANN, 2001). Die Körperhaltung für diese Form des Ruhens ist zum einen mit einem „Dösgesicht“ (halb- oder ganzgeschlossene Augen, entspannt herabhängende Unterlippe und seitwärts gerichteten Ohren) charakterisiert. Zum anderen nehmen die Pferde in dieser Phase eine charakteristische Körperhaltung, mit beidseits belasteten, parallel gestellten Vorderbeinen, gesenktem Kopf und Hals sowie abwechselnd be- bzw. entlasteten Hinterbeinen ein (BUSCHMANN, 2001; ZEITLER-FEICHT, 2008; SCHRADER et al., 2009).

Beim Ruhen im Liegen unterscheidet man zwischen zwei Körperhaltungen. In der Brustlage liegt das Pferd auf der Sternalregion hierbei sind die Vorderbeine meist eingeschlagen und die Hinterbeine einseitig unter den Körper gezogen (ggf. wird auch ein Vorder- oder Hinterbein zur Seite oder nach vorne gestreckt). Hierbei wird das Maul entweder auf dem Boden aufgestützt oder der Kopf frei getragen mit häufig vollständig geschlossenen Augen. Diese Haltung wird oft von älteren Fohlen, Jungpferden und tragenden Stuten eingenommen (ZEITLER-FEICHT, 2008). Beim Ruhen in Brustlage handelt es sich um einen leichten Schlaf. Diese Phase

wird auch als *slow-wave-sleep* bezeichnet und ist Teil des *Non-REM-Schlafs*. In dieser Phase findet die körperliche Regeneration statt, das heißt, die Tiere sind nicht mehr so leicht zu wecken wie in der Phase des *Dösens* und die Reaktionszeit ist graduell verzögert (ZEITLER-FEICHT, 2008; SCHRADER et al., 2009). Die Zuordnung der Schlafphasen mit ihren Begrifflichkeiten wird in der Literatur unterschiedlich gehandhabt, so wird beispielsweise der *slow-wave-sleep* auch der *Non-REM-Phase* des *Tiefschlafs* zugeschrieben (SCHRADER et al., 2009; KALUS, 2014).

Laut ZEITLER-FEICHT (2008) findet der *REM-Schlaf* in Seitenlage bei völlig entspanntem Muskeltonus statt, und ist eine Phase der psychischen Regeneration. Andere Autoren geben an, dass die typische *REM-Schlafphase* auch in Brustlage möglich ist und die eigentliche *Tiefschlafphase* bisher nur am stehenden Tier mit sehr kurzen Intervallen (1 – 2 min) belegt werden konnte (WÖHR & ERHARD, 2006; ERHARD & WÖHR, 2007). In der *REM-Phase* zeigen Pferde schnelle Augenbewegungen, Ohrenzuckungen und Bewegungen der Gliedmaßen mit ggf. unwillkürlichen Lautäußerungen. Diese Phase wird auch als Traumphase bezeichnet. Aus ihr sind die Tiere oftmals schwer weckbar (ZEITLER-FEICHT, 2008). Beim Fohlen nimmt der Schlaf in entspannter Seitenlage ca. 50% des Tages in Anspruch, ab dem 7. Lebensmonat entspricht die Ruhephase im Liegen dann derjenigen adulter Pferde. Es werden jedoch selten längere Perioden in Seitenlage verbracht, in der Regel nicht länger als ca. 30 min (SCHRADER et al., 2009).

Die Dauer und das Zeitintervall der Ruhephasen werden von verschiedenen Faktoren wie Alter, Geschlecht, Rasse, Geländeumgebung, jahreszeitlichen Klima- und Witterungsbedingungen beeinflusst (ERHARD & WÖHR, 2007; SCHRADER et al., 2009). Zudem werden in verschiedenen Studien weitere Einflüsse auf das Ruheverhalten beschrieben, wie die des Untergrundes bzw. der Einstreu und der Boxengröße bei in Obhut des Menschen gehaltenen Tieren (RIEMANN-PEDDERSEN et al., 2004; RAABYMAGLE & LADEWIG, 2006; WERHAHN et al., 2010). Um auch in Obhut des Menschen ihrem natürlichen Ruhebedürfnis nachkommen zu können, werden durch den Gesetzgeber für Pferde und Esel Mindestmaße für die Liegeflächen in Abhängigkeit von der Haltungsform festgelegt (NMELF, 2000; BMEL, 2009; BLV, 2014a). Das Platzangebot ist für das Ruheverhalten im Sozialverband (Gruppenhaltung) essentiell, da bei zu geringer Individualdistanz die rangniedrigeren Tiere am Liegen gehindert werden (SCHRADER et

al., 2009). Werden die, für ein adäquates Ruheverhalten der Pferde notwendigen Rahmenbedingungen wie z.B. Raumangebot und Beschaffenheit des Untergrundes, in der Haltung in menschlicher Obhut nicht eingehalten, so kann hieraus aufgrund von Schlafmangel eine Abnahme der physischen Leistungsfähigkeit resultieren und schlussendlich wird auch die Gesundheit beeinträchtigt (ZEITLER-FEICHT, 2008).

4.3. Komfortverhalten

Unter dem Begriff *Komfortverhalten* werden alle Verhaltensweisen die im Zuge der Körperpflege ausgeübt werden zusammengefasst. Die ungehinderte Möglichkeit zur Ausübung dieses Verhaltens ist essentiell für das Wohlbefinden (BUSCHMANN, 2001; ZEITLER-FEICHT, 2008). Im Wesentlichen werden zwei Formen des *Komfortverhaltens* unterschieden, die der solitären und die der sozialen Hautpflege (ZEITLER-FEICHT, 2008). Während die solitäre Hautpflege der eigentlichen Körperpflege entspricht, hat die soziale Hautpflege einen starken Bezug zum Sozialverhalten (BUSCHMANN, 2001).

Das *Komfortverhalten* nimmt ca. 4% des Zeitbudgets von Pferden unter natürlichen Haltungsbedingungen ein und wird hauptsächlich in den frühen Morgenstunden, zur Mittagszeit und im Laufe des späten Abends ausgeführt (SCHRADER et al., 2009). Zu den Verhaltensweisen der solitären Hautpflege gehört das Selbstbeknabbern mit den Schneidezähnen, Beleckern, Kratzen mit den Hinterhufen, sich Scheuern, sowie Baden, Schütteln und Wälzen. Diese Verhaltensweisen werden je nach Bedürfnis von einem Einzeltier alleine für sich selbst ausgeführt (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Im Rahmen der Fellpflege stellt das Wälzen ein wesentliches Grundbedürfnis des Pferdes dar. Es ist die einzige Möglichkeit eines Tieres um seine eigene Rückenpartie zu scheuern bzw. zu pflegen (ERHARD & WÖHR, 2007). Es wird unabhängig von Witterung und Pflegezustand des Pferdes ausgeführt. Hierfür werden trockene, sandige oder auch staubige Untergründe bevorzugt. Bei Vorhandensein eines großen Aufkommens an Lästlingen oder auch im Rahmen des Fellwechsels im Frühjahr, können allerdings auch morastige Wälzplätze frequentiert werden. Im Anschluss an den Wälzvorgang schüttelt sich das Pferd in der Regel vom Kopf beginnend über Rumpf und Schweif ausgiebig (SCHRADER et al., 2009). Die

Wälzintention wird durch ein typisches Verhalten angezeigt. Hierbei wird der ausgesuchte Platz zuvor mit den Sinnen überprüft (olfaktorisch, visuell, ggf. taktil). Das Pferd dreht sich mit gesenktem Kopf, aufgerichteten Ohren und gehobenem Schweif mehrfach im Kreis und im Anschluss wird oft der Boden mit Scharrbewegungen mobilisiert. Danach werden die Beine unter dem Körper versammelt, die Gelenke langsam eingeknickt und über die Schulter zu einer Seite abgerollt. Die Tiere kommen in Brust-/Bauchlage zum Liegen, nehmen sogleich Seitenlage ein und beginnen den Wälzvorgang. Der Ablauf eines einseitigen Wälzvorgangs, also ohne Drehung über den Rücken, ist angeboren, der beidseitige Wälzvorgang muss erst erlernt werden (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Bei der sozialen Hautpflege zeigen Pferde ihre Intention mit einem sog. „Putzgesicht“, also mit gespitzten Ohren und vorgestreckter Oberlippe an. Um im Anschluss in verkehrt paralleler Körperhaltung mit den Schneidezähnen beim Partner schwer zugängliche Stellen wie Widerrist, Rücken, Mähnenkamm und Kruppe zu beknabbern (sog. Allogrooming). Dieses Verhalten wird beeinflusst durch Faktoren wie Alter und Geschlecht, Mutter-Kind-Beziehung und Jahres-, bzw. Tageszeit (ZEITLER-FEICHT, 2008). Auch der Einfluss der Rasse wird in der Literatur beschrieben (SCHRADER et al., 2009). Beobachtet werden kann dieses Verhalten schon vom ersten Lebenstag eines Fohlens an (ERHARD & WÖHR, 2007). Hierbei werden schon in einem frühen Lebensstadium soziale Beziehungen geknüpft (RHO et al., 2007). Der soziale Rang innerhalb der Herde scheint jedoch nur eine untergeordnete Rolle zu spielen (KIMURA, 1998). Die Ausübung des Komfortverhaltens dient dem Wohlbefinden der Tiere und der sozialen Bindung. Als Konsequenz hieraus muss ein artgerechtes Haltungssystem die Ausübung des Komfortverhaltens ermöglichen (ZEITLER-FEICHT, 2008).

4.4. Sozialverhalten

Unter natürlichen Bedingungen leben Pferde als soziale Tiere in Verbänden zusammen. Diese Gruppenbildung bietet ihnen Schutz und gewährleistet Vorteile bei der Aufzucht von Nachkommen (BUSCHMANN, 2001). Üblicherweise handelt es sich um Familienverbände mit bis zu 20 Mitgliedern, deren Kern aus dem Leithengst, den Altstuten sowie deren Fohlen bis zum Alter von drei Jahren besteht und in welchen die Sozialstruktur matrilinear, also geprägt von der Stuten-Fohlen-Beziehung ist (SCHRADER et al., 2009). Eine andere Gruppenvariante sind Hengst- oder Junggesellengruppen die bis zu einer vorübergehenden Gruppenstärke von bis zu

100 Tieren anwachsen können. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Verbänden liegt in der eher lockeren Struktur der Junggesellengruppe und der engen Bindung in Familienverbänden, welche im Kern oft lebenslang zusammen bleiben (ZEITLER-FEICHT, 2008). Die Ausbildung einer Rangordnung dient der Stabilität einer Gruppe. Somit ist das Sozialverhalten der Pferde hauptsächlich auf die Verringerung von Konflikten ausgelegt, da mit einem stabilen Sozialgefüge die Grundvoraussetzung für Schutz und Überleben gegeben ist (SCHRADER et al., 2009). Eine etablierte Rangordnung bewirkt eine enge Bindung zwischen den Mitgliedern einer Gruppe, gewährleistet eine minimale Tendenz zu aggressiven Verhaltensweisen und sorgt dafür, dass Konflikte nicht zwingend in kämpferischen Auseinandersetzungen münden (BUSCHMANN, 2001). Der Ablauf sozialer Interaktionen wird bestimmt durch z.B. Rang und in wie weit die Pferde bereits Erfahrungen im Zusammenleben im Gruppenverband haben (BRIEFER FREYMOND et al., 2013).

Die Tiere einer Gruppe halten in Abhängigkeit ihres Ranges, Alters und der Verhaltenssituation eine gewisse Individualdistanz zueinander ein. Bei deren Ausprägung spielen auch rassebedingte und individuelle Einflüsse eine Rolle. So benötigen höher im Blut stehende Pferde einen deutlich weiteren Abstand zueinander. In Ruhe ist der Abstand zwischen den Pferden wesentlich kleiner als auf der Weide. Faktoren die zur Ausprägung eines Ranges führen sind physischer und psychischer Natur, wobei die psychische Komponente die ausschlaggebende in gemischtrassigen Gruppen ist (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Die Einzelhaltung eines sozial lebenden Tieres wie eines Pferdes widerspricht der natürlichen, arteigenen Verhaltensweise und ist daher tierschutzwidrig. Ausnahmen hiervon sind nur unter besonderen Bedingungen, wie absolute Unverträglichkeiten oder temporär bei z.B. Tod oder Abgabe des Begleittieres zulässig, da andernfalls Verhaltensstörungen auftreten können (BMEL, 2009, 2013). Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde der Funktionskreis *Spielverhalten* nicht einzeln bewertet, das soziale Spiel jedoch nach BUSCHMANN innerhalb des Funktionskreises des Sozialverhaltens mit bewertet (BUSCHMANN, 2001).

4.5. Neugier- und Erkundungsverhalten

Für das Fluchttier Pferd ist eine hohe Wachsamkeit aber auch eine ausgeprägte Neugierde und ein hohes Maß an Explorationsverhalten arttypisch. Dieses Verhalten dient der Sammlung von Informationen und dem Auseinandersetzen mit der

Umwelt (ZEITLER-FEICHT, 2008). Da Pferde sowohl beim Neugier- als auch im Rahmen eines Erkundungsverhaltens ähnliche Verhaltensmuster zeigen, werden beide Verhaltensweisen in der Ethologie in einem Funktionskreis zusammengefasst (BUSCHMANN, 2001). Die Tiere lernen relevante Reize von nicht relevanten zu unterscheiden, was zur Vermeidung unnötigen Fluchtverhaltens führt (SCHRADER et al., 2009). Das Neugierverhalten ist nicht motorisch fixiert und dient der Aufnahme eines artspezifisch determinierten Volumens an Informationen. Im Rahmen des Erkundungsverhaltens setzt sich das Pferd aktiv mit seiner Umwelt auseinander, orientiert sich also in Raum und Zeit (ZEITLER-FEICHT, 2008). Diese Unterscheidung nach TEMBROCK (1964) gibt an, dass Erkundungsverhalten „...artspezifisch in seiner Motorik ist und auf artspezifische Reizmuster gerichtet ist, die zum Vollzug des Aktionssystems der Art in Raum und Zeit erforderlich sind.“ (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Die Ausübung des Erkundungsverhaltens trägt unter natürlichen Bedingungen zum Überleben in freier Wildbahn bei (ZEITLER-FEICHT, 2008) und erfolgt zunächst im Rahmen einer Fernorientierung unter Nutzung des Gesichts- bzw. Gehörsinns. Dauert die Unsicherheit über die Situation fort, so wird eine Nahorientierung mithilfe des Geruchssinns und mitunter des Tast- bzw. Geschmackssinns angeschlossen. Erst nach abgeschlossener Geruchskontrolle und Verarbeitung der dadurch gewonnenen Informationen ist für das Pferd das Erkundungsverhalten abgeschlossen (SCHRADER et al., 2009).

Als Konsequenz dieses Funktionskreises muss eine artgerechte Haltungsumgebung abwechslungsreich strukturiert sein und eine Vielzahl an unterschiedlichen, visuellen, olfaktorischen, akustischen und taktilen Reizen bieten. Ist die Haltungsumgebung arm an Reizen resultieren hieraus unterschiedliche Verhaltensstörungen (GOODWIN et al., 2002; SCHRADER et al., 2009). Allerdings ist das Angebot an Reizen individuell auf das Pferd abzustimmen, um z.B. sehr nervöse Tiere nicht über Maß zu beunruhigen und sie damit zu überfordern (ZEITLER-FEICHT, 2008).

4.6. Bewegungsverhalten

Bei Pferden in freier Wildbahn nimmt das Zeitbudget für die Fortbewegung ca. 20% ihres Tages ein (CEH, 2007). Unter natürlichen Bedingungen ist die Streckenlänge welche die Tiere zurücklegen abhängig von den Nahrungs- und Wasserressourcen

und wird zusätzlich beeinflusst durch Witterungsbedingungen. In der Regel bewegen sich Pferde unter diesen Bedingungen ca. 6 - 11 km täglich. Die Bewegungsdauer bzw. –geschwindigkeit ist zudem abhängig von Gruppenstruktur, Alter und Geschlecht (ZEITLER-FEICHT, 2008). Es hat sich gezeigt, dass die Größe einer Weidefläche die zurückgelegte Strecke nicht beeinflusst, sondern die Gangart bzw. das Tempo in welchem sich die Tiere fortbewegen (ERHARD & WÖHR, 2007). In freier Wildbahn ist die bevorzugte Gangart der Schritt. Trab und Galopp werden nur im Rahmen von Laufspielen bzw. einer Flucht gezeigt, da diese Gangarten zu einer schnellen Ermüdung führen und unter natürlichen Bedingungen daher nicht zielführend sind (SCHRADER et al., 2009).

Eine Sonderform der Bewegung stellt das Spiel dar, es wird ohne äußeren Zwang und auf freiwillige Initiative hin ausgeführt (BUSCHMANN, 2001). Spiel ist definiert als „...eine zweckfreie, lustvolle Beschäftigung um ihrer selbst willen.“ (ZEITLER-FEICHT, 2008) und wird v.a. von jungen Pferden zur Festigung der Bewegungskoordination und zum Aufbau von sozialen Kontakten durchgeführt (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Der Funktionskreis des Bewegungsverhaltens wird unterteilt in das *Bewegungsbedürfnis* und den *Bewegungsbedarf*. Ersteres ist eine subjektive Größe und benötigt einen Anreiz zur Aktivierung, wie z.B. Hunger oder Feinde. Der Bewegungsbedarf ist eine objektivierbare Größe und geht auf die stammesgeschichtliche Entwicklung der Equiden zurück, durch welche sich das Pferd als Lauf- und Fluchttier an eine kontinuierliche Fortbewegung über 16 Stunden pro Tag adaptiert hat. Der Bewegungsbedarf gibt also die Menge an Bewegung an, welche notwendig ist, um die Gesundheit eines Pferdes zu erhalten (ZEITLER-FEICHT, 2008). Im Grunde genommen sind Pferde auf der Weide bzw. in natürlicher Umgebung nicht besonders aktiv. In menschlicher Obhut konnte gezeigt werden, dass die Tiere mit restriktiven Bewegungsmöglichkeiten auf der Weide dann viel aktiver sind als solche, die kontinuierlich Weidegang haben. Allerdings wird die Bewegung in Gesellschaft bevorzugt (ERHARD & WÖHR, 2007).

Die Bedarfsdeckung des Bewegungsverhaltens ist unter künstlichen Haltungsbedingungen am ehesten in einer adäquaten Gruppenhaltung mit strukturierten Funktionsbereichen zu gewährleisten. Als Bewegungsanreiz spielen hierbei jedoch hohe Fütterungsintervalle eine größere Rolle als die Entfernung zwischen den Funktions-

bereichen (SCHRADER et al., 2009). Für die physische und psychische Gesunderhaltung von in menschlicher Obhut gehaltenen Equiden ist nicht nur die Quantität der Bewegung, sondern auch die Qualität ausschlaggebend (ZEITLER-FEICHT, 2008). Diesem Umstand wird durch die Vorgaben des Gesetzgebers Rechnung getragen, um Verhaltensstörungen vorzubeugen (BMEL, 2009, 2013; BLV, 2014c).

4.7. Verhaltensprobleme

Um Verhaltensprobleme diagnostizieren zu können, ist die Kenntnis von Normalverhalten und das Wissen unter welchen Umständen ursprünglich normale Verhaltensweisen zum Problemverhalten zählen Voraussetzung (ZEITLER-FEICHT, 2008). Üblicherweise werden Verhaltensprobleme in zwei Kategorien unterteilt. Als eigentliche Verhaltensstörung wird ein Verhalten bezeichnet, welches vom natürlichen Verhaltensrepertoire abweicht. Es kann unter Umständen mit einer Veränderung neurophysiologischer Systeme einhergehen, welche aber nicht Symptom einer Primärerkrankung ist (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Die zweite Kategorie beinhaltet eigentlich natürliche Verhaltensweisen eines Pferdes, welche jedoch, situationsbedingt ausgeführt, Probleme bei der Nutzung und Haltung bedingen (DIETZ & HUSKAMP, 2005; ZEITLER-FEICHT, 2008). Hierzu zählen zum Beispiel Schweifschlagen, Scheuen, Sich-Nicht-Einfangen-Lassen u.ä. (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Verhaltensstörungen lassen sich nach ihrer Ätiologie in verschiedene Kategorien einteilen, welche jedoch nicht immer strikt voneinander zu trennen sind (SAMBRAUS & STEIGER, 1997; ZEITLER-FEICHT, 2008). Diese sind im Einzelnen:

1. Kategorie: Symptomatisch. Die Verhaltensweise entsteht als Begleitscheinung einer physischen Erkrankung.
2. Kategorie: Organpathologisch. Es handelt sich hierbei um erworbene oder angeborene organische Defizite.
3. Kategorie: Domestikationsbedingt. Hier sind Veränderungen des ZNS oder des endokrinen Systems ursächlich.

4. Kategorie: Mangelbedingt. Dem Organismus stehen wichtige Substanzen nicht zur Verfügung, durch das ausgeführte Verhalten wird er jedoch nicht in die Lage versetzt dieses Defizit auszugleichen.
5. Kategorie: Haltungs- und umgangsbedingt. Ursächlich sind hier zurückliegende Begebenheiten, welche Frustration, Deprivation und Konflikte bedingten.

Ein nicht unwesentlicher Teil von Verhaltensstörungen sind sog. Stereotypien. Hierunter wird ein sich ohne erkennbare Funktion, fast identisch wiederholendes Verhalten wie z.B. Weben, Boxenlaufen oder Koppen verstanden (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Derart gestaltetes Verhalten ist unter der o.a. Kategorie 5 einzuordnen. Die Ausprägungen von Stereotypien in der Haltung von Tieren in menschlicher Obhut ist leider kein seltenes Phänomen und schon seit langem bekannt (HOLZAPFEL, 1938). Weitere Verhaltensstörungen sind die Ausprägung von Aggressivität, Entwicklung von Ängsten und Phobien, erlerntes aufmerksamsforderndes Verhalten, Fehlprägungen, sexuelles Problemverhalten, usw. (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Zur Entwicklung einer Verhaltensstörung sind verschiedene Faktoren notwendig. Zum einen eine Disposition, wie eine nicht artgerechte Haltung, ein nicht „pferdegerechter“ Umgang, „hoch im Blut stehende“ Tiere und eine erbliche Veranlagung. Zum anderen eine Ursache, wie eklatante negative Erlebnisse. Des Weiteren ist ein Auslöser wie ein Erregungsanstieg durch Veränderungen im Umfeld nötig (ZEITLER-FEICHT, 2008).

In der heutigen (Nutz-)Tierhaltung sind Verhaltensstörungen bei verschiedenen Tierarten beschrieben. Das Vorhandensein von Verhaltensstörungen wird als Indikator für Missstände im Haltungsmanagement und -system bei der Tierhaltung verwendet (ZEITLER-FEICHT, 2005; SONODA et al., 2013; PETERMANN, 2014).

5. Haltungssysteme

Vom Grundsatz her lassen sich die Haltungssysteme bei Pferden in zwei Haltungsformen, die Einzelhaltung bzw. die Gruppenhaltung unterteilen. Innerhalb dieser beiden Haltungsformen existieren verschiedenen Varianten wie z.B. die Einzelboxhaltung, die Anbindehaltung, die Gruppenlaufstallhaltung oder die Gruppenauslaufhaltung. Die Haltungssysteme müssen in ihrer Form so gestaltet werden, dass dem Einzeltier ein arttypisches Verhalten gewährt wird und die Pferde vor Schäden bewahrt und in ihrer Entwicklung nicht behindert werden. Hierzu werden Vorgaben über die Abmessungen der Stallsysteme und der Ausläufe, sowie über Lichtverhältnisse, Bodenbeschaffenheit und stallklimatische Bedingungen gemacht (MARTEN, 2000; BVET, 2001; BMEL, 2009). Unter Berücksichtigung der Zielsetzung der vorliegenden Arbeit werden im Anschluss nur die im Rahmen der Studie untersuchten Haltungssysteme Gruppenauslauf- und Anbindehaltung beschrieben.

5.1. Anbindehaltung

Als traditionelles Haltungssystem für Arbeitspferde vom Kaltbluttyp ist die dauerhafte Anbindehaltung eine über Jahrhunderte praktizierte Haltungsform (ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN, 2003, 2004). In diesem Haltungssystem werden die Pferde mittels eines Halfters oder Halsriemens an einem Strick oder einer Kette mit dem Kopf zur Futterkrippe hin angebunden. Die Fixiervorrichtung ist in der Senkrechten beweglich, d.h. an einer Schiene o.ä. so angebracht, dass die Pferde nicht darauf treten oder sich in einer anderen Art und Weise damit verletzen können. Üblicherweise werden die Seiten des Ständers mit entweder beweglichen Flankierbäumen oder festen Wänden (Kastenstand) begrenzt. Die Tiere sind in der Lage sich hinzulegen und ggf. im Optimalfall, einige Schritte zur Seite zu treten, können sich jedoch nicht umdrehen, einen vollständig beidseitigen Wälzvorgang ausführen oder teilweise auch nicht mit gestreckten Gliedern Seitenlage einnehmen (ERHARD & WÖHR, 2007).

Zur Beurteilung der Abmessungen des Ständers und der Konzeption der Anbindevorrichtung wurde ein Beurteilungsschema erstellt, welches Angaben macht über die Standbreite ($= Wdh + 20 \text{ cm}$ bei festen Seitenwänden od. $= Wdh$ bei beweglichen Flankierbäumen), die nutzbare Standlänge ($(Wdh \times 1,49) + \text{Anbindelänge} \geq (2 \times Wdh)$), den Anbindefreiraum nach oben ($(\text{Anbindehöhe} + \text{Anbindelänge}) /$

Wdh > 1,1) und den Anbindefreiraum nach unten (Anbindelänge / Anbringhöhe > 1,2) (BMEL, 2009). Als ein Vorteil dieses Haltungssystems wird seine Wirtschaftlichkeit bedingt durch weniger Platzbedarf, weniger Einstreu und Zeitersparnis beim Ausmisten angeführt (MILLS & CLARKE, 2002; ERHARD & WÖHR, 2007). MILLS and CLARKE (2002) beschreiben zudem, dass Pferde in Anbindehaltung mit einer ad libitum Raufuttergabe ca. 65% ihrer Zeit mit Fressen und ca. 25% mit Ruhen im Stehen verbringen. Dies entspricht eher dem Zeitbudget für unter naturnahen Bedingungen gehaltenen Tieren als denen in Boxen gehaltenen.

Aufgrund ihrer eklatanten Einschränkung des arttypischen Verhaltens von Pferden und der Häufung von Verhaltensstörungen unter diesen Haltungsbedingungen jedoch, stand und steht die dauerhafte Anbindehaltung als nicht tiergerecht in der Kritik (MARTEN, 2000; BUSCHMANN, 2001; ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN, 2003; DEININGER, 2006; ERHARD & WÖHR, 2007). Die dauerhafte Anbindehaltung ist in Österreich und der Schweiz schon seit längerem verboten (BMG, 2011; VOGEL, 2013). Nach Ablauf der Übergangsfrist zum 01.01.2014 ist die dauerhafte Anbindehaltung nun auch in Bayern verboten (STMUG, 2010).

5.2. Gruppenauslaufhaltung

Eine Gruppenhaltung entspricht dem arttypischen Verhalten von Pferden und ist vor allem für Jungpferde und ihre soziale Entwicklung ausschlaggebend (ZEITLER-FEICHT, 2008). Grundsätzlich wird auch hier zwischen zwei Gruppenhaltungsformen unterschieden. Dies ist zum einen die Laufstallhaltung als geschlossenes System und zum anderen die Offenlaufstallhaltung bei welcher ständiger Zugang zu einem Auslauf besteht und die Funktionsbereiche Fressen, Trinken und Ruhen räumlich voneinander getrennt sind (TVT, 2005). Bei der Konzeption der Räumlichkeiten für eine Gruppenhaltung ist zu bedenken, dass im Gegensatz zu natürlichen Bedingungen die Tiere in diesem Haltungssystem auch Einschränkungen unterworfen sind (STEINMETZ, 2009).

Ein ausreichendes Platzangebot ist essentiell damit auch für rangniedrigere Tiere Rückzugsmöglichkeiten gegeben sind. Spitze Winkel, Sackgassen u.ä. sollten vermieden und eher sinnvollerweise Rundläufe mit guten Ausweichmöglichkeiten konzipiert werden. Zudem sollte das Haltungssystem so gestaltet sein, dass durch

die räumliche Trennung der einzelnen Funktionsbereiche eine gleichzeitige Ansammlung vieler Tiere an einer Stelle vermieden wird. So können die Pferde ihr natürliches Meideverhalten praktizieren und Auseinandersetzungen aufgrund der Unterschreitung der ranggebundenen Individualdistanz aus dem Weg gehen (ZEITLER-FEICHT, 2008).

Durch den Gesetzgeber werden auch hier Vorgaben bezüglich der Ausführung des Haltungssystems gemacht. So wird für die Liegefläche im Offenlaufstall, mit Trennung von Liege- und Fressbereich, ein Maß von $\geq 3 \times Wdh^2$ pro Pferd angegeben (BMEL, 2009). Hierzu addiert sich noch eine Auslauffläche von $2 \times (2 \times Wdh)^2$ pro Pferd hinzu (ZEITLER-FEICHT, 2008). Im Optimalfall ist das Offenlaufstallgebäude bzw. der ganzjährige Witterungsschutz so konzipiert, dass zwei separate Zugänge vorhanden sind oder alternativ die Frontseite permanent geöffnet ist (ZEITLER-FEICHT, 2008). Der Liegebereich sollte räumlich gegliedert sein, um auch rangniedrigeren Tieren eine Möglichkeit zum Ruhen im Liegen zu bieten (STEINMETZ, 2009). Das optimale Fressplatz zu Pferd Verhältnis sollte 1:1 sein (ZEITLER-FEICHT, 2008; STEINMETZ, 2009), ggf. mehrere verteilte Fressstellen, um auch für rangniedrigeren Tiere die Möglichkeit zur ungestörten Futteraufnahme zu gewährleisten. Für die Anforderungen an die Bodenbeschaffenheit, Lichtverhältnisse und Klimaverhältnisse gelten grundsätzlich die gleichen Anforderungen wie bei der Stallhaltung (BMEL, 2009).

In Offenlaufstallhaltungen sollte der Bodenbereich vor dem Stall- bzw. Witterungsschutzzugang befestigt sein. Hier entstehen sonst durch den regen Tierverkehr in der nassen Jahreszeit morastige Stellen, welche ggf. hygienische und/oder gesundheitliche Probleme für die Tiere aufwerfen (DÜHR-BIEN, 2013). Die Gruppenhaltung, v.a. die Gruppenauslauf- bzw. Offenlaufstallhaltung, bietet bei adäquater Konzeption den Tieren die Möglichkeit ihr arttypisches Verhalten ausüben zu können, stellt aber in hohem Maße Ansprüche an bauliche Beschaffenheit und Management (BMEL, 2009). So werden in dieser Haltungsform artifizielle Gruppen durch den Menschen gebildet, was bei falscher Zusammensetzung eklatante Probleme mit sich bringen kann (FÜRST et al., 2006; ZEITLER-FEICHT, 2008; STEINMETZ, 2009). Bei der Zusammenstellung von Pferden für eine Gruppenhaltung ist nicht nur auf die maximale, natürlicherweise vorkommende Gruppenstärke von 20 Tieren zu achten. Es muss zudem auf die Verträglichkeit der Tiere untereinander Rücksicht genommen werden und ggf. sind Tiere, die sich nicht in die Gruppe integrieren

können, wieder zu trennen. Des Weiteren spielen auch Faktoren wie das Alter der Tiere und interessanterweise auch die Fellfarbe bei der Zusammensetzung eine Rolle und sollten berücksichtigt werden (ZEITLER-FEICHT, 2008).

5.3. Beurteilung der Tiergerechtheit von Haltungssystemen

Um Haltungssysteme nach ihrer Tiergerechtheit zu bewerten gibt es verschiedene Ansätze. Nach dem *Bedarfsdeckungs- und Schadensvermeidungskonzept* von TSCHANZ (1982) gilt eine Haltungssystemform dann als tiergerecht, „... wenn das Tier erhält, was es zum Gelingen von Selbstaufbau und Selbsterhaltung benötigt, und ihm die Bedarfsdeckung und Vermeidung von Schaden durch die Möglichkeit adäquaten Verhaltens gelingt.“ (HIRTH et al., 2007). Die Grundannahme dieses Konzeptes ist, dass Bedarf, Bedarfsdeckung und Schadensvermeidung im Gegensatz zum Schaden nicht direkt durch Beobachtung objektivierbar sind. Um jedoch eine objektive Bewertung durchführen zu können, wird von einem *Typus*, welcher dem Normalbereich der Merkmalsausprägung entspricht ausgegangen. Das Gelingen von Selbstaufbau und Selbsterhaltung wird also über den Vergleich mit einer Referenzgruppe wissenschaftlich dargestellt. Im Gegensatz hierzu gibt TSCHANZ (1982) weiter an, dass Bedürfnis und Bedürfnisbefriedigung wie Angst, Leiden, Schmerz und auch Wohlbefinden aufgrund ihrer Subjektivität nicht wissenschaftlich erfasst werden können (SAMBRAUS & STEIGER, 1997).

Ein weiteres Modell zur Bewertung eines Haltungssystems ist das *Handlungsbereitschaftsmodell* nach BUCHHOLTZ (1993). Dieses Modell bewertet die Befindlichkeiten, also Empfindungen wie Angst, Schmerz, Trauer und Leiden. Es geht davon aus, dass die Anpassungsfähigkeit eines Tieres nicht nur die Lebensfähigkeit in menschlicher Obhut wiedergibt, sondern, dass auch die Befindlichkeiten aus ethologischer und wissenschaftlicher Sicht eine Rolle spielen (SAMBRAUS & STEIGER, 1997). Am Beispiel von Schweinen in modernen Haltungssystemen kann gezeigt werden, dass das unter natürlichen Bedingungen zum Nahrungserwerb notwendige Wühlen in solchen Systemen aufgrund Mangel an Einstreu oder Beschäftigungsmaterial ins Leere läuft. Die Handlungsbereitschaft, also das Bedürfnis hierzu besteht aber trotz Domestikation weiter. Kann es nicht befriedigt werden, so können Verhaltensstörungen als Resultat der Überforderung der Anpassungsfähigkeit der Tiere entstehen (HIRTH et al., 2007).

In der Literatur sind verschiedene „Bewertungschecklisten“ zur Überprüfung von Haltungssystemen für z.B. Behörden aber auch für den Tierhalter zu finden. So gibt das FACHZENTRUM LAND- UND ERNÄHRUNGSWIRTSCHAFT DLG e. V. (2012) folgende u.a. Kriterien zur Überprüfung von Pferdehaltungen an, vgl. Tabelle 1 (VON BORELL et al., 2012):

Tabelle 1: Prüfkriterien für Pferdehaltungen. Quelle: DLG-Merkblatt 383 (Stand 11/2012): Tiergerechtigkeit auf dem Prüfstand.

| <i>Funktionskreis</i> | <i>Prüfkriterien</i> |
|--------------------------------|--|
| <i>Ruheverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Individuelle Ruhezeiten (z.B. Gesamtdauer, Dauer der Ruhephasen im Stehen oder Liegen) • Liegepositionen (z.B. gestreckte Seitenlage) • Beschaffenheit und Dimensionierung der Liegeflächen (z.B. Abmessungen, Verformbarkeit, Wärmeleitfähigkeit, Rutschfestigkeit, Trockenheit, Hygiene) • Synchronität im Ruheverhalten • Luftaustausch/-qualität • Möglichkeit des Sichtkontaktes zu Artgenossen • Verletzungsgefahr und Schäden |
| <i>Ausscheidungsverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften des Bodens (z.B. Möglichkeit des Urinierens auf eingestreuter Fläche, Rutschfestigkeit des Bodens) • Hygiene (z.B. Sauberkeit der Tiere) |
| <i>Futteraufnahmeverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Individuelle Fress- und Trinkzeiten • Körperhaltung (z.B. Raufutteraufnahme in Bodenhöhe) • Tränke- und Fressplatzgestaltung (z.B. Zugänglichkeit, Tier/Fressplatz- und Tränkeverhältnis, Schutzvorrichtungen, Funktionssicherheit von Automaten, Wassernachlaufgeschwindigkeit, Eintauchmöglichkeit des Mauls, Möglichkeit zum selektiven Fressen) • Hygiene an den Tränken und Fressplätzen • Verletzungsgefahr und Schäden |
| <i>Fortpflanzungsverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • bei speziellen Einrichtungen wie Untersuchungsständen und Absamungsphantomen: <ul style="list-style-type: none"> ○ Hygiene ○ Trittsicherheit des Bodenbelages ○ Verletzungsgefahr und Schäden |

| <i>Funktionskreis</i> | <i>Prüfkriterien</i> |
|-------------------------------|--|
| <i>Komfortverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeit der Ausübung (z.B. Platzangebot, Wälz- und Scheuermöglichkeit, Thermoregulation, Rutschfestigkeit des Bodens) • Anwesenheit von Artgenossen • Hygiene • Verletzungsgefahr und Schäden |
| <i>Fortbewegungsverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten der Ausübung (z.B. Platzangebot) • Bodengestaltung (z.B. Rutschfestigkeit und Trittsicherheit, Trockenheit und Sauberkeit) • Verletzungsgefahr und Schäden |
| <i>Sozialverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Soziale Interaktionen (z.B. Möglichkeit der Ausübung, Anzahl agonistischer Interaktionen, Fellpflege) • Ausweichmöglichkeiten • Synchronität des Verhaltens • Verletzungsgefahr und Schäden |
| <i>Erkundungsverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten und Häufigkeit der Ausübung (z.B. Reinangebot, Platzangebot, Bodengestaltung, Raumstruktur) • Verletzungsgefahr und Schäden |
| <i>Spielverhalten</i> | <ul style="list-style-type: none"> • Möglichkeiten und Häufigkeit der Ausübung (Sozial-, Bewegungs-, und Objektspiel) • Verletzungsgefahr und Schäden |

Andere Autoren stellen fest, dass heutzutage die Nutzung der Pferde durch den Menschen im Regelfall mit den Ansprüchen der Tiere an ihre Haltungsumgebung in Konflikt steht. Sie stellen die Wichtigkeit der Ausgleichsmöglichkeit innerhalb des Haltungssystems für nur partiell genutzte Sport- und Freizeitpferde als Bewertungskriterium der Haltungssysteme heraus (VON BORELL, 2002).

In folgender Abbildung 3 ist dies graphisch dargestellt:

| | Freilandhaltung | Auslaufhaltung mit Schutzhütte | Laufstall-Gruppenhaltung | Boxen-Einzelhaltung | Anbinde-Einzelhaltung |
|--|-----------------|--------------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|
| Bewegungsmöglichkeit des Pferdes | hoch | | | | gering |
| Kontakte des Pferdes mit der Umwelt | vielfältig | | | | gering |
| Verfügbarkeit des Pferdes für die Nutzung | niedrig | | | | hoch |
| Flächenanspruch | hoch | | | | niedrig |
| Ansprüche an bauliche Ausführungen, Klima usw. | niedrig | | | | hoch |
| Ansprüche an das Management | | hoch | | | gering |

Abbildung 3: Beurteilung von Haltungssystemen (geändert nach MARTEN und SALEWSKI, 1989). Quelle: (VON BORELL, 2002). Haltungsansprüche von Rindern und Pferden. Arch. Tierz. Dummerstorf 45 Sonderheft, 89.

Eine aktuelle Arbeit von BAUMGARTNER und ZEITLER-FEICHT (2014) hatte zum Ziel den verschiedenen Institutionen wie Behörden, Industrie, Verbänden, Pferdewirten, Pferdebesitzern usw. ein praxistaugliches Bewertungsschema für Pferdehaltungen an die Hand zu geben und die Möglichkeit zu schaffen auf dessen Basis die Haltungssysteme optimieren zu können. Das Bewertungssystem erfasst drei Grundanforderungen wie das *arttypisches Verhalten*, einen *guten Gesundheitsstatus*, und die *Umwelteinwirkung*. Es wurde am Beispiel des „Guten Gesundheitsstatus“ (s. Abbildung 4) als Aspekt für das Wohlbefinden im Rahmen des 9. Niedersächsischen Tierschutzsymposiums vorgestellt.



Abbildung 4: Kriterien für Wohlergehen unter dem Aspekt "Guter Gesundheitsstatus". Quelle: (BAUMGARTNER & ZEITLER-FEICHT, 2014). Tagungsband. 9. Niedersächsisches Tierschutzsymposium

6. Rechtliche Grundlagen

Grundlage für eine artgerechte Haltung von Tieren in menschlicher Obhut ist das Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006, zuletzt geändert durch Artikel 3 des Gesetzes vom 28. Juli 2014. Der §1 Satz 2 des Gesetzes besagt, „... Niemand darf einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leiden oder Schäden zufügen.“ (BMEL, 2013). Dieser Grundsatz wird im §2 noch weiter ausgeführt. Er enthält die Forderung, „... Wer ein Tier hält, betreut oder zu betreuen hat, 1. Muss das Tier seiner Art und seinen Bedürfnissen entsprechend angemessen ernähren, pflegen und verhaltensgerecht unterbringen, 2. darf die Möglichkeit des Tieres zu artgemäßer Bewegung nicht so einschränken, dass ihm Schmerzen oder vermeidbare Leiden oder Schäden zugefügt werden,...“ (BMEL, 2013). Für andere Tierarten wie z.B. dem Hund wurden die allgemeinen Formulierungen des TierSchG im Rahmen einer Verordnung, der Tierschutz-Hundeverordnung vom 2. Mai 2001, zuletzt geändert durch Artikel 3 der Verordnung vom 12. Dezember 2013, näher gefasst. Für Pferde existiert eine derartige Verordnung in Deutschland (noch) nicht. Eine präzisere Regelung für die artgerechte Haltung und Unterbringung von Pferden wird lediglich im Rahmen der „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“ (BMEL, 2009) getroffen. Diese Vorgaben haben jedoch trotz des Leitliniencharakters bei gerichtlichen Verfahren innerhalb der Urteilsfindung Gewicht. In anderen Ländern wie der Schweiz und Österreich werden die Vorgaben für die Haltung und Unterbringung der Tiere schon im Tierschutzgesetz näher präzisiert, bzw. durch eine entsprechende allgemeine Tierschutzverordnung näher gefasst (BMG, 2011; BUNDESRAT, 2014).

Im Deutschen Tierschutzgesetz ist die sog. *Eigenvollzugskompetenz* der Bundeswehr aufgrund ihrer besonderen Stellung verankert. §15 Abs 3 Satz 1 besagt, „... im Bereich der Bundeswehr obliegt die Durchführung dieses Gesetzes und der auf Grund dieses Gesetzes erlassenen Rechtsvorschriften den zuständigen Dienststellen der Bundeswehr...“ (BMEL, 2013). Innerhalb der Bundeswehr werden die Gesetzesinhalte im Rahmen von Dienstvorschriften, welche als „Verschlussache und nur für den Dienstgebrauch“ eingestuft sind, näher gefasst. So existiert für die Haltung und Nutzung von Equiden bei der Bundeswehr, unter Berücksichtigung der speziellen militärischen Aufgabenstellung, eine eigene Dienstvorschrift. Das aus einer kombinierten Gruppenauslauf- und kurzfristigen Anbindehaltung bestehende

Konzept für die Maultierhaltung im Eins/AusbZ TrgTWes 230 wird dort im Rahmen eines Zeit-Nutzungsmanagements gemäß dem TierSchG geregelt. Auch in der Schweiz existiert unter Berücksichtigung der speziellen militärischen Belange eine Ausnahmeregelung von dem generellen Verbot der Anbindehaltung. Hier ist diese allerdings nicht in einer militärischen Dienstvorschrift, sondern bereits innerhalb der TSchV Art 59 Abs 1 geregelt (BUNDESRAT, 2014).

6.1. Schmerzen

Gemäß der Definition der International Association for the Study of the Pain (ISAP) ist Schmerz definiert als "... unangenehme, sensorische und gefühlsmäßige Erfahrung, die mit akuter oder potentieller Gewebeschädigung einhergeht oder in Form solcher Schädigungen beschrieben wird." (MERSKEY & BOGDUK, 1994; HIRTH et al., 2007). Der Mensch ist in der Lage durch verbale Kommunikation die Art, die Dauer und Intensität von Schmerz zu übermitteln. Bei Tieren ist dies schwerer festzustellen, da Schmerz als Begrifflichkeit weder eine deutliche Abwehrreaktion, noch eine unmittelbare Einwirkung erfordert, sondern eine subjektive Empfindung darstellt (SAMBRAUS & STEIGER, 1997). Um die Fähigkeit zur Schmerzempfindung bei Tiere zu objektivieren, wurden durch das Committee on Pain and Distress in Laboratory Animals drei Kriterien benannt. Die anatomische und physiologische Ähnlichkeit zum Menschen im Rahmen der Schmerzaufnahme, -verarbeitung und -weiterleitung. Sowie das Meiden von schmerzauslösenden Reizen und die Wirksamkeit schmerzhemmender Substanzen (HIRTH et al., 2007). Die Fähigkeit zur Schmerzempfindung ist allerdings als lebensnotwendig anzusehen. Akuter Schmerz ist ein Signal für potentielle Schäden von innen und außen und fungiert daher als „Frühwarnsystem“ des Körpers. Der chronische Schmerz hingegen entspricht eher einem Krankheitsbild. Oftmals ist der auslösende Reiz schon nicht mehr vorhanden, der Schmerz besteht jedoch fort. Abgesehen von den „positiven“ Auswirkungen von chronischen Schmerzen, wie z.B. der Schonung einer Gliedmaße bei einer Entzündung, können sie zu eklatanten Beeinträchtigungen im Wohlbefinden führen. Als Folge stellt sich dies dann in Störungen des Schlaf-, Ernährungs-, und Sozialverhaltens dar (SAMBRAUS & STEIGER, 1997).

6.2. Leiden

Leiden ist ein eigener Begriff im Sinne des Tierschutzgesetzes. Dieser unterscheidet sich von der Leidensauffassung der Human- bzw. Tiermedizin dahingehend, dass im medizinischen Sinne unter Leiden ein Krankheitsbild verstanden wird (POLLMANN & TSCHANZ, 2006). Im Rahmen des TierSchG ist der Begriff Leiden juristisch definiert als „... alle nicht bereits im Begriff des Schmerzes umfassten Beeinträchtigungen im Wohlbefinden, die über ein schlichtes Unbehagen hinausgehen und eine nicht ganz unwesentliche Zeitspanne fort dauern.“ (HIRTH et al., 2007). Eine weitere Definition sieht Leiden als „... der Wesensart des Tieres zuwiderlaufende, instinktwidrige und vom Tier gegenüber seinem Selbst- und Arterhaltungstrieb als lebensfeindlich empfundene Einwirkungen und durch Beeinträchtigungen seines Wohlbefindens verursacht.“ (POLLMANN & TSCHANZ, 2006). Die Abgrenzung zwischen Leiden und Schmerzen gestaltet sich schwierig, da Schmerzen auch ursächlich für Leiden sind. In der Folge von Leiden treten Verhaltensstörungen auf, welche sich in körperlichen Veränderungen und organischen Funktionsstörungen manifestieren können (SAMBRAUS & STEIGER, 1997).

6.3. Schäden

Schäden für das Tier sind entweder ursächlich als Begleiterscheinung oder in Folge von Schmerzen und Leiden zu sehen (SAMBRAUS & STEIGER, 1997). Schäden sind im Tierschutzgesetz juristisch definiert als „... jede Beeinträchtigung der physischen oder psychischen Unversehrtheit. Eine Dauerwirkung ist nicht erforderlich, ebenso wenig eine Verletzung oder Minderung der körperlichen Substanz.“ (HIRTH et al., 2007). Also liegt ein Schaden immer dann vor, wenn eine negative Beeinflussung des körperlichen oder geistigen Zustandes eines Tieres erfolgt, unabhängig von der Dauer der Wirkung (LORZ & METZGER, 1999; REIFENBERG, 2008). Als Beispiele für Schäden werden in der Literatur neben Übergewicht, Verletzung, Störung der Bewegungsfähigkeit und reduzierte Leistungsfähigkeit (REIFENBERG, 2008) auch Verhaltensstörungen und charakterliche Verschlechterungen (HIRTH et al., 2007) angegeben.

III. TIERE, MATERIAL UND METHODEN

1. Allgemeine Studiengrundlagen

Für die Untersuchungen standen zwölf der am Eins/AusbZ TrgTWes 230 in Bad Reichenhall gehaltenen Maultiere zur Verfügung. Zur Beurteilung des Befindens der Tiere in Bezug zum Haltungssystem sind im Rahmen der Studie klinische, labordiagnostische und ethologische Daten erhoben worden. Die für die Durchführung der Blutprobenentnahmen notwendige Anzeige eines Tierversuchs erfolgte auf dem bundeswehrinternen Dienstweg über das SanKdo IV am SanABw Abt. VII.

1.1. Haltung und Management

Zum Zeitpunkt der Durchführung der Untersuchung im Jahr 2006 waren am Eins/AusbZ TrgTWes 230 in Bad Reichenhall 44 Maultiere und zwölf Haflinger in einem kombinierten Haltungssystem untergebracht. Die Haltung der Tiere erfolgte in einer Kombination aus Gruppenauslauf- und Anbindehaltung. Für die tägliche Pflege der Tragtiere sorgten hierfür speziell zum Tragtierführer ausgebildete Soldaten. Die Hufpflege, sowie der erforderliche regelmäßige, als auch der orthopädische Hufbeslag wurden in einer eigenen Schmiede durch staatlich geprüfte Militärhufschmiede durchgeführt. Neben einer Impfprophylaxe gegen Tetanus, Influenza, Tollwut und EHV 1/EHV 4 wurden die Tiere bezüglich Endo- und Ektoparasiten überprüft und behandelt. Eine regelmäßige tierärztliche Überwachung und tiermedizinische Betreuung erfolgte durch die Veterinäroffiziere der Dienststelle in eigenen Untersuchungs- und Behandlungsräumen mit Kranken- und Quarantänestallungen.

Die Tragtiere des Eins/AusbZ TrgTWes 230 werden im Rahmen von militärischen, in Ausnahmefällen auch zivilen Aufträgen insbesondere im Gebirge oder in schwierigem Gelände eingesetzt, wobei der Haupteinsatzzeitraum mit der Trainingsphase im Frühjahr beginnt und der Schwerpunkt in den Sommermonaten liegt. Im Spätherbst bzw. Frühwinter bis Ende März folgt, in Abhängigkeit von Aufträgen und Übungseinsätzen, eine Phase mit reduzierter Aktivität für die Tiere. In dieser Zeit absolvieren die Maultiere, um ein gewisses Leistungsniveau zu halten und eine artgerechte Bewegung sicherzustellen, überwiegend Bewegungsmärsche ohne große Lasten.

1.2. Anbindehaltung

Die Aufstallung in Anbindehaltung erfolgte im Untersuchungszeitraum in Abhängigkeit von der Nutzung der Maultiere vor jedem Marsch über Nacht. Die nächtliche Unterbringung im Stall, vor einem Marsch mit Beginn in den frühen Morgenstunden, wurde von der Bundeswehr aus Gründen des militärischen Bedarfs sowie der erforderlichen Tierversorgung durchgeführt. Diese Maßnahme wurde ergriffen, um vor der Belastung am Folgetag eine individuell angepasste Fütterung und eine eingehende Kontrolle des Gesundheitszustandes zu gewährleisten sowie flächige Fellverschmutzungen vor dem Aufsatteln zu vermeiden. Die Maultiere waren in Reihe mit dem Kopf zum Futtertrog hin angebunden und über Kopfhöhe befanden sich als Tageslichtquelle die Stallfenster. Die Anbindevorrichtung bestand aus einer 30 cm über dem originären Betonboden beginnenden, bis in 1,10 m Höhe reichenden, s-förmigen Metallschiene, welche unterhalb des Futtertroges in die Wand eingelassen war. An ihr konnte der Ring mit der Anbindekette frei gleiten und die s-förmige Konzeption der Schiene gewährleistete, dass sich die Anbindekette verkürzte, wenn das Tier näher an die Wand herantrat und minderte somit die Verletzungsgefahr durch die Anbindevorrichtung. Die eigentliche Anbindung erfolgte über eine metallene, 1,25 m lange Kette, welche am Hals der Tiere mittels eines 4,7 cm breiten, ledernen Halsriemens befestigt wurde. Die einzelnen Schienensysteme für die Anbindung waren im Abstand von 1,60 m zueinander angebracht und die Maultiere waren im Regelfall nicht durch Seitenbegrenzungen voneinander getrennt (vgl. Abbildung 5). Sollte jedoch eine kurzzeitige Abtrennung nötig sein, bestand seitlich die Möglichkeit bewegliche Flankierbäume einzusetzen. Das Niveau der ca. 3,50 m langen Standplätze war bodengleich mit der Stallgasse und wurde lediglich durch eine flache, in den Boden integrierte Abflussrinne nach hinten begrenzt. Tagsüber wurden die Maultiere stündlich durch die hierfür eingeteilten Tragtierführer kontrolliert, die Entmistung erfolgte 3 x täglich, so dass immer eine trockene, saubere und verformbare Liegefläche zur Verfügung stand. Die nächtliche Kontrolle der Tiere wurde ebenfalls frequent durchgeführt, jedoch ohne Misten um eine Stallruhe zu gewährleisten.



Abbildung 5: In Anbindehaltung aufgestallte Maultiere.

1.3. Gruppenauslaufhaltung

An nutzungsfreien Tagen wurden die Maultiere zusammen mit den im Eins/AusbZ TrgTWes 230 gehaltenen Haflingern ganzjährig in zwei Ausläufen, die in ihren Abmessungen nahezu identisch und mit einem stabilen Witterungsschutz versehen waren, untergebracht. Der Größere der beiden Ausläufe hatte eine rechteckige Form und eine Fläche von über 3500 m² und war so gestaltet, dass die einzelnen Funktionsbereiche räumlich getrennt voneinander positioniert sind. Ferner wurde beim Bau ein größerer Baum als zusätzliche Scheuermöglichkeit belassen (Abbildung 6).

Der Boden des Auslaufs verfügte über eine Drainage zur Verhinderung von Staunässe und der an zwei Seiten geschlossene Witterungsschutz war so ausgeführt, dass ggf. entstehende Feuchtigkeit über eine an der Längsseite gelegene, flache Drainagerinne aus Beton abgeführt werden konnte. Der Bodenbelag der Freifläche bestand aus einem Sand-Kies-Gemisch und war an der Stirnseite, an welcher die Selbsttränken angebracht waren, mit einem breiten Pflasterstreifen befestigt. Der Betonboden des Witterungsschutzes war mit Weizenstroh in Futterqualität über ca. dreiviertel der Gesamtfläche eingestreut. Im Bereich der offenen Stirnseite war der Dachstand überhängend konzipiert und der darunter liegende Boden war ebenfalls mit Pflaster befestigt. Der Unterstand war so aufgebaut, dass er aufgrund seiner Dimension mit ca. 200 m² 28 Tieren gleichzeitig Schutz bietet (Abbildung 7).

Die Kontrolle der Tiere erfolgte gantztägig stündlich durch dazu eingeteilte Soldaten, die Entmistung des Auslaufs und der Liegefläche wurde je nach Bedarf mehrmals täglich durchgeführt.



Abbildung 6: Auslauf mit getrennten Funktionsbereichen und Scheuermöglichkeit.



Abbildung 7: An zwei Seiten geschlossener Witterungsschutz mit Strohmattmatze im hinteren Bereich und befestigter Unterstellfläche. Im Vordergrund Pflasterbereich im Bereich der Tränken.

1.4. Fütterung und Tränke

Eine Gestaltung der Futterrationen für die Maultiere erfolgte bedarfsgerecht, individuell auf die einzelnen Tiere unter Berücksichtigung ihres Gesundheitsstatus, ihres Leistungsniveaus und der Arbeitsauslastung zugeschnitten. Die Tragtiere des Eins/AusbZ TrgTWes 230 werden in der Regel ca. einmal jährlich gewogen, um belastbare Daten für den Ernährungszustand, die Rationsgestaltung, Medikation und ggf. wissenschaftliche Untersuchungen zu erhalten. Die einzelnen Futterpläne wurden durch den Futtermeister zusammen mit dem Veterinäroffizier vor Ort erstellt. Die Gestaltung der Rationen erfolgte auf Basis der für Pferde üblichen Rationsparameter (MEYER & COENEN, 2002; KAMPHUES et al., 2004) unter Berücksichtigung der, aufgrund ihrer Verwandtschaft zum Esel vorhandenen, speziellen Verdauungsphysiologie der Maultiere (NMELF, 2000).

Die Bundeswehr hat keine eigenen landwirtschaftlichen Flächen zur Gewinnung von Raufutter und Einstreumaterial. Eingesetzte Futtermittel, v. a. Heu bzw. Einstreumaterial in Futterqualität wie Weizenstroh wurden in der Regel regional bezogen. Bedingt durch Angebot, Nachfrage und die Preisgestaltung kam es jedoch ggf. zu wechselnden Bezugsquellen. Für das Futterheu wurde der erste Schnitt eingekauft, eine weitere Differenzierung, ob der erste Schnitt eher früher oder später erfolgte wurde nicht durchgeführt. Das gelieferte Heu und Stroh wurde bei Anlieferung entweder durch den Futtermeister, oder den Sanitätsoffizier Veterinär einer grobsinnlichen Überprüfung gemäß den Parametern zur Heu- und Strohbeurteilung nach MEYER und COENEN (2002) unterzogen. Vor allem Abweichungen in der hygienischen Qualität, z.B. Schimmelpilzbefall, muffiger Geruch und Verunreinigungen führten vereinzelt zur Ablehnung der Lieferung. Die Lagerung der angelieferten und angenommenen Kleinballen erfolgte dann auf einem gut gelüfteten Heuboden. Die Beurteilung und Überprüfung von Futtermitteln ist ein wesentlicher Bestandteil der Ausbildung der Tragtierführer, so wurden das Heu und Stroh im Zuge der Vorlage bzw. des Einstreuens, durch die Soldaten einer weiteren grobsinnlichen Beurteilung unterzogen.

Entsprechend ihrer Arbeitsleistung erhielten die Tiere eine Futterration auf Heu/Mineralfutterbasis.

Zur Deckung ihres Erhaltungsbedarfs erhielten die Tiere Heu (max. 1,5 kg Heu/100 kg KGW pro Tag). Bei mittlerer bis schwerer Arbeitsleistung wurde der Ration darüber hinaus bedarfsweise bis zu 3,5 kg Hafer/Ergänzungsfuttermittel pro Tier beigefügt. Das Ergänzungsfuttermittel bestand hierbei aus Quetschhafer und einem handelsüblichen Pferdemüsli (6-Korn-Plus, Mühldorfer Pferdefutter, Mühldorf am Inn, vgl. IX.6.1) im Verhältnis 1:1. Zusätzlich erhielten alle Tiere bis zu 100 g/Tier pro Tag eines vitaminisierten Mineralfutters (Pferde-Mineralpellets, Fa. Trouw Nutrition Deutschland GmbH, vgl. IX.6.2). Des Weiteren wurden den Tieren noch Siede- oder Steinsalzblöcke (Fa. Südsalz, Bad Reichenhall) vorgelegt. Zur Befriedigung des Kaubedürfnisses stand den Tieren über die Heuration hinaus, das Einstreumaterial (Weizenstroh) in Futterqualität in beiden Haltungssystemen ad libitum zur Verfügung. Die Futtermittellieferung war gemäß Zeitplan bzw. Zusammensetzung teilweise unterschiedlich im Stall und Auslauf, wobei die Fütterung in beiden Haltungssystemen um 04:30 Uhr morgens mit einer Heuvorlage begann. Um 05:30 Uhr wurden die Tiere im Stall zusätzlich mit dem o. a., mit Mineralfutter angereichertem Kraftfutter-Gemisch versorgt. Weitere Heuvorlagen erfolgten in beiden Haltungssystemen um 10:30 Uhr, sowie 17:00 Uhr und im Stall ergänzend eine Fütterung mit Kraftfutter-Gemisch um 17:30 Uhr. Die Versorgung der Tiere im Gruppenauslauf mit Mineralfutter erfolgte im Rahmen der Heuvorlage. Die Tiere in Anbindehaltung erhielten ihre Heuvorlage auf dem Boden und das Kraftfutter-Gemisch aus dem Futtertrog (Höhe über Boden: 1,15 m). Das im Auslauf angebotene Heu wurde auf mehrere große Raufen verteilt mit einem Fressplatz/Tier-Verhältnis von 1:1 (Abbildung 8).



Abbildung 8: Mobile Heuraufe im Auslaufbereich mit Fressplätzen für 12 Tiere.

Mittels einer Selbsttränke in einer Höhe von ca. 1,40 m über dem Boden erfolgte das Tränken der Tiere im Stall, wobei sich jeweils zwei benachbarte Maultiere eine Vorrichtung teilten. Im Auslauf waren die Selbsttränken an der Stirnseite in größeren Abständen voneinander positioniert, der Boden war in diesem Bereich mit Pflaster befestigt, um eine Pfützenbildung zu verhindern.

2. Tiere

Die im Eins/AusbZ TrgTWes 230 gehaltenen Maultiere und Haflinger waren in mehrere kleinere Einheiten, sog. Züge eingeteilt und untergebracht. Die Auswahl von aneinander gewöhnten Tieren aus einem bereits bestehenden Zug minimierte die Gefahr einer Beeinflussung der Studienergebnisse durch Stress. In der vorliegenden Arbeit wurde daher aus den vorhandenen Zügen einer zufällig ausgewählt und unter Zugrundelegung der üblichen Größe einer Marschgruppe zwölf Maultiere für die Studie herangezogen. Sie waren gemischten Geschlechts und Alters, seit einigen Jahren im Bestand und an die Haltungs- und Nutzungsbedingungen adaptiert. Die Bundeswehr züchtet keine eigenen Maultiere, daher stammten die Tiere alle aus Zukäufen aus unterschiedlichen Beständen aus dem In- und europäischen Ausland. Ihre Ausbildung zum Tragtier erhielten die Maultiere erst vor Ort im Eins/AusbZ TrgTWes 230. Die zu untersuchenden zehn Maultierstuten und zwei Maultierwallache im Alter von 11 - 23 Jahren wurden zu Beginn nach dem 13 Untersuchungspunkte umfassenden Schema von GLITZ und DEEGEN (2002) untersucht (s. IX.3) und für klinisch allgemeingesund befunden. Im Rahmen der Untersuchung wurden die Tiere auch hinsichtlich ihres Ernährungszustandes beurteilt. Analog zur Beurteilung des Body Condition Score von Eseln ist auch bei Maultieren eine alleinige Einordnung in für Pferde existierenden BCS (KIENZLE & SCHRAMME, 2004) nicht zielführend. Aus diesem Grund wurde als Basis zur Beurteilung der in den „Empfehlungen zur Haltung von Eseln“ des NIEDERSÄCHSISCHEN MINISTERIUMS FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (2000) enthaltene Body Condition Score für Esel mit einer Skala von 1 (ausgezehrt) bis 9 (extrem fett) herangezogen. Die Probanden hatten hierbei einen BCS im Bereich von 5 (moderat) bis 6 (moderat fleischig), was einem BCS für Pferde von 5 (ideal) bis 6 (leicht übergewichtig) entspricht (KIENZLE & SCHRAMME, 2004). Ein Tier zeigte eine vermehrte Fetteinlagerung am Hals (Kammfett) entsprechend einem BCS von 7 (fleischig), die weiteren beurteilten

Konturen, Knochenvorsprünge und Fetteinlagerungen bzw. Fettabdeckungen entsprachen jedoch einem BCS von 6.

2.1. Maultierdaten

In folgend angeführter Tabelle 2 sind die Daten der für die Studie zur Verfügung stehenden Tiere im Überblick dargestellt.

Tabelle 2: Daten der Maultiere

| Probandenidentifikation | Geschlecht | Alter in Jahren | Stockmaß in cm |
|-------------------------|------------|-----------------|----------------|
| 04 | ♀ | 11 | 153 |
| 06 | ♀ | 19 | 153 |
| 07 | ♀ | 14 | 147 |
| 09 | ♀ | 23 | 160 |
| 10 | ♀ | 13 | 155 |
| 13 | ♀ | 21 | 160 |
| 14 | ♀ | 20 | 159 |
| 15 | ♀ | 13 | 147 |
| 19 | ♂ | 14 | 154 |
| 20 | ♂ | 13 | 150 |
| 71 | ♀ | 16 | 144 |
| 72 | ♀ | 15 | 140 |

3. Untersuchungszeitraum und standardisierte Belastung

3.1. Untersuchungszeitraum

Zum Ausschluss von Trainingseffekten wurde der Haupt-Studienzeitraum von Juli bis September gewählt. Zu diesem Zeitpunkt befanden sich die Maultiere nach einer Trainingsphase im Frühjahr auf ihrem jahreszeitlichen Leistungshöchststand. Die Witterungsbedingungen an den einzelnen Untersuchungstagen waren trocken und warm. Für die Voruntersuchung wurde ein Zeitraum gegen Ende der Frühjahrs-Trainingsphase im April gewählt.

3.2. Standardisierte Belastung

Als standardisierte Belastungsstrecke wurde eine Versorgungsstrecke im Bereich Bad Reichenhall mit einer Gesamtlänge von 7,5 km auf geschotterten Forstwegen und Wanderwegen mit einer Mindestbreite von 1 m ausgewählt.

Bedingt durch den Ausgangspunkt Bad Reichenhall mit einer Höhe von 470 m NHN und dem Ablastepunkt auf einer Höhe von 1470 m NHN waren somit insgesamt 1000 Höhenmeter zu überwinden (Abbildung 9).

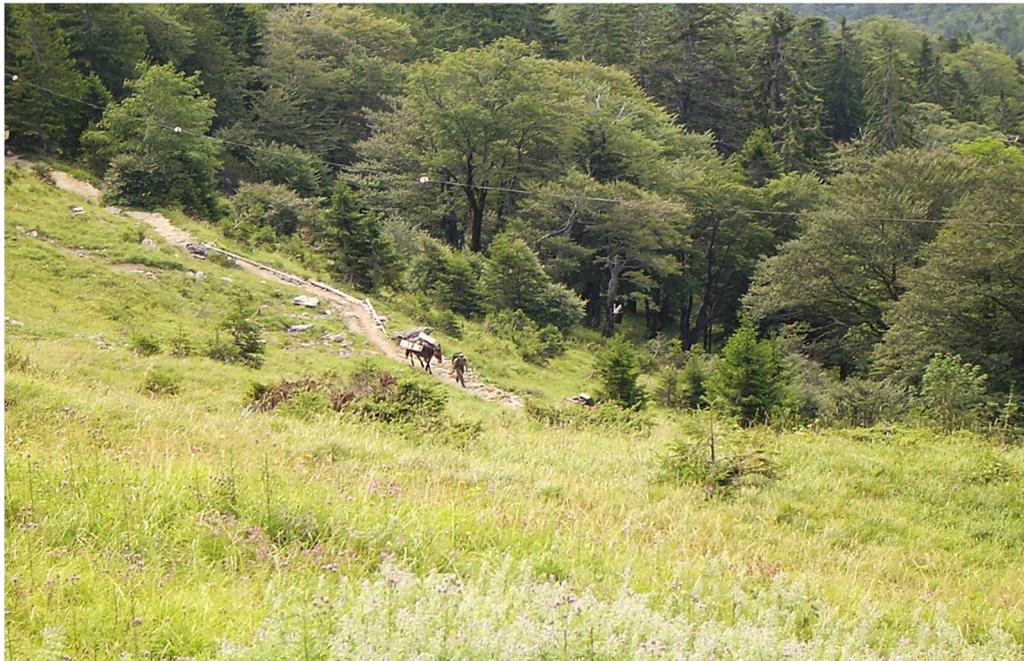


Abbildung 9: Teilabschnitt der Belastungsstrecke

Die Transportlast der Maultiere setzte sich aus dem Gewicht des Tragsattels inklusive Zaumzeug und der originären Packlast, welche je nach Körpergröße des Maultieres variieren kann, zusammen. Tragsattel inklusive dem Zaumzeug hatten ein Eigengewicht von ca. 40 kg, hierzu addierte sich noch der sog. „Woilach“, eine spezielle Pferdedecke mit ca. 8 kg (Abbildung 10 & Abbildung 11).

Die Packlast variierte je nach körperlichen Voraussetzungen und Konstitution des einzelnen Maultiers zwischen 100 – 120 kg, so dass sich ein Gesamtgewicht je nach Maultier von 148 - 168 kg ergab. Die Lasten wurden auf den Tragsattel als Oberlast oder seitlich, gleichmäßig verteilt als Seitenlasten aufgelegt. Grundsätzlich sollte eine Gesamtlast von 30 % des Körpergewichts des Tragtieres nicht überschritten werden. Das Arbeitstempo im Rahmen der Belastung war durchgehend der Schritt.



Abbildung 10: Maultier mit Zaumzeug, Tragsattel und Woillach ohne Packlast.



Abbildung 11: Maultier mit Packlast beim sog. "Ablasten" (Abnehmen der Packlast).

3.2.1. Marschablauf

Der Marsch begann nach dem Satteln im Bereich der Stallung noch ohne Packlast, nach ca. 15 min wurde eine sog. „Gurtrast“ zur Kontrolle und ggf. Korrektur des Tragsattels eingelegt. In 5,5 km Entfernung zum Ausgangspunkt befand sich der untere Verlastepunkt, hier wurde die Last auf die Maultiere verladen, was ca. 30 min dauerte. Insgesamt nahm der Marsch bis zum Ablasten ca. 150 min in Anspruch. Nach Ankunft und Abnahme der Packlasten hatten die Tragtiere und die Tragtierführer eine Ruhepause von 45 min. Die Aufstallung der Maultiere erfolgte hierbei in einer Feldstallung in kurzzeitiger Anbindehaltung (vgl. Abbildung 12). Diese Stallung bestand aus einem System in der Erde verankerter, senkrecht stehender Pflöcke, die mit einem querlaufenden Stahlseil verbunden waren, woran dann die Ringhalfter der Maultiere angebracht wurden.



Abbildung 12: Maultiere während der Ruhepause in einer Feldstallung aufgestellt.

Im Anschluss an die Ruhepause erfolgte der Rückmarsch der Tragtiere auf der selben Strecke wie im Aufstieg. Dabei bestand die Traglast lediglich aus dem Packsattel mit den leeren Transportbehältnissen. (Abbildung 13 & Abbildung 14).



Abbildung 13: Maultier mit Packlast

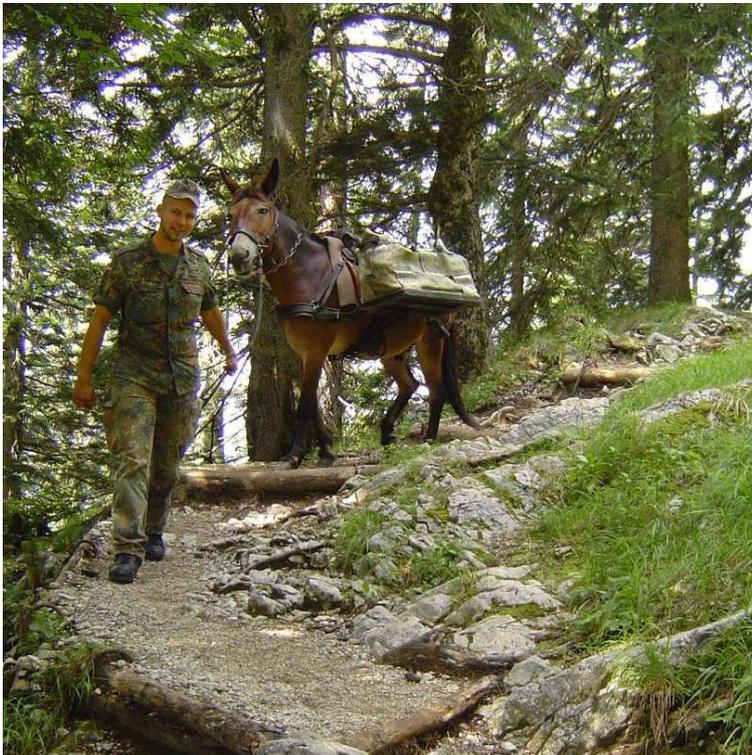


Abbildung 14: Rückmarsch, Führtechnik auf unebenem Gelände.

4. Aufbau der Studie

Der Aufbau der Arbeit erfolgte im Sinne einer Orientierungsstudie im *Cross Over Design*, um den individuellen Unterschieden in der Stressbewältigung und der begrenzten Anzahl an zur Verfügung stehenden Tieren Rechnung zu tragen. Die Maultiere wurden in den Durchläufen der Untersuchung mit sich selbst verglichen, somit war auch die Homogenität der Tiergruppe hinsichtlich Alter und Geschlecht nicht ausschlaggebend (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Zuordnung der Tiere im Cross Over Design

| Untersuchungsaufteilung der Tiere im Cross Over Design | | |
|---|--------------------------------------|-----------------|
| Tier Nr. | Marsch 1 | Marsch 2 |
| 9 | A | G |
| 13 | A | G |
| 14 | G | A |
| 6 | G | A |
| 71 | G | A |
| 72 | G | A |
| 7 | A | G |
| 19 | A | G |
| 20 | G | A |
| 15 | A | G |
| 10 | A | G |
| 4 | G | A |
| | | |
| Legende: | Tiernummer = Probandenidentifikation | |
| | A = Anbindehaltung | |
| | G = Gruppenauslauf | |

Im Rahmen einer Voruntersuchung mit zwei nicht in der Hauptstudie stehenden Maultieren, wurde der Aufbau der Studie hinsichtlich Funktionalität im Zeitmanagement, in der Organisation innerhalb des Dienstablaufs und im technischen Equipment überprüft. In seiner Folge musste das Konzept dahingehend angepasst werden, dass die Verwendung eines elektronischen Herzratenmonitors zur Erfassung der HF aufgrund der Konzeption des Tragsattels nicht störungsfrei möglich war. Die Verkabelung des Stallgebäudes, zum Einsatz einer 24 h Videoüberwachung zur Erhebung der ethologischen Parameter, erwies sich als sehr störanfällig. Es konnte aufgrund von Stromschwankungen und Personenverkehr keine konstante, auswertbare Bildqualität erreicht werden. Das Anbringen von Videokameras

im Auslaufbereich war aufgrund fehlender Stromzuführung und ungenügender Lichtverhältnisse ebenfalls nicht möglich.

Zur Gewährleistung einer zeitgerechten Probennahme und Datenerhebung erfolgte die Proben- und Datengewinnung von zwei immer gleichen Personen parallel. Die Erhebung der klinischen bzw. labordiagnostischen und ethologischen Parameter wurde in jeweils zwei Untersuchungsdurchläufen durchgeführt. Die in der Studie stehenden Maultiere sind im ersten Durchlauf im Anschluss an die Belastung in die Studiengruppen „A“ (Anbindehaltung) und „G“ (Gruppenauslaufhaltung) zu je 6 Tieren aufgeteilt worden. Im zweiten Durchlauf erfolgte die Aufteilung der Gruppen dann umgekehrt. Der Mindestabstand zwischen den Durchläufen sollte 48 h betragen, um eine Beeinflussung der Untersuchungsergebnisse durch die Regenerationsphase der labordiagnostischen Werte zu verhindern. Aus organisatorischen Gründen musste jedoch ein Abstand von einer Woche zwischen den Untersuchungsdurchläufen gewählt werden.

Die Untersuchung der ethologischen Parameter erfolgte getrennt von der Erhebung der klinischen und labordiagnostischen Werte, um ein Verfälschen der Daten durch den ggf. entstehenden Stress bei der Probengewinnung auszuschließen. Für jeden Studiendurchlauf wurden vorab entsprechende Basiswerte ermittelt.

4.1. Untersuchungsschemata und Untersuchungszeitpunkte

4.1.1. Klinische und labordiagnostische Parameter

Die Erhebungszeitpunkte für die klinischen und labordiagnostischen Parameter sind in folgender Tabelle 4 zusammengestellt.

Tabelle 4: Testzeitpunkte der klinischen und labordiagnostischen Parameter im Verlauf der Studie.

| | | |
|--|-----------|--|
| 1. Tag Basiswerte (Ruhewerte 1) | 06:00 Uhr | Blutprobenentnahme / HF-Messung Basis A1 (I/II) Speichelprobenentnahme |
| | 12:00 Uhr | Speichelprobenentnahme Basis S1a (I/II) |
| | 18:00 Uhr | Blutprobenentnahme/ HF-Messung Basis B1 (I/II) Speichelprobenentnahme |
| | 24:00 Uhr | Speichelprobenentnahme Basis S1b (I/II) |

| | | |
|---|--|--|
| 2. Tag Basiswerte (Ruhewerte 2) | 06:00 Uhr | Blutprobenentnahme / HF-Messung Basis A2 (I/II) Speichelprobenentnahme |
| | 12:00 Uhr | Speichelprobenentnahme Basis S2a (I/II) |
| | 18:00 Uhr | Blutprobenentnahme / HF-Messung Basis B2 (I/II) Speichelprobenentnahme |
| | 24:00 Uhr | Speichelprobenentnahme Basis S2b (I/II) |
| 1. Tag der Untersuchung (Marschtag) | zu Dienstbeginn | Speichelprobenentnahme T1S (I/II) |
| | vor Abmarsch (ca. 06:00 Uhr) | Blutprobenentnahme T1B (I/II) HF-Messung T1 (I/II) Speichelprobenentnahme T2S (I/II) |
| | Marsch | |
| | Unmittelbar nach Ankunft am Zielort | Speichelprobenentnahme T3S (I/II) |
| | Unmittelbar vor Rückmarsch zum Ausgangspunkt (nach ca. 45 min Ruhephase) | Speichelprobenentnahme T4S (I/II) |
| | unmittelbar nach Rückkunft am Ausgangspunkt | Blutprobenentnahme T2B (I/II) HF-Messung T2 (I/II) Speichelprobenentnahme T5S (I/II) |
| | Aufteilung in die Untersuchungsgruppen „ Gruppenauslaufhaltung “ und „ Anbindehaltung “ | |
| | 1 Stunde nach Aufteilung (ca. 16:00 Uhr) | Speichelprobenentnahme T6S (A/G) |
| | 4 Stunden nach Aufteilung (ca. 18:00 Uhr) | Blutprobenentnahme T3B (A/G) HF-Messung T3 (A/G) Speichelprobenentnahme T7S (A/G) |
| | T4B, T4 und T4S entfällt bei Tieren unter naturnahen Bedingungen, Probenentnahme nicht möglich | 10 Stunden nach Aufteilung (ca. 24:00 Uhr) |
| 2. Tag der Untersuchung (Tag nach dem Marsch;) | 06:00 Uhr | Blutprobenentnahme T5B (A/G) HF-Messung T5 (A/G) Speichelprobenentnahme T9S (A/G) |
| Untersuchungsende | | |

Die zeitnahe Erhebung der Basiswerte vor dem Untersuchungsdurchlauf diente der interindividuellen Ermittlung der Basalwerte (VAN DER KOLK et al., 2001) und wurde in beiden Studiendurchläufen (I/II) durchgeführt. Die Erhebung klinischer und labordiagnostischer Basalwerte fand vor dem Hintergrund, dass die Maultiere vor jedem Marsch aus Managementgründen über Nacht im Stall gehalten wurden, ausschließlich in Anbindehaltung statt. Die Erhebungszeitpunkte der labordiagnostischen Werte wurden so gewählt, dass der zirkadianen bzw. pulsatilem Sezernierung von Substanzen, wie z.B. Kortisol, Rechnung getragen wurde (IRVINE &

ALEXANDER, 1994).

Die Blutprobenentnahme erfolgte zur Erhebung von Parametern des roten und weißen Blutbildes, der N:L Ratio, der Glukose, des Laktats und des Gesamtkortisols. Die Speichelproben wurden zur Bestimmung des freien Kortisol entnommen.

Die Untersuchungsdurchläufe endeten jeweils am Folgetag 06:00 Uhr, um diesen Wert mit dem entsprechenden Basalwert in Beziehung setzen zu können. Der am Marschtag um 06:00 Uhr erhobene Wert diente als „Ausgangsstresswert“, da hier die Tiere durch die Marschvorbereitungen (putzen, satteln, etc.) bereits eine gewisse Aufregung zeigten und der Wert T2B spiegelte den „Belastungsstress“ wider.

4.1.2. Ethologische Parameter

Die ethologischen Untersuchungen erfolgten zeitlich getrennt von der Erhebung der labordiagnostischen Parameter gegen Ende des Studienzeitraumes im August/September. Aufgrund der Abwesenheit von im Vorfeld bekannten, manifesten Verhaltensstörungen, konnten immer 6 Tiere von einer Person gleichzeitig beobachtet werden. Die Verhaltensbeobachtungen erfolgten im Stall und im Freilauf in Form einer 6 h Fokus-Beobachtung in Ruhe bzw. einer 6 h Beobachtung nach Belastung (s. Tabelle 5) modifiziert nach ZEITLER-FEICHT und BUSCHMANN (2003), sowie BUSCHMANN (2001).

Die unterschiedlichen Haltungssysteme (Gruppenauslauf- bzw. Anbindehaltung) bedingten abweichende Möglichkeiten zum Ausleben der Verhaltensmerkmale der einzelnen Funktionskreise. Im Gegensatz zu den klinischen und labordiagnostischen Erhebungen, wurden daher für die ethologischen Untersuchungen eintägige Basalwerte sowohl im Stall als auch im Auslauf ermittelt. Die Tiere wurden jeweils 2 h am Vormittag, 2 h Mittags bis früher Nachmittag und 2 h am Abend visuell beobachtet. Hierbei konnte eine belastbare Tagesübersicht gewonnen werden, welche die regulären Aktivitäten der Tiere enthielt, wie z.B. Ruhen und Fressen (BUSCHMANN, 2001; ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN, 2003).

Die Aufteilung der Gruppen nach Belastung erfolgte in gleicher Weise wie bei dem klinischen und labordiagnostischen Teil der Arbeit. Im Anschluss an die Belastung wurden die Tiere 6 h durchgehend beobachtet, da ein Splitten der Untersuchungszeit aufgrund der fortgeschrittenen Tageszeit bei Rückkunft am Ausgangspunkt (ca. 14:00 Uhr) nicht möglich war. Untersucht wurden die Funktionskreise *Nahrungs-*

aufnahmeverhalten, Ruheverhalten, Komfortverhalten, Sozialverhalten (inkl. *sozialem Spiel*) und *Neugier- und Erkundungsverhalten* in beiden Haltungssystemen. Der Funktionskreis *Bewegung* konnte nur im Rahmen der Gruppenauslaufhaltung bewertet werden. Auf etwaige im Studienverlauf auftretende *reaktive Verhaltensauffälligkeiten* wurde geachtet.

Tabelle 5: Untersuchungszeitpunkte der Verhaltensbeobachtungen im Untersuchungsverlauf.

| | |
|--|--------------------------|
| Basiswerte (Werte Ruhetag) | |
| 6-Stunden Fokus-Beobachtungen (Stall und Freilauf) | 08:00 Uhr bis 10:00 Uhr |
| | 13:00 Uhr bis 15:00 Uhr |
| | 18:00 Uhr bis 20:00 Uhr |
| | |
| Tag der Untersuchung (Marschtag) | |
| | <i>Marsch</i> |
| Aufteilung in die Untersuchungsgruppen „Anbindehaltung“ und „Gruppenauslaufhaltung“ | |
| 6-Stunden Beobachtungen | 14:00 Uhr bis 20:00 |
| | Untersuchungsende |

5. Studiendurchführung

5.1. Ermittlung der Herzfrequenz

Die Herzfrequenzmessung erfolgte durch Auskultation mittels eines handelsüblichen Großtierstethoskops nach GÖTZE und wurde für 1 Minute ermittelt. Es wurde auf der linken Körperseite zwischen dem 4. und 5. Interkostalraum im Bereich des Herzspitzenstoßes auskultiert (TAYLER & HILLYER, 2004)

5.2. Blutprobenentnahme

Die Blutprobenentnahme erfolgte nach Desinfektion der Punktionsstelle (ES Kompressen 10 x 10 cm, Fa. Hartmann AG, Heidenheim; Cutasept® F Hautantiseptikum, Fa. Bode Chemie GmbH, Hamburg) auf der linken Halsseite durch Punktion der V. jugularis. Zum Einsatz kam ein sog. Vacutainer System zum schonenden Punktieren der Vene. Das System besteht aus einem Griffstück (Standard Halter, Ref. 450201, Fa. Greiner Bio-One GmbH, Kremsmünster, Österreich) und sterilen Mehrfachentnahmekanülen (VACUETTE® 0,90 mm x 38 mm, Ref. 450077, Fa. Greiner Bio-One GmbH, Kremsmünster, Österreich), welche allerdings nur einmal pro Blutentnahme verwendet wurden.

Zur Auswertung der Blutproben wurde sowohl Serum, als auch EDTA Blut benötigt. Hierfür kamen, passend zum Entnahmesystem, spezielle Serumröhrchen (VACUETTE® Z Serum Clot Activator, 9 ml, Ref. 455092, Fa. Greiner Bio-One GmbH, Kremsmünster, Österreich) und EDTA-Röhrchen (VACUETTE® K3E K₃ EDTA, 9 ml, Ref. 455036, Fa. Greiner Bio-One GmbH, Kremsmünster, Österreich) zum Einsatz; diese wurden bei jeder Entnahme vollständig gefüllt. Die Probenkennzeichnung erfolgte mit folgenden Angaben: Probandenidentifikation des Maultiers, Datum der Entnahme, Basiswerte (A1/A2 und B1/B2), Blutwerte (T1B-T5B), Untersuchungsdurchlauf (I/II bzw. A/G).

5.2.1. Behandlung der Blutproben

Für das, für die Messung von Laktat und Glukose mittels Schnelltest benötigte Nativblut, erfolgte die Entnahme unmittelbar nach der Gewinnung aus dem Serumröhrchen und mit Hilfe einer Tropfpipette (Tropfpipette Pasteur, Kunststoff PE, 4,0 ml, Artikelnr. 07525, Fa. WDT, Garbsen). Jeweils ein Tropfen der Probe wurde direkt auf die entsprechenden Teststreifen aufgebracht. Das für die Auswertung des roten und weißen Blutbildes benötigte EDTA Blut wurde unmittelbar nach der Gewinnung im verschlossenen Röhrchen 2 – 3 x, „über Kopf“ gemischt. Die Aufbewahrung bis zur zeitnahen Messung im Analysegerät erfolgte aufrecht stehend in einem Reagenzglasständer bei Raumtemperatur.

Die Serumröhrchen wurden unmittelbar nach der Entnahme bei 6° - 8°C für ca. 20 min aufrecht stehend im Kühlschrank bis zur vollständigen Gerinnung aufbewahrt. Im Anschluss wurde das Röhrchen in einer Kühlzentrifuge (Mikro 22 R

Zentrifuge, Fa. Hettich GmbH & Co. KG, Tuttlingen) bei 8°C mit 2500 Umdrehungen/min 10 min zentrifugiert. Danach wurde der Überstand mittels einer Kolbenhubpipette (PSK Pipettenspitzen, Fa. Eppendorf AG, Hamburg) abgenommen und das Serum zunächst in ein neutrales Röhrchen (Eppendorfgefäß, 1,5 ml, Fa. Eppendorf AG, Hamburg) überführt und erst anschließend in 150 µl Aliquots in weitere Eppendorfgefäße (1,5 ml, Fa. Eppendorf AG, Hamburg) aufgeteilt und umgehend bei -18°C bis zur Auswertung aufrecht stehend in Styropor-Ständern tiefgefroren. Aus dem Serum aller in der Studie stehender Maultiere wurden insgesamt 5 ml Serum für Poolproben gewonnen. Aus dieser Menge wurden 1,5 ml in ein einzelnes Eppendorfgefäß überführt und die restlichen 3,5 ml in 140 µl Aliquots in weitere Eppendorfröhrchen aufgeteilt und ebenfalls bei -18°C bis zur Verwendung tiefgefroren. Die Kennzeichnung der Proben setzte sich aus den bereits o.a. Angaben zusammen.

5.3. Speichelprobenentnahme

Die Speichelentnahme erfolgte mittels zweier Wattestäbchen (Holzstab 20 cm, Wattekopf 10 mm, unsteril, Artikelnr. 370-966, Fa. Wilh. Weisweiler GmbH & Co. KG, Münster), welche den Maultieren seitlich in das Maul eingeführt und für ca. 10 Sek. zum Einspeicheln dort belassen wurden. Die beiden eingespeichelten Wattestäbchen wurden zusammen in eine handelsübliche 5 ml Standard-Einmalspritze (Artikelnr. 09798, Fa. WDT, Garbsen) ohne Kolben gesteckt und diese dann in ein neutrales Zentrifugenröhrchen (Zentrifugenröhrchen PE, Artikelnr. 07772, Fa. WDT, Garbsen) verbracht. Die Probenkennzeichnung enthielt folgenden Angaben: Probandenidentifikation des Maultiers, Datum der Entnahme, Basiswerte (A1/S1a, od. A2/S2a und B1/S1b od. B2/S2b), Speichelproben (T1S-T9S), Untersuchungsdurchlauf (I/II, bzw. A/G).

5.3.1. Behandlung der Speichelproben

Die Stiele der in dem Röhrchen befindlichen Wattestäbchen wurden mittels einer Schere auf Röhrchenlänge gekürzt und die Röhrchen unmittelbar 2 x bei 8°C und 3000 Umdrehungen/min jeweils 10 min zentrifugiert. Die Spritze mit den Wattestäbchen wurde im Anschluss entfernt und der entstandene Überstand mittels Kolbenhubpipette (PSK Pipettenspitzen, Fa. Eppendorf AG, Hamburg) abgenommen. Es erfolgte eine Aufteilung in 150 µl Aliquots in Eppendorfgefäße (Eppendorfgefäß, 1,5 ml, Fa. Eppendorf AG, Hamburg), welche bei -18°C aufrecht stehend in

Styropor-Ständern bis zur Auswertung tiefgefroren wurden. Aus den gesamten Speichelproben, aller in der Studie untersuchten Maultiere wurden insgesamt 4 ml Poolproben gewonnen mit folgender Aufteilung: 1 x 1 ml und die restlichen 3 ml in 140 µl Aliquots in Eppendorfröhrchen. Die weitere Behandlung der Poolproben erfolgte analog zu denen der Serumpoolproben (s. 5.2.1).

5.4. Bestimmung der labordiagnostischen Parameter im Vollblut, Serum und Speichel

5.4.1. Kortisol - ELISA

5.4.1.1. Testprinzip kompetitiver ELISA

Die Bestimmung der Kortisolkonzentrationen im Serum und im Speichel erfolgte mittels einem, vom Lehrstuhl für Tierschutz, Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung der LMU München entwickelten, kompetitiven ELISA.

Das allgemeine Testprinzip besteht aus mehreren Schritten. Im ersten Schritt (Beschichtung) wird der Antikörper/das Antigen mittels Inkubation über 2 h bei 37°C an die Probenplatte gebunden. Im zweiten Schritt (Blockierung) werden die freien Bindungsstellen der Probenplatte mit Gelatine, Milchpulver oder BSA besetzt und 1 h bei 37°C inkubiert. Im dritten Schritt (Aufbringen von Probenmaterial und Konjugat) werden das Probenmaterial und das mit Peroxidase zusätzlich gekoppelte Konjugat gleichzeitig auf die Probenplatte aufgebracht. Infolge konkurrieren das Probenmaterial und das Konjugat um die freien Bindungsstellen auf der Probenplatte. Als Alternative zu diesem Schritt kann das Probenmaterial auch vorher inkubiert werden, hierbei bindet sich dann sämtliches Probenmaterial an die Beschichtung der Platte und in der Folge besetzt das Konjugat dann die übrigen Bindungsstellen. Im vierten Schritt (Substratzugabe) wird TMB-Substrat in einem Puffer auf die Vertiefungen (= Wells) der Platte gegeben. Unter Verwendung von H₂O₂ wird die Peroxidase aktiviert, das TMB-Substrat umgesetzt und ein blauer Farbstoff entsteht. Die Platte wird über 10 min bei Zimmertemperatur erneut inkubiert. Aufgrund der Lichtempfindlichkeit des Substrats muss die Inkubation im Dunkeln stattfinden. Im fünften Schritt (Zufügen der Stopplösung) wird H₂SO₄ zugegeben, dieses hemmt die Peroxidasen in ihrer Aktivität und sorgt für einen Farbumschlag von Blau zu Gelb, welcher dann photometrisch bei einer Wellenlänge von 450 nm gemessen werden kann. Im sechsten und letzten Schritt (Auswertung) kann eine

Aussage hierüber getroffen werden, wieviel des gesuchten Stoffes in der Probe enthalten ist. Je größer die Konzentration des gesuchten Stoffes, desto weniger Konjugat kann sich an die Beschichtung binden und desto geringer ist das gemessene Farbsignal (geringerer OD-Wert).

5.4.1.2. Durchführung Kortisol – ELISA

Der ELISA für Speichel und Serum wurde gemäß dem in Tabelle 6 angegebenen Schema durchgeführt, die hierbei zur Anwendung kommenden Reagenzien sind in Tabelle 7 dargestellt. Abbildung 16 zeigt den Farbumschlag des ELISA und bezieht sich auf den Punkt H_2SO_4 im Pipettierschema.

Tabelle 6: Pipettierschema

| | |
|--|---|
| BESCHICHTUNG | 100 µl Antikörper in alle Kavitäten der Hauptplatte pipettieren (Nunc™ 96 Well Patte aus Polypropylen, Fa. Thermo Scientific, Langenselbold) |
| | Für 2 h bei 37°C inkubieren. |
| | Den Inhalt der Platte verwerfen und anschließend 2 x mit einem mechanischen Plattenwaschgerät (Programm IGG) mit PBS-T waschen und danach über einem Saugpapier gründlich trockenklopfen, so dass keine Flüssigkeitsrückstände mehr in den Wells vorhanden sind. |
| BLOCKIERUNG | 180 µl der Blockierung in jede Kavität der unbeschichteten Probenplatte (Nunc™ 96 Well Patte aus Polypropylen, Fa. Thermo Scientific, Langenselbold) pipettieren. Die Blockierung der Probenplatte muss mind. 45 min vor derjenigen der Hauptplatte erfolgen. Die Probenplatte dient zur Vorbereitung und Aufbewahrung der Proben bis zu deren Einsatz in die Hauptplatte. 200 µl der Blockierung in jede Kavität der Hauptplatte pipettieren. |
| | Jede Platte für 1 h bei 37°C inkubieren. |
| <i>Waschen der Probenplatte</i> | Den Inhalt der Probenplatte verwerfen und anschließend 2 x mit dem mechanischen Plattenwaschgerät (Programm IGG) mit PBS-T waschen und danach über einem Saugpapier gründlich trockenklopfen. |

| | |
|--------------------------------|--|
| PROBENPLATTE BELEGEN | Die Proben bei Zimmertemperatur kurz auftauen und bei 4°C und mit 2000 g 3 min zentrifugieren (Zentrifuge Heraeus™ Biofuge Stratos, Fa. Thermo Life Sciences GmbH, Egelsbach). |
| | Je Kavität, entsprechend dem Belegungsschema der Hauptplatte 130 µl Probe auf der Probenplatte vorlegen. Speichelproben hierbei nativ und Serumproben 1:5 mit PBS-T verdünnt einsetzen. Die jeweiligen Poolproben werden in die Kavitäten A ₄ (Verdünnung 1:4) und B ₄ (Verdünnung 1:5) eingesetzt. In die oberen STD Kavitäten A ₂ und A ₃ werden 150 µl Standardlösung und in die darunter liegenden Kavitäten 100 µl PBS-T pipettiert, und eine Verdünnungsreihe im Zweierlogarithmus angelegt (Zweifachwerte horizontal). Die Kavitäten D ₂ und D ₃ werden bei der STD-Verdünnungsreihe für TB (= Maximale Bindung des Konjugats an die Beschichtung, da kein Probenmaterial eingebracht wird) entsprechend ausgelassen. Die Probenplatte mit Parafilm abdecken und zur Seite stellen. |
| <i>Waschen der Hauptplatte</i> | Den Inhalt der Hauptplatte verwerfen und anschließend 2 x mit dem mechanischen Plattenwaschgerät (Programm IGG) mit PBS-T waschen und danach über einem Saugpapier gründlich trocken Klopfen. |
| HAUPTPLATTE BELEGEN | Die Hauptplatte belegen. |
| | Für den LW 50 µl STD und 50 µl PBS-T (anstatt Konjugat) in jede Kavität der Platte pipettieren. |
| | 50 µl STD je Kavität von der Probenplatte auf die Hauptplatte pipettieren. |
| | 50 µl Probe je Kavität von der Probenplatte auf die Hauptplatte pipettieren (Zweifachwerte horizontal). |
| | 50 µl Konjugat je Kavität (außer in LW) pipettieren. |
| | Die Hauptplatte 1 h bei 37°C inkubieren. |
| <i>Waschen der Hauptplatte</i> | Den Inhalt der Hauptplatte verwerfen und anschließend 2 x mit dem mechanischen Plattenwaschgerät (Programm IGG) mit PBS-T waschen und danach über einem Saugpapier gründlich trocken Klopfen. |

| | |
|------------------------------------|---|
| TMB-SUBSTRAT | 100 µl TMB-Substrat je Kavität pipettieren. |
| | Für 10 min bei Raumtemperatur im Dunkeln inkubieren. |
| H₂SO₄ | Je Kavität 50 µl 1 molare Schwefelsäure pipettieren um die Reaktion zu stoppen (vgl.). |
| PHOTOMETRISCHE MES-SUNG | In einem Zeitraum von maximal 30 min nach Zugabe der Stopplösung erfolgt die photometrische Messung der Intensität des Farbumschlags auf der Platte bei einer Wellenlänge von 450 nm und einer zusätzlichen Referenzmessung bei einer Wellenlänge von 595 nm (GENios, Fa.TECAN Austria GmbH, Gröding). Zur Auswertung auf dem Computer wurde das Programm MikroWin 2000 (Fa. Mikrotek Laborsysteme GmbH, Overath) verwendet. Zur Ermittlung des Intraassay-Variationskoeffizienten wurden pro Platte, je nachdem um welchen ELISA (Speichel oder Blut) es sich handelt, eine Speichel-, bzw. Serumpoolprobe in der Verdünnung 1:4 und 1:5 (Zweifachwerte horizontal) eingesetzt und gemessen. |

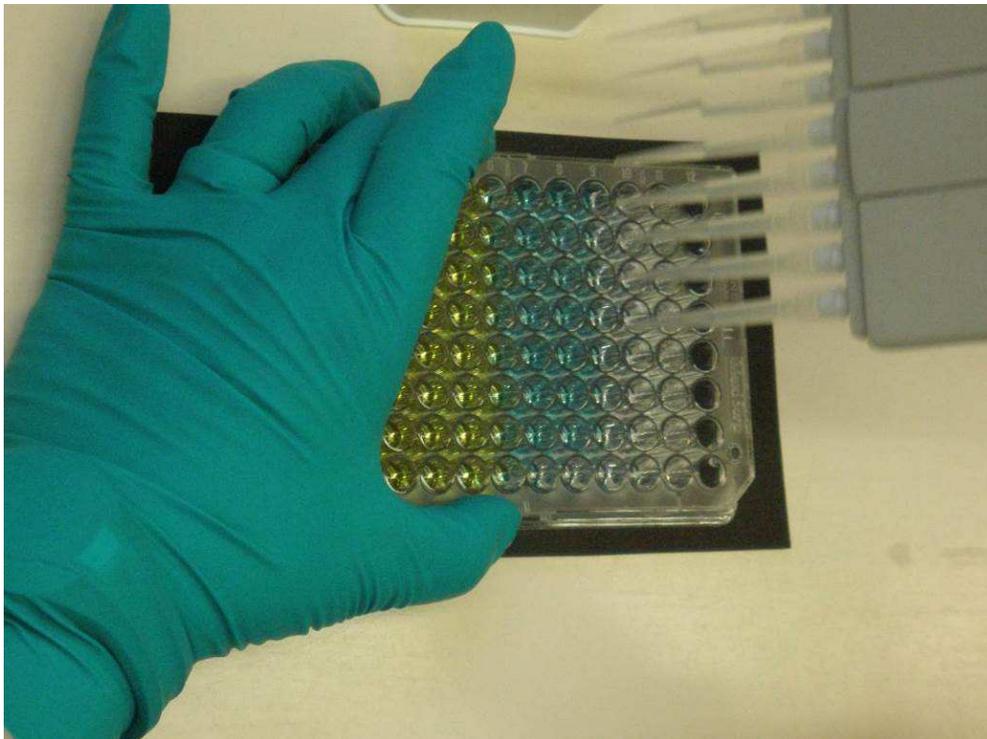


Abbildung 15: Farbumschlag des ELISA bei Zugabe H₂SO₄.

Tabelle 7: Reagenzienzusammensetzung für den ELISA

| | |
|-----------------------------------|---|
| ANTIKÖRPER | Monoklonaler anti-Kortisol-3 von der Maus (Fa. Fitzgerald, Concord, MA, USA), Stammlösungskonz.: 10,6 mg/ml (wurde 1:10 vorverdünnt mit BS-Puffer und bei -80°C bis zur Verwendung aufbewahrt), Endkonz.: 1,5 $\mu\text{g/ml}$, insgesamt Bedarf pro Platte: 16 μl Ak und 11291 μl BS-Puffer bei verwendetem Batch 714 |
| BS-PUFFER (PH 9,6) | Ansatz für einen Liter: 3,11 g Natriumcarbonat 6,00 g Natriumhydrogencarbonat Aqua dest. ad 1000 ml |
| PBS-/PBS-T-PUFFER (PH 7,2) | Ansatz für 1 Liter PBS-Puffer: 8,00 g Natriumchlorid 1,45 g Di-Natriumhydrogenphosphat-Dihydrat 0,20 g Kaliumdihydrogenphosphat 0,20 g Kaliumchlorid Aqua dest. ad 1000 ml dazu 500 μl TWEEN [®] 20 (Fa. Sigma, Taufkirchen) für die Herstellung von PBS-T Puffer |
| TMB-STAMMLÖSUNG | 60 mg Tetramethylbenzidin (Fa. Sigma, Taufkirchen) 10 ml Dimethylsulfoxid (Fa. Sigma, Taufkirchen) |
| TMB-PUFFER (PH 5,0) | Ansatz für einen Liter: 8,2 g Natriumacetat 3,15 g Citronensäure Aqua bidest. ad 1000 ml |
| SCHWEFELSÄURE (1 MOLAR) | Ansatz für 500 ml: 400 ml Aqua dest. vorlegen 27,8 ml 96 %ige Schwefelsäure Aqua dest. ad 500 ml |

| | |
|-----------------------------|--|
| KONJUGAT | Kortisol-3-CMO-HRP (Fa. Fitzgerald, Concord, MA, USA), (1:10 vorverdünnt und bis zur Verwendung bei - 80°C aufbewahrt), 1:8000 verdünnt eingesetzt (d.h. pro Platte 7 µl Konjugat und 5593 µl PBS-T) |
| TMB-SUBSTRAT | pro Platte 365,2 µl TMB-Stammlösung und 11 ml TMB-Puffer und 3,3 µl H ₂ O ₂ |
| GELATINE-BLOCKIERUNG | Ansatz für Probenplatte und Hauptplatte: 220 mg Gelatine (Fa. Merck KGaA, Darmstadt) und 44 ml PBS- Puffer |
| STANDARD | Stammlsg.: 10 µg/ml (wird bei -80°C bis zur Verwendung aufbewahrt; Fa. Sigma, Taufkirchen), Endkonz.: 50 ng/ml, Verdünnung 1:200 = 10 µl Stammlösung und 1990 µl PBS-T |

5.4.2. Glukosemessung im Vollblut

Die Messung der Blutglukose erfolgte aus dem Vollblut mittels eines Schnelltests (ACCU-CHEK Comfort, Fa. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, vgl. Abbildung 16). Für die Testdurchführung wurde unmittelbar nach der Blutentnahme mithilfe einer Tropfpipette Vollblut aus dem Serumröhrchen entnommen und auf den bereits in das Gerät eingebrachten Teststreifen (ACCU-CHEK Sensor Comfort Teststreifen, Fa. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim) aufgetropft. Das Gerät für den Schnelltest wurde vor jedem Untersuchungsdurchlauf einer Funktionskontrolle (Accu-Chek Sensor Comfort Control-Lösung, Accu-Chek Sensor Chek-Streifen, Fa. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim) unterzogen.



Abbildung 16: Abbildung des verwendeten Schnelltests für die Glukosemessung.

5.4.3. Laktatmessung im Vollblut

Die Bestimmung des Laktats erfolgte ebenfalls aus dem Vollblut unter Verwendung eines Schnelltests (Accutrend Lactate, Fa. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, vgl. Abbildung 17). Mit dem, bereits mittels einer Tropfpipette für die Glukosemessung aus dem Serumröhrchen entnommenen Vollblut, wurde die Laktatmessung mittels auftropfen auf einen bereits in das Gerät eingelegten Teststreifen (BM-Lactate, Fa. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim) durchgeführt. Das Laktatmessgerät wurde vor jedem Untersuchungsdurchlauf einer Funktionskontrolle (BM-Control Lactate, Fa. Roche Diagnostics GmbH, Mannheim) unterzogen.



Abbildung 17: Abbildung des verwendeten Schnelltests für die Laktatmessung.

5.4.4. Bestimmung der Parameter des weißen und roten Blutbildes

5.4.4.1. Leukozyten, Granulozyten, Lymphozyten, Hämatokrit

Die Messung der labordiagnostischen Parameter des weißen und roten Blutbildes erfolgte unter Verwendung eines vollautomatischen Hämatologie-Analysegerätes (scil Vet abc, Fa. Scil animal care company GmbH, Viernheim). Als Vorbereitung für die Messung führt das Gerät beim Einschalten einen sog. „Start up“ zur geräte-eigenen, routinemäßigen Funktionskontrolle durch. Zur Analyse wurde zunächst die Karte mit den Referenzbereichen für die Tierart „Pferd“ eingelegt, für Maultiere gab es keine extra Referenzwerte. Nach Starten des Analyseprogramms wurde dem Gerät das EDTA-Vollblut direkt aus dem Röhrchen über die geräteeigene Entnahmenadel nach einem vorgegebenen Programm zugeführt. Das Analysegerät entnahm 12 µl Vollblut für die Ermittlung der Parameter und die Bestimmung lief automatisiert nach dem Messprinzip einer Impedanzmessung und Spektralphotometrie ab. Die Messung wird für die Tierart „Pferd“ für folgende Parameter: Leukozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, Hämatokrit, RDW, MCV, MCH, MCHC, MPV und Thrombozyten durchgeführt. Zudem wird ein Differentialblutbild mit absoluten und relativen Zahlen für Lymphozyten, Monozyten, Granulozyten und eosinophile Granulozyten angefertigt. Vor jedem Untersuchungsdurchlauf erfolgte eine Kalibrierung des Geräts mittels einer speziellen Lösung (ABX Minotrol 16, HORIBA ABX Diagnostics, Montpellier, Frankreich). Im Hinblick auf die Zielsetzung der Studie wurden nur die Leukozyten, die Granulozyten, die Lymphozyten und der Hämatokrit in die Auswertung einbezogen. Die restlichen ermittelten Werte spielen im Rahmen der Arbeit keine Rolle und werden daher auch nicht weiter behandelt.

5.4.4.2. N:L Verhältnis

Das Verhältnis der neutrophilen Granulozyten zu Lymphozyten stellt ein rechnerisch ermitteltes Verhältnis aus den gemessenen Werten dar und wird als indirekter Stressparameter bestimmt. Beim Pferd ist das weiße Blutbild in der Regel getragen von Granulozyten (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Die Werte für die eosinophilen Granulozyten liegen zwischen 0 – 350 x 10⁶/l absolut und 0 – 4 % relativ, bzw. die der basophilen Granulozyten zwischen 0 – 100 x 10⁶/l absolut und 0 – 2 % relativ (LEHMANN, 2006). Das für die Bestimmung verwendete Hämatologie-Analysegerät *scil Vet abc* gibt aufgrund der gegen Null gehenden und daher

vernachlässigbaren Anteile der Eosinophilen und Basophilen am Gesamtgranulozytenanteil diese nur extra an, wenn sie außerhalb des Referenzbereiches liegen. Für die Berechnung des N:L Verhältnis wurden demzufolge daher nur die gemessenen absoluten Werte der Gesamtgranulozyten und der Lymphozyten herangezogen.

5.5. Verhaltensbeobachtungen

Die 6 h Fokus-Beobachtungen wurden gemäß den Checklisten „Beobachtungsliste für die Sechs-Stunden-Beobachtung von Pferden in Kastenständen, bzw. unter naturnahen Bedingungen“ (s. IX.4.) modifiziert nach BUSCHMANN (2001) durchgeführt. Es wurden Verhaltensweisen aus den sechs Funktionskreisen *Nahrungsaufnahmeverhalten*, *Ruheverhalten*, *Komfortverhalten*, *Sozialverhalten*, *Neugier- u. Erkundungsverhalten* und *Bewegungsverhalten* (nur in der Gruppenauslaufhaltung erfasst) untersucht und auf gegebenenfalls auftretende *Verhaltensauffälligkeiten* geachtet. Im Rahmen der Verhaltensbeobachtungen wurden in einigen Funktionsbereichen bestimmte Beobachtungsmerkmale zur Beurteilung herausgegriffen, wie z. B. im Bereich *Ruhverhalten* das Merkmal Dösen (= Ruhen im Stehen), das Liegen in Brust-/Bauchlage und das Liegen in Seitenlage und im Bereich *Komfortverhalten* das Wälzen und das „sich (selbst) beknabbern“. Beim Wälzvorgang wurde zwischen dem beidseitig vollständigen Wälzvorgang (mit Drehung über den Rücken), dem einseitig vollständigen Wälzvorgang (ohne Drehung über den Rücken) und dem einseitig unvollständigen Wälzvorgang (Füße werden nicht von Boden abgehoben und es erfolgt kein Seitenwechsel) unterschieden. Im Bereich des *Komfortverhaltens* wurden auch die Intentionen für einen Wälzvorgang bzw. für ein „sich beknabbern“ erfasst. Unter der Intention zu einem Verhalten sind sämtliche angedeuteten bzw. frühzeitig abgebrochenen Verhaltensweisen dieses Verhaltensmerkmals zusammengefasst. Das Verhaltensmerkmal des „sich Beknabbern“ wurde als ausgeführt erachtet, sobald das Maultier die angestrebte Körperstelle zum Beknabbern erreicht hatte. Im Funktionskreis *Sozialverhalten* wurden zum einen positive, d.h. sämtliche Interaktionen mit einem freundlichen Gesichts- und Körperausdruck, also mit nach vorne gerichteten Ohren und in Abwesenheit von aggressiven Verhaltensweisen, durchgeführte Kontakte erfasst (BUSCHMANN, 2001).

Die „soziale Hautpflege“ wurde aufgrund ihres starken Bezugs zum *Sozialverhalten* modifiziert nach BUSCHMANN (2001) in diesem Funktionskreis als „positive Interaktion“ ebenfalls mit erfasst.

Zum anderen wurden die negativen Interaktionen bewertet. Hierzu zählten sämtliche u.a. Verhaltensweisen, entnommen aus BUSCHMANN (2001):

- Charakteristische Drohmimik (Drohen): Mehr oder weniger stark angelegte Ohren, hochgezogene Maulwinkel und schmale Nüstern.
- Drohschwüngen: Bei charakteristischer Drohmimik wird ohne den Standort zu verlassen der Kopf mit geschlossenem Maul Richtung Bedrohtem geschwüngen.
- Beißdrohen: Mittels intensiver Drohmimik wird der Gegner mit geöffnetem Maul, bei welchem ggf. Zähne sichtbar sein können und beinahe horizontal gestrecktem Kopf bedroht. In manchen Fällen werden auch einige Schritte in Richtung des Bedrohten ausgeführt.
- Beißen: Unter Beibehaltung einer intensiven Drohmimik wird der Angegriffene in eine erreichbare Körperstelle gebissen.
- Schlagdrohen mit der Hinterhand: Der Aggressor zeigt eine Drohmimik und wendet die Hinterhand gegen den Bedrohten, teilweise wird unter Rückwärts- oder Seitwärtstreten auf den Gegner zugegangen. Die Schweifstellung ist hierbei entweder eingekniffen oder aber es wird mit dem Schweif heftig hin und her geschlagen.
- Schlagen mit der Hinterhand: Mit charakteristischer Drohmimik wird unter Zuwendung der Hinterhand gegen den Bedrohten mit einem oder beiden Hinterbeinen ausgeschlagen.

Bei der Beurteilung des Merkmals „soziales Spiel“ im Funktionskreis *Sozialverhalten* ist bei der Beobachtung in Anbindehaltung der Einschränkung durch die Haltungform Rechnung getragen worden. So wurde eine angenommene Aufforderung zum Spiel durch Anstoßen, Kneifen, leichtes Beißen und Kopfschwenken und das daraus z.B. resultierende Festhalten am Halfter oder leichtes Beißen als Spiel gewertet (BUSCHMANN, 2001).

Für die Beurteilung des *Neugier- und Erkundungsverhaltens* wurde das Merkmal „Drehen des Kopfes Richtung Erkundungsquelle“ ausgewertet.

Bei der Verhaltensbeobachtung in der Gruppenauslaufhaltung wurde zusätzlich der Funktionskreis *Bewegungsverhalten* bewertet.

Für die Beobachtung im Stall wurde die jeweilige Beobachtungsposition 15 min vor Beobachtungsbeginn eingenommen. Da die Tiere an regelmäßigen Personenverkehr in der Stallgasse durch die Tragtierführer gewöhnt waren, reagierten sie nur kurz mit Neugier und ignorierten die Beobachtungspersonen im weiteren Verlauf. Zur Beobachtung im Freilauf wurde die Beobachtungsposition ebenfalls eine Viertel Stunde vor Beobachtungsbeginn eingenommen. Da die Tiere aber im Freilauf mehr auf Personenverkehr reagierten als im Stall wurde ein Auto als „Beobachtungsposten“ in der unmittelbaren Nähe des Auslaufs geparkt, was aufgrund der Lage des Auslaufs, angrenzend an einen Großparkplatz, keine ungewohnte Situation für die Tiere darstellte. Die Beobachtung selbst erfolgte mittels eines Fernglases (10 x 30 BT*, Fa. ZEISS, Oberkochen) und unter Verwendung der modifizierten Checklisten nach BUSCHMANN (2001), s. IX.4.

5.6. Bewertung der Anbindehaltung

Zur Überprüfung der Qualität der Anbindehaltung wurde das „Beurteilungsschema für Anbindehaltungen von Pferden“ (STMGEV, 2003), welchem das Bewertungsschema von BUSCHMANN (2001) „Bewertungskonzept zur Überprüfung der Qualität einer Ständerhaltung“ zugrunde liegt, herangezogen (s. IX.5.).

5.7. Statistische Auswertung

5.7.1. Arbeitshypothesen der vorliegenden Studie

Die Tiere zeigen in der Anbinde- im Vergleich zur Gruppenauslaufhaltung nach Belastung signifikante Unterschiede in den Kortisolkonzentrationen und im N:L Verhältnis. Zudem wurden signifikante Defizite in den untersuchten Merkmalen der Funktionskreise Ruhe-, Komfort- und Sozialverhalten, sowie die Ausprägung von reaktiven Verhaltensauffälligkeiten bei der Aufstallung in Anbindhaltung im Gegensatz zur Gruppenauslaufhaltung erwartet.

5.7.2. Nullhypothese der statistischen Auswertung der vorliegenden Studie

Die Maultiere zeigen nach Belastung keine Unterschiede in Abhängigkeit von der Haltungsform bezüglich Kortisol, N:L Ratio, keine Defizite in den einzelnen Merkmalen der Funktionskreise und keine reaktiven Verhaltensauffälligkeiten.

5.7.3. Statistische Analyse und Darstellung der Ergebnisse

Die statistische Analyse erfolgte mit Unterstützung durch das Statistische Beratungslabor der Ludwig-Maximilians-Universität München. Für die Auswertung der Daten kam das Programm „R Version 3.0.3 (2014-03-06)“ zur Anwendung, die Graphen wurden hierbei mit dem Paket „ggplot2“ generiert und die Tabellen mittels dem Programm Excel (Version 2013) erstellt.

Für die labordiagnostischen Werte wie *Kortisol* und das *N:L Verhältnis* erfolgte die Berechnung von Signifikanzen, unter Berücksichtigung der eingangs gestellten Arbeitshypothesen, nach dem Wilcoxon Vorzeichen Rang-Test. Hierbei wurden die Belastungswerte abzüglich der Basiswerte jeweils für beide Haltungsformen und anschließend die Differenz beider Differenzen berechnet. Die Tests erfolgten zur Ermittlung von Signifikanzen langfristig nach der Belastung, kurzfristig nach der Belastung, langfristig zu den Basiswerten und kurzfristig zu den Basiswerten. Bei der Berechnung der Signifikanzen im Rahmen der ethologischen Erhebungen für die Verhaltensmerkmale *Dösen* und *Ruhen* kam ebenfalls o.a. Wilcoxon Vorzeichen Rang-Test zur Anwendung, ein Vergleich der Werte (kurz- bzw. langfristig) entfällt bei der Ethologie. Für die ethologischen Merkmale *EU*, *WI* und *Verhaltensauffälligkeiten* wurden keine Signifikanztests durchgeführt, da kein von Null verschiedener Wert existiert. Für die Merkmale *Drehen des Kopfes Richtung Erkun-*

dungsquelle und *Fressen* wurden ebenfalls keine Signifikanzen berechnet. Der Wilcoxon Vorzeichen Rang-Test berücksichtigt keine Werte die der Nullhypothese entsprechen, in diesem Fall also keine Null-Werte, da die Nullhypothese auf „Meridian = 0“ lautet. Der Test ist damit für die Auswertung der restlichen ethologischen Parameter nicht vorrangig geeignet. Die Auswertung dieser Parameter erfolgte unter Anwendung einer Version des Vorzeichen Tests bei Bindungen, basierend auf einer Likelihood-Ratio-Statistik, im Folgenden Likelihood Ratio Test (LRT) genannt (FONG et al., 2003).

Die Anzahl der im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersuchten Tiere betrug 25 % des Gesamtbestandes der im Eins/AusbZ TrgTWes 230 zum Studienzeitpunkt gehaltenen Maultiere. Unter Zugrundelegung dieser Stichprobe für den Gesamtbestand, erfolgte für die restlichen Parameter eine Beschreibung der Wahrheit mittels einer deskriptiven Statistik. Das Ziel dieser Art der Statistik ist es, die Werte der Stichprobe graphisch darzustellen und zu beschreiben (ULBRICHT, 2008; LEHMACHER, 2014). Die deskriptive Auswertung der klinischen und labordiagnostischen Werte erfolgte in Anlehnung an die Testzeitpunkte zur Berechnung der Signifikanzen (langfristig nach dem Marsch, kurzfristig nach dem Marsch, langfristig zu den Basiswerten, kurzfristig zu den Basiswerten).

Die Unterschiede in den Haltungsformen wurden als signifikant betrachtet wenn $p < 0,05$ war.

IV. ERGEBNISSE

1. Klinische und labordiagnostische Parameter

Die Basiswerte der klinischen und labordiagnostischen Parameter wurden für jeden der beiden Untersuchungsdurchläufe (Aufstallung in Anbindehaltung bzw. Gruppenauslaufhaltung im Cross Over) in Anbindehaltung ermittelt.

Die Aufteilung in die einzelnen Studiengruppen erfolgte im Anschluss an den Messzeitpunkt T2 bzw. T2B nach der Belastung, d.h. erst ab diesem Zeitpunkt entspricht die Nomenklatur der Graphen den ermittelten Werten in der jeweiligen Aufstellungsform. Die Ergebnisse zum Zeitpunkt T1 bzw. T1B berücksichtigen die gesteigerte psychische Erwartungshaltung der Tiere, verursacht durch „Herstellung der Marschbereitschaft“ (= Satteln und Aufzäumen). Die Probandenidentifikation der einzelnen Tiere ist in den Graphen farbkodiert.

Für die deskriptive Auswertung werden jeweils die Messzeitpunkte A1, A2 und T5 bzw. T5B (= langfristig zu den Basiswerten), B1, B2 und T3 bzw. T3B (= kurzfristig zu den Basiswerten), T2 bzw. T2B und T5 bzw. T5B (= langfristig nach dem Marsch) und die Zeitpunkte T2 bzw. T2B und T3 bzw. T3B (= kurzfristig nach dem Marsch) in Abhängigkeit von der Haltungsform miteinander verglichen.

Die ermittelten Werte für den Messzeitpunkt T4 bzw. T4B werden in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt. Sie wurden ausschließlich in Anbindehaltung erhoben und sind daher nicht vergleichend darstellbar bzw. auswertbar.

1.1. Herzfrequenz

Die Graphen für beide Haltungsformen weisen hinsichtlich der Herzfrequenz im zeitlichen Verlauf sehr ähnliche Kurvenverläufe auf (s. Abbildung 18).

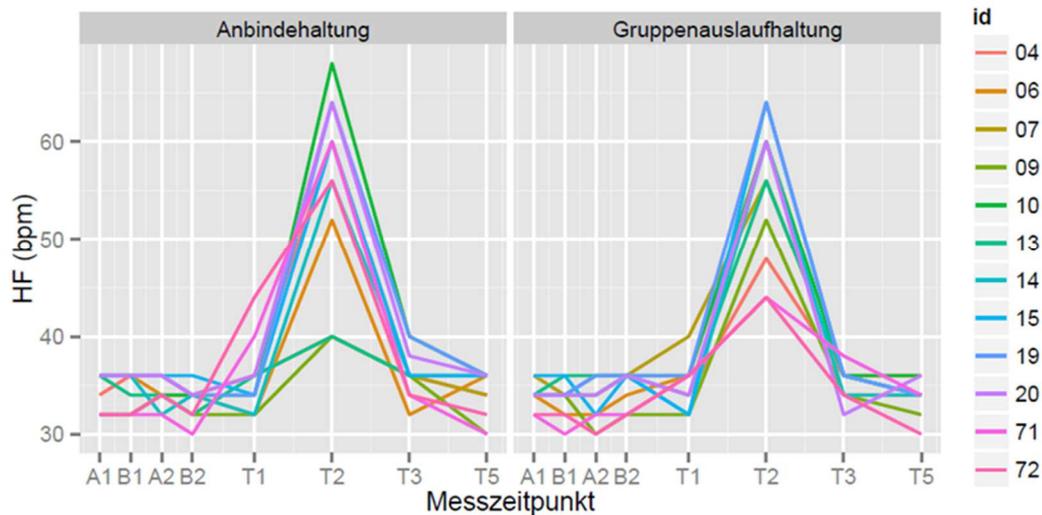


Abbildung 18: Vergleichende graphische Darstellung der Herzfrequenz im zeitlichen Verlauf.

Das Niveau ihrer Basiswerte (A1/A2 und B1/B2) liegt im Bereich zwischen 30 – 36 Schläge/min, die Werte unmittelbar nach Belastung (T2) bei 40 – 68 Schläge/min (s. Tabelle 8).

Tabelle 8: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen HF-Wertbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 12.

| Herzfrequenz | | | | | | |
|---------------|-------------------------------|----|-----|-------------------------------|----|-----|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich (Schläge/Minute) | MW | SEM | Wertebereich (Schläge/Minute) | MW | SEM |
| A1, A2 | 32 - 36 | 35 | 0,3 | 30 - 36 | 34 | 0,4 |
| B1, B2 | 32 - 36 | 34 | 0,4 | 30 - 36 | 34 | 0,4 |
| T2 | 40 - 68 | 55 | 2,8 | 44 - 64 | 56 | 2,0 |
| T3 | 32 - 40 | 36 | 0,6 | 32 - 38 | 35 | 0,4 |
| T5 | 30 - 36 | 34 | 0,7 | 30 - 36 | 34 | 0,5 |

Vergleicht man die Wertebereiche unmittelbar nach Belastung (T2) mit den Ergebnissen ca. 4 h später zum Zeitpunkt T3, so ergeben sich für beide Haltungsformen nur geringfügig divergierende bzw. teilweise nahezu identische Wertebereiche. Im langfristigen Vergleich der Belastungswerte (T2) mit den Werten am Folgetag 06:00 Uhr (T5) fallen diese in beiden Haltungsformen in etwa gleich stark ab und liegen zum Zeitpunkt T5 wieder innerhalb des allgemeinen Basisniveaus. Setzt man

die Werte zum Zeitpunkt T3 mit den Basiswerten (B1/B2) in Beziehung, so zeigen die beiden Graphen ebenfalls kaum abweichende Ergebnisse. Auch bei einem langfristigen Vergleich der Werte, T5 zu A1 bzw. A2, ergeben sich nur marginal nuancierte Wertebereiche. Insgesamt zeigen die Ergebnisse zu den einzelnen Erhebungszeitpunkten kaum Unterschiede zwischen beiden Haltungsformen.

2. Labordiagnostische Parameter

Das Tier mit der Probandenidentifikation Nummer 20 zeigte zu Studienbeginn eine unerwartet starke Abwehr bei der Blutprobenentnahme. Da durch die Probennahme induzierter Stress die Untersuchungsergebnisse beeinflusst, fiel dieses Tier für die Erhebung labordiagnostischer Parameter aus.

2.1. Freies Kortisol im Speichel

Im Ablauf der Untersuchung konnte nicht verhindert werden, dass die Maultiere auf Hin- und Rückweg am Wegrand befindliches Grünfutter, wie Blätter und Gräser, aufnahmen. Durch mehrfache Zentrifugation des Speichels war es zwar möglich die Feststoffe zu entfernen, die verbleibenden Phytofarbstoffe im Speichel beeinflussten die Auswertung des ELISA jedoch nachteilig. So konnten im Labor keine reproduzierbaren und belastbaren Werte gewonnen werden. Die weitere Auswertung der Speichelproben wurde daraufhin ohne Ergebnis eingestellt und wird im Folgenden nicht weiter behandelt.

2.2. Gesamtkortisol im Serum

Für das Gesamtkortisol im Serum wurden Signifikanztests durchgeführt. Der Test für den Wert direkt nach dem Marsch (T2B) und dem Wert ca. 4 h später (T3B) ergab für „kurzfristig nach dem Marsch“ keine signifikanten Unterschiede in den Haltungsformen ($p = 0,2783$). Im Test für den Belastungswert nach dem Marsch (T2B) und den Wert ca. 16 h später (T5B), d. h. „langfristig nach dem Marsch“, konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede dargestellt werden ($p = 0,7002$). Zur Durchführung der Tests wurden die Basiswerte entsprechend ihres Erhebungszeitpunkts 06:00 Uhr (A1/A2) und 18:00 Uhr (B1/B2) gemittelt. Somit ergab der Test „kurzfristig zu den Basiswerten“ für T3B und dem gemittelten Wert aus B1/B2 keine signifikanten Unterschiede zwischen Anbinde- und Gruppenauslaufhaltung ($p = 0,1016$). Beim Testen von „langfristig zu den Basiswerten“ (T5B und A1/A2

gemittelt) war wiederum keine Signifikanz in Abhängigkeit von den Haltungsformen darstellbar ($p = 0,3652$).

In Abbildung 19 sind die einzelnen Kurven der Tiere in Anbinde- und Gruppenauslaufhaltung dargestellt.

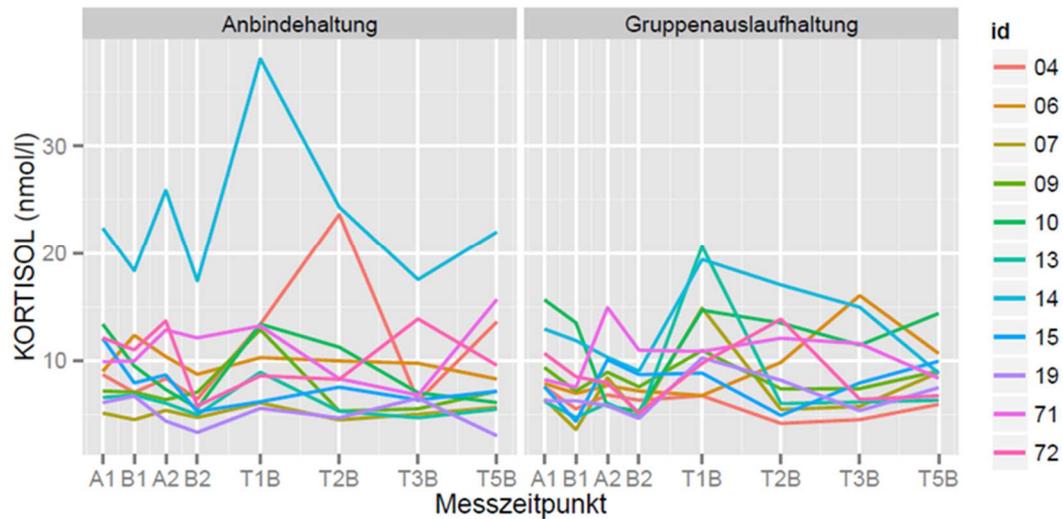


Abbildung 19: Vergleichende graphische Darstellung der Kortisolwerte im zeitlichen Verlauf.

In folgender Tabelle 9 sind die Wertebereiche der Kortisolkonzentrationen der jeweiligen Haltungsformen gegenübergestellt.

Tabelle 9: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Kortisol-Wertebereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); $n = 11$.

| Kortisol | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-------|-----|-----------------------|------|-----|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich (nmol/l) | MW | SEM | Wertebereich (nmol/l) | MW | SEM |
| A1, A2 | 4,42 - 25,89 | 10,10 | 1,1 | 5,77 - 15,65 | 8,72 | 0,6 |
| B1, B2 | 3,37 - 18,35 | 8,32 | 0,8 | 3,64 - 13,52 | 7,05 | 0,5 |
| T2 | 4,53 - 24,32 | 10,30 | 2,0 | 4,20 - 17,03 | 9,33 | 1,2 |
| T3 | 4,72 - 17,53 | 8,14 | 1,2 | 4,55 - 16,04 | 8,88 | 1,1 |
| T5 | 3,06 - 22,00 | 9,45 | 1,6 | 5,96 - 14,38 | 8,80 | 0,7 |

2.3. Glukose

Im Vergleich der beiden Graphiken (Abbildung 20) zeigt die Anbindehaltung eine größere Streuung der Basiswerte (A1). In der Gruppenauslaufhaltung werden zum Teil höhere Glukosewerte erreicht (T1B und T2B).

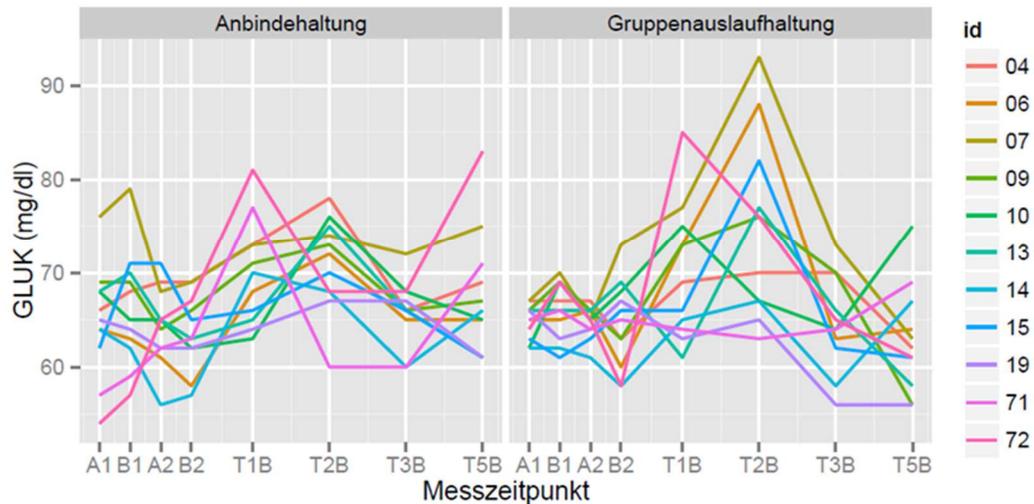


Abbildung 20: Vergleichende graphische Darstellung der Glukosewerte im zeitlichen Verlauf.

Auffällig ist im rechten Graphen das Tier Nr. 71. Dieses zeigt einen relativ gleichbleibenden Glukosespiegel, der erst ab dem Messzeitpunkt T3B deutlicher ansteigt. Ab T2B fällt der Glukosewert des Tiers Nr. 19 bis er bei T3B das unterste gemessene Niveau erreicht und bis T5B beibehält. Das Maultier mit der Probandenidentifikation Nummer 07 erreicht im Untersuchungsdurchlauf Gruppenauslaufhaltung unmittelbar nach Belastung (T2B) den höchsten der gemessenen Glukosewerte von 93 mg/dl. Insgesamt schwanken die Basiswerte (A1/A2 und B1/B2) in beiden Untersuchungsdurchläufen im Bereich 54 – 79 mg/dl, sowie die Werte am Messzeitpunkt T2B zwischen 60 – 93 mg/dl (s. Tabelle 10).

Tabelle 10: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Glukose-Wertebereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.

| Glukose | | | | | | |
|---------------|----------------------|----|-----|-----------------------|----|-----|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich (mg/dl) | MW | SEM | Wertebereich (mg/dl) | MW | SEM |
| A1, A2 | 54 - 76 | 65 | 1,0 | 61 - 67 | 65 | 0,4 |
| B1, B2 | 57 - 79 | 65 | 1,1 | 58 - 73 | 65 | 0,8 |
| T2B | 60 - 78 | 71 | 1,5 | 63 - 93 | 75 | 2,8 |
| T3B | 60 - 72 | 66 | 1,0 | 56 - 73 | 65 | 1,5 |
| T5B | 61 - 83 | 68 | 1,9 | 56 - 75 | 63 | 1,6 |

Beim Vergleich der Glukosewerte unmittelbar nach Belastung (T2B) mit denen ca. 4 h später (T3B) zeigt sich in der Anbindehaltung ein nahezu identischer Wertebereich. In der Gruppenauslaufhaltung hingegen finden sich hier Kontraste, wobei der

Datenbereich T3B niedriger ist als bei T2B.

Ein Vergleich der Basalwerte des Datenintervalls von T2B und T5B der beiden Haltungsformen ergibt ähnliche Werte zum Zeitpunkt T2B, jedoch eine höhere Obergrenze im Gruppenauslauf. Bei einer Gegenüberstellung der Werte „langfristig nach dem Marsch“ (T2B mit T5B) zwischen beiden Aufstallungsformen zeigt sich, dass zum Zeitpunkt T5B im Gruppenauslauf der niedrigste Basalwert der entsprechenden Wertebereiche auftritt (vgl. auch Tabelle 10). Die Wertebereiche von B1/B2 und T3B sind sowohl innerhalb der einzelnen Haltungsform als auch in deren Vergleich ähnlich. Im Vergleich „langfristig zu den Basiswerten“ (T5B mit A1/A2) ergibt sich in der Auslaufhaltung ein weiter gefasstes Intervall und in der Anbindung ein höhere Obergrenze.

Trotz teilweise einzelner differierender Kurvenverläufe ergeben sich gesamt betrachtet ähnliche Wertebereiche für beide Haltungsformen.

2.4. Laktat

Im Allgemeinen ist der Schwankungsbereich zum Messpunkt A1 in der Anbindehaltung geringer. Den niedrigsten gemessenen Laktatwert von 0,8 mmol/l zum Zeitpunkt T2B weist das Tier Nr. 10 in der Gruppenauslaufhaltung auf. Auffällig ist auch der Kurvenverlauf des Maultiers mit der Probandenidentifikation Nummer 06 in der Gruppenauslaufhaltung. Hier beginnt die Kurve bereits auf einem hohen Laktatniveau, fällt bis zum Zeitpunkt T1B und steigt erneut bis T3B auf den höchsten erhobenen Wert von 2,8 mmol/l (vgl. Abbildung 21).

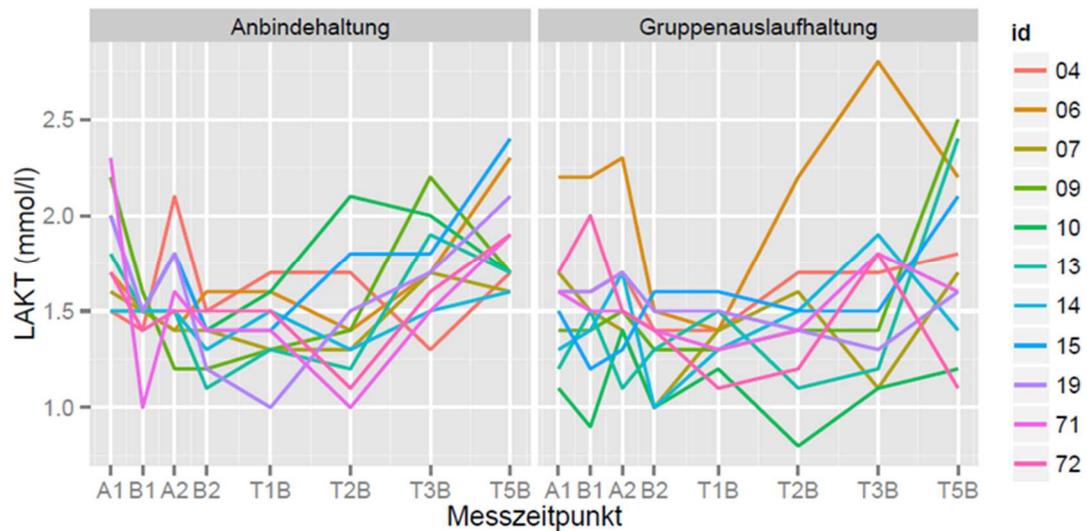


Abbildung 21: Vergleichende graphische Darstellung der Laktatwerte im zeitlichen Verlauf.

Der allgemeine Basiswertebereich (A1/A2 und B1/B2) liegt bei beiden Untersuchungsdurchläufen zwischen 0,9 – 2,3 mmol/l und die Belastungswerte (T2B) im Bereich von 0,8 – 2,2 mmol/l (vgl. Tabelle 11).

Tabelle 11: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Laktatwertebereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.

| Laktat | | | | | | |
|---------------|-----------------------|-----|------|-----------------------|-----|------|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich (mmol/l) | MW | SEM | Wertebereich (mmol/l) | MW | SEM |
| A1, A2 | 1,2 - 2,3 | 1,7 | 0,06 | 1,1 - 2,3 | 1,5 | 0,06 |
| B1, B2 | 1,0 - 1,6 | 1,4 | 0,03 | 0,9 - 2,2 | 1,4 | 0,06 |
| T2B | 1,0 - 2,1 | 1,4 | 0,09 | 0,8 - 2,2 | 1,4 | 0,10 |
| T3B | 1,3 - 2,2 | 1,7 | 0,07 | 1,1 - 2,8 | 1,6 | 0,14 |
| T5B | 1,6 - 2,4 | 1,9 | 0,08 | 1,1 - 2,5 | 1,8 | 0,13 |

Die Messdaten zum Zeitpunkt T2B und T3B zeigen in beiden Haltungsformen einen ähnlichen Kurvenverlauf, Ausnahme bilden die bereits erwähnten Tiere (Nr. 06 und 10). Bei einem Vergleich der Werte „langfristig nach dem Marsch“ (vgl. IV.1) steigen die Kurven beider Haltungsformen an. Dies drückt sich auch in den relativ ähnlichen Datenintervallen zu den Messzeitpunkten T2B und T5B aus. Erwähnenswert ist hier der etwas höhere Basalwert in der Anbindehaltung bei T5B.

Der Vergleich „kurzfristig zu den Basiswerten“ ergibt ähnlich hohe Werte in beiden Haltungsformen, mit der bereits o.a. Abweichung für das Tier Nr. 06. Das Basisni-

veau (B1/B2) weist bei der Gruppenauslaufhaltung einen breiter gestreuten Wertebereich als im Untersuchungsdurchlauf der Anbindehaltung auf. Setzt man den Bereich zum Messzeitpunkt T5B mit den Basiswerten (A1/A2) in Beziehung, so wird deutlich, dass in der Gruppenauslaufhaltung am Folgetag nach der Belastung wieder ein nahezu identisches Wertenniveau erreicht wird. „Langfristig zu den Basiswerten“ ergibt sich wie oben bereits erwähnt lediglich der erhöhte Basalwert bei T5B in der Anbindehaltung.

Insgesamt weisen beide Haltungsformen ähnliche Wertebereiche auf, abgesehen von den bereits eingangs erwähnten Tieren.

2.5. Gesamtleukozyten

In den Graphen sind vier Tiere hinsichtlich ihres Kurvenverlaufs erwähnenswert. Der Kurvenverlauf für das Tier Nr. 09 zeigt in beiden Haltungsformen Abweichungen. Es weist im Graphen der Anbindehaltung bereits ein höheres Basisniveau bei B1 auf als die übrigen Tiere und zum Messzeitpunkt T2B sogar den höchsten ermittelten Belastungswert von $10,8 \times 10^9/l$. Anschließend sinkt der Wert zum Messzeitpunkt T5B wieder auf sein entsprechendes Basisniveau. Das gleiche Tier zeigt auch im Untersuchungsdurchlauf der Gruppenauslaufhaltung zum Zeitpunkt T2B einen höheren Belastungswert als die übrigen Tiere, hier sinkt der Wert allerdings zum Zeitpunkt T5B nicht wieder auf sein entsprechendes Basisniveau ab.

Bei dem Maultier Nr. 06 ist vor allem der Kurvenverlauf in der Auslaufhaltung markant mit dem höchsten gemessenen Basiswert B1, einem starken Abfall zum Zeitpunkt T1B und einem konstanten Anstieg bis T5B, ohne hier wieder sein entsprechendes Basisniveau zu erreichen.

Die Tiere Nr. 14 und 71 zeigen, abweichend von den übrigen Tieren, ab T2B im Gruppenauslauf einen markanten Anstieg bis T3B und einen folgenden starken Abfall zum Folgetag 06:00 Uhr (T5B). Das Maultier mit der Probandenidentifikation Nummer 14 erreicht zum Messzeitpunkt T5B sein entsprechendes Basisniveau (A1/A2) wieder annähernd, während das Tier Nr. 71 hingegen sein Ausgangsbasisniveau (A1/A2) unterschreitet (Abbildung 22).

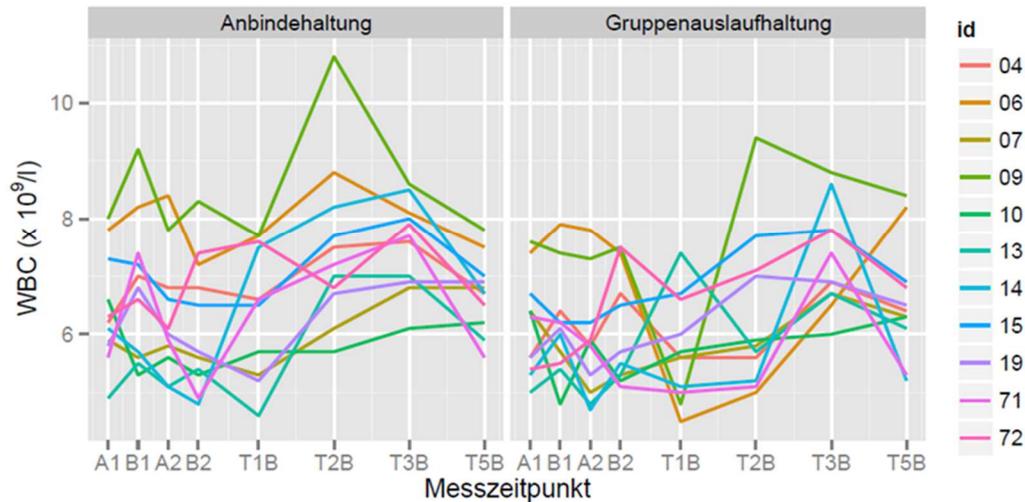


Abbildung 22: Vergleichende graphische Darstellung der Gesamtleukozytenzahlen im zeitlichen Verlauf.

Die Basiswerte (A1/A2 und B1/B2) liegen in beiden Untersuchungsdurchläufen in einem Bereich von $4,7 - 9,2 \times 10^9/l$ und die Belastungswerte (T2B) bewegen sich zwischen $5,0 - 10,8 \times 10^9/l$ (Tabelle 12).

Tabelle 12: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Gesamtleukozytenzahlenbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); $n = 11$.

| Gesamtleukozyten | | | | | | |
|------------------|-------------------------------------|-----|-----|-------------------------------------|-----|-----|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich ($\times 10^9/l$) | MW | SEM | Wertebereich ($\times 10^9/l$) | MW | SEM |
| A1, A2 | 4,9 - 8,0 | 6,4 | 0,2 | 4,7 - 7,8 | 6,0 | 0,2 |
| B1, B2 | 4,8 - 9,2 | 6,5 | 0,2 | 4,8 - 7,9 | 6,2 | 0,2 |
| T2B | 5,7 - 10,8 | 7,5 | 0,4 | 5,0 - 9,4 | 6,3 | 0,4 |
| T3B | 6,1 - 8,6 | 7,6 | 0,2 | 6,0 - 8,8 | 7,3 | 0,3 |
| T5B | 5,6 - 7,8 | 6,7 | 0,2 | 5,2 - 8,4 | 6,6 | 0,3 |

Setzt man die einzelnen Messzeitpunkte T2B mit T3B, T2B mit T5B, T3B mit B1/B2, bzw. T5B mit A1/A2 in Beziehung, so ergibt sich, mit Ausnahme der Kurvenverläufe für die o.a. Tiere, ein relativ homogenes, kaum differierendes Bild der Wertebereiche für beide Haltungformen.

2.6. Granulozyten

Die Tiere Nr. 06, 09, 14 und 71 zeigen analog zu den Kurvenverläufen der WBC Abweichungen in Verlauf der Granulozytenkurven (Abbildung 23).

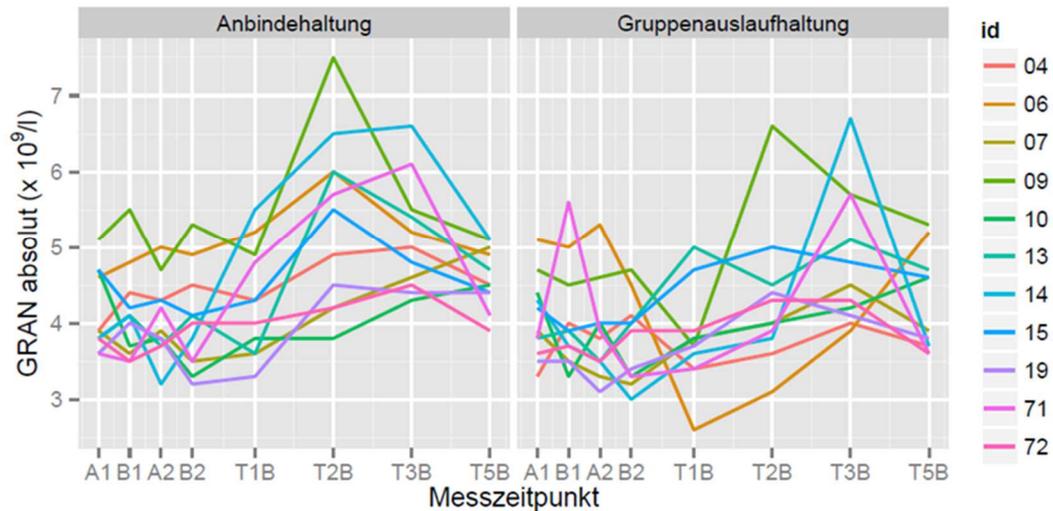


Abbildung 23: Vergleichende graphische Darstellung der Granulozytenwerte im zeitlichen Verlauf.

Den höchsten Basiswert B1 in der Graphik Anbindehaltung zeigt hier das Tier 09. Analog zur Abbildung 22 weist dieses Maultier den größten Peak bei T2B ($7,5 \times 10^9/l$) in der Anbinde- und in der Gruppenauslaufhaltung ($6,6 \times 10^9/l$) auf. Das Tier 06 zeigt entsprechend zu den Ergebnissen der WBC relativ hohe Basiswerte in der Gruppenauslaufhaltung (A1/A2), mit einem deutlichen Abfall bei T1B unter die Werte der anderen Maultiere. Der Anstieg erfolgt dann ebenfalls wieder kontinuierlich bis zum Folgetag 06:00 Uhr (T5B) und erreicht damit fast wieder das entsprechende Ausgangsbasisniveau (A1/A2).

Die Probanden Nr. 14 und 71 zeigen in der Gruppenauslaufhaltung wieder ähnlich abweichende Kurvenverläufe entsprechend denen der WBC. Abweichend zur Abbildung 22 weist das Tier Nr. 71 einen, von den anderen abweichenden, hohen Basiswert (B1) in der Auslaufhaltung auf.

Das Basisniveau der Untersuchungsdurchläufe (A1/A2, bzw. B1/B2) liegt im Bereich von $3,0 - 5,6 \times 10^9/l$, die Belastungswerte (T2B) rangieren zwischen $3,1 - 7,5 \times 10^9/l$ (vgl. Tabelle 13).

Tabelle 13: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Granulozytenbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.

| Granulozyten absolut | | | | | | |
|----------------------|--|-----|-----|--|-----|-----|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich (x 10 ⁹ /l) | MW | SEM | Wertebereich (x 10 ⁹ /l) | MW | SEM |
| A1, A2 | 3,2 - 5,1 | 4,1 | 0,1 | 3,1 - 5,3 | 4,0 | 0,1 |
| B1, B2 | 3,2 - 5,5 | 4,1 | 0,1 | 3,0 - 5,6 | 3,0 | 0,1 |
| T2B | 3,8 - 7,5 | 5,3 | 0,3 | 3,1 - 6,6 | 4,3 | 0,3 |
| T3B | 4,3 - 6,6 | 5,1 | 0,2 | 3,9 - 6,7 | 4,8 | 0,3 |
| T5B | 3,9 - 5,1 | 4,6 | 0,1 | 3,6 - 5,3 | 4,2 | 0,2 |

Im kurzfristigen Vergleich der Werte nach dem Marsch (T2B und T3B) sind die basalen Werte in der Anbindehaltung höher und auch die Obergrenze bei T2B. Abgesehen hiervon sind sich die Intervallgrenzen der beiden Haltungsformen ähnlich.

Im langfristigen Vergleich von T2B und T5B zeigen sich zwischen den Aufstallungsformen marginale Unterschiede. Lediglich innerhalb des Gruppenauslaufs weichen die Unter- und Obergrenzen der Wertebereiche zu den zwei Messpunkten ab, sowie die oberen Werte in Anbindung.

Beim kurzfristigen Vergleich zu den Basiswerten zeigen beide Haltungsformen nur geringfügig nuancierte Unterschiede, abgesehen von den bereits beschriebenen Ausnahmen bei T3B.

Im langfristigen Vergleich zu den Basiswerten, sind die Wertebereiche zwischen den Haltungsformen ähnlich, mit einem leicht höheren Basalwert in der Anbinde- und auch Gruppenhaltung bei T5B.

2.7. Lymphozyten

In Abbildung 24 ist die graphische Auswertung der beiden Haltungsformen dargestellt, sowie in Tabelle 14 die Gegenüberstellung der Wertebereiche.

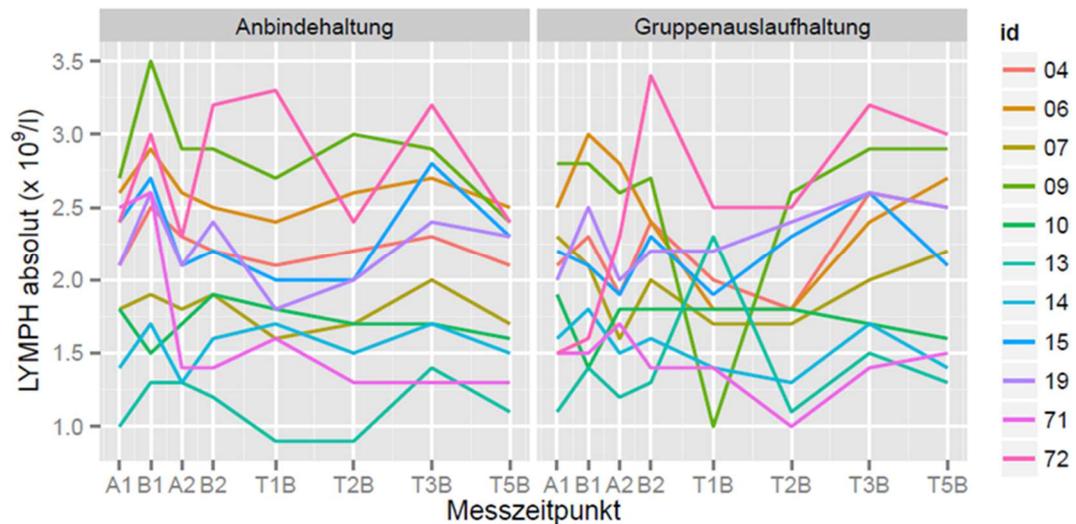


Abbildung 24: Vergleichende graphische Darstellung der Lymphozytenwerte im zeitlichen Verlauf.

Die Basiswertebereiche (A1/A2, bzw. B1/B2) der beiden Haltungsformen liegen zwischen $1,0 - 3,5 \times 10^9/l$. Die Belastungswerte (T2B) befinden sich in einem Bereich zwischen $0,9 - 3,0 \times 10^9/l$, wobei hierbei die obere und untere Grenze durch die Werte der Anbindehaltung definiert werden.

Auffällig ist das Maultier 72, mit einem hohen B2-Wert in beiden Haltungsformen und im Gegensatz zu den anderen Probanden, einem weiteren Peak bei T1B in der Anbindehaltung. Der weitere Kurvenverlauf sinkt unter Belastung (T2B) stark ab und erreicht bei T3B annähernd den B2-Wert. In der Gruppenauslaufhaltung wird bei T5B nicht annähernd das entsprechende Basisniveau (A1/A2) erreicht.

In der Anbindehaltung ist der recht flache Kurvenverlauf des Maultiers 13 erwähnenswert, mit dem tiefsten gemessenen Wert bei T1B u. T2B ($0,9 \times 10^9/l$). Im Gegensatz hierzu verhält sich die Kurve in der Gruppenauslaufhaltung konträr zu denen der anderen Probanden, mit einem auffälligen Peak zum Zeitpunkt T1B. Unter Belastung (T2B) fällt der Graph wieder ab und unterschreitet sein Basisniveau.

In der Gruppenauslaufhaltung zeigt das Maultier 09 eine starke, kurzfristige Depression im Kurvenverlauf bei T1B und einen steilen Anstieg unter Belastung (T2B).

Tabelle 14: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Lymphozytenbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.

| Lymphozyten absolut | | | | | | |
|----------------------------|--|-----------|------------|--|-----------|------------|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich (x 10⁹/l) | MW | SEM | Wertebereich (x 10⁹/l) | MW | SEM |
| | A1, A2 | 1,0 - 2,9 | 2 | 0,1 | 1,1 - 2,8 | 1,9 |
| B1, B2 | 1,2 - 3,5 | 2,3 | 0,1 | 1,3 - 3,4 | 2,1 | 0,1 |
| T2B | 0,9 - 3,0 | 1,9 | 0,2 | 1,0 - 2,6 | 1,8 | 0,2 |
| T3B | 1,3 - 3,2 | 2,2 | 0,2 | 1,4 - 3,2 | 2,2 | 0,2 |
| T5B | 1,1 - 2,5 | 1,9 | 0,1 | 1,3 - 3,0 | 2,2 | 0,2 |

Im Vergleich „kurzfristig nach Marsch“ zwischen T2B und T3B zeigt sich bei beiden Haltungsformen ein Anstieg auf ein nahezu identisches Niveau. „Langfristig nach dem Marsch“ ist der Kurvenverlauf in beiden Untersuchungsdurchläufen ebenfalls ähnlich mit einem geringfügig höheren Wertebereich in der Gruppenauslaufhaltung (T5B). Setzt man die Basiswerte (B1/B2) mit den entsprechenden Werten ca. 4 h nach Aufteilung in die Studiengruppen (T3B) in Beziehung, so zeigen sich kaum nuancierte Wertebereiche für beide Haltungsformen. Im Vergleich der Werte T5B mit den entsprechenden Basiswerten (A1/A2) liegen die Ergebnisse der Anbindehaltung innerhalb des Basisniveaus, selbiges gilt auch für die Gruppenauslaufhaltung mit einer geringfügig höheren Obergrenze bei T5B.

2.8. Hämatokrit

Das Maultier Nr. 06 weist in der Anbindehaltung relativ hohe Basiswerte auf und definiert damit auch die obere Grenze von 0,48 l/l der allgemeinen Basiswerte bei der Untersuchungsdurchläufe. Insgesamt zeichnet sich dieser Graph durch durchwegs hohe Werte aus und liegt meist, Ausnahme in der Auslaufhaltung T2B, über denen der anderen Tiere. Ab hier steigt die Kurve, im Gegensatz zur Anbindehaltung steil an, mit einem Peak bei T3B und einem Rückgang bis T5B, wobei dieser Wert über dem Basiswertniveau bleibt (vgl. Abbildung 25).

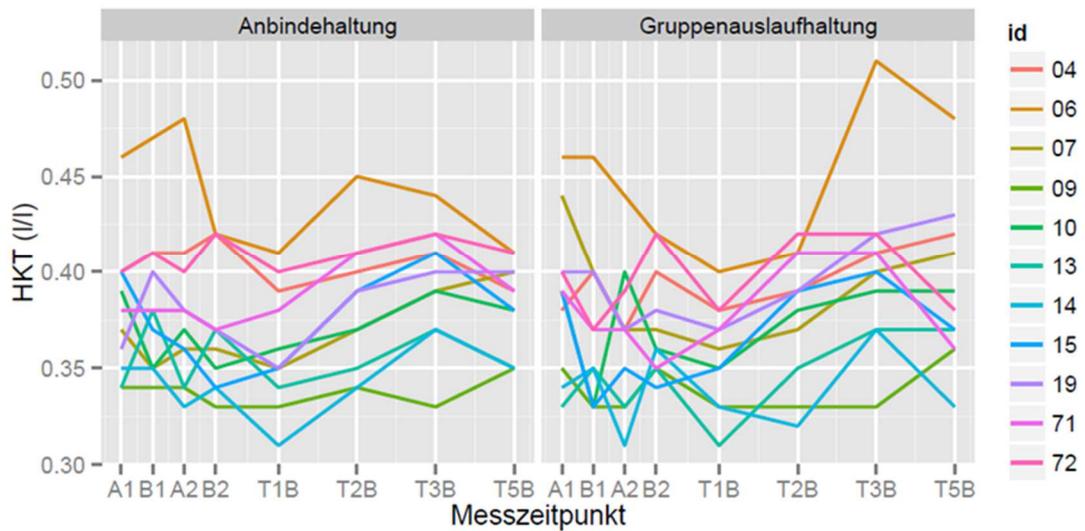


Abbildung 25: Vergleichende graphische Darstellung der Hämatokritwerte im zeitlichen Verlauf.

Die basalen Werte (A1/A2, bzw. B1/B2) liegen für die Anbindehaltung und die Gruppenauslaufhaltung zwischen 0,31 – 0,48 l/l, sowie die Belastungswerte im Bereich von 0,32 – 0,45 l/l (s. Tabelle 15).

Tabelle 15: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Hämatokrit-Wertebereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.

| Hämatokrit | | | | | | |
|---------------|--------------------|------|------|-----------------------|------|------|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich (l/l) | MW | SEM | Wertebereich (l/l) | MW | SEM |
| A1, A2 | 0,33 - 0,48 | 0,38 | 0,01 | 0,31 - 0,46 | 0,38 | 0,01 |
| B1, B2 | 0,33 - 0,47 | 0,38 | 0,01 | 0,33 - 0,46 | 0,37 | 0,01 |
| T2B | 0,34 - 0,41 | 0,38 | 0,01 | 0,32 - 0,42 | 0,38 | 0,01 |
| T3B | 0,33 - 0,44 | 0,40 | 0,01 | 0,33 - 0,51 | 0,40 | 0,01 |
| T5B | 0,35 - 0,41 | 0,38 | 0,01 | 0,33 - 0,48 | 0,39 | 0,01 |

Insgesamt ergeben sich aus dem Vergleich der einzelnen Messpunkte und Haltungformen ähnliche Wertebereiche mit der Untergrenze von 0,31 l/l bei A1/A2, sowie der oberen Grenze bei T3 (0,51 l/l) in der Gruppenauslaufhaltung. Ausnahme bilden die Kurvenverläufe des o.a. Tiers 06.

2.9. N:L Verhältnis

Für die N:L Ratio wurden Signifikanztests durchgeführt. Der Test „kurzfristig nach dem Marsch“ (T2B, T3B) ergab keine signifikanten Unterschiede in den Haltungformen ($p = 0,2061$), ebenso wie bei „langfristig nach dem Marsch“ (T2B, T5B) mit $p = 0,7002$.

Zur Durchführung der Tests in Bezug zu den Basiswerten wurden diese entsprechend ihres Erhebungszeitpunkts 06:00 Uhr (A1/A2) und 18:00 Uhr (B1/B2) gemittelt.

Insgesamt ergeben sich für „kurzfristig zu den Basiswerten“ ($p = 0,2402$) keine Signifikanzen bei den Haltungformen, für „langfristig zu den Basiswerten“ jedoch schon mit $p = 0,0136$. Die Werte bei T5B sind im Vergleich mit den Basiswerten (A1/A2) tendenziell höher in der Anbindehaltung.

In Abbildung 26 sind die Einzelgraphen der Haltungformen gegenübergestellt.

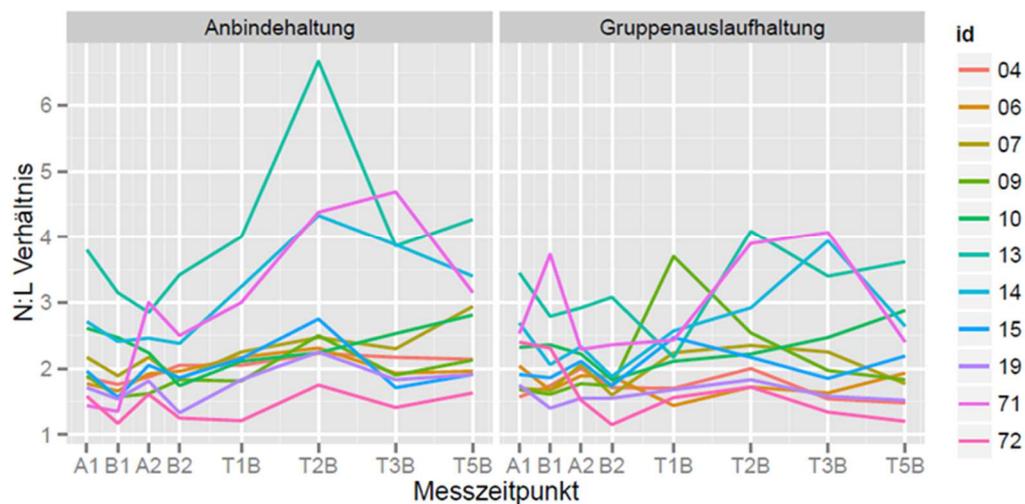


Abbildung 26: Vergleichende graphische Darstellung des N:L Verhältnis im zeitlichen Verlauf.

In folgender Tabelle 16 sind die errechneten Wertebereiche der Haltungsformen einander gegenübergestellt.

Tabelle 16: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten errechneten N:L Verhältnisbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.

| N:L Verhältnis | | | | | | |
|----------------|----------------|------|-----|-----------------------|------|-----|
| Messzeitpunkt | Anbindehaltung | | | Gruppenauslaufhaltung | | |
| | Wertebereich | MW | SEM | Wertebereich | MW | SEM |
| A1, A2 | 1,44 - 3,80 | 2,14 | 0,1 | 1,52 - 3,45 | 2,12 | 0,1 |
| B1, B2 | 1,17 - 3,42 | 1,94 | 0,1 | 1,15 - 3,73 | 1,99 | 0,1 |
| T2B | 1,75 - 6,67 | 3,08 | 0,4 | 1,72 - 4,09 | 2,50 | 0,2 |
| T3B | 1,41 - 4,69 | 2,56 | 0,3 | 1,34 - 4,07 | 2,37 | 0,3 |
| T5B | 1,63 - 4,27 | 2,57 | 0,2 | 1,20 - 3,62 | 2,13 | 0,2 |

3. Ethologische Parameter

In den Graphen zu den ethologischen Erhebungen werden die Differenzen zwischen den Belastungswerten und den jeweiligen Basiswerten dargestellt, wobei jeweils die Messwerte eines Tieres miteinander verbunden sind. Je dunkler eine Verbindungslinie ausfällt desto mehr Tiere weisen die gleiche Messwertkombination auf. Die beiden Haltungsformen sind in den Graphiken gegenübergestellt. Die Beurteilung der Messwerte erfolgt immer bezüglich der Differenzen ((Wert nach Belastung_A – BA) – (Wert nach Belastung_G – BG)).

Aufgrund der Tatsache, dass die *Lokomotion* nur in der Gruppenauslaufhaltung beurteilt und diese daher nicht vergleichend betrachtet werden konnte, entfällt die Darstellung im Rahmen der Ergebnisse.

3.1. Nahrungsaufnahmeverhalten

Die negativen Differenzen in der Graphik zeigen, dass unabhängig von der Aufstallungsform, mit Ausnahme eines einzelnen Tieres welches in der Gruppenauslaufhaltung einen ggr. positiven Wert aufweist, alle Tiere nach der Belastung weniger Zeit (Gruppenauslauf 9,60 % weniger, Anbindehaltung 9,24 % weniger) mit der *Nahrungsaufnahme* verbracht haben als in Ruhe (Basiswert). Bei der Anbindehaltung liegen die Werte der Tiere relativ eng beieinander, in der Gruppenauslaufhaltung hingegen divergieren die Werte und weisen sowohl geringere, als auch größere

Differenzen zu den Basiswerten auf. Fünf Tiere zeigen im Vergleich zur Anbindehaltung eine geringere Differenz, vier Tiere fressen in der Gruppenauslaufhaltung nach Belastung nuanciert weniger, als in der Anbindehaltung und drei Maultiere zeigen keine Unterschiede in den Haltungsformen (Abbildung 27).

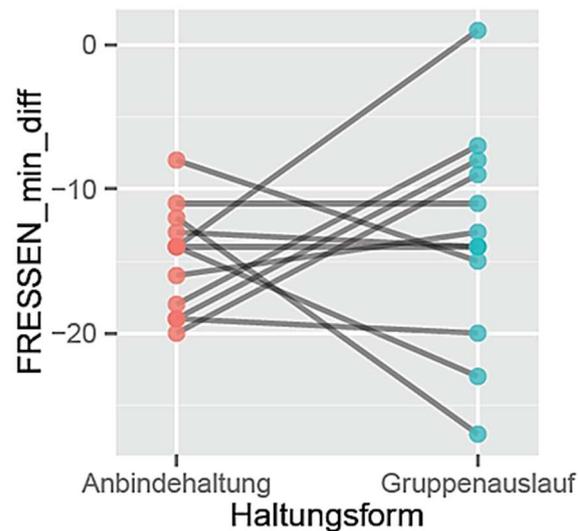


Abbildung 27: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Futteraufnahmezeiten (FRESSEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Auffallend ist, dass in der Gruppenauslaufhaltung sowohl der positive, als auch der niedrigste Wert zu finden ist. Also wird die Ober- und Untergrenze des Wertespektrums durch die Auslaufhaltung definiert.

Insgesamt ergeben sich bei dem Vergleich der Differenzen in Abhängigkeit von der Haltungsform nur wenige Kontraste zwischen der Aufstallung in Anbinde- und der in Gruppenauslaufhaltung.

3.2. Ruheverhalten

Das Merkmal *Dösen* zeigt in der graphischen Darstellung in beiden Haltungsformen eine leicht aggregative Verteilung und immer positive Werte, im Vergleich zur Differenz mit den Basiswerten. Beide Haltungsformen decken einen ähnlichen Schwankungsbereich ab, Ausnahme niedrigster und höchster Wert. Bemerkenswert ist, dass das Tier mit der niedrigsten Dösdauer in der Anbindehaltung, dem Maultier mit der höchsten im Gruppenauslauf nach Belastung entspricht (Abbildung 28).

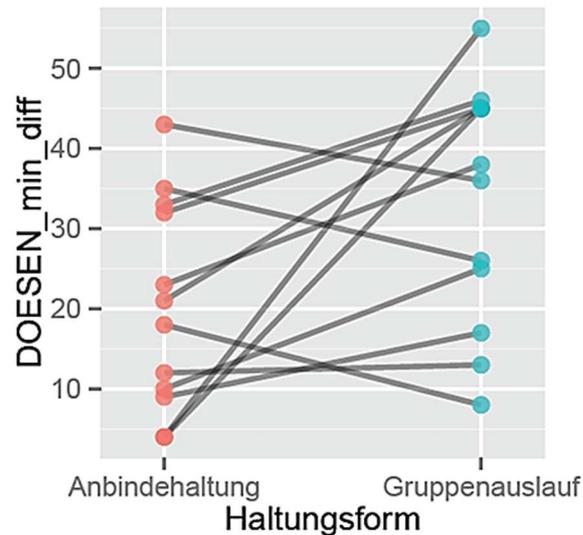


Abbildung 28: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) des Dösens (DOESEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Für das Merkmal *Dösen* ergab sich im Test ein signifikanter Unterschied zwischen den Haltungsformen, so wurde dieses Verhaltensmerkmal in der Gruppenauslaufhaltung tendenziell länger gezeigt als in der Anbindehaltung ($p = 0,0244$).

Die Wertebelegung im Merkmal *Ablegen* sind in beiden Haltungsformen mehr oder minder gleichmäßig verteilt. Prinzipiell ergibt sich hinsichtlich der Häufigkeit des Ablegens, keine Präferenz einer Haltungsform (Abbildung 29).

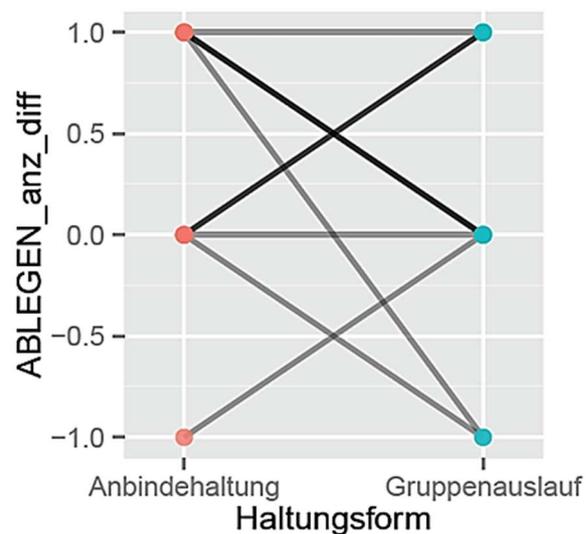


Abbildung 29: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der Ablegevorgänge (ABLEGEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform

Der Test für die Häufigkeit des *Ablegens* ergab keine signifikanten Unterschiede ($p = 1$).

Insgesamt werden in beiden Haltungsformen bei der Mehrzahl der Tiere mehr Minuten in *Brust-/Bauchlage* nach Belastung verbracht, als in Ruhe (Basiswerten). Beide Haltungsformen decken einen ähnlichen Schwankungsbereich ab, Ausnahme ein Maultier mit über 12 min in der Anbindehaltung und weniger als 5 min im Gruppenauslauf. Eine weitere Auffälligkeit zeigt ein Tier mit einer Liegezeit von knapp 7,5 min in Anbindung und einer negativen Differenz der Ruhezeiten in *Brust-/Bauchlage* im Gruppenauslauf (Abbildung 30).

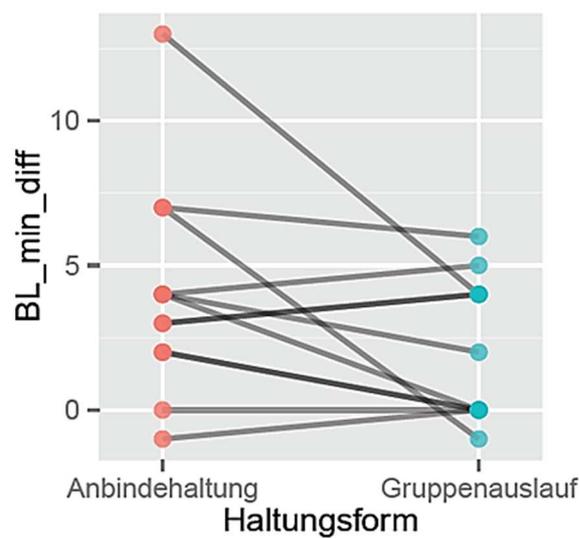


Abbildung 30: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Ruhezeiten in Brust-/Bauchlage (BL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Es ergeben sich keine klaren Tendenzen, ob in der Anbinde- oder in der Gruppenauslaufhaltung mehr Zeit in *Brust-/Bauchlage* verbracht wird, was auch das Ergebnis des Signifikanztests bestätigt ($p = 0,2967$).

Für die Häufigkeit mit der in der jeweiligen Haltungsform die *Brust-/Bauchlage* eingenommen wird, lassen sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Anbinde- bzw. Gruppenauslaufhaltung erkennen ($p = 1$), hierzu vgl. Abbildung 31.

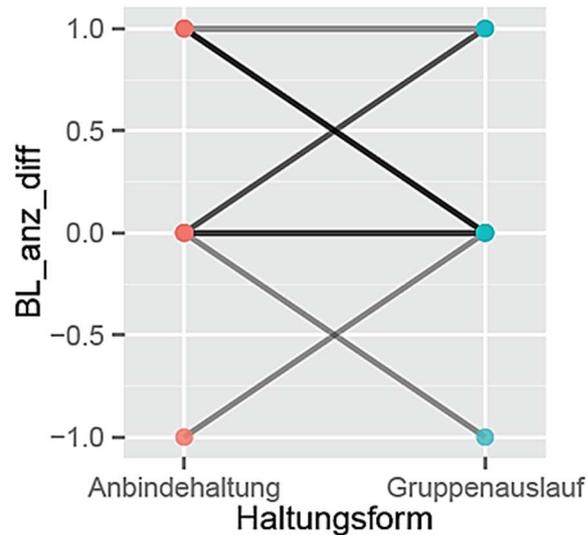


Abbildung 31: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des Ablegens in Brust-/Bauchlage (BL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Die graphische Auswertung (Abbildung 32) des Merkmals *Seitenlage* weist bei einer Mehrzahl der Tiere keinen Unterschied in der Haltungsform und den Basiswerten bezüglich der Dauer auf. Bemerkenswert in dieser Graphik ist, dass sowohl die höchste, als auch die niedrigste in *Seitenlage* verbrachte Zeitdifferenz wiederum auf die Gruppenauslaufhaltung entfällt. Eine Signifikanz für dieses Merkmal in Abhängigkeit von der Aufstallungsform ist nicht gegeben ($p = 1$).

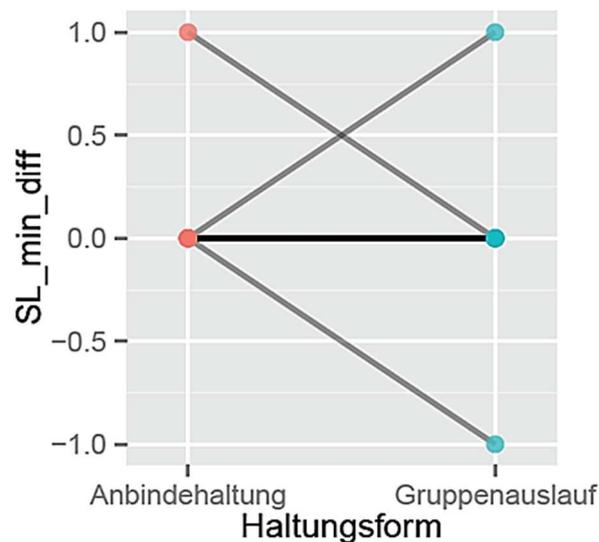


Abbildung 32: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Ruhezeiten in Seitenlage (SL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Die Tendenz aus Abbildung 32 wird in Abbildung 33 (graphische Darstellung der Anzahl der Seitenlagevorgänge) bestätigt, auch hier ergibt der Signifikanztest keine Unterschiede zwischen den Haltungsformen ($p = 1$).

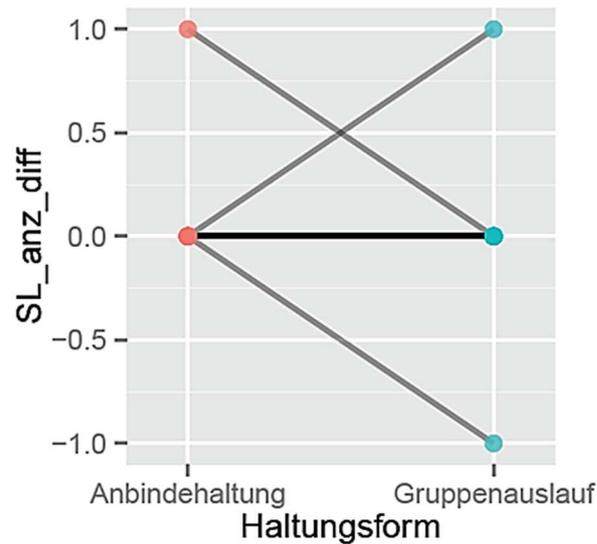


Abbildung 33: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des Ablegens in Seitenlage (SL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Nach Belastung ergeben die Zeitdifferenzen für beide Haltungsformen deutlich verlängerte *Ruhezeiten* für die einzelnen Tiere als zu den Basiswerten. Tendenziell ruhen die Maultiere in der Gruppenauslaufhaltung etwas mehr als im Vergleich zur Anbindehaltung (vgl. Abbildung 34). Dieses Ergebnis zeichnet sich auch im Test ab, eine Signifikanz ist jedoch nicht gegeben ($p = 0,0566$).

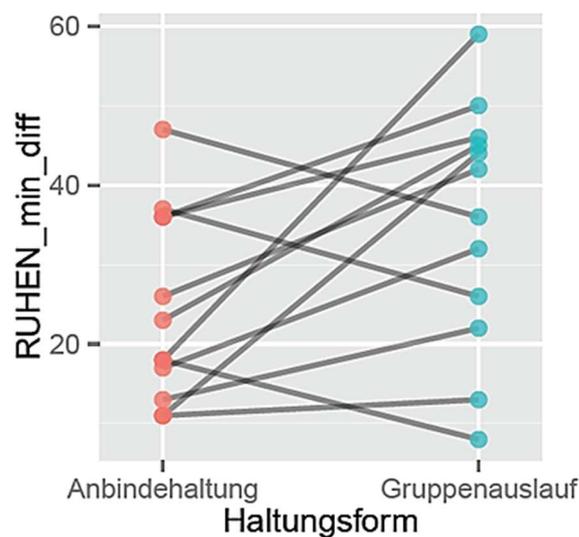


Abbildung 34: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der insgesamt Ruhezeiten (RUHEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

3.3. Komfortverhalten

Die Maultiere in Anbindung zeigen das Merkmal *sich beknabbern* etwas häufiger als in der Gruppenauslaufhaltung (s. Abbildung 35), eine Signifikanz diesbezüglich ist jedoch nicht gegeben ($p = 1$).

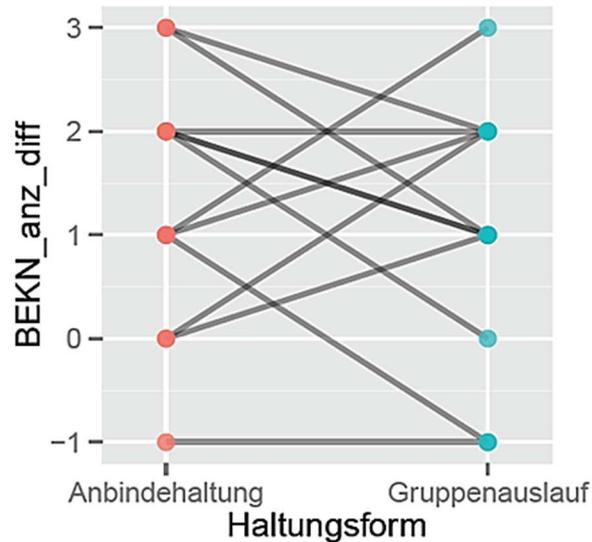


Abbildung 35: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des "sich beknabbern" (BEKN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

In beiden Haltungsformen ist die Anzahl der *Intention sich zu beknabbern* gleich häufig und entspricht mehrheitlich den jeweiligen Basiswerten. Die Ausnahme bildet nur ein Tier, welches im Auslauf eine negative Differenz im Gegensatz zur Anbindung aufweist (s. Abbildung 36). Die Berechnung des Signifikanzwertes ergibt keine Unterschiede zwischen den Haltungsformen ($p = 1$).

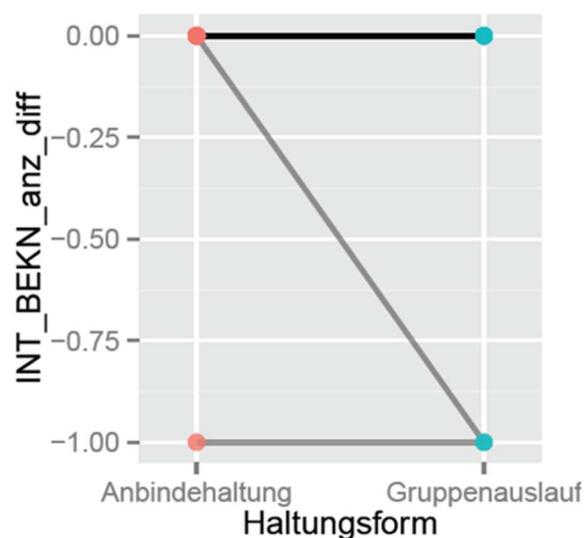


Abbildung 36: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der Intention des "sich beknabbern" (INT_BEKN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

In Abbildung 37 ist der in *beidseitig vollständigen Wälzvorgang* in Abhängigkeit der Haltungform dargestellt.

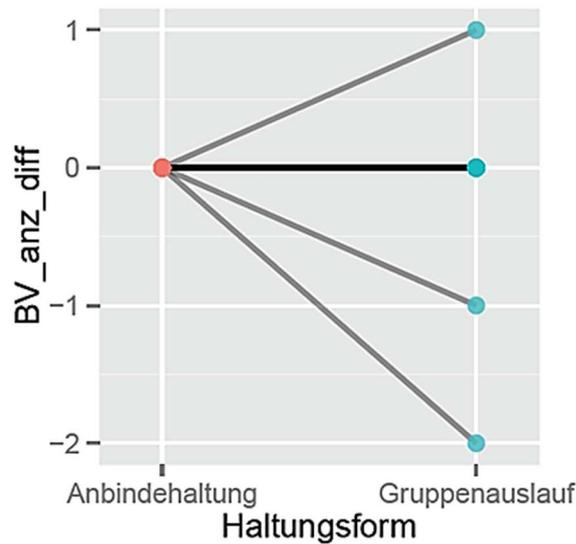


Abbildung 37: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der beidseitig vollständigen Wälzvorgänge (BV) in Abhängigkeit von der Haltungform.

Eine Ausführung eines *beidseitig vollständigen Wälzvorgangs* konnte in Anbindehaltung nicht beobachtet werden (Basis bzw. nach Belastung), daher ergibt sich die Differenz 0. In der Gruppenauslaufhaltung zeigten die Mehrheit der Probanden die gleiche Wertedifferenz zwischen Belastung und Basiswert. Eine Signifikanz zwischen den Aufstellungsformen hinsichtlich dieses ethologischen Merkmals ist nicht gegeben ($p = 1$).

Die Mehrheit der in der Studie untersuchten Tiere zeigt in den Differenzen (Wert nach Belastung_A – BA bzw. Wert nach Belastung_G – BG) beim *einseitig vollständigen Wälzvorgang* den Wert 0 und auch keine Unterschiede zwischen den Haltungformen (s. Abbildung 38). Zwei Tiere zeigen jedoch in der Anbindehaltung eine positive Differenz zu ihren Basiswerten, im Gegensatz zur Gruppenauslaufhaltung (Wertedifferenz = 0), ein signifikanter Unterschied zwischen den Haltungformen ist jedoch nicht darstellbar ($p = 1$).

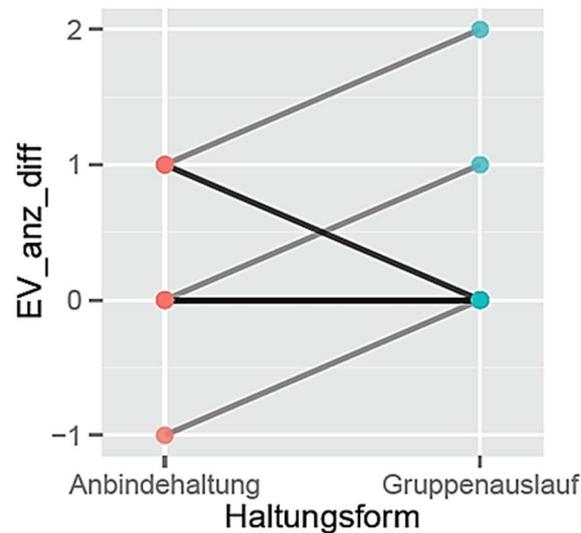


Abbildung 38: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der einseitig vollständigen Wälzvorgänge (EV) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Im Zuge der Erhebungen konnten in keiner der beiden Haltungsformen ein *einseitig unvollständiger Wälzvorgang* beobachtet werden.

Ebenso zeigen die Tiere in beiden Haltungsformen im Beobachtungszeitraum auch keine *Wälzintention* ohne anschließenden Wälzvorgang.

3.4. Sozialverhalten

Bei der Analyse der graphischen Darstellung (Abbildung 39) ist ersichtlich, dass alle Maultiere, unabhängig von der Aufstallungsform, nach Belastung erheblich weniger *positive Interaktionen* aufweisen als in Ruhe. Ebenso zeigt sich in der Graphik, dass die Differenzen zu den Basiswerten in der Gruppenauslaufhaltung (bei zwei Tieren stärker ausgeprägt) insgesamt geringer sind als in der Anbindehaltung.

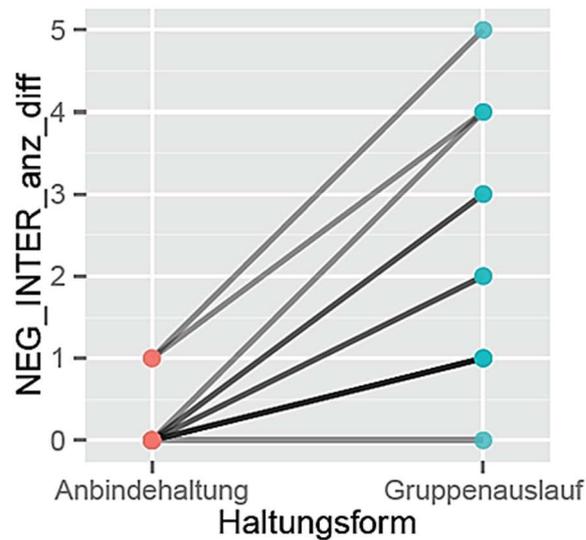


Abbildung 40: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der negativen Interaktionen (NEG_INTER) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Etwa 50 % der Tiere in beiden Haltungsformen zeigen bezogen auf die jeweiligen Basiswerte keine Veränderung im *Spielverhalten* nach Belastung. Im Vergleich zur Anbindehaltung reduziert sich die Dauer des *sozialen Spiels* nach Belastung i.d.R. im Gruppenauslauf, Ausnahme hiervon bilden drei Maultiere (Abbildung 41).

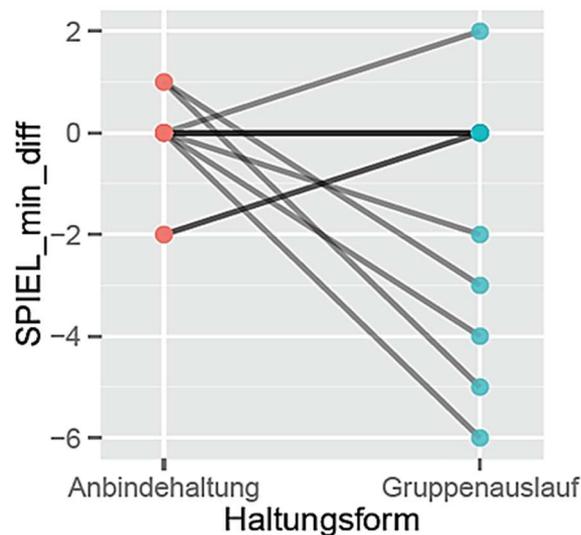


Abbildung 41: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Spielzeiten (SPIEL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.

Obwohl aus der Graphik eine tendenzielle Richtung abzulesen ist, ergibt sich tatsächlich kein signifikanter Unterschied zwischen den Haltungsformen ($p = 1$).

Die grundsätzliche Tendenz aus Abbildung 41 – keine Veränderung zu den Basiswerten – wird durch die graphische Darstellung der Häufigkeiten des *sozialen*

Spiels (Abbildung 42) verifiziert, der durchgeführte Signifikanztest ergibt ebenfalls keine Unterschiede bei diesem Verhaltensmerkmal in Abhängigkeit von der Haltungform ($p = 1$).

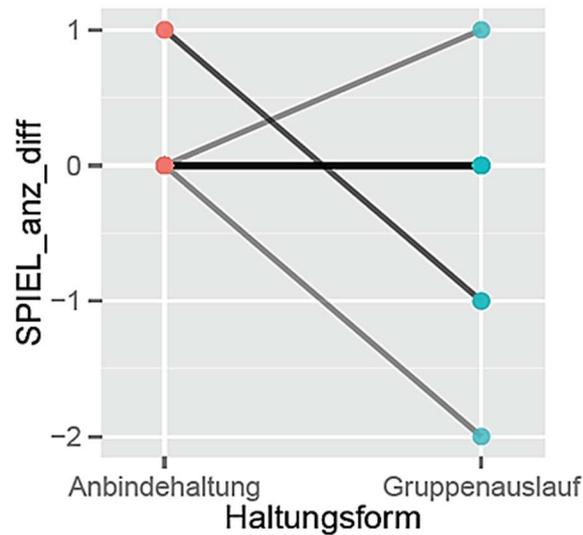


Abbildung 42: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des sozialen Spiels (SPIEL) in Abhängigkeit von der Haltungform.

3.5. Neugier- und Erkundungsverhalten

In Abbildung 43 ist die Dauer des *Drehens des Kopfes in Richtung Erkundungsquelle* in Abhängigkeit der Haltungform dargestellt.

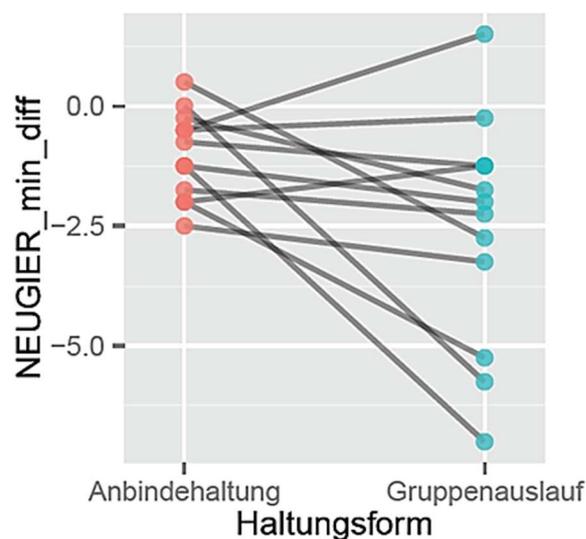


Abbildung 43: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Dauer des Drehens des Kopfes Richtung Erkundungsquelle (NEUGIER = Neugier- und Erkundungsverhalten) in Abhängigkeit von der Haltungform.

Die Differenzen zwischen Belastung und Basiswerten zeigen bei der Anbindehaltung eine deutlich geringere Streuung als in der Gruppenauslaufhaltung. In diesem Vergleich, ähnlich wie unter 3.1, definiert das Wertespektrum der Gruppenauslaufhaltung die obere und untere Grenze des Schwankungsbereichs. Dies bedeutet, dass die Gruppenauslaufhaltung im Merkmal *Neugier- und Erkundungsverhalten* sowohl geringfügig positivere, als auch deutlich negativere Ergebnisse, bezogen auf den Basiswert, nach Belastung aufweist.

Bei den Häufigkeiten mit denen das Merkmal *Drehen des Kopfes Richtung Erkundungsquelle* ausgeführt wird, zeigt die Graphik (Abbildung 44) im Vergleich der Aufstellungsformen ein ähnliches Bild wie Abbildung 43. Jedoch liegen die Werte in der Anbindehaltung nicht mehr ganz so eng beieinander mit fast regelmäßigen Abständen. Insgesamt weist diese Graphik in beiden Haltungsformen eine größere Streuung der Werte auf, als in vorheriger Graphik.

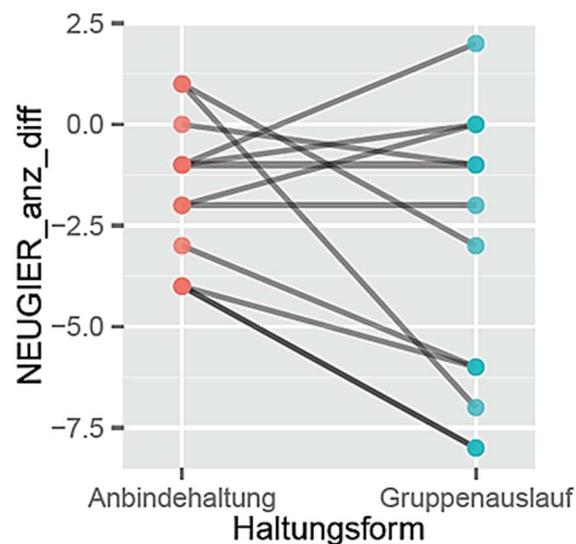


Abbildung 44: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des Drehens des Kopfes Richtung Erkundungsquelle (NEUGIER = Neugier- und Erkundungsverhaltens) in Abhängigkeit von der Haltungsform

3.6. Verhaltensauffälligkeiten

Es konnten weder in der Anbindehaltung noch in der Gruppenauslaufhaltung *reaktive Verhaltensauffälligkeiten* im Rahmen der Studie festgestellt werden, daher ergeben sich auch keine Unterschiede in den Haltungsformen.

3.7. Ergänzende Übersichtstabelle

Die Tabelle 17 zeigt die Mittelwerte (MW) und die Standardfehler (SEM) der Differenzen der einzelnen bewerteten ethologischen Parameter zusammen mit den p-

Werten. Die erhobenen Daten der einzelnen Tiere wurden interindividuell statistisch ausgewertet (vgl. IV.3.1 bis IV.3.6), daher wird die u. a. Übersichtstabelle lediglich als Ergänzung angeführt.

Tabelle 17: Mittelwerte (MW), Standardfehler (SEM) und p-Werte der ethologischen Parameter, errechnet aus den Differenzen; n=12

| | Ethologische Parameter | Anbindehaltung | | Gruppenauslaufhaltung | | p-Wert |
|---------------------------|-----------------------------------|----------------|------|-----------------------|------|--------|
| | | MW | SEM | MW | SEM | |
| Nahrungsaufnahmeverhalten | Fressen (min_diff) vgl. IV.3.1 | -14,83 | 1,01 | -13,33 | 2,09 | - |
| | Dösen (min_diff) vgl. IV.3.2 | 20,33 | 3,61 | 33,25 | 4,18 | 0,0244 |
| Ruheverhalten | Ablegen (anz_diff) vgl. IV.3.2 | 0,42 | 0,18 | 0,17 | 0,20 | 1 |
| | BL (min_diff) vgl. IV.3.2 | 4,00 | 1,02 | 2,00 | 0,68 | 0,2967 |
| | BL (anz_diff) vgl. IV.3.2 | 0,33 | 0,18 | 0,17 | 0,16 | 1 |
| | SL (min_diff) vgl. IV.3.2 | 0,08 | 0,08 | 0,00 | 0,12 | 1 |
| | SL (anz_diff) vgl. IV.3.2 | 0,08 | 0,08 | 0,00 | 0,12 | 1 |
| | Ruhen (min) vgl. IV.3.2 | 24,42 | 3,30 | 35,25 | 4,27 | 0,0566 |
| | BEKN (anz_diff) vgl. I.1.1 | 1,33 | 0,34 | 1,08 | 0,34 | 1 |
| Komfortverhalten | INT_BEKN (anz_diff) vgl. I.1.1 | -0,08 | 0,08 | -0,17 | 0,11 | 1 |
| | BV (anz_diff) vgl. I.1.1 | 0,00 | 0,00 | -0,17 | 0,20 | 1 |
| | EV (anz_diff) vgl. I.1.1 | 0,25 | 0,17 | 0,25 | 0,17 | 1 |
| | | | | | | |

| | Ethologische Parameter | Anbindehaltung | | Gruppenauslaufhaltung | | p-Wert |
|---------------------------------|--|----------------|------|-----------------------|------|--------|
| | | MW | SEM | MW | SEM | |
| Sozialverhalten | POS_INTER (anz_diff) vgl. IV.3.4 | -5,17 | 0,68 | -2,50 | 0,46 | 0,0037 |
| | NEG_INTER (anz_diff) vgl. IV.3.4 | 0,17 | 0,11 | 2,25 | 0,43 | 0,0007 |
| | SPIEL (min_diff) vgl. IV.3.4 | -0,17 | 0,26 | -1,50 | 0,68 | 1 |
| | SPIEL (anz_diff) vgl. IV.3.4 | 0,17 | 0,11 | 0,25 | 0,21 | 1 |
| Neugier- u. Erkundungsverhalten | NEUGIER (min_diff) vgl. IV.3.5 | -1,15 | 0,23 | -2,96 | 0,60 | - |
| | NEUGIER (anz_diff) vgl. IV.3.5 | -1,67 | 0,50 | -3,33 | 0,97 | - |

4. Beurteilung der Haltungsformen

Die Anbindehaltung wurde für jedes Maultier einzeln, unter Zugrundelegung des „Beurteilungsschemas für die Anbindehaltungen von Pferden“ (STMGEV, 2003), in Verbindung mit dem Stockmaß des jeweiligen Tieres beurteilt (vgl. Tabelle 2 und IX.5). Die Bewertung des Gruppenauslaufs erfolgte anhand der „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten“ (BMEL, 2009). Beide Haltungsformen entsprachen den Inhalten o. a. Beurteilungsgrundlagen, Abweichungen und/oder Defizite konnten nicht dargestellt werden. In Abbildung 45 ist beispielhaft die Anbindehaltung dargestellt.



Abbildung 45: Ruhen in Brust-/Bauchlage

V. DISKUSSION

Die Maultiere des Eins/AusbZ TrgTWes 230 waren in einer Gruppenauslaufhaltung kombiniert mit einer zeitweiligen Anbindehaltung untergebracht. Zentrales Ziel der Arbeit war es mittels Beurteilung der Stressbewältigung der Tiere, in Abhängigkeit von der Aufstallungsform, das bundeswehreigene Haltungskonzept auf seine Tiergerechtheit hin zu überprüfen. Die Untersuchungen erstreckten sich hier mit Schwerpunkt auf einen mehrstündigen Zeitraum im Anschluss an eine definierte Arbeitsbelastung. Dies entspricht weitgehend den militärischen Erfordernissen an eine vorübergehende Anbindung der Tragtiere. Hierzu wurden 25 % des zum Studienzeitpunkt gehaltenen Gesamtbestandes an Maultieren im Sinne einer Stichprobe untersucht. Der Fokus dieser Untersuchung lag zum einen auf klassischen, direkten Stressparametern wie *Kortisol* und indirekten wie dem *N:L Verhältnis*, sowie auf der Beurteilung von ethologischen Merkmalen aus den Funktionskreisen *Ruheverhalten*, *Komfortverhalten* und *Sozialverhalten*.

1. Klinische und labordiagnostische Parameter

1.1. Herzfrequenz

Die Herzfrequenzerhöhung ist Bestandteil der klassischen „Fight-or-Flight-Reaktion“ und stellt eine der ersten Reaktionen auf Stress dar (VON BORELL, 2000; CWYNAR et al., 2014). In der Studie konnten basale Herzfrequenzen in Ruhe von 30 - 36 Schläge/min erhoben werden, was innerhalb der in der Literatur angegebenen Ruhefrequenz von adulten Pferden liegt (GLITZ & DEEGEN, 2010), jedoch geringfügig unterhalb des von RENNENKAMPPFF (1987) dargestellten durchschnittlichen Ruhewertes für Maultiere. Die Belastungswerte ergeben einen Anstieg auf bis zu 68 Schläge/min und erreichen damit annähernd den in der Literatur angegebenen Durchschnittswert von 76 Schläge/min (RENNENKAMPPFF, 1987). Der Kurvenverlauf der Ergebnisse zeigt in beiden Haltungsformen ein nahezu identisches Bild und lässt keine Unterschiede in der Anbinde-, wie auch der Gruppenauslaufhaltung erkennen. In beiden Aufstallungsformen werden am Folgetag die basalen Ruhewerte wieder erreicht.

1.2. Gesamtkortisol im Serum

Es existiert keine einschlägige Literatur über die Kortisolkonzentrationen beim Maultier. Allein aufgrund der vorliegenden Ergebnisse der Stichprobe kann im Rahmen dieser Arbeit keine allgemeingültige Aussage über Grenzen der Wertebereiche beim Maultier getroffen werden. Im Fokus der Studie lagen hier allerdings auch nicht die Referenzbereiche, sondern die Veränderungen der Kortisolkonzentrationen in Abhängigkeit von Belastung und Haltungsumgebung.

Die erhobenen Kortisolwerte im Serum liegen durchweg unterhalb der aus der Literatur ersichtlichen Schwankungsbereiche von Pferden, sowie derjenigen von Eseln (IRVINE & ALEXANDER, 1994; FORHEAD et al., 1995; LEBELT, 1996). Aus verschiedenen Studien geht hervor, dass anhaltende chronische Stressexposition zu einem sinkenden Kortisolspiegel führt, was eine weitreichende Beeinträchtigung der Physiologie des Körpers entspricht (MILLS et al., 1997; NOGUEIRA & BARNABE, 1997; FUREIX et al., 2012). In wie weit die niedrigen Gesamtkortisolkonzentrationen in Ruhe, wie auch unter bzw. nach Belastung für eine länger anhaltende Stressexposition sprechen, kann im Rahmen dieser Arbeit nicht abschließend geklärt werden. Allerdings sprechen die Werte von Einzeltieren, welche im Kurvenverlauf durchaus auch höhere Ergebnisse als der restliche Bestand aufweisen (vgl. Abbildung 19), eher gegen die Annahme von chronisch vorhandenem Stress als Auslöser der niedrigeren Werte. Insbesondere sind hier die Probanden 14 und 04 in der Anbindehaltung erwähnenswert. Ersterer liegt mit der gesamten Kurve außerhalb des Schwankungsbereichs der anderen, letzterer hat einen starken Peak bei T2B. Im Rahmen von Blutprobenentnahmen kann es trotz sorgfältiger und ruhiger Durchführung zu Stressreaktionen der Tiere kommen, was sich in den Kortisolwerten niederschlägt. Ein direkter Zusammenhang der höheren Konzentrationen mit der Aufstallungsform ist jedoch insofern auszuschließen, da die Basiswerte für beide Untersuchungsdurchläufe in Anbindehaltung erhoben wurden und diese beim zweiten Untersuchungsdurchlauf für das gleiche Tier deutlich niedriger lagen. Im Vergleich der beiden Aufstallungsformen zeigen die Signifikanztests keine Unterschiede in der Entwicklung der Kortisolkonzentrationen in Abhängigkeit von der Haltungsumgebung auf. Sie lassen im Rahmen der Studie somit keine Rückschlüsse auf vermehrt vorliegenden Stress durch die zeitweilige Anbindehaltung zu.

1.3. Glukose

Im Falle eines erhöhten Bedarfs wird Glukose als Energielieferant mittels der Wirkung von Glukokortikoiden bzw. Katecholaminen im Blut bereitgestellt. Der entsprechende Mechanismus ist sowohl unter körperlicher Arbeit (= Stress durch Belastung), als auch bei psychischen Stress, vor allem bei Katzen, feststellbar (KRAFT & DÜRR, 2005). Diese Beobachtung deckt sich mit den in der Arbeit gewonnenen Ergebnissen insofern, da bereits zum Zeitpunkt der „Herstellung der Marschbereitschaft“ (= psychische Aufregung) bei dem überwiegenden Teil der Maultiere ein Anstieg der Glukosekonzentrationen festzustellen war. Unmittelbar nach Belastung zeigen sich auch in beiden Untersuchungsdurchläufen erhöhte Werte, wobei in dem Graphen der Gruppenauslaufhaltung (vgl. Abbildung 20) höhere Peaks der Kurven zum genannten Zeitpunkt erkennbar sind. Einflüsse zum Messzeitpunkt wie Streckenbelastung, Marschtempo und Traglast kommen ursächlich nicht in Betracht, da solche Faktoren im Rahmen der Studie standardisiert wurden. Auch das Auftreten von psychischen Stressoren zu diesem Zeitpunkt erscheint als Ursache für den Anstieg der Werte nicht schlüssig. Die Erhöhung der Glukosewerte zum Zeitpunkt T2B findet in keinem der Graphen der anderen labordiagnostischen Parameter eine Entsprechung, daher ist emotionaler und/oder körperlicher Stress als Ursache auszuschließen. In Betracht zu ziehen wäre ggf. eine unverhältnismäßige Aufnahme von Grünfutter im Laufe des Belastungsmarsches.

Die gemessenen Ruheglukosewerte liegen zwischen 54 – 79 mg/dl und damit innerhalb des für das Pferd im Vollblut bekannten Referenzbereichs. Die in der Literatur angegebenen Serumwerte für Maultiere befinden sich in einem Bereich von 80 – 85 mg/dl (SCHECK et al., 1980; RENNENKAMPFF, 1987). Als Grund für die abweichenden Glukosewerte der Studie hierzu sind die üblicherweise niedrigeren Blutglukosekonzentrationen im Vollblut, im Gegensatz zu Messungen im Serum oder Plasma, zu nennen (vgl. II.3.2.2). Auch die Belastungswerte der Maultiere sind noch innerhalb des für Pferde angegebenen Referenzbereichs (KRAFT & DÜRR, 2005).

In der Gesamtheit ergeben die Kurvenverläufe der beiden Haltungsformen, abgesehen von einzelnen differierenden Punkten, ein ähnliches Bild. Erwähnenswert ist hier allerdings, dass in der Gruppenauslaufhaltung zu den Messzeitpunkten nach Belastung ein breiteres Wertespektrum gezeigt wird als in der Anbindung. Ob der Grund für die etwas tieferen basalen Werte 4 h nach Verbringen in den Auslauf

bzw. die Werte am Folgetag um 06:00 Uhr ein forciertere Abbau des durch Belastungsstress induzierten Glukosespiegels aufgrund der Haltungsform ist, erscheint fraglich. Für die Untergrenzen dieser Bereiche sind die Werte von lediglich zwei Tieren verantwortlich, so dass hier auch eine reduziertere Futteraufnahme im Gruppenauslauf in Betracht zu ziehen ist.

1.4. Laktat

Zur Beurteilung von Stressreaktionen wird Laktat aufgrund seines Zusammenspiels mit dem Kohlenhydratstoffwechsel, welcher wiederum mit der Kortisolbildung in Beziehung steht, berücksichtigt (vgl. II.3.2.3). In der Literatur werden die Ruhewerte beim Maultier mit durchschnittlich 0,8 mmol/l und nach Belastung mit 1,0 mmol/l angegeben (RENNENKAMPFF, 1987). Die im Rahmen der Studie ermittelten Laktatwerte liegen sowohl in Ruhe als auch unter und nach Belastung oberhalb dieser angegebenen Werte. Ein Erklärungsansatz für die Unterschiede zu den Literaturangaben kann auch ein geringeres Leistungsniveau der Probanden in der vorliegenden Arbeit sein, natürlich spielen aber ebenso Alter und Geschlecht der Tiere eine Rolle. Unter diesen Gesichtspunkten können die angeführten Faktoren hier das insgesamt höhere Laktatlevel bedingen. Nimmt man die Kurven der zwei Tiere 10 und 06 in der Gruppenauslaufhaltung aus der Betrachtung heraus, so ergibt sich für beide Haltungsformen ein ähnlicher Verlauf der Laktatkonzentrationen. Für die markanteren Graphen der beiden o.a. Maultiere kann, wie bereits erwähnt, ein zu den anderen Probanden differierendes Leistungsniveau ursächlich sein. Hiergegen spricht jedoch der eher unauffällige Kurvenverlauf der beiden Tiere in der Anbindehaltung.

Insbesondere hohe körperliche Belastungen und psychische Anspannungen (vgl. II.3.2.3) können das Serumlaktat beeinflussen. Zudem ist es, da sein Ursprung vor allem in der Muskulatur zu suchen ist, stark trainingsabhängig. Laktat weist eine ungenügende Spezifität zur Unterscheidung ob Werte durch intensive Muskelarbeit oder Stress induziert sind, auf. In Folge dessen ist es in der vorliegenden Arbeit als Parameter zur Beurteilung der Reaktion der Tragtiere auf Stress nicht geeignet.

1.5. Gesamtleukozyten, Granulozyten

In verschiedenen Studien wird ein Anstieg der Gesamtleukozytenzahlen in Zusammenhang mit sowohl psychischem als auch physischem Stress beschrieben (STULL & RODIEK, 2000, 2002; STULL et al., 2004; CYWINSKA et al., 2010; LARSSON et al., 2013). Hervorgerufen wird die Erhöhung der Leukozytenzahlen durch den Mechanismus des Loslösen des marginalen Pools an Granulozyten infolge eines steigenden Blutdrucks (KRAFT & DÜRR, 2005). Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen mit Ausnahme von Einzeltieren, unabhängig von der Aufstallungsform, einen Anstieg der Gesamtleukozyten unter Belastung aufgrund o. a. Wirkmechanismus und eine Regeneration der Werte bis auf das entsprechende Basisniveau am Folgetag. Die Empfindung von Stress und die Ausprägung von physischen und psychischen Reaktionen hierauf sind von verschiedenen Faktoren abhängig. Für die auffälligeren Kurvenverläufe einzelner Maultiere kommt daher eine individuell ausgeprägte körperliche Reaktion auf Stressoren in Betracht, ein kausaler Zusammenhang mit der Haltungform ist aus den Ergebnissen nicht abzuleiten. Die gemessenen Werte der Maultiere sind sowohl in Ruhe als auch nach Belastung innerhalb der in der Literatur für Pferde angegebenen Referenzwerte und befinden sich damit auch im Bereich der von RENNENKAMPPF (1987) erhobenen Durchschnittswerte für Maultiere.

In den für die Granulozyten erhobenen Werten finden sich Ausnahmen vom allgemeinen Kurvenverlauf, analog zu den auffälligen Tieren bei den Gesamtleukozyten. Markante Unterschiede zwischen den Haltungsformen sind allerdings nicht darstellbar. Bei der Auswertung der Ergebnisse wird deutlich, dass auch die Maultiere ein, wie für das Pferd bekannt, von Granulozyten getragenes weißes Blutbild aufweisen (DIETZ & HUSKAMP, 2005). Für die Granulozyten absolut existieren in der Literatur keine Referenzbereiche für Maultiere, die Daten der Studie liegen jedoch innerhalb der für Pferde angegebenen Werte (SCIL, 2006).

1.6. Lymphozyten, N:L Verhältnis

Durch die Einwirkung von Stressoren kommt es zu dem Phänomen der sog. *Pseudo-Leukozytose*, hierbei werden keine neuen Leukozyten gebildet, sondern die vorhandenen, randständigen durch die Blutdrucksteigerung mobilisiert. Als Resultat zirkulieren vermehrt neutrophile Granulozyten im Blut (SCHALM et al., 1975).

Diese Auswirkung von Stress ist ACTH induziert, führt zusätzlich zu einer Neutrophilie und auch zu einer verminderten Lymphozytenzahl (SALAK-JOHNSON et al., 1996). In den Ergebnissen der Studie konnte mit wenigen Ausnahmen, analog zu den Literaturangaben, ebenfalls ein Absinken der Lymphozyten unter Belastungsstress beobachtet werden. Die Veränderungen bewegen sich hierbei innerhalb des Referenzbereichs für Pferde, eigene Literaturangaben über absolute Lymphozytenzahlen beim Maultier finden sich nicht.

Durch die Mobilisation von Granulozyten unter Einfluss von Stress und dem gleichzeitigen Absinken der Lymphozytenzahlen erhöht sich das N:L Verhältnis. In den durchgeführten Signifikanztests konnte, ausschließlich im Rahmen des langfristigen Vergleichs der Werte beider Haltungformen zu den jeweiligen Basiswerten, ein signifikanter Unterschied festgestellt werden. Eine Regeneration des weißen Blutbildes nach Belastung erfolgte somit in Anbindehaltung nicht in gleicher Weise wie in der Gruppenauslaufhaltung. Es konnte nur eine Signifikanz im langfristigen Vergleich dargestellt werden, dies deckt sich insofern mit den Angaben in der Literatur, da eine Normalisierung des N:L Verhältnis erst verzögert nach Stresseinwirkung eintritt (ROSSDALE et al., 1982). Der Parameter ist somit in seiner Reaktion „träger“ einzustufen als Kortisol, welches auch auf kurz wirkende Einflüsse reagiert. Die gegebene Signifikanz im langfristigen Vergleich lässt jedoch als alleiniger Wert (Entsprechungen in den Kortisolwerten fehlen) nicht den Schluss zu, dass die Maultiere grundsätzlich aufgrund der Anbindehaltung nicht zur Regeneration des weißen Blutbildes in der Lage sind. Das Ergebnis des Signifikanztests ist jedoch in jedem Fall ein Hinweis, dass zumindest die Regeneration in Abhängigkeit von der Haltungform verzögert ist. Es gilt allerdings zusätzlich bei der Beurteilung zu beachten, dass die aus der Literatur bekannte verzögerte Normalisierung des N:L Verhältnis (s. o.) hierbei ebenfalls eine Rolle spielen kann.

1.7. Hämatokrit

Die Hämatokritwerte der vorliegenden Arbeit liegen unabhängig von der Haltungform und dem Entnahmezeitpunkt der Probe (vor und nach Belastung) innerhalb des Referenzbereichs für Pferde (KRAFT & DÜRR, 2005). Die in der Literatur für Maultiere angegebenen Hämatokritwerte werden teilweise geringgradig unterschritten (LEMMER et al., 1980). Die Graphen beider Aufstallungsformen weisen sehr ähnliche Kurvenverläufe auf. Eine Beeinflussung der Werte in Abhängigkeit von der Haltungform ist somit nicht darstellbar. LEMMER et al (1980) konnten in

ihrer Arbeit unterschiedliche Wertebereiche für Maultierstuten und Wallache in einem Alter von 10 bis über 20 Jahren feststellen. Bei dem Maultier 06 handelt es sich um eine 19 Jahre alte Stute, deren Werteverlauf zwar abweichend von denen der anderen Probanden ist, jedoch noch innerhalb dem für Maultierstuten angegebenen Bereich liegt (vgl. II.3.2.4.1). Bei manchen Tieren in der Gruppenauslaufhaltung am Messzeitpunkt T5B liegen noch leicht erhöhte Hämatokritwerte vor, hierfür kommt ggf. eine reduziertere Wasseraufnahme nach Belastung in Frage.

2. Ethologische Parameter

Wissenschaftliche Verhaltensstudien an solitären Maultiergruppen sind im Gegensatz zu solchen an Pferden und auch Eseln eher selten. Die Ursache hierfür ist mit hoher Wahrscheinlichkeit in dem nur vereinzelt Vorkommen größerer Maultierpopulationen, welche unter gleichen Haltungsbedingungen zum selben Zweck gehalten werden, zu suchen. Meist werden die Tiere in gemischten Gruppen mit Pferden und/oder Eseln gehalten. Aus der einschlägigen Fachliteratur ist kein, alleine für den Hybriden Maultier erstelltes, vollständiges Ethogramm bekannt. Zur Beurteilung der Verhaltensweisen wird in der vorliegenden Studie daher das Ethogramm des Pferdes, unter Berücksichtigung der in der Literatur angeführten Charaktereigenschaften von Maultieren zugrunde gelegt (ZEITLER-FEICHT, 2008).

2.1. Nahrungsaufnahmeverhalten

Bei der Haltung von Maultieren in menschlicher Obhut spielt die richtige Ernährung eine große Rolle. Die Tiere können ähnlich dem Esel bei falscher Rationsgestaltung schnell übergewichtig werden, was z. B. zu Erkrankungen des Bewegungsapparates führen kann (NMELF, 2000; PIETTA & BARTMANN, 2012; SCHWARZ & ANEN, 2014). Grundsätzlich ist es für Maultiere wie auch für Pferde wichtig, Raufutter mehrmals täglich zur Prävention von Beeinträchtigungen der Magenschleimhaut zur Verfügung gestellt zu bekommen. Im Rahmen des bundeswehreigenen Haltungskonzepts werden für die Maultiere individuelle Rationen zusammengestellt (vgl. III.1.4). Hierdurch wird unter Berücksichtigung ihrer effizienteren Faserverdauung, der im Vergleich zum Pferd verlängerten Magen-Darm Passage (PEARSON, 2005; MCLEAN, 2011) und unter tierärztlicher Kontrolle des BCS (NMELF, 2000) eine bedarfsgerechte Fütterung sichergestellt. Nach neueren Erkenntnissen ist die Gabe von 1 kg Heu pro 100 kg KGW pro Tag lediglich als Mindestmenge zur Aufrechterhaltung der physiologischen Verdauung zu sehen und

es wird die Forderung erhoben, dass zumindest der Erhaltungsbedarf an Energie aus Raufutter gedeckt werden sollte. Ideal wird hierbei die Möglichkeit zur zwölfstündigen Grobfutteraufnahme angesehen, was allerdings bei leichtfuttrigen Tieren mit Gefahr zur Adipositas in der Regel zu Schwierigkeiten in der Umsetzung führt (GFE, 2014). Den gehaltenen Maultieren stehen 1,5 kg Heu pro 100 KGW pro Tag zur Verfügung. Die o. a. Rationierung der Heumenge und die ad libitum Verfügbarkeit des Einstreumaterials (Weizenstroh) in Futterqualität bedingt, eine Reduzierung der Energiedichte des Futters unter Sicherstellung der Befriedigung des arttypischen Kaubedürfnisses. Dies stellt auch nach neueren Erkenntnissen eine Möglichkeit zur artgerechten Fütterung unter gleichzeitiger Vermeidung einer Energieübersversorgung dar (GFE, 2014). Bei einer Rationsgestaltung ist zusätzlich zu beachten, dass es sich um Tiere handeln muss, wie in der vorliegenden Arbeit gegeben, welche an den Konsum von Stroh adaptiert sind. Obstipationskoliken aufgrund von übermäßiger Strohaufnahme konnten im Studienzeitraum nicht beobachtet werden. Dies ist sicherlich auch der engmaschigen tierärztlichen Kontrolle vor Ort, vor allem auch der Überwachung der Zahngesundheit und der kontinuierlichen Bewegung der Tragtiere zu schreiben.

Maultiere zählen aufgrund ihres Eselanteils eher zu den leichtfuttrigen Tieren, daher besteht auch bei ihnen die eingangs erwähnte Gefahr der Adipositas. Die im Rahmen der Arbeit untersuchten Tiere wiesen alle einen für Esel optimalen BCS von 5 (moderat) bis 6 (moderat fleischig) auf (NMELF, 2000) und entsprachen damit auch dem von KIENZLE und SCHRAMME (2004) für Pferde angegebenen BCS von 5 (ideal) bis 6 (leicht übergewichtig). Eine Adipositas konnte bei keinem der Probanden festgestellt werden, insbesondere auch da sich der BCS Wert aus dem Mittelwert der beurteilten Kriterien ergibt und nicht die Bewertung eines einzelnen Merkmals hierfür ausschlaggebend ist (KIENZLE & SCHRAMME, 2004).

Die von Pferden präferierte Futteraufnahme *Grasen* kann in beiden vorliegenden Haltungsformen nicht ausgelebt werden, da es sich beim Gruppenauslauf nicht um eine klassische Weidehaltung handelt (ERHARD & WÖHR, 2007). Tendenziell zeigt sich in den Ergebnissen, dass unabhängig davon, ob die Tiere nach Belastung in Stall oder im Auslauf gehalten werden, die mit der Futteraufnahme verbrachte Zeit abnimmt. Markante Unterschiede im *Nahrungsaufnahmeverhalten* zwischen den Haltungsformen sind im Rahmen der Studie nicht erkennbar, jedoch zeigt sich, dass die Tiere im Gruppenauslauf eine größere Wertedivergenz aufweisen als in

Anbindehaltung. Ursächlich hierfür könnte die Nähe der Nahrungsquelle bewertet werden. In der Auslaufhaltung ist die Futterquelle nicht zwingend in unmittelbarer Nähe und damit muss aktiv die Entscheidung zur Futteraufnahme in Verbindung mit einem Ortswechsel getroffen werden.

2.2. Ruheverhalten

Das Ruheverhalten nimmt nach der Nahrungsaufnahme im Zeitbudget von Pferden den zweitgrößten Anteil ein (ZEITLER-FEICHT, 2008). Über ein abweichendes Ruheverhalten von Maultieren hierzu ist aus der Literatur nichts bekannt.

Für das Merkmal *Seitenlage* (Anzahl und Dauer) ergaben sich in der vorliegenden Studie keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Haltungsformen. Das Ruhen in Seitenlage wurde im Rahmen der Beobachtungen unabhängig von der Aufstallungsform kaum ausgeführt. In wie weit dies mit einem ggf. vorhandenen Unterschied im Abliegeverhalten der Maultiere in Bezug zu demjenigen von Pferden verbunden ist, lässt sich anhand der vorliegenden Ergebnisse nicht ergründen. In Anbindehaltung wurde dieses Verhalten in Ruhe nicht und nach Belastung nur ein einziges Mal von einem Einzeltier für einen kurzen Zeitraum von einer Minute gezeigt. Bei dem Maultier 72 handelt es sich um eines der Tiere mit einem geringeren Stockmaß, daher ist zu vermuten, dass dieses Tier aufgrund seiner Körpergröße gelernt hat, die Abmessungen in der Anbindehaltung auch für eine Seitenlage zu nutzen. Auch für das Merkmal Ruhen in *Brust-/Bauchlage* (Anzahl und Dauer) und damit für die *Ablegevorgänge* insgesamt, konnten keine signifikanten Präferenzen in Abhängigkeit von der Haltungsform gefunden werden, abgesehen von einzelnen Tieren. Die Ergebnisse stehen im Gegensatz zu denen von ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN (2003). Grund hierfür ist die divergierende Konzeption der Anbindehaltung im Eins/AusbZ TrgTWes 230. Infolge der fehlenden Seitenbegrenzungen und der ausreichend bemessenen Anbindelänge, der Anbindefreiräume und Standlänge sind die Maultiere räumlich nicht so eingeschränkt, dass ein physiologisches Ablegen nicht durchführbar wäre. Eine Möglichkeit zur körperlichen Regeneration im Liegen ist somit in beiden Haltungsformen gleichartig möglich (ZEITLER-FEICHT, 2008; SCHRADER et al., 2009). Limitierend kommt nur bei der *Seitenlage* ein vom Durchschnitt (vgl. II.1.3.2) stark abweichendes Stockmaß eines Maultiers in Betracht. Für die psychische Regeneration von Pferden ist die REM-Schlafphase notwendig (ZEITLER-FEICHT, 2008; SCHRADER et al., 2009). Über die Körperhaltung zur REM-Schlafphase finden sich in der Literatur

unterschiedliche Angaben (WÖHR & ERHARD, 2006; ERHARD & WÖHR, 2007; ZEITLER-FEICHT, 2008; SCHRADER et al., 2009; KALUS, 2014). Legt man diese differierenden Angaben zugrunde, ist für die Maultiere auch in Anbindehaltung die Möglichkeit zur psychischen Regeneration nicht limitiert.

Bei der Bewertung des Merkmals *Dösen* (Definition s. III.5.5) ergab sich jedoch eine signifikant höhere Zeitdauer dieses Verhaltens in der Gruppenauslaufhaltung. Zur Begründung könnte herangezogen werden, dass bei Pferden üblicherweise die Tiere aus der Phase des Ruhens im Stehen reaktionsbereiter sind (BUSCHMANN, 2001) und dies auch für Maultiere anzunehmen ist. Die Tiere leben im Gegensatz zu Pferden natürlicherweise nicht in einer strikten Herdenhierarchie, weisen jedoch ein sehr starkes Sicherheitsbedürfnis auf (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994; DÜHR-BIEN, 2013). Legt man nun die beiden o. a. Erkenntnisse zugrunde und setzt dies mit den üblicherweise vorhandenen, immer gleichen Nachbartieren in Anbindehaltung, im Gegensatz zur Gruppendynamik im Auslauf, in Beziehung, so findet sich hier eine mögliche Begründung für o. a. Signifikanz.

Im Gegensatz zu den von ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN (2003) erhobenen Ergebnissen sind in der vorliegenden Arbeit, trotz des signifikanten Unterschieds im Merkmal Ruhen im Stehen, welches zeitlich den Hauptanteil des Funktionskreises *Ruheverhalten* ausmacht, keine signifikanten Unterschiede zwischen den Haltungsformen im Gesamtruheverhalten darzustellen. Die Signifikanz beim Ruhen im Stehen ist ein Hinweis auf Defizite im Rahmen der Anbindehaltung, jedoch ist hier bei der Bewertung zu beachten, dass dies nur ein Merkmal im Funktionskreis *Ruheverhalten* darstellt.

Aufgrund der fehlenden Signifikanzen im Gesamtruheverhalten (vgl. Abbildung 34; $p = 0,0566$) lässt sich jedoch folgern, dass die im Verhältnis in der Anbindehaltung weniger für das Dösen aufgewendete Zeitdauer auf die anderen Merkmale dieses Funktionskreises umverteilt wird und daher im Ruheverhalten insgesamt nur eine Tendenz, aber kein signifikantes Defizit festgestellt werden kann.

2.3. Komfortverhalten

Unter dem Begriff *Komfortverhalten* sind Verhaltensweisen der Körperpflege zusammengefasst (ZEITLER-FEICHT, 2008). Im Rahmen der Untersuchungen zur Beurteilung dieses Funktionskreises lag der Fokus auf Merkmalen der *solitären Körperpflege* („Wälzen“ und „sich beknabbern“). Die *soziale Hautpflege* wurde

aufgrund ihres starken Bezugs zum *Sozialverhalten* modifiziert nach BUSCHMANN (2001) in diesem Funktionskreis mit erfasst.

Innerhalb des *Komfortverhaltens* stellt das Wälzen ein essentielles Grundbedürfnis eines Pferdes dar (ERHARD & WÖHR, 2007). Im Gegensatz zu den Ergebnissen der Studie von BUSCHMANN (2001) an Pferden, konnten bei den Maultieren auch in der Anbindehaltung *einseitig vollständige Wälzvorgänge* beobachtet werden. Die Wälzvorgänge wurden jedoch, vermutlich räumlich bedingt, in der Anbindehaltung mit weniger Schwung ausgeführt als im Vergleich zum Gruppenauslauf. Die Tiere drehten sich hierbei nicht immer konsequent bis auf den Rücken. Diese „Zwischenformen“ wurden, da die Füße hierbei keinen Bodenkontakt mehr hatten (= Charakteristikum des EV), dem *einseitig vollständigen Wälzvorgang* zugeordnet. Eindeutige, *einseitig unvollständige Wälzvorgänge* ohne Kontaktverlust der Gliedmaßen zum Boden sind unter Zugrundelegung dieser Wertung nicht beobachtet worden. Signifikante Unterschiede in den Haltungsformen bezüglich des Merkmals *Wälzen* konnten nicht erhoben werden. Analog zu den Daten o. a. Studie entstand der Wälzvorgang in Anbindung bevorzugt aus einer Liegeperiode heraus. *Wälzintentionen* ohne anschließenden *Wälzvorgang* konnten im Beobachtungszeitraum, im Gegensatz zu den Ergebnissen von BUSCHMANN (2001), in keiner der beiden Haltungsformen festgestellt werden. Die typischerweise durchgeführten Bewegungsabläufe einer *Wälzintention* mit Prüfen des Bodens und dessen Mobilisation vor Einleitung des *Wälzvorgangs* konnten nur in der Gruppenauslaufhaltung beobachtet werden (ERHARD & WÖHR, 2007; ZEITLER-FEICHT, 2008). In Anbindung zeigten die Tiere unabhängig von ihrer Größe *Wälzvorgänge*, tendenziell waren diese jedoch häufiger bei kleineren Tieren. Die gewonnenen Erkenntnisse führen zum einen zu dem Schluss, dass die Anbindehaltung am Eins/AusbZ TrgTWes 230 das Ausführen dieses Verhaltensmerkmals zwar einschränkt, jedoch nicht ausschließt. Zum anderen lässt dieses Ergebnis die Annahme zu, dass die Maultiere unter Einbeziehung ihrer Körpergröße gelernt haben zur Durchführung eines Wälzvorgangs die räumlichen Bedingungen der Anbindung einzuschätzen und unter Vermeidung von Verletzungen zu nutzen.

Beidseitig vollständige Wälzvorgänge konnten jedoch in Anbindehaltung nicht beobachtet werden. Sie kamen ausschließlich, wenn auch nur in geringem Umfang, in der Gruppenauslaufhaltung vor, was die Vermutung nahelegt, dass eine Anbinde-

haltung grundsätzlich für die Ausführung dieser elementaren Verhaltensweise ungeeignet ist.

Im Rahmen der Erhebungen zum Merkmal *sich beknabbern* und der *Intention* hierzu zeigten sich keine signifikanten Unterschiede in den Haltungsformen, woraus geschlossen werden kann, dass keine Beeinträchtigung durch die Anbindehaltung zum Tragen kommt. Einzig bemerkenswert ist hierbei, dass die Häufigkeit des *sich Beknabberns* in der Anbindehaltung nuanciert frequenter gezeigt wird, eine Signifikanz ergibt sich jedoch nicht. Insgesamt ist festzuhalten, dass die Maultiere sich nach Belastung unabhängig von der Haltungsform im Vergleich zu den jeweiligen Basiswerten häufiger beknabbern. Es ist anzunehmen, dass hier sicherlich das Schwitzen durch die Arbeitsbelastung eine Rolle spielt.

2.4. Sozialverhalten

Das *soziale Spiel* ist in der vorliegenden Arbeit innerhalb des Funktionskreises *Sozialverhalten* mit beurteilt worden. Um dieses Merkmal für beide Haltungsformen vergleichen zu können, wurde den Einschränkungen durch die Anbindehaltung bei der Bewertung Rechnung getragen (vgl. III.5.5). Unter Zugrundelegung dieser Bewertungsmatrix konnten, konträr zu den Erkenntnissen von ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN (2003), keine signifikanten Unterschiede in Häufigkeit und Dauer des *sozialen Spiels* zwischen den Haltungsformen dargestellt werden. Eine Entsprechung der in dieser Untersuchung erhobenen Ergebnisse, dass sich keine Unterschiede bezüglich der Gesamtspieldauer ergeben, ist in der Arbeit von BUSCHMANN (2001) zu finden. Tendenziell ergibt sich nach Belastung jedoch eine Reduktion des *sozialen Spiels* im Gruppenauslauf. Ein Erklärungsansatz hierfür ist, dass sich im Auslauf die Qualität des Spiels von dem in der Anbindehaltung unterscheidet. Im Gruppenauslauf konnten auch kurze Laufspiele beobachtet werden, welche nach Belastung naturgemäß weniger ausgeprägt ausfallen als in Ruhe.

Für die Merkmale *positive Interaktionen* und *negative Interaktionen* ergaben sich deutliche Signifikanzen. Die gewonnenen Erkenntnisse decken sich mit den Literaturangaben. ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN (2003) konnten in ihrer Arbeit darlegen, dass bei der Anbinde- im Vergleich zur Gruppenhaltung deutlich weniger soziale Interaktionen vorkommen. Ursächlich hierfür erscheint die in der Auslaufhaltung gegebene Gruppendynamik mit größeren Wahlmöglichkeiten an Sozialpartnern und die gegebenen Einschränkungen durch die Anbindehaltung. Für die,

im Verhältnis zur Anbindung, *häufigeren negativen Interaktionen* im Gruppenauslauf erscheinen Konflikte verantwortlich, welche selbst in stabilen Gruppen immer wieder auftretenden (FÜRST et al., 2006). Begünstigend kommt ferner hinzu, dass durch den Wechsel zwischen den Haltungssystemen die Ausbildung einer stabilen Gruppe erschwert wird. Zudem bilden Maultiere per se im Gegensatz zu Pferden keine solch strengen hierarchischen Strukturen aus und sind in gemischten Gruppen, wie in der vorliegenden Auslaufhaltung, potentiell eher rangniedriger als Pferde. Insgesamt sind des Weiteren aus den Ergebnissen die Tendenzen zur Reduktion der *positiven Interaktionen* und eine Zunahme der *negativen Interaktionen* nach Belastung fest zu halten, wobei hierbei die negativen Sozialkontakte deutlicher im Gruppenauslauf zunehmen. Hier ist anzunehmen, dass im Zuge der körperlichen Belastung die positiven Sozialkontakte zugunsten anderer Verhaltensweisen abnehmen. Für die deutlichere Zunahme der negativen Interaktionen, v. a. im Auslauf, kommt ursächlich ebenfalls die dort gegebene Gruppendynamik in Konflikt mit dem Bedürfnis nach Aufrechterhaltung bzw. ggf. Vergrößerung der Individualdistanz nach Belastung in Betracht.

Die im Rahmen der Studie beobachtete *soziale Fellpflege* der Maultiere wurde innerhalb der *positiven Interaktionen* erfasst. In Anbindung erfolgte diese Art der Fellpflege durch Beknabbern des Sozialpartners an durch die Anbindung nicht limitierten Stellen (z.B. Mähnenkamm, Beinbereich, Widerrist, etc.). Analog zu den Erkenntnissen von BUSCHMANN (2001) für das *sich beknabbern*, entstand der Eindruck, dass die Maultiere die durch die Anbindung gegebenen Möglichkeiten hierfür genau einzuschätzen wussten. Die für das Allogrooming charakteristische verkehrtparallele Stellung der Sozialpartner kann in der Anbindehaltung naturgemäß nicht eingenommen werden. Dieses Putzverhalten konnte aber auch im Gruppenauslauf im Beobachtungszeitraum nicht festgestellt werden.

2.5. Neugier- und Erkundungsverhalten

Das Pferd als Fluchttier zeigt arttypisch eine erhöhte Wachsamkeit, jedoch auch ein ausgeprägtes *Neugier- und Erkundungsverhalten*, um sich aktiv mit seiner Umwelt auseinander setzen zu können (ZEITLER-FEICHT, 2008). In vorliegender Arbeit wurde das Merkmal *Drehen des Kopfes Richtung Erkundungsquelle* untersucht, da dieses Verhalten sowohl in Anbindung als auch in der Auslaufhaltung ausgeführt werden kann, jedoch in Abhängigkeit von dem Anbindekonzept Einschränkungen zu erwarten sind (BUSCHMANN, 2001). Die Ergebnisse zeigen, dass im Rahmen der Gruppenauslaufhaltung die Werte deutlichere Divergenzen aufweisen als in Anbindehaltung. Drei der Maultiere zeigen im Gruppenauslauf deutlich weniger *Neugier- und Erkundungsverhalten*, solche Schwankungen in den Differenzen ergeben sich für die Anbindehaltung nicht. Dies deckt sich mit den Erkenntnissen von ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN (2003), welche in ihrer Arbeit nachweisen konnten, dass das eingeschränktere Gesichtsfeld bei Pferden in Anbindehaltung eine Erhöhung des *Erkundungsverhaltens* bedingt. Abweichend von den Ergebnissen dieser Studie ist allerdings aufgrund der Abwesenheit von *reaktiven Verhaltensstörungen* und der nicht markanten Unterschiede (lediglich bei drei Tieren deutlich) zwischen den Haltungsformen in Frage zu stellen, in wie weit die Untersuchungsergebnisse in diesem Haltungssystem auf ein Unvermögen der Tiere sich psychisch und physisch zu regenerieren hinweisen (ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN, 2003). Des Weiteren ist zu berücksichtigen, dass die Maultiere bedingt durch ihre Charaktereigenschaften ein von den Pferden abweichendes Verhaltensrepertoire aufweisen. Maultiere sind zwar wie Pferde als Fluchttier einzustufen, zeigen jedoch ein eher Flucht- und abwehribereites Prüfverhalten (VON GUGELBERG & BÄHLER, 1994; DÜHR-BIEN, 2013). Dies lässt die Annahme zu, dass die für Pferde gewonnenen Erkenntnisse von ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN (2003) nicht ohne weiteres auf die Maultiere zu übertragen sind (TVT, 2013).

2.6. Verhaltensauffälligkeiten

In dauerhafter Anbindehaltung werden *Verhaltensstörungen* überproportional häufig beobachtet (ZEITLER-FEICHT & BUSCHMANN, 2003, 2004). Aufgrund der im Rahmen einer Anbindehaltung vorhandenen Einschränkungen des natürlichen Verhaltensrepertoires ist von einer Begünstigung der Ausprägung von *reaktiven Verhaltensauffälligkeiten* auszugehen (vgl. III.5.7.1). Die vorliegenden Untersuchungen an 25 % des Gesamtbestandes an gehaltenen Maultieren im Eins/AusbZ TrgTWes 230 sprechen dieser Annahme jedoch entgegen. Es konnten keine manifesten *Verhaltensauffälligkeiten* abgebildet werden. Da die Antwort auf Stress jedoch sehr individuell ausfällt, kann aus der Studie keine allgemeingültige Aussage für jedes einzelne der gehaltenen Tiere abgeleitet werden. Vor allem vor dem Hintergrund, dass die Tiere aus unterschiedlichen Beständen zugekauft werden und ggf. aus ihrem Vorbesitz schon Prädispositionen für *Verhaltensauffälligkeiten* mitbringen könnten, gestaltet sich eine solche Aussage schwierig. Die vorliegende Studie bietet jedoch einen Hinweis, dass das praktizierte Haltungskonzept der Bundeswehr die Ausprägung von *Verhaltensauffälligkeiten* nicht begünstigt.

3. Schlussfolgerung

Als Arbeitshypothesen lagen der Studie die in verschiedenen Quellen angegebenen, durch die Anbindehaltung bedingten Defizite in den Funktionskreisen *Ruhe*, - *Komfort*- und *Sozialverhalten*, sowie die Ausprägung von Veränderungen im *Kortisolspiegel* und der *N:L Ratio* zugrunde. Im Zuge der Beurteilung der Blutparameter konnte nur im langfristigen Vergleich zwischen den Belastungs- und Basiswerten des *N:L Verhältnisses* ein signifikanter Unterschied zwischen den Haltungsformen dargestellt werden. Da eine Entsprechung im Kortisolspiegel fehlt und die verlängerte Regeneration dieses indirekten Stressparameters physiologisch sein kann, ist alleine aufgrund dieses Ergebnisses kein Rückschluss auf einen vorliegenden Schaden im Sinne des TierSchG, bedingt durch das hier praktizierte Anbinderegime, zu ziehen. Dabei muss jedoch berücksichtigt werden, dass mit der vorliegenden Studie lediglich ein definierter, mehrstündiger Zeitraum im Anschluss an eine Arbeitsbelastung, nicht aber eine dauerhafte Anbindehaltung bewertet wurde. Der untersuchte Zeitraum entspricht aber im Wesentlichen der Situation, wie sie beim dienstlichen Einsatz der Tragtiere erforderlich werden kann.

Die Signifikanzen im Bereich der ethologischen Parameter entsprechen denen aus der Literatur gewonnenen Erkenntnissen und zeigen auf, dass die Restriktionen der Anbindehaltung, unabhängig von ihrer Dauer, Auswirkungen auf die Sozialkontakte haben. Defizite innerhalb eines Funktionskreises sind gemäß Literaturangaben nicht durch fehlende Mängel in anderen Funktionskreisen aufzuwiegen. Im Cross Over Vergleich der Maultiere mit sich selbst, wird jedoch deutlich, dass die Tiere, bedingt durch die Kombination der Haltungsformen, in der Lage sind, die in der Anbindung temporär limitierten Verhaltensweisen im Gruppenauslauf auszulernen und daher keine fortbestehenden Defizite vorhanden sind. Legt man nun zur Bewertung der Tiergerechtigkeit das Modell von VON BORELL (2002) zugrunde, so ergibt sich aus der Nutzung und der Ausgleichsmöglichkeit innerhalb des praktizierten Haltungssystems eine, nicht mit den Ansprüchen der Tiere in Konflikt stehende Unterbringung. Auch unter Berücksichtigung des Bewertungskonzepts von BAUMGARTNER & ZEITLER-FEICHT (2014), in Verbindung mit der konstanten Arbeitsauslastung der Tiere und den maultiereigenen Charaktereigenschaften, finden sich zwar in einzelnen Bereichen Hinweise auf Defizite, jedoch lassen sich in der Gesamtheit des Haltungskonzeptes im Rahmen der Studie keine tierschutzwidrigen Aspekte darstellen.

VI. ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchungen zur Anbindehaltung von Maultieren bei der Bundeswehr unter Tierschutzaspekten

Zur Bewertung der Tiergerechtigkeit eines Haltungssystems sind in der Literatur verschiedene Ansätze zu finden. Als Basis für jedes Bewertungssystem dienen jedoch immer die entsprechenden Paragraphen des Tierschutzgesetzes. Unter Berücksichtigung der besonderen Erfordernisse bei der Haltung von militärisch genutzten Tieren sind im deutschen Tierschutzgesetz, wie auch in der Tierschutzverordnung der Schweiz Ausnahmen und Eigenvollzugskompetenzen geregelt. In dieser Arbeit sollte unabhängig von den geltenden Ausnahmeregelungen wissenschaftlich geprüft werden, wie das bundeswehreigene, kombinierte Haltungssystem aus Gruppenauslauf- und zeitweiliger Anbindehaltung unter Tierschutzaspekten zu beurteilen ist.

Zu diesem Zweck wurden an zwölf der insgesamt 44 am Eins/AusbZ TrgTWes 230 in Bad Reichenhall gehaltenen Maultiere klinische und labordiagnostische, sowie ethologische Erhebungen durchgeführt. Die Untersuchungen fanden in zwei zeitlich voneinander unabhängigen, mehrtägigen Studienblöcken für Klinik/Labordiagnostik und Ethologie statt. Die Aufstallung der Tiere erfolgte nach einer standardisierten Marschbelastung im Cross Over Design zu jeweils sechs Tieren in Anbinde- und Gruppenauslaufhaltung im Wechsel.

Die Beurteilung der Haltungssysteme erfolgte bei der Anbindung unter Zugrundelegung des „Beurteilungsschemas für die Anbindehaltungen von Pferden“ (STMGEV, 2003) und im Gruppenauslauf anhand der „Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutz Gesichtspunkten“ (BMEL, 2009). Hierbei konnten im Anschluss an eine definierte Arbeitsbelastung während des Untersuchungszeitraums (16 h), in keinem der beiden Haltungsformen Abweichungen von den Vorgaben festgestellt werden.

Die Beurteilung der Verhaltensbeobachtungen ergab für das Merkmal *Dösen* eine signifikante Erhöhung in der Gruppenauslaufhaltung im Vergleich zur Anbindehaltung ($p = 0,0244$). Die fehlende Signifikanz in der Gesamtruhedauer lässt jedoch keinen Rückschluss auf eine tierschutzrelevante Beeinträchtigung des arttypischen Ruhens durch die praktizierte Anbindehaltung zu. Im Rahmen des *Sozialverhaltens*

konnte eine signifikante Zunahme der positiven ($p = 0,0037$) und negativen ($p = 0,0007$) Sozialkontakte im Gruppenauslauf beobachtet werden. Insgesamt nahmen die *positiven Interaktionen*, unabhängig von der Aufstallungsform, nach Belastung im Vergleich zu den Basiswerten eher ab und die *negativen Interaktionen*, vor allem im Gruppenauslauf, zu. Die Signifikanzen bei diesen Parameter decken sich mit den Literaturangaben und zeigen deutlich auf, dass die Sozialkontakte im Rahmen einer Anbindehaltung limitiert sind, vorhandene Defizite jedoch bei der wechselseitigen Aufstallung im Gruppenauslauf ausgeglichen werden können.

Setzt man die erhobenen Ergebnisse miteinander in Beziehung und berücksichtigt die kontinuierliche Arbeitsbelastung der Maultiere im Rahmen der militärischen Nutzung, so kommt man zu dem Schluss, dass die Tiere im Rahmen des bundeswehreigenen kombinierten Haltungssystems tiergerecht untergebracht sind. Die vorliegenden Erkenntnisse der Studie zeigen, dass eine Entscheidung über die Tiergerechtheit eines Haltungssystems nicht anhand von einzelnen Parametern erfolgen kann. Vielmehr ist eine Beurteilung nur in Kombination der Ergebnisse mit den Rahmenbedingungen der Haltung, wie den charakterlichen Eigenschaften der gehaltenen Tierart, der Nutzungsrichtung und den Ausgleichsmöglichkeiten innerhalb der Aufstallungsformen möglich. Der guten fachlichen Praxis und dem Zeitmanagement im Rahmen des praktizierten kombinierten Haltungssystems kommt zudem eine große Rolle zu.

VII. SUMMARY

Research of how mules are tethered by the German Army with respect to animal welfare aspects

Various approaches are taken in the scientific literature in order to evaluate the suitability of a particular animal-keeping system. The basis of every evaluation system is, however, always the corresponding paragraphs in the laws governing animal welfare. There are exceptions made in the laws governing animal welfare in Germany and in the Swiss Animal Welfare Act and the authority to individually enforce such laws is regulated taking into consideration the specific demands associated with the keeping of animals used by the military. In this paper, it will be scientifically examined independent of the respective valid regulated exceptions, how the German Army's own combined keeping system consisting of tethering and a group-keeping system is to be judged.

For this purpose, twelve of the 44 mules kept in the Eins/AusbZ TrgTWes 230 in Bad Reichenhall were subjected to clinical and laboratory-diagnostic as well as ethological examinations. The clinical/laboratory-diagnostic and ethological examinations were carried out in two experiment blocks which took place at separate times and each lasted a number of days. The stabling of the animals took place on an alternating basis and in accordance with standardised marching pack loads in cross over design, with six animals in each case in the respective tethering and group-keeping system.

The assessment of the keeping system is carried out in the case of the tethering method taking the "assessment matrix for the tethering of horses" (STMGEV, 2003) as basis and in the case of the group-keeping method, the "guidelines for the assessment of keeping horses with respect to animal-welfare aspects" (BMEL, 2009). Subsequent to a defined workload in neither of the two keeping methods during the evaluation period (16 h) could deviations from the standards be ascertained.

The analysis of the behavioural observations showed up a significant increase in the group-keeping method compared to the tethering method ($p = 0.0244$) for the criterion *dozing*. The lack of significance, however, for the overall duration of resting behaviour does not allow for conclusions to be drawn with respect to animal-

welfare relevant impairment of the species-typical resting behaviour resulting from the use of the tethering method. With respect to the social behaviour, a significant increase in the positive ($p = 0.0037$) and negative ($p = 0.0007$) social contacts among the group-kept animals could be observed. On the whole, the *positive interactions*, irrespective of the type of stabling, tended to increase in comparison to the base values following stress and the *negative interaction*, in particular among the group-kept animals. The significances in the case of these parameters are in accordance with what is stated in the scientific literature and clearly shows that the social contacts within the framework of the tethering method are limited, but also that this could be compensated for with the alternating stabling within the framework of a group-keeping system.

If the results that have been ascertained are compared with one another and if the continuous workload of the mules within the framework of their use by the military is considered, the conclusion can be reached that the combined keeping system employed by the German Army means that the animals are housed in a species-appropriate fashion. The findings of the study show that the decision with respect to if a keeping system corresponds with the provisions of animal-welfare standards cannot be met on the basis of individual parameters. It is far more the case that the assessment is only possible when the results are combined with the framework conditions of the keeping such as the behavioural characteristics of the particular type of animal being kept, what the animal is used for and the possibilities to compensate for this with the respective type of stabling. Good practical experience and time management within the framework of the combined keeping system being employed also has a very important role to play.

VIII. LITERATURVERZEICHNIS

Alexander SL, Roud HK, Irvine CH. Effect of insulin-induced hypoglycaemia on secretion patterns and rates of corticotrophin-releasing hormone, arginine vasopressin and adrenocorticotrophin in horses. *J Endocrinol* 1997; 153: 401-9.

Alexander SL, Irvine CH. The effect of social stress on adrenal axis activity in horses: the importance of monitoring corticosteroid-binding globulin capacity. *J Endocrinol* 1998; 157: 425-32.

Allen WR, Skidmore JA, Stewart F, Antczak DF. Effects of fetal genotype and uterine environment on placental development in equids. *J Reprod Fertil* 1993; 98: 55-60.

Altmann M. A study of behaviour in a horse-mule group. *JSTOR: Sociometry* 1951; 14 No. 4: 351 - 4.

ANONYMUS. WP1 Animal Welfare T2 Definiton of Welfare Overview Part II. Rubrik: WelfoodPoland: Polish Academy of Sciences Institut of Genetics and Animal Breeding 2009: <http://lhu.emu.ee/downloads/Welfood/WP1T2L2.pdf>.

Bartmann CP, Rass J, Hoppen HO, Ellenberger C, Huth H, Schoon HA. Clinical, histological and endocrinological findings concerning the sexual cycle in female mules. *Pferdeheilkunde* 2008; 24: 116.

Bartmann CP. Besonderheiten der Behandlung von Eseln und Maultieren In: *Vortragsszusammenfassungen 24. Bayerische Tierärztetage München: Bayerische Landestierärztekammer* 2009: 240-2. ISBN: 978-3-9343302-16-7

Bateman A, Singh A, Kral T, Solomon S. The Immune-Hypothalamic-Pituitary-Adrenal Axis. *Endocrine Reviews* 1989; 10: 92-112.

Baumgarten L. Artgerechte Pferdehaltung. Praktischer Leitfaden. online:

Schweizer Tierschutz STS 2011:
<http://issuu.com/schweizertierschutz/docs/pferdebroschuere/11?e=0/4729467>.
(Datum des Zugriffs: 06.06.2014).

Baumgartner M, Zeitler-Feicht MH (2014) Entwicklung eines Bewertungssystems zur Beurteilung der Tiergerechtigkeit von Pferdehaltungen als Bestandteil eines Nachhaltigkeitsmanagementsystems. In: Tagungsband. 9. Niedersächsisches Tierschutzsymposium. LAVES und Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Oldenburg. 37 - 41

Bedanova I, Chloupek J, Chloupek P, Knotkova Z, Voslarova E, Pistekova V, Vecerek V. Responses of peripheral blood leukocytes to chronic intermittent noise exposure in broilers. Berl Munch Tierarztl Wochenschr 123 2010: 186 - 91.

Benirschke K, Ryder OA. Genetic aspects of equids with particular reference to their hybrids. Equine Vet J 1985; 17: 1-10.

Biswas P, Dutt T, Patel M, Kamal R, Bharti P, Sahu S. Assessment of pack animal welfare in and around Bareilly city of India. Veterinary World Open access and peer reviewed journal online.: 2013: www.veterinaryworld.org/Vol.6/No.6.html.
(Datum des Zugriffs: 21.04.2014).

BLV. Ruhen. online: Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen 2014a:
<http://www.blv.admin.ch/tsp/02414/02415/02418/index.html?lang=de>. (Datum des Zugriffs: 20.03.2014).

BLV. Ausreichend Raufutter für Pferde. online: Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen 2014b:
<http://www.blv.admin.ch/themen/tierschutz/05466/05642/index.html?lang=de>.
(Datum des Zugriffs: 05.06.2014).

BLV. Bewegen. online: Schweizerische Eidgenossenschaft. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen 2014c:

<http://www.blv.admin.ch/tsp/02414/02415/02417/index.html?lang=de>. (Datum des Zugriffs: 05.06.2014).

BMEL. Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten. online: BMEL 2009: http://www.bmel.de/DE/Tier/1_Tierschutz/Tierschutzgutachten/texte/TierschutzPferdehaltung.html. (Datum des Zugriffs: 20.05.2014).

BMEL. Tierschutzgesetz. juris: BMEL 2013: <http://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html>. (Datum des Zugriffs: 19.05.2014).

BMG. Bundesgesetz über den Schutz der Tiere (Tierschutzgesetz - TSchG). online: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft 2011: <http://www.bmlfuw.gv.at/land/produktion-maerkte/tierische-produktion/tierschutz-tiergesundheit/rechtsinfo/Tierschutzgesetz.html>. (Datum des Zugriffs: 20.05.2014).

Bohak Z, Szabo F, Beckers JF, Melo de Sousa N, Kutasi O, Nagy K, Szenci O. Monitoring the circadian rhythm of serum and salivary cortisol concentrations in the horse. *Domest Anim Endocrinol* 2013; 45: 38-42.

Borer KE, Bailey SR, Menzies-Gow NJ, Harris PA, Elliott J. Effect of feeding glucose, fructose, and inulin on blood glucose and insulin concentrations in normal ponies and those predisposed to laminitis. *J Anim Sci* 2012; 90: 3003-11.

Boyd LE, Carbonaro DA, Hought KA. The 24-hour time budget of Przewalski horses. *Applied Animal Behaviour Science* 1988; 21: 5 - 17.

Brehm EA (1900) Säugetiere. In: Brehms Tierleben. Bibliographisches Institut, Leipzig. 75 - 9

Briefer Freymond S, Briefer EF, Von Niederhausern R, Bachmann I. Pattern of social interactions after group integration: a possibility to keep stallions in group.

PLoS One 2013; 8: e54688.

Brock A (1992) Veränderungen der Laktat-, Glucose-, und Biopterinspiegel im jugularvenösen Blut von Trabrennpferden bei unterschiedlicher Belastung [Diss. med. vet.]. Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität, München

Brockhaus FA. Stress. In: Brockhaus Enzyklopädie Mannheim: F. A. Brockhaus GmbH 2005: 473 - 6. ISBN: 978-3765341403.

Broom DM. A usable definition of animal welfare. J. Agric. Env. Ethics 1993; 6, Suppl. 1 - 2: 15 - 25.

Broom DM. Welfare assessment and welfare problem areas during handling and transport. In: Livestock handling and transport. Grandin T, ed. Wallingford: CABI Publishing Series 2000: 43 - 62. ISBN: 0851994091.

Bundesrat S (2014) Tierschutzverordnung (TSchV). Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft, Schweiz

Burden F. Practical feeding and condition scoring for donkeys and mules. Equine Veterinary Education 2012; 24: 589-96.

Burnham SL. Anatomical Differences of the Donkey and Mule. Proceedings of the Annual Convention of the AAEP 2002; 48: 102-8.

Buschmann S (2001) Zur Tiergerechtheit der Ständerhaltung von Pferden aus Sicht der Ethologie. TU München. Department für Tierwissenschaften. Fachgebiet für Tierhaltung und Verhaltenskunde. [Diplomarbeit], Freising- Weihenstephan

BVET (2001) Haltung von Pferden, Ponys, Eseln, Maultieren und Mauleseln. Bundesamt für Veterinärwesen, Bern

Caanitz H, O'Leary L, Houghton K, Petersson K, Hintz H. Effect of exercise on equine

behavior. *Applied Animal Behaviour Science* 1991; 31: 1-12.

Camillo F, Vannozzi I, Rota A, Di Luzio B, Romagnoli S, Aria G, Allen WR. Successful non-surgical transfer of horse embryos to mule recipients. *Reprod Domest Anim* 2003; 38: 380-5.

Cannon WB. The emergency function of the adrenal medulla in pain and the major emotions. *Am. J. Physiol.* 1914; 33: 356 - 72.

CEH. Horse Report: Vol. 25 No. 3: Understanding Equine Behavior Problems: Causes, Treatment and Prevention. online: UC Davis School of Veterinary Medicine 2007: (Datum des Zugriffs: 06.05.2014).

Chandley AC. Fertile mules. *J R Soc Med* 1988; 81: 2.

Chastain CB, Franklin RT, Ganjam VK, Madsen RW. Evaluation of the hypothalamic pituitary-adrenal axis in clinically stressed dogs. *J. Am. Anim. Hospital Assoc.* 1986; 22: 435 - 42.

Chrousos GP, Gold PW. The concepts of stress and stress system disorders. Overview of physical and behavioral homeostasis. *Jama* 1992; 267: 1244-52.

Chrousos GP. Stressors, stress, and neuroendocrine integration of the adaptive response. The 1997 Hans Selye Memorial Lecture. *Ann N Y Acad Sci* 1998; 851: 311-35.

Coppens CM, de Boer SF, Koolhaas JM. Coping styles and behavioural flexibility: towards underlying mechanisms. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 2010; 365: 4021-8.

Cordero M, Brorsen BW, McFarlane D. Circadian and circannual rhythms of cortisol, ACTH, and alpha-melanocyte-stimulating hormone in healthy horses. *Domest Anim Endocrinol* 2012; 43: 317-24.

Cudd TA, LeBlanc M, Silver M, Norman W, Madison J, Keller-Wood M, Wood CE. Ontogeny and ultradian rhythms of adrenocorticotropin and cortisol in the late-gestation fetal horse. *J Endocrinol* 1995; 144: 271-83.

Cwynar P, Kolacz R, Czerski A. Effect of heat stress on physiological parameters and blood composition in Polish Merino rams. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 127 2014; Heft 5/6: 177 - 82.

Cywinska A, Wyszynska Z, Gorecka R, Szarska E, Witkowski L, Dziekan P, Winnicka A, Schollenberger A. The effect of the 162 km endurance ride on equine peripheral blood neutrophil and lymphocyte functions. *Pol J Vet Sci* 2010; 13: 279-85.

Dawkins MS. Using behaviour to assess animal welfare. *Animal Welfare* 2004; 13: 3 - 7.

de Wied D. Pituitary-adrenal system hormones and behavior. In: Selye's Guide to stress research. Selye H, ed. New York: Nostrand Reinhold 1980: 252 - 79. ISBN: 978-0442274832.

Deiningner E. Still stehen und die Wand anstarren. *du und das tier* 2006; 4: 10 - 1.

del Amo C (2014) *Handbuch für Hundetrainer*. Ulmer Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-8001-8261-9.

DePew CL, Thompson DL, Jr., Fernandez JM, Sticker LS, Burleigh DW. Changes in concentrations of hormones, metabolites, and amino acids in plasma of adult horses relative to overnight feed deprivation followed by a pellet-hay meal fed at noon. *J Anim Sci* 1994; 72: 1530-9.

Dietz O, Huskamp B (2005) *Handbuch Pferdepraxis*. Enke Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-8304-1028-7.

Distl O (2001) Exterieurbeurteilung von Nutztieren. Hieronymus Verlag, München, ISBN: 3-89791-197-3.

Dohms JE, Metz A. Stress--mechanisms of immunosuppression. Vet Immunol Immunopathol 1991; 30: 89-109.

Dühr-Bien D (2013) Mulis. Die etwas anderen Pferde. Müller Rüschnikon Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3275019052.

Dupjan S, Tuchscherer A, Langbein J, Schon PC, Manteuffel G, Puppe B. Behavioural and cardiac responses towards conspecific distress calls in domestic pigs (*Sus scrofa*). Physiol Behav 2011; 103: 445-52.

Eidgenossenschaft BdS. Tierschutzgesetz (TSchG) online: Bundesbehörden der Schweizerischen Eidgenossenschaft 16. Dezember 2005 (Stand 1. Mai 2014): <http://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20022103/201405010000/455.pdf>. (Datum des Zugriffs: 23.05.2014).

Eldridge F, Blazak WF. Horse, ass, and mule chromosomes. J Hered 1976; 67: 361-7.

Erhard MH, Wöhr C (2007) Anbindehaltung von Pferden. Schriftliches Gutachten zum Stand der wissenschaftlichen Forschung. LMU München. Tierärztliche Fakultät. Department für Veterinärwissenschaften, München

Evans JW, Thompson PG, Winget CM. Glucose and insulin biorhythms in the horse. Journal of the South African Veterinary Association 1974; 45: 317-28.

FAO. FAOSTAT Domains, Production, Live Animals (Stand: 2013). online: Food and agriculture organization of the united nations. FAO Statistics Division 2014: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QA/E>. (Datum des Zugriffs 30.04.2014).

Fong DYT, Kwan CW, Lam KF, Lam SL. Use of Sign Test for the Median in the

Presence of Ties. *The American Statistician* 2003; 57. No. 4: 237 - 40.

Forhead AJ, Smart D, Smith RF, Dobson H. Transport-induced stress responses in fed and fasted donkeys. *Res Vet Sci* 1995; 58: 144-51.

Frank N, Elliott SB, Chameroy KA, Toth F, Chumbler NS, McClamroch R. Association of season and pasture grazing with blood hormone and metabolite concentrations in horses with presumed pituitary pars intermedia dysfunction. *J Vet Intern Med* 2010; 24: 1167-75.

Fureix C, Jegou P, Henry S, Lansade L, Hausberger M. Towards an ethological animal model of depression? A study on horses. *PLoS One* 2012; 7: e39280.

Fürst A, Knubben J, Kurtz A, Auer JA, Stauffacher M. Pferde in Gruppenhaltung: Eine Betrachtung aus tierärztlicher Sicht unter besonderer Berücksichtigung des Verletzungsrisikos. *Pferdeheilkunde* 2006; 3: 254 - 8.

Gattermann R (2006) Wörterbuch zur Verhaltensbiologie der Tiere und des Menschen. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, ISBN: 978-3827417039.

GfE (2014) Empfehlungen zur Energie- und Nährstoffversorgung von Pferden. Gesellschaft für Ernährungsphysiologie. DLG-Verlag, Frankfurt, ISBN: 978-3-7690-0805-0.

Giese C, Gerber V, Howald M, Bachmann I, Burger D. Stress parameters and behaviour of horses in walkers with and without the use of electricity. *Schweiz Arch Tierheilkd* 2014; 156: 163-9.

Gill J, Skwarlo K, Flisinska-Bojanowska A. Diurnal changes in the level of lactic and pyruvic acids and glucose in the thoroughbred horses. *Journal of Interdisciplinary Cycle Research* 1972; Volume 3: 305 - 11.

Glitz F, Deegen E. Allgemeine Untersuchung. In: Praxisorientierte Anatomie und

Propädeutik des Pferdes Alfeld (Leine): Schaper Verlag 2002: 819-22. ISBN: 978-3794401987.

Glitz F, Deegen E. Allgemeine Untersuchung. In: Praxisorientierte Anatomie und Propädeutik des Pferdes. Wissdorf H, Gerhards H, Huskamp B, Deegen E, eds. Hannover: Schaper Verlag 2010, ISBN: 978-3-7944-0216-8

Goodwin D, Davidson HP, Harris P. Foraging enrichment for stabled horses: effects on behaviour and selection. *Equine Vet J* 2002; 34: 686-91.

Greene HM, Wickler SJ, Tucker R. Fiber type composition of the middle gluteal muscle of mules. *J equine Vet Sci* 1995; 15: 388 - 90.

Greene HM, Wickler SJ, Bray RE, Burill MJ, London C. The effect of N,N-dimethylglycine on athletic performance at altitude in horses and mules. *Pferdeheilkunde* 1996; 4: 499 - 501.

Greenhaff PL, Harris RC, Snow DH, Sewell DA, Dunnett M. The influence of metabolic alkalosis upon exercise metabolism in the thoroughbred horse. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol* 1991; 63: 129-34.

Griffin JF. Stress and immunity: a unifying concept. *Vet Immunol Immunopathol* 1989; 20: 263-312.

Gross WB, Siegel HS. Evaluation of the heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Dis* 1983; 27: 972-9.

Hameister T, Puppe B, Tuchscherer M, Kanitz E. Einfluss des Absetzalters von Ferkeln auf verhaltensbiologische und physiologische Reaktionen eine Literaturübersicht. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 123: 1-2, 11-19 2010;

Harbuz MS, Lightman SL. Stress and the hypothalamo-pituitary-adrenal axis: acute, chronic and immunological activation. *J Endocrinol* 1992; 134: 327-39.

Harewood EJ, McGowan CM. Behavioral and Physiological Responses to Stabling in Naive Horses. *Journal of Equine Veterinary Science* 2005; 164 - 70.

Heinen A. Ethologie des Maultiers. online: IGM. Interessensgemeinschaft für das Maultier 1996: http://www.maultier.info/Ethologie_Maultier.html. (Datum des Zugriffs: 07.05.2014).

Hirth A, Maisack C, Moritz J (2007) *Tierschutzgesetz*. Vahlers Verlag, München, ISBN: 978-3800632305.

Holzappel M. Über Bewegungsstereotypen bei gehaltenen Säugetieren; II. Mitteilung: Das "Weben der Pferde". *Zeitschrift für Tierpsychologie* 1938: 60 - 72.

Haupt KA, O'Connell MF, Haupt TA, Carbonaro DA. Night-time behavior of stabled and pastured peri-parturient ponies. *Applied Animal Behaviour Science* 1986; 15: 103-11.

Hurson M, Greene H, Szewczak J (2002) 2,3-DPG changes in horses, mules and burros which exposure to altitude, *Physiologist* 45. 376

Hutchins B. The modern ass and mule, a part of equine practice. *J. of Equine Veterinary Science* 1983; 3: 30-1.

Hutchins B. The donkey in veterinary practice. *Equine Pract.* 1984; 6: 8 - 12.

Irvine CH, Alexander SL. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. *Domest Anim Endocrinol* 1994; 11: 227-38.

Jones WE, Johnsen DW. A fertile female mule. *Journal of Equine Veterinary Science* 1985; 5: 87-90.

Jørgensen GHM, Bøe KE. A note on the effect of daily exercise and paddock size on the behaviour of domestic horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour*

Science 2007; 107: 166-73.

Kalus M (2014) Schlafverhalten und Physiologie des Schlafes beim Pferd auf der Basis polysomnographischer Untersuchungen [Diss. med. vet]. LMU München, München

Kamphues J, Coenen M, Kienzle E, Pallauf J, Simon O, Zentek J (2004) Supplemente zu Vorlesungen und Übungen in der Tierernährung. Schaper Verlag, Hannover, ISBN: 978-3-7944-0205-2.

Kamphues J, Wolf P, Coenen M, Eder K, Iben C, Kienzle E, Liesegang A, Männer K, Zebeli Q, Zentek J (2014) Supplemente zur Tierernährung. Scharper Verlag GmbH, Hannover, ISBN: 978-3-7944-0240-3.

Kedzierski W, Pluta M. The welfare of young Polish Konik horses subjected to agricultural workload. J Appl Anim Welf Sci 2013; 16: 35-46.

Kemppainen RJ, Sartin JL. Evidence for episodic but not circadian activity in plasma concentrations of adrenocorticotrophin, cortisol and thyroxine in dogs. J Endocrinol 1984; 103: 219-26.

Kienzle E, Schramme SC. Beurteilung des Ernährungszustandes mittels Body Condition Scores und Gewichtsschätzung beim adulten Warmblutpferd. Pferdeheilkunde 2004; 20: 517-24.

Kim CY, Han JS, Suzuki T, Han SS. Indirect indicator of transport stress in hematological values in newly acquired cynomolgus monkeys. J Med Primatol 2005; 34: 188-92.

Kimura R. Mutual grooming and preferred associate relationships in a band of free-ranging horses. Applied Animal Behaviour Science 1998; 59: 265-76.

Klingel H. Pferde. In: Grzimek`s Enzyklopädie Band 4 Säugetiere. München:

Kindler Verlag GmbH 1987: 548-88. ISBN: 978-3463420042.

Kolb E. The metabolism of iron in farm animals under normal and pathologic condition. *Adv Vet Sci Comp Med* 1963; 8: 49 - 114.

Kompetenzzentrum Veterinärdienst, und Armeetierte Armeetierte- Einsatz-Tragtiere. Homepage. online: Schweizerische Eidgenossenschaft 2014: <http://www.he.admin.ch/internet/heer/de/home/themen/kompetenzzentrum/Einsatz/trainsoldat.html>. (Datum des Zugriffs: 03.05.2014).

König HE, Liebich H-G. Innervation des Herzens. In: Anatomie der Haussäugetiere. Band II Organe, Kreislauf-, Nervensystem München: Schattauer Verlag 1999: 164. ISBN: 3-7945-1862-4

Koolhaas JM, Korte SM, De Boer SF, Van Der Vegt BJ, Van Reenen CG, Hopster H, De Jong IC, Ruis MA, Blokhuis HJ. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neurosci Biobehav Rev* 1999; 23: 925-35.

Koolhaas JM. Coping style and immunity in animals: making sense of individual variation. *Brain Behav Immun* 2008; 22: 662-7.

Koolhaas JM, Bartolomucci A, Buwalda B, de Boer SF, Flugge G, Korte SM, Meerlo P, Murison R, Olivier B, Palanza P, Richter-Levin G, Sgoifo A, Steimer T, Stiedl O, van Dijk G, Wöhr M, Fuchs E. Stress revisited: a critical evaluation of the stress concept. *Neurosci Biobehav Rev* 2011; 35: 1291-301.

Korte SM, Olivier B, Koolhaas JM. A new animal welfare concept based on allostasis. *Physiol Behav* 2007; 92: 422-8.

Kraft W, Dürr UM (2005) *Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin*. Schattauer Verlag, Stuttgart, ISBN: 3-7945-2308-3.

Laboklin (2012) *Leistungsverzeichnis 2012*. Laboklin GmbH & Co. KG, Bad

Kissingen. 225

Ladewig J. Stress. In: Veterinärmedizinische Endokrinologie Jena: F. H. Döcke (Hrsg.). Enke Verlag 1994: 379 - 98. ISBN: 978-3432283838.

Larsson J, Pilborg PH, Johansen M, Christophersen MT, Holte A, Roepstorff L, Olsen LH, Harrison AP. Physiological parameters of endurance horses pre-compared to post-race, correlated with performance: a two race study from scandinavia. ISRN Vet Sci 2013; 2013: 684353.

Lassourd V, Gayrard V, Laroute V, Alvinerie M, Benard P, Courtot D, Toutain PL. Cortisol disposition and production rate in horses during rest and exercise. Am J Physiol 1996; 271: R25-33.

Lebelt D (1996) Verhaltensphysiologische Untersuchungen zum Koppen des Pferdes [Diss. med. vet.]. Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität, München

Lehmacher W (2014) Grundlagen der Medizinischen Statistik. Deskriptive Statistik. Institut für Medizinische Statistik, Informatik und Epidemiologie der Universität zu Köln, Köln

Lehmanns (2006) Labordiagnostische Referenzbereiche/Pferd Lehmanns Fachbuchhandlung, Köln

Lemmer B, Scheck K, Weigert P, Noreisch W. Labordiagnostische Untersuchungen bei Haflinger Pferden und Maultieren (Tragtiere der Bundeswehr). 1. Hämatologie. Tierärztliche Praxis 8 1980: 245 - 52

Lewing C (2001) Ausdauertraining von Sportpferden bei unterschiedlicher Belastungsintensität und -dauer [Diss. med. vet.]. Tierärztliche Hochschule Hannover, Hannover

Li R, Hörmann A. Stress- biologische Grundlagen. München.online: LMU. Department Psychologie 2012; 28.11.2012: http://www.psy.lmu.de/biopsychologie/download/seminar-master-a/sitzung-6_seminar_a.pdf. (Datum des Zugriffs: 09.05.2014).

Licht A (2000) Nicht-invasive Stressparameter beim Trabrennpferd [Diss. med. vet.]. Tierärztliche Fakultät der Ludwig-Maximilian-Universität, München

Lindsay WA, Robinson GM, Brunson DB, Majors LJ. Induction of equine postanesthetic myositis after halothane-induced hypotension. Am J Vet Res 1989; 50: 404-10.

Lorz A, Metzger E (1999) Tierschutzgesetz. Beck, C H (Verlag), München, ISBN: 978-3-406-43068-8.

Malinowski K. Stress Management for Equine Athletes. online: Rutgers New Jersey Agricultural Experiment Station 1993: <http://njaes.rutgers.edu/pubs/publication.asp?pid=FS716>. (Datum des Zugriffs: 22.05.2014).

Manteuffel G. Positive Emotionen bei Tieren: Probleme und Möglichkeiten einer wissenschaftlich fundierten Verbesserung des Wohlbefindens. KTBL-Schrift 2006; 448: 9 - 22.

Marc M, Parvizi N, Ellendorff F, Kallweit E, Elsaesser F. Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warmblood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. J Anim Sci 2000; 78: 1936-46.

Marten J (2000) Leitsatz: Bauliche Anlagen für die Pferdehaltung. Arbeitsblatt 1108. KTBL, Darmstadt-Kranichsheim

Mason JW. A historical view of the stress field. J Human Stress 1975a; 1: 22-36

concl.

Mason JW. A historical view of the stress field. J Human Stress 1975b; 1: 6-12
contd.

Matthews NS, Taylor TS (2000) Anesthetic Management of Donkeys and Mules,
In: Steffey E.P. (Ed.), Recent Advances in Anesthetic Management of Large
Domestic Animals, . International Veterinary Information Services (www.ivis.org).
Ithaca. Document No. A0607.700.

McLean AK. Feeding and Care of Mules and Donkeys (Webcast). online: MHU at
Michigan State University Board of Trustees 2011:
http://www.myhorseuniversity.com/resources/webcasts/dec_2011 (Datum des
Zugriffs: 02.02.2015).

McLean AK. Did You Know? Helpful Tips for Successful Donkey and Mule
Management. online: MHU at Michigan State University Board of Trustees 2012:
<http://www.myhorseuniversity.com/resources/eTips/December2011/Didyouknow>.
(Datum des Zugriffs: 02.02.2015).

Medizinische-Tierklinik-Leipzig-Homepage. Referenzbereiche Pferd. online:
Universität Leipzig VMF. Klinik für innere Krankheiten der Pferde, Wiederkäuer
und Schweine 2014: [http://www.vetmed.uni-
leipzig.de/ik/wmedizin/labor/diagnostik/referenzwerte/pferd.htm](http://www.vetmed.uni-leipzig.de/ik/wmedizin/labor/diagnostik/referenzwerte/pferd.htm). (Datum des
Zugriffs: 01.04.2014).

Menn M (2006) Auswirkungen des Hypoxietrainings von Maultieren und
Haflingern auf den oxidativen Stress und die physische Leistungsfähigkeit [Diss.
med. vet.]. Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München,
München

Merskey H, Bogduk N (1994) Part III: Pain Terms, A Current List with Definitions
and Notes on Usage, Classification of Chronic Pain, Second Edition, IASP Task
Force on Taxonomy. IASP Press, Seattle. 209-14

Meyer H, Coenen M (2002) Pferdefütterung. Enke Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-8304-4021-5.

Meyer H, Coenen M (2014) Pferdefütterung. Enke Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3-8304-1095-9.

Mills DS, Clarke A. Chapter 4 . Housing, Management and Welfare. In: The Welfare of Horses. Waran N, ed. Niederlande: Kluwer Academic Publishers 2002: 77 - 97. ISBN: 978-0-306-48215-1.

Mills PC, Ng JC, Kramer H, Auer DE. Stress response to chronic inflammation in the horse. *Equine Vet J* 1997; 29: 483-6.

Moberg GP. Biological Response to Stress: Key to Assessment of Animal Well-Being? In: *Animal Stress* New York: Springer Verlag. American Physiological Society 1985a: 27 - 51. ISBN: 978-1-4614-7544-6.

Moberg GP (1985b) *Animal stress*. American Physiological Society, Bethesda, ISBN: 978-0683061017.

Moberg GP. Biological Response to Stress: Implications for Animal Welfare. In: *The Biology of Animal Stress Basic Principles and Implications for Animal Welfare* New York: CABI Publishing 2000: 1 - 23. ISBN: 0851993591.

Möstl E, Palme R. Hormones as indicators of stress. *Domest Anim Endocrinol* 2002; 23: 67 - 74.

Nagata S, Takeda F, Kurosawa M, Mima K, Hiraga A, Kai M, Taya K. Plasma adrenocorticotropin, cortisol and catecholamines response to various exercises. *Equine Vet J Suppl* 1999: 570-4.

NMELF (2000) Empfehlung zur Haltung von Eseln. Landesbeauftragter für Tierschutz c/o Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und

Forsten, Hannover

Nobis G. Die Geschichte des Pferdes - seine Evolution und Domestikation. In: Handbuch Pferd. Hrsg.: Thein, P. München, Wien, Zürich: BLV - Verlag 1997: 8 - 24. ISBN: 3-405-14753-0.

Nogueira GP, Barnabe RC. Is the thoroughbred race-horse under chronic stress? Braz J Med Biol Res 1997; 30: 1237-9.

Noreisch W, Bartmann CP. Das Einsatz- und Ausbildungszentrum für Gebirgstragtierwesen 230. Wehrmedizin und Wehrpharmazie 2005; 28: 38-40.

Pearson RA (2005) Nutrition and Feeding of Donkeys. In: Matthews N. S. and Taylor T. S. (Eds.), Veterinary Care of Donkeys. International Veterinary Information Service (www.ivis.org), Ithaca. Document No. A2912.0805

Pedersen GR, Søndergaard E, Ladewig J. The influence of bedding on the time horses spend recumbent. Journal of Equine Veterinary Science 2004; 24: 153-8.

Perogamvros I, Owen LJ, Newell-Price J, Ray DW, Trainer PJ, Keevil BG. Simultaneous measurement of cortisol and cortisone in human saliva using liquid chromatography-tandem mass spectrometry: application in basal and stimulated conditions. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci 2009; 877: 3771-5.

Petermann S. Verzicht auf Schnabelkürzen bei Legehennen. online: LAVES. Dez. 33 Tierschutzdienst 2014: http://www.laves.niedersachsen.de/portal/live.php?navigation_id=20137&article_id=91150&psmand=23. (Datum des Zugriffs: 01.06.2014).

Piccione G, Giannetto C, Assenza A, Casella S, Caola G. Influence of time of day on body temperature, heart rate, arterial pressure, and other biological variables in horses during incremental exercise. Chronobiol Int 2009; 26: 47-60.

Pietta D, Bartmann CP. Teil IV. Hufpflege und Hufbeschlagn bei Eseln und Maultieren. In: Der Huf. Lehrbuch des Hufbeschlages. 6. Auflage. Stuttgart: Enke Verlag. 2012, ISBN: 978-3830410744.

Plummer C, Knight PK, Ray SP, Rose RJ. Cardiorespiratory and Metabolic Effects of Propranolol during Maximal Exercise. *Equine Exercise Physiology* 1991; 3: 465 - 74

Pollmann U, Tschanz B. Leiden - ein Begriff aus dem Tierschutzrecht. *Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle* 2006; 13. Jg.: 234 - 9.

Port K. Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing. *Int J Sports Med* 1991; 12: 490-4.

Pritchard JC, Lindberg AC, Main DC, Whay HR. Assessment of the welfare of working horses, mules and donkeys, using health and behaviour parameters. *Prev Vet Med* 2005; 69: 265-83.

Proops L, Burden F, Osthaus B. Mule cognition: a case of hybrid vigour? *Anim Cogn* 2009; 12: 75-84.

Proops L, Burden F, Osthaus B. Social relations in a mixed group of mules, ponies and donkeys reflect differences in equid type. *Behav Processes* 2012; 90: 337-42.

Puppe B. Stressbewältigung und Wohlbefinden - verhaltensphysiologische Ansatzpunkte einer Gesundheitssicherung bei Tieren [Coping with stress and animal welfare - behavioural and physiological approaches of health management in animals]. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 46 2003; Sonderheft: 52 - 6.

Raabymagle P, Ladewig J. Lying behaviour in horses in relation to box size. *J equine Vet Sci* 2006; 26: 11 - 7.

Rainger JE, Evans DL, Hodgson DR, Rose RJ. Blood lactate disappearance after

maximal exercise in trained and detrained horses. *Res Vet Sci* 1994; 57: 325-31.

Ralston SL. Insulin and glucose regulation. *Vet Clin North Am Equine Pract* 2002; 18: 295-304, vii.

Reifenberg K (2008) Versuchstierkundliche Blockvorlesung. 9 Schmerzen, Leiden und Schäden. Johannes Gutenberg-Universität, Mainz. 139 - 43

Rennenkampff FEv (1987) Leistungsüberprüfung bei als Tragtieren eingesetzten Maultieren und Haflingern [Diss. med. vet]. LMU München, München

Rennenkampff FEv, Bartmann CP. Das Gebirgstragtierwesen im Neuen Heer. *Wehrmedizin und Wehrpharmazie* 2008; 31: 53-5.

Rennenkampff FEv. Als SanOffzVet in einer pferdehaltenden Einheit des Heeres (Teil 1). online: *Wehrmedizin und Wehrpharmazie* 2009: http://www.wehrmed.de/article/1630-ALS_SanOffzVet_IN_EINER_PFERDEHALTENDEN_EINHEIT_DES_HEERE_S_TEIL1.html. (Datum des Zugriffs: 03.02.2015).

Rho JR, Srygley RB, Choe JC. Sex preferences in Jeju pony foals (*Equus caballus*) for mutual grooming and play-fighting behaviors. *Zoolog Sci* 2007; 24: 769-73.

Riemann-Peddersen G, Sondergaard E, Ladewig J. The Influence of Bedding on the Time Horses Spend Recumbent. *J equine Vet Sci* 2004; 24: 153 - 8.

Rossdale PD, Burguez PN, Cash RS. Changes in blood neutrophil/lymphocyte ratio related to adrenocortical function in the horse. *Equine Vet J* 1982; 14: 293-8.

Rushen J. Some Issues in the Interpretation of Behavioural Responses to Stress. In: *The Biology of Animal Stress: Basic Principles and Implications for Animal Welfare* New York: CABI Publishing 2000: 23 - 31. ISBN: 0851993591.

Salak-Johnson JL, McGlone JJ, Norman RL. In vivo glucocorticoid effects on porcine natural killer cell activity and circulating leukocytes. *J Anim Sci* 1996; 74: 584-92.

Samraus HH, Steiger A (1997) *Das Buch von Tierschutz*. Enke Verlag, Stuttgart, ISBN: 3-432-29431-X.

Schalm OW, Jain NC, Carroll EJ (1975) *Veterinary haematology*. Lea & Febiger, U.S, Philadelphia, ISBN: 978-0812104707.

Scheck K, Weigert P, Lemmer B, Noreisch W. Labordiagnostische Untersuchungen bei Haflinger Pferden und Maultieren (Tragtiere der Bundeswehr). 3. Substrate im Serum. *Tierärztliche Praxis* 8 1980: 537 - 42.

Schrader L, Bünger B, Marahrens M, Müller-Arnke I, Otto C, Schäffer D, Zerbe F. Verhalten von Pferden. online: KTBL 2009: <https://www.ktbl.de/inhalte/themen/tierhaltung/tierart/pferd/allgemein/tierverhalten/>. (Datum des Zugriffs: 06.04.2014).

Schwarz B, Anen C. Eselmedizin - Basiswissen. *CVE* 2014; 3(4): 1-36.

Scil (2006) Referenzbereiche Pferd. scil Vet abc User manual. scil animal care company GmbH, Viernheim

Shapiro PA, Sloan RP, Horn EM, Myers MM, Gorman JM. Effect of innervation on heart rate response to mental stress. *Arch Gen Psychiatry* 1993; 50: 275-9.

Sonoda LT, Fels M, Oczak M, Vranken E, Ismayilova G, Guarino M, Viazzi S, Bahr C, Berckmans D, Hartung J. Tail biting in pigs--causes and management intervention strategies to reduce the behavioural disorder. A review. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr* 2013; 126: 104-12.

Stefansdottir GJ, Ragnarsson S, Gunnarsson V, Jansson A. Physiological response

to a breed evaluation field test in Icelandic horses. *Animal* 2014; 8: 431-9.

Steinmetz A-K. Gruppenhaltung von Pferden. *KTBL-Schrift* 2009: 1 - 10.

StMGEV (2003) Tierschutz: Anbindehaltung von Pferden. Bayerisches Staatsministerium für Gesundheit, Ernährung und Verbraucherschutz, München

StMUG (2010) Ständerhaltung von Pferden. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, München

Stull CL, Rodiek AV. Responses of blood glucose, insulin and cortisol concentrations to common equine diets. *J Nutr* 1988; 118: 206-13.

Stull CL, Rodiek AV. Physiological responses of horses to 24 hours of transportation using a commercial van during summer conditions. *J Anim Sci* 2000; 78: 1458-66.

Stull CL, Rodiek AV. Effects of cross-tying horses during 24 h of road transport. *Equine Vet J* 2002; 34: 550-5.

Stull CL, Spier SJ, Aldridge BM, Blanchard M, Stott JL. Immunological response to long-term transport stress in mature horses and effects of adaptogenic dietary supplementation as an immunomodulator. *Equine Vet J* 2004; 36: 583-9.

Sweeting MP, Houpt CE, Houpt KA. Social facilitation of feeding and time budgets in stabled ponies. *J Anim Sci* 1985; 60: 369-74.

Tayler FGR, Hillyer MH. 9. Kardiovaskuläre Erkrankungen. In: *Klinische Diagnostik in der Pferdepraxis* Hannover: Schlütersche Verlag mbH & Co. KG. 2004: 191 - 2. ISBN: 978-3877065747.

Tembrock G (1964) *Verhaltensforschung*. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena

Thun R, Schwartz-Porsche D. Nebennierenrinde. In: Veterinärmedizinische Endokrinologie Stuttgart: F.H. Döcke (Hrsg.). Enke Verlag 1994: 309 - 51. ISBN: 978-3432283838.

Touma C, Palme R. Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: the importance of validation. Ann N Y Acad Sci 2005; 1046: 54-74.

Trachsel D, Brehm W, Tschudi P. Referenzwerte von hämatologischen und biochemischen Parametern für Esel. Tierärztliche Praxis Großtiere 2005; Heft 1. 2005: 55 - 60.

Travis L (1990) The Mule. J. A. Allan Verlag, London, ISBN: 0-85131-503-0.

Tsujino D, Utsunomiya K. Continuous glucose monitoring (CGM). Rinsho Byori 2014; 62: 53-9.

Tucker RL, Wickler SJ, London C, Wyle A, Greene HN. Echocardiographic and right-sided cardiac pressure comparison of the mule and horse. J equine Vet Sci No. 9 1995; 15 404 - 8.

TVT. Positionspapier zu den "Leitlinien zur Beurteilung von Pferdehaltungen unter Tierschutzgesichtspunkten". online: Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. Arbeitskreis 11 - Pferde 2005: <http://www.tierschutz-tvt.de/21.html>. (Datum des Zugriffs: 06.02.2007).

TVT. Nutzung von Tieren im sozialen Einsatz. Merkblatt Nr. 131.1 Esel. online: Tierärztliche Vereinigung für Tierschutz e.V. 2013: <http://www.tierschutz-tvt.de/merkblaetter.html>. (Datum des Zugriffs: 22.05.2014).

Ulbricht J. Deskriptive Statistik. München: Institut für Statistik der LMU 2008: <http://www.statistik.lmu.de/~ulbricht/Lehre/BKSS08/DeskriptiveStatistik.pdf>. (Datum des Zugriffs: 03.08.2014).

van der Kolk JH, Nachreiner RF, Schott HC, Refsal KR, Zanella AJ. Salivary and plasma concentration of cortisol in normal horses and horses with Cushing's disease. *Equine Vet J* 2001; 33: 211-3.

Vogel H-U. Tierschutz: Ablauf der Übergangsfristen per 1. September 2013. online: Kanton Luzern. Gesundheit und Sozialdepartement. Veterinärdienst 2013: http://www.veterinaerdienst.lu.ch/dz_aussand_ablauf_uebergangsfristen_v1.0.pdf. (Datum des Zugriffs: 20.05.2014).

von Borell E. Mechanismen der Bewältigung von Stress. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 43 2000; 5: 441 - 50.

von Borell E. Haltungsansprüche von Rindern und Pferden. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 45 2002: 80 - 94.

von Borell E, Gauly M, Herrmann H-J, Hesse D, Knierim U, Müller C, Pelzer A, Schrader L, Sürle C (2012) DLG Merkblatt 383: Tiergerechtigkeit auf dem Prüfstand. DLG, Frankfurt/Main

von den Driesch A, Peters J (2003) *Geschichte der Tiermedizin*. Schattauer Verlag, Stuttgart, ISBN: 3-7945-2169-2

von Gugelberg H, Bähler C (1994) *Alles über Maultiere*. Müller Rüschtikon Verlag, Cham, ISBN: 978-3275010950.

Weigert P, Scheck K, Lemmer B, Noreisch W. Labordiagnostische Untersuchungen bei Haflinger Pferden und Maultieren (Tragtieren der Bundeswehr). 4. Mineralstoffe und Spurenelemente in Blut und Serum. *Tierärztliche Praxis* 9 1981: 403 - 9.

Werhahn H, Hessel EF, Bachhausen I, van den Weghe HFA. Effects of Different Bedding Materials on the Behaviour of Horses Housed in Single Stalls. *J equine Vet Sci* 2010; 30: 425 - 31.

Wickler SJ, Greene HM, Cogger EA, Foster LA, Braun W. Altitude acclimatization in horses and mules. online: US Davis Center for Equine Health 2003: <http://www.vetmed.ucdavis.edu/ceh/RR03PR01-12.html>. (Jahr des Zugriffs: 2006).

Wiesner E, Ribbeck R (2000) Lexikon der Veterinärmedizin. Enke Verlag, Stuttgart, ISBN: 978-3777314594.

Wöhr AC, Erhard M. Polysomnographische Untersuchungen zum Schlafverhalten des Pferdes. KTBL-Schrift 2006; 448: 127 - 35.

Wong CW, Smith SE, Thong YH, Opdebeeck JP, Thornton JR. Effects of exercise stress on various immune functions in horses. Am J Vet Res 1992; 53: 1414-7.

Zeitler-Feicht MH, Buschmann S (2003) Zur Tierschutzrelevanz der Dauerhaften Anbindehaltung von Pferden. In: Kongressbericht der Deutschen Veterinärmedizinischen Gesellschaft. DVG, Nürtingen. 62-70

Zeitler-Feicht MH, Buschmann S. Verhaltensstörungen von Pferden in Ständerhaltung. Tierärztliche Praxis Großtiere 2004; 32: 169-73.

Zeitler-Feicht MH. FÜR STUDIUM UND PRAXIS: Verhaltensstörungen beim Pferd – Ursachen, Diagnostik und Therapie. Tierärztliche Praxis Großtiere 2005; 4: 266 - 73.

Zeitler-Feicht MH (2008) Handbuch Pferdeverhalten. Eugen Ulmer GbmH & Co Stuttgart, ISBN: 978-3-8001-5579-8.

IX. ANHANG

1. Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|------------|
| <i>Abbildung 1: Schematische Darstellung der Stresseffekte auf den Körper.</i> | |
| <i>Quelle: http://dujs.dartmouth.edu/wp-content/uploads/2011/02/stressdiagram.jpg.....</i> | <i>17</i> |
| <i>Abbildung 2: HPA-Achse (Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden- Achse).</i> | |
| <i>Quelle:http://www.eharrison.de/b2b-web/image/H18_342-02-zoom.jpg</i> | <i>19</i> |
| <i>Abbildung 3: Beurteilung von Haltungssystemen (geändert nach MARTEN und SALEWSKI, 1989).</i> | |
| <i>Quelle: (VON BORELL, 2002). Haltungsansprüche von Rindern und Pferden. Arch. Tierz. Dummerstorf 45 Sonderheft, 89.....</i> | <i>56</i> |
| <i>Abbildung 4: Kriterien für Wohlergehen unter dem Aspekt "Guter Gesundheitsstatus".</i> | |
| <i>Quelle: (BAUMGARTNER & ZEITLER-FEICHT, 2014). Tagungsband. 9. Niedersächsisches Tierschutzsymposium</i> | <i>56</i> |
| <i>Abbildung 5: In Anbindehaltung aufgestallte Maultiere.....</i> | <i>62</i> |
| <i>Abbildung 6: Auslauf mit getrennten Funktionsbereichen und Scheuermöglichkeit.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Abbildung 7: An zwei Seiten geschlossener Witterungsschutz mit Strohmattmatratze im hinteren Bereich und befestigter Unterstellfläche. Im Vordergrund Pflasterbereich im Bereich der Tränken. ...</i> | <i>63</i> |
| <i>Abbildung 8: Mobile Heuraufe im Auslaufbereich mit Fressplätzen für 12 Tiere.</i> | <i>65</i> |
| <i>Abbildung 9: Teilabschnitt der Belastungstrecke.....</i> | <i>68</i> |
| <i>Abbildung 10: Maultier mit Zaumzeug, Tragsattel und Woillach ohne Packlast.</i> | <i>69</i> |
| <i>Abbildung 11: Maultier mit Packlast beim sog. "Ablasten" (Abnehmen der Packlast).</i> | <i>69</i> |
| <i>Abbildung 12: Maultiere während der Ruhepause in einer Feldstallung aufgestellt.</i> | <i>70</i> |
| <i>Abbildung 13: Maultier mit Packlast.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Abbildung 14: Rückmarsch, Führtechnik auf unebenem Gelände.....</i> | <i>71</i> |
| <i>Abbildung 15: Farbumschlag des ELISA bei Zugabe H₂SO₄.</i> | <i>82</i> |
| <i>Abbildung 16: Abbildung des verwendeten Schnelltests für die Glukosemessung.....</i> | <i>85</i> |
| <i>Abbildung 17: Abbildung des verwendeten Schnelltests für die Laktatmessung.</i> | <i>85</i> |
| <i>Abbildung 18: Vergleichende graphische Darstellung der Herzfrequenz im zeitlichen Verlauf.....</i> | <i>93</i> |
| <i>Abbildung 19: Vergleichende graphische Darstellung der Kortisolwerte im zeitlichen Verlauf.</i> | <i>95</i> |
| <i>Abbildung 20: Vergleichende graphische Darstellung der Glukosewerte im zeitlichen Verlauf.....</i> | <i>96</i> |
| <i>Abbildung 21: Vergleichende graphische Darstellung der Laktatwerte im zeitlichen Verlauf.</i> | <i>98</i> |
| <i>Abbildung 22: Vergleichende graphische Darstellung der Gesamtleukozytenzahlen im zeitlichen Verlauf.....</i> | <i>100</i> |
| <i>Abbildung 23: Vergleichende graphische Darstellung der Granulozytenwerte im zeitlichen Verlauf.....</i> | <i>101</i> |
| <i>Abbildung 24: Vergleichende graphische Darstellung der Lymphozytenwerte im zeitlichen Verlauf.</i> | <i>103</i> |

| | |
|--|------------|
| <i>Abbildung 25: Vergleichende graphische Darstellung der Hämatokritwerte im zeitlichen Verlauf.....</i> | <i>105</i> |
| <i>Abbildung 26: Vergleichende graphische Darstellung des N:L Verhältnis im zeitlichen Verlauf. ...</i> | <i>106</i> |
| <i>Abbildung 27: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Futteraufnahmezeiten (FRESSEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>108</i> |
| <i>Abbildung 28: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) des Dösens (DOESEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>109</i> |
| <i>Abbildung 29: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der Ablegevorgänge (ABLEGEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>109</i> |
| <i>Abbildung 30: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Ruhezeiten in Brust-/Bauchlage (BL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>110</i> |
| <i>Abbildung 31: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des Ablegens in Brust-/Bauchlage (BL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>111</i> |
| <i>Abbildung 32: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Ruhezeiten in Seitenlage (SL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>111</i> |
| <i>Abbildung 33: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des Ablegens in Seitenlage (SL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>112</i> |
| <i>Abbildung 34: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der insgesamt Ruhezeiten (RUHEN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>112</i> |
| <i>Abbildung 35: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des "sich beknabbern" (BEKN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>113</i> |
| <i>Abbildung 36: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der Intention des "sich beknabbern" (INT_BEKN) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>113</i> |
| <i>Abbildung 37: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der beidseitig vollständigen Wälzvorgänge (BV) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>114</i> |
| <i>Abbildung 38: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der einseitig vollständigen Wälzvorgänge (EV) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>115</i> |

| | |
|---|------------|
| <i>Abbildung 39: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der positiven Interaktionen (POS_INTER) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>116</i> |
| <i>Abbildung 40: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) der negativen Interaktionen (NEG_INTER) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>117</i> |
| <i>Abbildung 41: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Spielzeiten (SPIEL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>117</i> |
| <i>Abbildung 42: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des sozialen Spiels (SPIEL) in Abhängigkeit von der Haltungsform.....</i> | <i>118</i> |
| <i>Abbildung 43: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) in Minuten (min) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Dauer des Drehens des Kopfes Richtung Erkundungsquelle (NEUGIER = Neugier- und Erkundungsverhalten) in Abhängigkeit von der Haltungsform.</i> | <i>118</i> |
| <i>Abbildung 44: Graphische Darstellung der Differenzen (diff) zwischen den Belastungswerten (A bzw. G) und den entsprechenden Basiswerten (BA bzw. BG) der Häufigkeiten (anz) des Drehens des Kopfes Richtung Erkundungsquelle (NEUGIER = Neugier- und Erkundungsverhaltens) in Abhängigkeit von der Haltungsform</i> | <i>119</i> |
| <i>Abbildung 45: Ruhen in Brust-/Bauchlage</i> | <i>122</i> |

2. Tabellenverzeichnis

| | |
|--|------------|
| <i>Tabelle 1: Prüfkriterien für Pferdehaltungen. Quelle: DLG-Merkblatt 383 (Stand 11/2012):</i> | |
| <i>Tiergerechtheit auf dem Prüfstand.</i> | <i>54</i> |
| <i>Tabelle 2: Daten der Maultiere</i> | <i>67</i> |
| <i>Tabelle 3: Zuordnung der Tiere im Cross Over Design.....</i> | <i>72</i> |
| <i>Tabelle 4: Testzeitpunkte d. klinischen & labordiagnostischen Parameter im Verlauf der Studie. .</i> | <i>73</i> |
| <i>Tabelle 5: Untersuchungszeitpunkte der Verhaltensbeobachtungen im Untersuchungsverlauf. ...</i> | <i>76</i> |
| <i>Tabelle 6: Pipettierschema</i> | <i>80</i> |
| <i>Tabelle 7: Reagenzienzusammensetzung für den ELISA.....</i> | <i>83</i> |
| <i>Tabelle 8: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen HF-Wertbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 12.</i> | <i>93</i> |
| <i>Tabelle 9: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Kortisol-Wertbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>95</i> |
| <i>Tabelle 10: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Glukose-Wertbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>96</i> |
| <i>Tabelle 11: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Laktat-Wertbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>98</i> |
| <i>Tabelle 12: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Gesamtleukozytenzahlenbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>100</i> |
| <i>Tabelle 13: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Granulozytenbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>102</i> |
| <i>Tabelle 14: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Lymphozytenbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>104</i> |
| <i>Tabelle 15: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten gemessenen Hämatokrit-Wertbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>105</i> |
| <i>Tabelle 16: Tabellarische Gegenüberstellung der für den Vergleich relevanten errechneten N:L Verhältnisbereiche zu den einzelnen Messzeitpunkten und Angabe der entsprechenden Mittelwerte (MW) und Standardfehler (SEM); n = 11.</i> | <i>107</i> |
| <i>Tabelle 17: Mittelwerte (MW), Standardfehler (SEM) und p-Werte der ethologischen Parameter, errechnet aus den Differenzen; n=12</i> | <i>120</i> |

3. Schema Allgemeine Untersuchung

Gliederung der Untersuchung (GLITZ & DEEGEN, 2002)

| | |
|-----|---|
| 1. | Körperhaltung |
| 2. | Verhalten |
| 3. | Ernährungszustand |
| 4. | Pflegezustand |
| 5. | Habitus |
| 6. | Atemfrequenz |
| 7. | Pulsfrequenz |
| 8. | Körpertemperatur |
| 9. | Nasenausfluß |
| 10. | Spontaner Husten und Auslösung des Hustenreflexes |
| 11. | Unterkieferlymphknoten |
| 12. | Sichtbare Schleimhäute |
| 13. | Herz-/Lungenauskultation (Übersicht) |

5. Beurteilungsschema für Anbindehaltungen bei Pferden

Beurteilungsschema für Anbindehaltungen von Pferden (StMGEV 2003)

Betrieb:

Datum:

Verantwortlicher:

Anzahl der Pferde in Anbindehaltung:

Rasse und Alter:

| Beurteilungskriterium | Bewertung |
|---|-----------|
| Standbreite = Wdh + 20 cm bei festen Seitenwänden, = Wdh bei beweglichen Flankierstangen | |
| nutzbare Standlänge $(Wdh * 1,49) + Anbindelänge \geq (2 * Wdh)$ | |
| Anbindefreiraum nach oben $(Anbindehöhe + Anbindelänge) / Wdh > 1,1$ | |
| Anbindefreiraum nach unten $Anbindelänge / Anbringhöhe > 1,2$ | |
| Einstreu Trocken, sauber, Strohanteil | |
| Sozialkontakt Trennwände ermöglichen ausreichend Sozialkontakt | |
| Neugier- und Erkundungsverhalten Einschränkung so gering wie möglich | |
| Rauhfutterfressplatz und -fütterung Rauhfutteraufnahme in physiologischer Körperhaltung möglich, mind. 3 * tägl. Vorlage, mind. 1 kg/100 kg Lebendgewicht und Tag | |
| Bewegung durch Nutzung und freie Bewegung Mindestens zwei Stunden täglich, ganzjährig täglich freie Bewegung, Bewegung in Gesellschaft | |
| Verhaltensauffälligkeiten | |
| Gesamtbeurteilung | |

6. Deklaration Fertigfuttermittel

6.1. Pferdemüsli

| <i>6-Korn Plus</i> | | | |
|--|------------|--------------------------|---------|
| (Mühdorfer Pferdefutter, Marke der Mühdorfer Nutrition AG, 84453 Mühdorf, | | | |
| Zulassungsnummer: DE-BY-1-00189) | | | |
| Inhaltsangaben laut Umverpackung: | | | |
| Vollkornmüsli (pelletfrei) aus verschiedenen Getreidesorten, Schwarzhafer, | | | |
| Verdauliches Eiweiß: 7,33 %, Verdauliche Energie: 12,60 MJ/kg, voll vitaminisiert und mineralisiert | | | |
| Zusammensetzung: 39 % Mais (aufgepoppt und gewalzt), 40 % Gerste (getoastet und gewalzt), | | | |
| 8 % Schwarzhafer, 3,50 % Zuckerrübensirup, 3 % Sonnenblumenkerne, 1 % Emmer, 2% Leinsamen, 0,50 % Topinamburkonzentrat | | | |
| Zusatzstoffe je kg | | Analytische Bestandteile | |
| (ernährungsphysiologische Zusatzstoffe) | | | |
| Vitamin A | 9.600 I.E. | Rohprotein | 10,20 % |
| Vitamin D3 | 1.500 I.E. | Rohöle und -fette | 4,50 % |
| Vitamin E | 60,0 mg | Rohfaser | 4,30 % |
| Vitamin B1 | 1,5 mg | Rohasche | 5,00 % |
| Vitamin B2 | 4,5 mg | Calcium | 0,80 % |
| Vitamin B6 | 4,5 mg | Phosphor | 0,46 % |
| Vitamin B12 | 24,0 mcg | Magnesium | 0,21 % |
| Vitamin C | 60,0 mg | Natrium | 0,35 % |
| Folsäure | 3,0 mg | | |
| Nikotinsäure | 24,0 mg | | |
| Calcium-D-Pantothenat | 9,0 mg | | |
| Biotin | 30,0 mcg | | |
| Molybdän | 0,3 mg | | |
| Eisen | 60,0 mg | | |
| Jod | 1,2 mg | | |
| Zink | 120,0 mg | | |
| Cholin | 60,0 mg | | |
| Mangan | 90,0 mg | | |
| Kupfer | 27,0 mg | | |
| Selen | 0,6 mg | | |

6.2. Mineralfutter

Pferde-Mineralpellets

(Firma Trouw Nutrition Deutschland GmbH, 86664 Burgheim, Zulassungsnummer: DE-BY-1-00020)

Mineralfuttermittel für Pferde

Inhaltsangaben laut Umverpackung:

Zusammensetzung: 45,0 % Calciumcarbonat, 20,0 % Monocalciumphosphat, 12,0 % Natriumchlorid, 12,0 % A-Bio Reisfuttermehl, 3,0 % A-Bio Zuckerrohrmelasse, 2,0 % Magnesiumoxid, 1,5 % Bierhefe, 1,0 % A-Bio-Sojaöl

Inhaltsstoffe: 20,0 % Calcium, 4,5 % Phosphor, 4,5 % Natrium, 1,0 % Magnesium

Zusatzstoffe je kg (ernährungsphysiologische Zusatzstoffe):

400.000 I.E. Vitamin A (E 672), 20.000 I.E. Vitamin D als Vitamin D3 (E 671), 5.000 mg Vitamin E (all rac-alpha-Tocopherylacetat) (3a700), 100 mg Vitamin B1, 200 mg Vitamin B2, 100 mg Vitamin B6 (3a831), 1.000 mcg Vitamin B12, 100 mg Vitamin K3, 2.000 mg Vitamin C, 30.000 mcg Biotin, 200 mg Nicotinsäure, 50 mg Folsäure, 100 mg Pantothenensäure als Ca-D-Pantothenat Präparat, 1.500 mg Cholin-Chlorid, 1.500 mg Eisen als Eisen-(II)-sulfat Monohydrat (E1), 500 mg Kupfer als Kupfer-(II)-sulfat Pentahydrat (E4), 3.000 mg Zink als Zinkoxid (E6), 1.000 mg Mangan als Mangan-(II)-oxid (E5), 20 mg Kobalt als Basisches Kobalt-(II)-carbonat Monohydrat (E3), 100 mg Jod als Calciumjodat wasserfrei (E2), 15 mg Selen als Natriumselenit (E8)

X. DANKSAGUNG

Zunächst möchte ich mich ganz herzlich bei Herrn Prof. Dr. Erhard für die Übernahme des Themas und die freundliche Unterstützung bei der Fertigstellung der Arbeit bedanken.

Herrn PD Dr. Bartmann möchte ich ganz herzlich für die Initiierung des Themas und die wissenschaftliche Betreuung und Unterstützung der Studie vor Ort am Eins/AusbZ TrgTWes 230 danken.

Meiner Betreuerin Frau Dr. Wöhr möchte ich für die Unterstützung und Begleitung während der Arbeit danken.

Für ihre geduldige Hilfestellung und ihren Rat während der Laborarbeit danke ich Frau Zobel ganz herzlich.

Meinen Betreuern am StaBLab Herrn Drießlein und Herrn Klima, sowie dem Leiter Herrn Prof. Dr. Küchenhoff möchte ich vielmals für die tolle und fundierte Beratung und Unterstützung bei der statistischen Auswertung meiner Daten danken.

Dem Leiter des Einsatz- und Ausbildungszentrums für Tragtierwesen 230 in Bad Reichenhall Herrn OFV Dr. von Rennenkampff möchte ich für die Eröffnung der Möglichkeit, die Studie in seiner Einrichtung durchzuführen, danken.

Großer Dank geht auch an alle zwei- und vierbeinigen Kameraden des Eins/AusbZ TrgTWes 230 in Bad Reichenhall, welche mich bei der Studie unterstützt haben. Auch wenn der Eine oder Andere „unterwegs“ die Zusammenarbeit aufgekündigt hat, trotzdem Danke Pankraz!

Zum Abschluss geht ein riesiges „Dankeschön“ an meinen Mann Hans-Peter dessen liebevolle Unterstützung und Nachsicht in dieser turbulenten Zeit mir sehr viel bedeutet hat! Mein Dank gilt ebenfalls meiner Familie, die zu jedem Zeitpunkt der Arbeit für mich da waren und mich durch diese Zeit ge- und ertragen haben! Allen voran meine Schwester Eva und mein Schwager Harry die mir mit stets gezückter Tastatur und telefonischem Tag- und Nacht- Support heroisch im Kampf gegen den Word-Formatierungsdschungel beigestanden haben und ohne deren Unterstützung die Arbeit wohl nur schwerlich ihre endgültige Form gefunden hätte!

Lieben Dank auch an meine Schwägerin Corinna ohne deren Support sich die Überwindung gewisser bürokratischer Hürden doch recht holprig gestaltet hätte!
DANKE euch allen!