

Aus dem Department für Kleintiere und Pferde
der Veterinärmedizinischen Universität Wien

Klinik für Anästhesiologie und perioperative Intensivmedizin
(Leiterin: o. Univ. Prof.in Dr.in Paula Larenza-Menzies)

Time Budgets bei Pferden- Der aktuelle Stand der Forschung

Diplomarbeit

Veterinärmedizinische Universität Wien

vorgelegt von

Veronika Engl

Wien, im Oktober 2020

Betreuerin: Privatdozentin Dr. Ulrike Auer

Gutachterin: Universitätsprofessorin Dr. Florian Jenner

Inhaltsverzeichnis

1. Die Rolle von time Budgets in der Pferdemedizin.....	1
2. Grundlagen der Verhaltensmessung.....	2
3. Der aktuelle Stand der Forschung.....	5
3.1. Wildpferde.....	5
3.1.1. Nahrungsaufnahme.....	5
3.1.2. Ruhen.....	9
3.1.3. Bewegung/ Aktivität.....	12
3.2. Hauspferde.....	14
3.2.1. Nahrungsaufnahme.....	14
3.2.2. Ruhen.....	19
3.2.3. Bewegung.....	23
3.3. Einflussfaktoren auf die unterschiedlichen time budgets von Wild- und Hauspferden.....	26
4. Neue Technologien des nicht-invasiven Trackings.....	30
4.1. Videoüberwachung.....	30
4.2. Bewegungssensoren.....	30
4.2.1. Technische Grundlagen.....	31
4.2.2. Einsatz bei Equiden.....	32
4.2.3. Zu berücksichtigende Aspekte beim Einsatz von Bewegungssensoren.....	35
5. Anwendung der Erkenntnisse in drei Fallbeispielen.....	38
5.1. Material und Methoden.....	38
5.1.1. Tiere.....	38
5.1.2. Technische Ausstattung.....	39
5.2. Ergebnisse.....	40
5.2.1. Haflinger 1 Eukleation, klinischer Fall.....	40
5.2.2. Haflinger 2 Im Offenstall gehalten, keine Hufprobleme, wenig gearbeitet.....	41
5.2.3. Haflinger 3 Offenstallhaltung, bekannte Hufprobleme, regelmäßig gearbeitet.....	42

5.3. Diskussion der Ergebnisse.....	42
6. Ausblick.....	45
7. Zusammenfassung.....	46
8. Summary.....	47
9. Abkürzungsverzeichnis.....	48
10. Literaturverzeichnis.....	49
11. Abbildungs-/Tabellenverzeichnis.....	57

1 Zeitbudgets bei Pferden

Der Mensch ruht, der Mensch bewegt sich, der Mensch isst. In der heutigen Zeit können dank Smartphone, Fitness-Wearables und ähnlichen technologischen Entwicklungen beispielsweise nicht nur der Puls und Kalorienverbrauch aufgezeichnet, sondern auch mittels diverser Trackingsysteme, genau festgestellt werden, wann wo wieviel Zeit für eine bestimmte Aktivität aufgewendet wurde und in welchem Maße sich diese Parameter zum Beispiel während der Menstruation oder bei Krankheit verändern.

Auch Pferde ruhen. Auch Pferde bewegen sich. Auch Pferde fressen. Forschung und technologische Entwicklung sind im Vergleich zum Menschen jedoch noch nicht so ausgereift. Doch welche Verhaltensweise nimmt den größten Anteil eines Tages ein und was spielt vielleicht eher eine untergeordnete Rolle? Welche Faktoren beeinflussen das Verhalten von Pferden? Verändert sich das Verhalten beispielsweise bei Krankheit, Schmerz oder Isolation? Seit etwa 50 Jahren beschäftigt sich die Forschung mit Zeitbudgets (time budgets) von Pferden und untersucht unter anderem genau diese Fragestellungen. Nach zunächst analoger Zeiterfassung mittels Beobachtung, setzen sich mit fortschreitender Technisierung immer mehr das Tracking mit technischer Unterstützung durch, etwa mit Videoaufnahmen oder Bewegungssensoren.

Diese Forschungsarbeit befasst sich mit der Hypothese, dass mit kommerziell erhältlichen Aktivitätssensoren ohne invasiven Eingriff und kontinuierlich über einen längeren Zeitraum, erfasst werden kann, wie viel Zeit ein Pferd am Tag mit Ruhen, Bewegung, Nahrungsaufnahme und anderen Verhaltensweisen, wie Stereotypen oder Wälzen, verbringt. Nach einer kurzen Einführung über die Grundlagen der Verhaltensmessung soll der erste Teil einen Überblick darüber geben, welche Erkenntnisse die Forschung in dieser Zeitspanne gewonnen hat und welche Literatur derzeit zur Verfügung steht. Der zweite Teil dieser Arbeit untersucht, welche Trackingsysteme derzeit erhältlich sind und wendet zwei dieser Instrumente praktisch auf drei verschiedene Fragestellungen an.

2 Grundlagen der Verhaltensmessung

Bevor sich näher mit den time budgets von Wild- und Hauspferden auseinandergesetzt wird, erfolgt ein kurzer allgemeiner Überblick über generelle Herangehensweisen zur Verhaltensmessung.

Wie bei jeder wissenschaftlichen Arbeit steht am Beginn die Formulierung einer möglichst genauen Forschungsfrage bzw. Hypothese. Martin und Bateson (2007) betonen, dass die Frage „Was tut das Tier?“ zwar prinzipiell eine gute, nicht zu unterschätzende Ausgangslage bildet, jedoch keine Hypothese an sich darstellt. Um sich dieser Grundfrage wissenschaftlich zu nähern und geeignete Ergebnisse bei der Datenerhebung zu erzielen, macht es Sinn, die Untersuchung in mehrere, gezieltere Fragestellungen aufzuteilen. So wurde an dieser Forschungsarbeit nicht „Wie verbringt ein Pferd seinen Tag?“ untersucht, sondern genau analysiert, wie lange Pferde jeweils an einem Tag ruhen, fressen und sich bewegen. So können spezifischere Daten erhoben und ein genaueres Ergebnis ermittelt werden.

Zur Datenerhebung ist es hilfreich, ein sogenanntes Ethogramm zu erstellen oder zur Verfügung zu haben. Bei einem Ethogramm handelt es sich um einen „catalogue of descriptions of the discrete, speciestypical behavior patterns that form the basic behavioural repertoire of the species“ (Martin & Bateson, 2007), sprich um eine Sammlung sämtlicher Verhaltensweisen, die entsprechend der Fragestellung noch einmal fokussierter eingegrenzt werden. Wichtig für das zu beobachtende Verhalten ist, dass dieses leicht zu erfassen, unverwechselbar und wiederholt erkennbar ist, damit dies von sämtlichen Beobachtern reidentifiziert werden kann.

Ist die Hypothese und das zu messende Verhalten geklärt, stellt sich die Frage nach der geeignetsten Erhebungsmethode. Die meisten Quellen der vorliegenden Arbeit beziehen sich auf das Paper von Altmann aus dem Jahr 1974, da vor der Entwicklung technischer Aufnahmesysteme, wie Videoaufnahmen oder Bewegungssensoren, die Datenerhebung mittels Beobachtung durch wissenschaftliches Personal erfolgte und diese aufgrund physischer Grenzen seitens der Beobachtenden limitiert war.

Um die geeignetste Beobachtungsmethode zu finden, muss zunächst unterschieden werden, ob Verhaltensmuster als Ereignis (beispielsweise Vokalisation, Defäkation, etc.) oder als Zustand (beispielsweise Körperhaltungen, Ruhe-/Bewegungsverhalten) aufgenommen

werden sollen. Bei einer Erhebung davon, wie oft ein Pferd am Tag wiehert, wird dies als Ereignis aufgezeichnet. Ist allerdings die Fressdauer von Interesse (wie u.a. in dieser Forschungsarbeit), sind Methoden für Zustandsaufzeichnungen das Mittel der Wahl (vgl. Martin & Bateson, 2007 und Altmann, 1974).

Altmann erwähnt in ihrer Arbeit von 1974 sieben verschiedene Methoden zur Stichproben-Erhebung:

Tab. 1 Methoden zur Stichprobenerhebung, übernommen und übersetzt aus Altmann (1974)

Methode	Erhebung von Ereignis oder Status	Vorgeschlagen zur Erhebung von
Ad libitum Sampling	Sowohl als auch	Primär von heuristischem Wert; Aufzeichnung von seltenen, aber signifikanten Ereignissen
Sociometric Matrix Completion	Ereignis	Asymmetrie bei Zweiergruppen
Focal Animal	Sowohl als auch	Sequentielle Einschränkungen; prozentualer Anteil der Zeit; Häufigkeiten; Dauer; Beziehung zum nächsten Nachbarn
All Occurrences of Some Behaviors	Für gewöhnlich Ereignisse	Synchronität; Häufigkeiten
Sequence	Sowohl als auch	Sequentielle Einschränkungen
One-Zero	Für gewöhnlich Zustand	Keine
Instantaneous and Scan	Zustand	Prozentualer Anteil der Zeit; Synchronität; Untergruppen

Da es in diesem Kapitel um eine Einführung in die Verhaltensmessung geht, werden nur die für diese Forschungsarbeit relevantesten Methoden vorgestellt: Focal Animal Sampling, sowie Instantaneous and Scan. Die ad libitum Methode mag ebenfalls als geeignet erscheinen, bei ihr besteht jedoch das generelle Problem der zu großen Datenmenge und eine erschwerte Differenzierung der Ergebnisse. Altmann (1974) bezeichnet diese Methode als klassische „field notes“, die auch aus einer ungenügend spezifisch gestellten Fragestellung heraus resultieren können und empfiehlt Erhebungsmethoden zu wählen, die von weniger Faktoren beeinflusst werden.

Bei der Focal Animal Sampling Methode werden sämtliche Handlungen eines Individuums in einem definierten Zeitraum beobachtet und aufgezeichnet. Für eine möglichst große Varianz der Stichprobe werden die zu beobachtenden Tiere regelmäßig gewechselt. Der Vorteil liegt insbesondere darin, dass durch die Fokussierung auf ein Tier auch Situationen und

Verhaltensweisen beobachtet werden können, in denen es gewöhnlich nicht beobachtet wird und so ein vollständigerer Datensatz vorhanden ist. Außerdem kann so der Ermüdung und die damit einhergehende Ungenauigkeit der Beobachtenden entgegengewirkt werden, da nur ein Individuum (bzw. maximal zwei bei der Beobachtung z.B. von Mutter und Kind oder Sexualpartnern) beobachtet und die Aufmerksamkeit nicht auf eine komplette Herde aufgeteilt werden muss.

Dabei sollte auf jeden Fall, abhängig von der zu untersuchenden Fragestellung, berücksichtigt werden, zu welchem Tageszeitpunkt die Beobachtung der Individuen geplant ist. So stellt beispielsweise bei einer Untersuchung des Spielverhaltens von Fohlen die Mittagshitze einen wenig zielführenden Beobachtungszeitraum dar, es sei denn, es soll untersucht werden, ob Temperaturen einen Einfluss auf eben dieses haben (Altmann 1974). Das Standard Operating Procedure der Stanford Medical School sieht zunächst die Erstellung eines 24h time budgets vor, um davon ausgehend den geeignetsten Beobachtungszeitraum zu ermitteln. Mit fortschreitender Technisierung der Stichprobenerhebung verliert dieser Aspekt zwar an Relevanz, da Daten mittlerweile rund um die Uhr erhoben werden können, er sollte jedoch spätestens bei der Datenauswertung im Hinterkopf behalten werden.

Bei der Instantaneous and Scan Sampling Methode wird eine Gruppe von Individuen zu einem bestimmten Zeitpunkt beobachtet und das aktuelle Verhalten eines jeden Individuums notiert (z.B. wie viele Tiere einer Herde sind um :00, :15, :30, :45 einer jeden Stunde mit Fressen, Ruhen und Bewegung beschäftigt). Die Beobachtung der Individuen sollte kurz und für jedes Tier gleich erfolgen, anderenfalls wäre dies Altmann (1974) zufolge sonst eine Summation aus unterschiedlich langen Focal Samples. Um diesen Fehler zu vermeiden, müssen die zu beobachtenden Verhaltensweisen klar und schnell erkennbar sein. Aus dem prozentualen Anteil des Auftretens bestimmter Zustände kann anschließend der prozentuale Anteil der Zeit, die für diesen Zustand aufgewendet wird, abgeleitet werden, die Fehlerquote ist jedoch höher, als bei der Focal Samples Methode (Altmann 1974).

Welche Beobachtungsmethode zum Einsatz kommt, ist also insbesondere von der Fragestellung abhängig. Bei digitalen Trackingsystemen werden die Daten kontinuierlich über 24 Stunden erhoben. Es kann aber hilfreich sein, bei der Datenauswertung die Beobachtungsmethoden zu berücksichtigen, um eine Übersättigung von Daten zu vermeiden.

3 Der aktuelle Stand der Forschung

Zur Erstellung dieser Forschungsarbeit wurden etwa 100 Quellen gesichtet, die zwischen 1974 und 2020 veröffentlicht wurden. Die Doktorarbeit von Thomas Ogilvie-Graham zum Thema „Time budgets studies in stalled horses“ gibt einen sehr detaillierten Überblick bis ins Jahr 1994, in dem die Dissertation erschienen ist. Von allen herangezogenen Autoren wurde beobachtet, dass Pferde, abhängig von der Haltungsform, den Großteil ihrer Zeit mit der Nahrungsaufnahme verbringen, gefolgt von Ruheverhalten und Bewegung. Andere Verhaltensweisen wie Spielen, Sozialverhalten, Fortpflanzung oder Ausscheidung wurden nur zu einem geringen Anteil (zwischen 0% und 10%, Kiley-Worthington, 1989), teilweise nur saisonal oder von unterschiedlichen zu beobachtenden Individuen, wie beispielsweise Hengsten oder Fohlen, gezeigt, so dass sie in dieser Forschungsarbeit eine untergeordnete Rolle spielen. Im folgenden Kapitel wird nun auf die drei Hauptverhaltensweisen Nahrungsaufnahme, Ruheverhalten und Bewegung näher eingegangen.

3.1 Wildpferde

Die ersten Forschungsarbeiten zu time budgets bei Wildpferden wurden in den 70er-Jahren angefertigt. Für diese Forschungsarbeit wurden über zwanzig Veröffentlichungen gesichtet, die sich überwiegend mit der Beobachtung von Przewalski- und Camargue-Pferden beschäftigten, ferner fanden sich Studien zu Pferden in Nordamerika, Japan, Island und asiatischen Eseln, sowie allgemeine Betrachtungen. Eine Studie über Zebras zum Einfluss des Gewichts des Trackinghalsbandes fand in Botswana statt (Brooks et al. 2008, siehe Kapitel 4).

3.1.1 Nahrungsaufnahme

Wie in Kapitel 2 bereits angesprochen, setzen sich Verhaltensweisen meist aus mehreren Verhaltensmustern, die zu einer Kategorie zusammengefasst werden, zusammen. Die Nahrungsaufnahme, wobei die Nahrung von Wildpferden nahezu ausschließlich Gras und vergleichbare pflanzliche Strukturen umfasst, besteht nicht nur aus der Physiologie bekannten Vorgängen Futteraufnahme, Kauen und Abschlucken, sondern schließt auch die präorale Phase mit Speichelproduktion und dem Hinführen der Nahrung an die Lippen, sowie die Suche nach Nahrung mit ein (von Engelhardt & Breves, 2010). Bei Pferden erfolgt die Nahrungsaufnahme in der Regel nach dem Muster, dass einige Bissen Gras aufgenommen

und dann ein oder zwei Schritte zur Seite oder nach vorne gemacht werden. Somit enthält die Verhaltensweise Nahrungsaufnahme auch bewegende Elemente, jedoch nicht so linear wie bei der Verhaltensweise Bewegung (Mills & McDonnell, 2005). Dieser Aspekt sollte jedoch bei der Entwicklung, Programmierung und Auswertung von technischen Tracking-Methoden berücksichtigt werden. In der Arbeit von Berger et al. (1999) wird die Nahrungsaufnahme zur Aktivität gezählt und in den Auswertungen entsprechend aufgeführt. Diese Arbeit war die einzige, die bei der Beobachtung von (Halb-)Wildpferden auf ein technisches Datenerhebungssystem zurückgriff und die Tiere nicht von Menschen beobachten ließ. Auch in vermeintlich statischen Vorrichtungen wie Fütterungsstationen konnten Schritte zwischen einzelnen Bissen beobachtet werden (Mills & McDonnell, 2005), dies ist jedoch eher bei domestizierten Pferden relevant.

Die geringste Zeit verbrachten mit 36% die Tiere aus der Studie von Griffiths (Ogilvie-Graham, 1994) mit der Nahrungsaufnahme, am längsten hielten sich mit 77% die halbwild gehaltenen Islandpferde aus der Studie von Sigurjónsdóttir (Sigurjónsdóttir, 2012) mit der Nahrungsaufnahme auf, der Durchschnitt der vorliegenden Zahlen aus Tab. 2 ergab einen Zeitaufwand von 62% mit der Nahrungsaufnahme. Studien, deren Daten über ein oder mehrere Jahre erhoben wurden, konnten, mit Ausnahme der Studien von Kaseda (1983) und Duncan (1980), alle eine verringerte Fressdauer im Sommer (~ 40%) beobachten, während die meiste Zeit mit Nahrungsaufnahme im Frühling (~ 60%) und nicht, wie man hätte vermuten können, im Winter (~ 55%) verbracht wurde. Die Publikation von Kaseda (1983) hingegen ermittelte einen vermehrte Fresszeit im Sommer. Eine mögliche Erklärung wäre, dass die Futterqualität im Winter aufgrund der geologischen Bedingungen höher ist und die Tiere somit weniger Zeit mit der Nahrungsaufnahme verbringen müssen (Kaseda 1983). Die japanische Region Miyazaki, in der die Studie von Kaseda stattfand, zeichnet sich durch milde Winter und warme Sommer aus, während die übrigen Studien meist in Zentralasien stattfanden, das durch lange, kalte Winter sowie kurze, warme Sommer geprägt ist. Salter & Hudson (1979) erhoben ihre Daten in West-Alberta in Kanada, eine Region, die sich ebenfalls durch warme Sommer und sehr kalte Winter auszeichnet (Salter & Hudson, 1979). Auch die Studie von Duncan (1980) stellt eine, wenn auch nur geringgradig, höhere Fresszeit in Herbst und Winter fest. Die Camargue, in der Duncan seine Beobachtungen durchführte, ist ein Landstrich an der Südküste Frankreichs, an der mit Miyazaki vergleichbare klimatische Bedingungen herrschen. Van Dierendonck et al. (1996) konnten einen klaren, wenn auch nicht sehr starken signifikanten Zusammenhang zwischen hohen Fresszeiten und geringem

Nahrungsmittelangebot feststellen und führen dies auf höheren Energiebedarf bei gleichzeitig geringerer Futterqualität zurück. Houpt (2018) wiederum erwähnt, dass Pferde für jede zusätzliche Stunde an Sonnenlicht im Frühling, 15min weniger Zeit mit Nahrungsaufnahme verwenden.

Dies unterstützt die Annahme, dass jahreszeitliche Fresszeiten von den klimatischen Bedingungen und der damit einher gehenden Nahrungsqualität abhängig sind, diese These ist jedoch noch nicht vollständig geklärt. Wesentliche Unterschiede zwischen Eseln und Pferden konnten in der Arbeit von Xia et al. (2013) nicht ermittelt werden.

Ferner konnte bei allen Studien beobachtet werden, dass die Nahrungsaufnahme bei Equiden im Sommer insbesondere bei Dämmerung oder in der Nacht stattfindet. Souris et al. (2007) und Ogilvie-Graham bzw. Tyler (Ogilvie-Graham 1994) führen dies auf die hohen Temperaturen zur Mittagszeit und dem damit verbundenen Hitzestress zurück. Bei extremen Außentemperaturen wird der Stoffwechsel heruntergefahren, um möglichst wenig Energie zu verbrauchen und die geringste Belastung erfährt der Körper in Ruhe (Souris et al. 2007). Van Dierendonck et al. (1996) und Klimov (1988) weisen darauf hin, dass Futteraufnahme zwischen 11:00 und 18:00 zwar in kurzen Zeitspannen (0,5-1h) möglich ist, jedoch meist einen Hinweis auf Unterernährung darstellt.

Eine weitere Erklärung für dieses Fressverhalten ist das vermehrte Auftreten von Insekten an heißen Tagen. Das Vertreiben von diesen kostet zusätzliche Energie und unterbricht teilweise zusätzlich die Futteraufnahme. Die logische Konsequenz ist, dass die Nahrungsaufnahme in Zeiträume verlegt wird, wo keine bzw. nur wenige Insekten präsent sind (Souris et al. 2007, Boy & Duncan 1979).

Weitere Faktoren, die Einfluss auf time budgets nehmen, sind Alter und Geschlecht. Sigurjónsdóttir et al. (2012) stellte fest, dass die Hengste der Harems durchschnittlich etwa 13% weniger Zeit mit Grasern verbrachten, dafür aber länger aufmerksam standen. Dies lässt sich im natürlichen Verhalten des Hengstes, seinen Harem gegen Gefahren und andere Hengste abzusichern und zu beschützen, erklären. Untersuchungen von Duncan aus dem Jahr 1980 ergaben ähnliche Erkenntnisse, jedoch nicht in so großem Ausmaß.

Tabelle 2: Zusammenfassung der häufigsten Verhaltensweisen, übersetzt und adaptiert nach Ogilvie-Graham (kursive Publikationen/Werte wurden von der Autorin dieser Forschungsarbeit hinzugefügt)

Quelle	Jahreszeit	Tageszeitpunkt	Aufgewendete Zeit (%)						
			Nahrungsaufnahme	Trinken	Stehen	Aufmerksames Stehen	Ruhen	Fellpflege (alleine)	Bewegung
Hauspferde	-								
Sweeting et al. (1985)	unbekannt	T	70	2	18	11	7 (stehend)	1	3 °
Crowell-Davis (1983)	F, S	T	70	-	-	-	-	-	-
Houpt et al. (1986)	S	N	62	-	28	-	-	-	4 °
Sufit et al. (1985)	-	24	-	2	-	-	-	-	-
Duncan (1980)	S	24	57	-	28	10	10 (stehend)	-	10
Kownacki et al. (1978)	G	24	70	-	23	-	-	-	4
Wildpferde/-esel									
Salter & Hudson (1979)	G	T	75	-	-	-	-	-	-
Rifa (1985)	G	T	75	0,3	-	-	-	2	8 °°
Keiper & Keenan (1980)	S	N	-	0,1	-	-	-	-	-
Kaseda (1983)	G	24	74	-	-	-	-	-	-
Xia et al. (2013)	G	T	53,2				39,4		14,4 (W)
Sigurjónsdóttir et al. (2012)	F	T	77		9		7	3	
Przewalski-Pferde									
Skiff (1982)	S	T	63	-	-	-	-	-	-
Popolo (1984)	S	T	55	0,7	25	-	-	2	13
Griffiths (1985)	S	D	65	-	22	-	-	-	7
Griffiths (1985)	S	N	36	-	51	-	-	-	2
Boyd et al. (1988)	S	24	46	0,5	37	21+	16+ (stehend)	2	7
Klimov et al. (1988)	G	-	46		36				20
Van Dierendonck et al. (1996)	G	T	49	-	-	-	39	-	-
Boyd (1998)	G	T	47,4	0,1		6,6	26	0,3	13,5
Berger et al. (1999)	G	24	52,3 (von Bewegung)				36		
Boyd & Bandi (2002)	G	T	39,4	-	11,6		30,72		15,1
Souris et al. (2007)	F,S	T	46		7		35		11

F: Frühling; S: Sommer; W: Winter; G: Ganzjährig; T: Tagsüber; N: nachts; 24: 24h-Beobachtungen

* Wurde in der Publikation eine Spannbreite angegeben, so wurde hier der Mittelwert aus dieser Spannbreite angegeben.

° Nur Schritt °° Nur Schritt und Trab + Werte aus der Studie von 1988

Fohlen verbringen weniger Zeit mit der Nahrungsaufnahme als erwachsene Tiere, da diese ihre Nährstoffe in kürzerer Zeit über die Muttermilch erhalten. Ein hoher Anteil an Fohlen drückt also die durchschnittliche Zeit der Nahrungsaufnahme nach unten, wie Ogilvie-Graham (1994) feststellt. Mit fortschreitendem Alter werden Fohlen weniger gestillt, Jährlinge nur noch halb so viel wie junge Fohlen. Ogilvie-Graham vermutet jedoch, dass die Zahlen bezüglich Stillzeiten bei Fohlen nicht ganz akkurat sind, da die bei Boyd et al. (1988) ermittelten 1% nur 14,4 min in einer 24h-Periode ausmachen würden. Er nimmt an, dass es schwer ist, in dieser Zeit eine adäquate Milchmenge aufzunehmen (siehe hierzu Ogilvie-Graham, 1994). Bei Stuten nimmt außerdem der Reproduktionsstatus Einfluss auf die Fresszeiten. Sie grasen während des Höhepunktes der Laktation etwa eine Stunde länger (Duncan, 1985, Houpt 2018), was ebenfalls mit dem erhöhten Energiebedarf während der Laktation zusammenhängt.

Das Trinkverhalten adulter Tiere ist abhängig vom Wasserangebot des Lebensraumes, Umgebungstemperaturen und dem Wassergehalt des Futters. So kann es durchaus vorkommen, dass Wildpferde nur alle zwei bis drei Tage trinken, was insbesondere bei den Przewalski-Pferden beobachtet wurde und auf die geografischen Gegebenheiten Zentralasiens und den dort seltenen Wasserstellen zurückgeführt werden kann. Bei sehr warmen Temperaturen trinken Pferde häufiger und bleiben dann näher an den Wasserstellen. Außerdem wurde beobachtet, dass seltener getrunken wurde, wenn das aufgenommene Futter einen höheren Wassergehalt besaß (Ogilvie-Graham 1994). Da Pferde jedoch nicht unbedingt täglich trinken, spielt dieses Verhalten in der vorliegenden Forschung eine untergeordnete Rolle.

3.1.2 Ruhen

Das Aktivitätsmuster für die Verhaltensweise Ruhen lässt sich nicht ganz zweifelsfrei festlegen. Alle für diese Forschungsarbeit herangezogenen Autorinnen und Autoren sind sich einig, dass Ruhen im Stehen, sowie Liegen in Brust-Bauch-Lage und Seitenlage, Teil des Ruheverhaltens sind. Uneinigkeit besteht jedoch in der Frage, ob das wachsame Stehen zum Ruheverhalten oder Aktivitätsverhalten zählt, oder eine eigenständige Verhaltenskategorie bildet. Möglich wäre außerdem die Verhaltenskategorien Stehen, bestehend aus Stehen in Ruhe und dem wachsamem Stehen. Bekannt sind beim Pferd vier Stadien der Aufmerksamkeit: Wachsamkeit, Dösen bzw. Dämmer Schlaf, Tiefschlaf (Slow-wave sleep) und REM-Schlaf, der auch als paradoxer Schlaf bekannt ist (Ogilvie-Graham, 1994). Fraser führt

noch das Muster des „Idling“ (dt. Leerlauf, Bummelei oder Faulenzen) ein, welches er als passiven Status des Wartens zwischen aktiveren Aktionen und dem Ruhen im Stehen mit verschiedenen stationären Positionswechseln beschreibt (McGreevy, 2004). Dieser Terminus wird jedoch in keiner weiteren Publikation verwendet und dementsprechend auch in dieser Arbeit vernachlässigt, er könnte jedoch für weitere Studien, beispielsweise im Bereich des Schmerzmanagements oder Pferdehaltung interessant sein. Die genannten Phasen zeichnen sich durch bestimmte kortikale elektronische Aktivität und spezifische Bewegungsmuster aus. Ursprünglich nahm die Forschung an, Pferde würden im Stehen nur dösen, neuere Untersuchungen aus dem Jahr 2006 zeigen allerdings, dass auch Tiefschlafphasen bei stehenden Pferden möglich sind (Ogilvie-Graham, 1994; Zeitler-Feicht, 2008), dies muss jedoch noch weiter erforscht werden.

Duncan zählt in seinen drei veröffentlichten Arbeiten (1979 mit Boy, 1980, 1985) nur das Ruhen im Stehen, das Liegen in Brust-Bauch-Lage und das Liegen in Seitenlage zum Verhaltensmuster Ruhen und ordnet das wachsame Stehen dem Muster der Aktivität zu. Jedoch differenzieren nicht alle Publikationen das Ruheverhalten (z.B. Van Dierendonck et al., 1996, Berger et al., 1999, Souris et al., 2007) oder zumindest nicht vollständig. Dies macht den Vergleich der Erkenntnisse etwas schwierig.

Mit etwa 30% (McGreevy, 2004, Zeitler-Feicht, 2008) verwenden Pferde den zweitgrößten Teil des Tages mit Ruhen. Die einzelnen Ruheperioden dauern durchschnittlich etwa 20min und verteilen sich polyphasisch über den gesamten Tag (Zeitler-Feicht, 2008). Herde 1 in der Studie von Van Dierendonck et al. (1996) ruhte mit 44% in der ersten Beobachtungsperiode mehr, als dass sie mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt war (37%). Hier wird vermutet, dass die Herde sich von den Anstrengungen des Transports erholen musste. Die zweite Herde zeigte in zwei Beobachtungsperioden ein höheres Zeitbudget für Ruhe als für Nahrungsaufnahme, was möglicherweise bedeuten könnte, dass die Umgebungsverhältnisse ideal waren und weniger Nahrung benötigt wurde, allerdings hält die Autorenschaft einen Fehler in der Datenerhebung für wahrscheinlicher (Van Dierendonck et al., 1996).

Einen wesentlichen Einfluss auf Ruhephasen bilden umweltbedingte Faktoren wie Tages- und Jahreszeiten und die damit verbundenen Umgebungstemperaturen. Bereits in Kapitel 3.1.1 wurde erläutert, dass die Vermeidung von Hitzestress zu einem erhöhten Ruhebedürfnis im Sommer, insbesondere in der Mittagszeit, führt. Berger et al. (1999) beobachteten außerdem eine deutliche Ruhephase vor Sonnenaufgang, während Kaseda (1983) vermehrtes Ruhen

zwischen der Abenddämmerung und Mitternacht wahrnahm. Beide Studien bemerkten jedoch ein erhöhtes Ruhebedürfnis im Winter. Die Tiere aus den Studien von Boyd et al. (1988), Keiper & Keenan (1980) sowie Bubenik (1961) zeigten laut Oglivie-Graham ein häufiges Ruheverhalten in Brust-Bauch-Lage zwischen Mitternacht und vier Uhr morgens (Oglivie-Graham, 1994). Die genauesten Beobachtungen hierzu liefert die Publikation von Duncan (1985) über die Umwelteinflüsse auf die Zeitbudgets von Camargue-Pferden. Hier wurde festgestellt, dass die Tiere pro 1°Celsius, um das die Umgebungstemperatur sank, etwa 20min länger ruhten (~ 1,5%) und stattdessen entweder weniger grasten oder weniger aufmerksam standen. Dadurch konnte der tägliche Energiebedarf um etwa 6%, bzw. 17% des Energiebedarfs für Bewegung/Aktivität, gesenkt werden. Somit kann angenommen werden, dass Pferde eine Form der hypometabolischen Überwinterungsstrategie entwickelt haben, die zusätzlich zu den kurzen Fotoperioden und den niedrigen Temperaturen für einen verminderten, dem Nahrungsangebot angepassten, Energiestoffwechsel sorgen (Bertolucci et al., 2018).

Der asiatische Esel (auch als Kulan bezeichnet) zeigt sein höchstes Ruhebedürfnis im Herbst, gefolgt von Sommer, Winter und Frühling. Die Ursache hierfür liegt höchstwahrscheinlich in dem Gleichgewicht von Nahrungsangebot und Umgebungstemperatur. Im Herbst ist es bereits kälter, es muss also kein Hitzestress mehr vermieden werden und durch die Balance von Temperatur und ausreichend Niederschlägen ist reichlich Nahrung vorhanden (welche die Tiere im Sommer bei zu heißen Temperaturen ggf. nicht so optimal versorgt wie im Herbst). Im Winter sind die Futterressourcen häufig von Schnee bedeckt und es muss länger nach einer adäquaten Versorgung gesucht werden, gleichzeitig ruhen die Tiere jedoch vermehrt und verringern so ihren Stoffwechselumsatz. Im Frühling gibt es ein reichliches Nahrungsangebot, etwaige Defizite aus dem Winter werden ausgeglichen und es ist Paarungssaison, weshalb hier die Ruhezeit am geringsten ist (Xia et al., 2013).

Zeitler-Feicht (2008) bemerkt, dass die Ruhezeiten auch bei Wildpferden vom Nahrungsangebot abhängen können und beobachtet ein vermehrtes Ruhen bei reichhaltiger Nahrung.

Weitere Einflussfaktoren auf das Ruheverhalten sind Alter und Geschlecht. Zeitler-Feicht (2008) stellte fest, dass adulte Pferde 80% ihrer Ruhezeit (~5,75h) im Stehen verbringen, während Fohlen, die jünger als 3 Monate waren, 70-80% ihrer Ruhezeit hingegen liegen. Bei Jährlingen ist das Verhältnis zwischen Stehen und Liegen während der Ruhephasen ausgeglichen bei jeweils 50%. Fohlen verbringen generell mehr Zeit mit Ruhen als mit der Nahrungsaufnahme, wie schon in Kapitel 3.1.1 angesprochen wurde; dies wechselt mit

fortschreitendem Alter. Boy & Duncan (1979) nehmen an, dass Fohlen ein größeres Bedürfnis an paradoxem Schlaf haben, da das Ruhen in Seitenlage als charakteristische Position für diese Form des Schlafes angenommen wird. Eine weitere Erklärung für das vermehrte Ruhen im Stehen bei adulten Pferden können orthopädische Probleme sein, die das Niederlegen und das, für Fluchttiere essentielle, schnelle Aufstehen erschweren (Oglivie-Graham, 1994). Ferner müssen neugeborene Fohlen die charakteristische Entlastungshaltung im Stehen erst erlernen (Zeitler-Feicht, 2008).

Duncan (1980) beobachtete außerdem, dass Hengste bei zunächst gleicher Gesamtruhezeit zu Beginn seiner Studie im Vergleich zu Stuten mehr liegen und führt dies ebenfalls auf das erhöhte Bedürfnis nach REM-Schlaf zurück. Im weiteren Verlauf der Beobachtungen ging die Gesamtruhezeit bei Hengsten von 28% auf 21% zurück, während das aufmerksame Stehen und die Nahrungsaufnahme an gleichermaßen an Zeit zunahm. Auch Sigurjónsdóttir (2012) beobachtet ein geringeres Ruheverhalten bei Hengsten (~ 5% geringer als die Herden). Eine Erklärung hierfür wurde jedoch nicht gefunden.

Vier der für diese Forschungsarbeit herangezogenen Publikationen beschäftigten sich u.a. mit den unterschiedlichen Zeitbudgets bei Przewalskipferden vor und nach der Auswilderung in Zentralasien. Hier konnte Boyd (1998) feststellen, dass der beobachtete Hengst sein Ruheverhalten nach der Auswilderung zugunsten von Bewegung um etwa die Hälfte reduzierte. Es wird vermutet, dass dies aufgrund der Erkundung des neuen Habitus sowie einer vermehrten Bewachung seiner Herde geschah. Souris et al. (2007) beobachteten einen Rückgang des Ruheverhaltens zu Beginn der Auswilderung, welches bis zur neunten Woche nach der Auswilderung wieder anstieg. Die „freie“ Zeit wurde entgegen den Erwartungen jedoch nicht mit Bewegung, sondern mit Nahrungsaufnahme verbracht. Die Auswilderung erfolgte Mitte Mai, somit wurde der Spitzenwert für Ruhezeiten in der zweiten Julihälfte erreicht, weshalb auch hier die Erklärung zur Vermeidung von Hitzestress möglich wäre und die Beobachtung nicht zwangsweise mit der Auswilderung zusammenhängen muss.

3.1.3 Bewegung/ Aktivität

Unter Bewegung werden definitiv die drei Grundgangarten Schritt, Trab und Galopp verstanden. Wie schon in Kapitel 3.1.2 erwähnt lässt sich diskutieren, ob das wachsame Stehen ebenfalls in dieses Verhaltensmuster fällt. Außerdem muss berücksichtigt werden, dass auch Grasens eine gewisse Form der Bewegung darstellt, die durch den großen Anteil

am täglichen Zeitbudget allerdings eine eigene Kategorie bildet. Auch Bertolucci et al. (2008) betonen, dass die bevorzugte Form der Bewegung mit Grasem einhergeht und dies wiederum von Nahrungsangebot, Struktur und Verteilung der Nahrung im Habitat abhängig ist. Des Weiteren muss diskutiert werden, ob Verhaltensmuster wie Wälzen oder Spielen (bei Fohlen) Teil dieses Aktivitätsmusters sind. Da diese Verhaltensweisen jedoch, verglichen mit Grasem und Ruhen, einen sehr geringen Anteil an der täglichen Beschäftigung eines Pferdes darstellen, werden sie in den meisten Publikationen zwar separat beobachtet, jedoch in den statistischen Auswertungen in einer Kategorie (i.d.R. unter der Bezeichnung „other“) zusammengefasst.

Aus der eben erwähnten komplexen Abgrenzung findet man wenige eindeutige Zahlen zum Bewegungsverhalten. Boyd & Bandi (2002) geben 13,4% an, die Forschung um Duncan herum (1979-1985) ermittelt einen 10%igen Anteil von Bewegung am täglichen Zeitbudget eines Pferdes, Sigurjónsdóttir et al. (2012) 3% in der gesamten Herde und knapp 10% bei den beobachteten Hengsten.

Das erhöhte Bewegungsbedürfnis bei Hengsten bildet die zentrale Beobachtung hinsichtlich des Bewegungszeitaufwandes und wurde nicht nur bei Sigurjónsdóttir et al. (2012) beobachtet, sondern auch bei Duncan (1980). Dies lässt sich damit begründen, dass Hengste mehr damit beschäftigt sind, ihre Herde zu bewachen und ihre Position gegen andere Hengste, sowohl herdenintern, als auch herdenextern, zu verteidigen. Auch der soziale Status eines Tieres beeinflusst den Bewegungszeitaufwand: So bewegen sich Junggesellen mehr als Hengste, die zu einem Harem dazugehören, ebenso Tiere die alleine und auf der Suche nach Gesellschaft sind (Haupt, 2018).

Eine deutliche Veränderung zeigten auch die Studie Boyd & Bandi (2002). Hier verdoppelt sich das Bewegungsverhalten nach der Auswilderung, pendelte sich allerdings zwei Jahre später bei 13,4% ein und lässt, wie die Studie von Boyd (1998) vermuten, dass die Tiere mit der Erkundung ihres neuen Habitats beschäftigt waren oder sich zu neuen Futter- und Wasserstellen aufmachten. Die Studie von Souris et al. (2007), die sich ebenfalls mit den Zeitbudgets von Przewalski-Pferden vor und nach der Auswilderung beschäftigte, konnte diese Beobachtung hingegen nicht feststellen.

Jahres- und tageszeitliche Beobachtungen wurden bereits in den Kapiteln 3.1.1 und 3.1.2 näher erläutert und werden hier nicht mehr explizit aufgeführt. Es sei jedoch der Vollständigkeit halber erwähnt, dass die Beobachtungen hinsichtlich des Grasens auch für das Bewegungsverhalten gelten.

3.2 Hauspferde

Die ersten Forschungsarbeiten zu time budgets bei Hauspferden entstanden zu einem ähnlichen Zeitpunkt wie die zu Wildpferden, diesem Bereich wurde jedoch deutlich mehr Aufmerksamkeit gewidmet. Für die vorliegende Arbeit wurden mehr als fünfzig Publikationen gesichtet, die sich mit den unterschiedlichsten Themen, beispielsweise Fütterung, Haltung, Training, Stereotypen oder Ruheverhalten, sowohl überblicksmäßig als auch mit sehr spezifischen Fragestellungen befassten. Die Studien fanden über den Globus verteilt in Nordamerika, Europa, Nordafrika, in asiatischen Ländern und Australien statt. Publikationen von Sweeting (Sweeting et al. 1985, Sweeting & Houpt, 1987) und McGreevy (2004) bemerken, dass Hauspferde unter den entsprechenden Bedingungen ähnliche Zeitbudgets wie Wildpferde aufweisen. Bei der Ergebnisbetrachtung sollte folglich immer berücksichtigt werden, dass Hauspferde sich den von Menschen geschaffenen Gegebenheiten anpassen müssen und dies einen starken Einfluss auf die gezeigten Verhaltensweisen hat.

3.2.1 Nahrungsaufnahme

Die ermittelten time budgets für die Nahrungsaufnahme variieren Tab.3 sehr stark. Dies liegt daran, dass zwischen ad libitum Fütterung und rationierter Fütterung differenziert werden muss. Zwei Studien unter der Federführung von Sweeting (Sweeting et al., 1985 und Sweeting & Houpt, 1987) zeigen, dass Pferde bei unbegrenzt zur Verfügung stehendem Heu, was der Rationsgestaltung von Wildpferden am nächsten kommt, einen ähnlichen Zeitumfang mit der Nahrungsaufnahme verbringen, wie sich in freier Wildbahn aufhaltende Tiere. Außerdem wurde festgestellt, dass die Tiere das Heu bevorzugt vom Boden anstatt aus Trögen fressen, was ebenfalls ein naturnahes Verhalten darstellt.

Bei Pferden, die unbegrenzt Pellets konsumieren konnten, reduzierte sich die Fresszeit etwa um die Hälfte (Ralston et al. 1979) und verteilte sich auf ca. zehn Mahlzeiten am Tag. Kiley-Worthington (1989) zu Folge kann ein Pferd seinen Tagesbedarf an Energie und Nährstoffen bei entsprechender Rationsgestaltung innerhalb von zwei Stunden aufnehmen. In Kapitel 3.1.1 wurde die reduzierte Fresszeit bei proteinreicher Nahrung bereits erwähnt und Ogilvie-Graham (1994) führt eine Studie von Houpt aus dem Jahr 1982 an, bei der ermittelt wurde, dass Pferde zur Deckung des Energiebedarfs und nicht zum Konsum eines bestimmten Volumens fressen. Somit kann festgestellt werden, dass die Rationsgestaltung einen Einfluss

auf die Fresszeit von Pferden hat. Dieser Effekt kann einerseits positiv genutzt werden, in dem Pferde höhere Energiemengen in kürzerer Zeit aufnehmen und in der übrigen Zeit beispielsweise zum Reiten genutzt werden können, birgt jedoch gleichzeitig die Gefahr der Unterbeschäftigung und der damit einhergehenden Entwicklung von Stereotypen und Verdauungsproblemen (Ellis et al. 2015). Denn Pferde würden freiwillig nicht länger als drei bis vier Stunden fasten, werden durch manche Haltungsbedingungen jedoch quasi dazu gezwungen (u.a. Oglivie-Graham, 1994).

Einen zentralen Einfluss auf die Fresszeit bei Hauspferden bildet die Haltungsform und die damit verbundenen Faktoren wie Bewegungsangebot, Einstreu oder soziale Aspekte.

Houpt et al. (1986) bemerkten, dass Pferde auf Weidehaltung mit 55% etwa ähnlich viel Zeit mit der Nahrungsaufnahme verbringen wie Wildpferde, während die im Stall gehaltene Vergleichsgruppe sich nur etwa 15% der Zeit dem Fressen widmete und mit 71% primär standen.

Eine nicht zu unterschätzende Auswirkung auf die Fresszeit bei Hauspferden hat der Kontakt mit Artgenossen. Sweeting et al. (1985) konnten feststellen, dass Pferde bei eingeschränkter visueller Interaktion bis zu 10% ihrer Zeit weniger mit Fressen verbringen. Während die Fressmotivation bei der Gabe von frischem Futter am Morgen verhältnismäßig hoch war, konnten die Studientiere am Nachmittag vor allem dadurch zur Nahrungsaufnahme angeregt werden, wenn sie andere Pferde fressen sahen. Bei der Studie ist jedoch zu berücksichtigen, dass die Pferde nur in einem sehr kleinen Zeitrahmen (10:00-12:00 und 14:00-16:00) beobachtet wurden und zur Validierung dieser These Studien über einen längeren Beobachtungszeitraum von Nöten sind.

Ferner ist es relevant, ob Pferden zusätzliche Bewegung ermöglicht wird. In der Publikation von Meisjord Jørgensen & Bøe (2007) wird deutlich, dass Pferde auf einem größeren Paddock mehr Zeit mit dem Fressen von Gras verbringen (44%, im Vergleich dazu 22% auf einem kleinen Paddock) und die Fressdauer auch durch Training beeinflusst wird (31% der Zeit ohne Training, 34% mit Training). Caanitz et al. (1991) beobachteten ebenfalls Auswirkungen von Bewegung. Hier fraßen die Tiere, die eine 30-minütige Trainingseinheit auf dem Laufband absolvierten, mehr Heu und weniger Gras. Da diese Verhaltensweise jedoch nur zwei bis sieben Stunden nach dem Training auftraten, besteht Grund zur Annahme, dass diese Erkenntnisse auf Management-Artefakten beruhen und die Pferde der Kontrollgruppe ihr Heu in der Zeit aufnahmen, in der die anderen Pferde auf dem Laufband bewegt wurden.

Quelle	Jahreszeit	Tageszeitpunkt	Fütterung	Haltungsform**	Prozentualer Anteil an der Zeit * (gerundet auf 0,5er Schritte)				
					Nahrungsaufnahme	Stehen	Bewegung	Trinken	Liegen
Ralston et al. (1979)	-	T	Pellets Ad libitum	Boxenhaltung	46				
	-	N	Pellets Ad libitum	Boxenhaltung	31				
Sweeting et al. (1985)		T	Heu Ad libitum	Gruppenhaltung (als Paar)	70	18	3		
Haupt et al. (1986)		N	Heu Ad libitum	Boxenhaltung	15	71	0,5		13
		N	Gras Ad libitum	Weidehaltung	62	28	4		6
Kiley-Worthington (1989)		T	Raufutter Ad libitum	Gruppenhaltung	57	23			10
		T	Raufutter Ad libitum	Boxenhaltung	47	40			10
		T	Raufutter rationiert	Boxenhaltung	15	65			15
Zeitler-Feicht & Prantner (2000)		T		Offenstall					2,5
Fader & Sambras (2004)		T	Raufutter Ad libitum bzw. rationiert	Offenstall		3 (nur Dösen)			6
Werhan et al. (2010)		G	Heu und Krafffutter rationiert	Boxenhaltung	16	37			27
Hoffmann et al. (2012)		N		Gruppenhaltung					34
		N		Boxenhaltung					16,5

Tabelle 3: Überblick über unterschiedliche time budgets bei Hauspferden

* Wurde in der Publikation eine Spannbreite angegeben, so wurde hier der Mittelwert aus dieser Spannbreite angegeben.

** Sofern nicht anders angegeben, wurden Pferde in Boxenhaltung einzeln aufgestellt

T: Tagsüber; N: Nachts; G: ganztägig

Forschungen von Werhan et al. (2010) und Kwiatkowska-Stenzel et al. (2016) zeigten außerdem, dass die verwendete Einstreu ebenfalls einen Einfluss auf das Fressverhalten hat, da Beschäftigung mit Einstreu der Suche nach Nahrung in freier Wildbahn sehr ähnlich ist und somit zum Fressverhalten gezählt werden kann. Wurden die Pferde bei Werhan et al. (2010) auf Stroh gestellt, so stieg die Beschäftigungszeit um mehr als das Doppelte auf 14,96% (im Vergleich Strohpellets: 6,63%, Späne 7,52%), während die Stehzeiten abnahmen und die ermittelten Zeiten für Fressen und Liegen hingegen gleichblieben. Dies kann allerdings auch damit zusammenhängen, dass Stroh ebenfalls als Raufuttermittel dient und somit als Beschäftigungsmaterial attraktiver ist als Späne und Strohpellets. Diese Ergebnisse konnten in der Studie von Kwiatkowska-Stenzel et al. (2016) reproduziert werden, in der Stroh mit Torfmüll und Holzpellets verglichen wurden. Hier blieben die Fresszeiten bei ungefähr 20%, während die Beschäftigung mit Einstreu bei Stroh bei 28,7% lag und die Pferde den Torfmüll nur 18,68% und die Holzpellets nur 14,19% der Zeit attraktiv fanden. Der Einfluss von Einstreu auf das Ruheverhalten ist noch größer und wird im Kapitel 3.2.2 näher betrachtet.

Nachdem sich Einstreu als geeignetes Material zur Verlängerung der Fresszeit (und somit der Vermeidung von Stereotypen und Verdauungsproblemen) erwiesen hat, gibt es noch weitere Möglichkeiten, diesen Effekt zu erzielen. Eine davon ist die Verwendung von Heunetzen. Bei Houpt (2018) lässt sich nachlesen, dass durch Heunetze mit einer Lochgröße von 3x3cm die Fressgeschwindigkeit halbiert wird. In der Studie von Ellis et al (2015a) wurde innerhalb des täglichen Beobachtungszeitraumes (16:30/17:10-7:10 am darauffolgenden Tag) zwar keine Änderung des Zeitbudgets bei Änderung der Darreichungsform des Heus beobachtet, wohl aber, dass bei kleinerer Lochgröße des Netzes eine geringere Menge an Heu pro Bissen aufgenommen wurde, was hochgerechnet eine Verlängerung der Fresszeit von etwa 45min ergab. In der zweiten Publikation von Ellis et al. (2015b) konnte festgestellt werden, dass die gleichzeitige Präsentation von Raufutter in ein-, zwei- und dreilagigen Heunetzen, verglichen mit der alleinigen Präsentation in einlagigen Heunetzen eine Reduktion des Stehverhaltens um 37% bewirkte und sich die Fresszeit verlängerte. Die Pferde verbrachten mehr Zeit mit der Beschäftigung mit den mehrlagigen Heunetzen, der Aufnahme etwaiger auf den Boden gefallener Heupartikel, bewegten sich mehr zwischen den einzelnen Netzen und simulierten so ein natürliches Nahrungssuchverhalten, auch wenn das einlagige Heunetz aufgrund der einfachen Futterbeschaffung von den Tieren bevorzugt wurde.

Eine weitere Möglichkeit, aufgestellten Pferden einen möglichst natürlichen Ersatz zur Futtersuche zu bieten, untersuchten Winskill et al. (1996). Hier wurde zusätzlich zur täglichen

Krafftutterration ein mit Futter gefüllter Spielball präsentiert, der durch bestimmte Manipulation seitens der Studientiere eine geringe Menge an Krafftutter freigab. Die Untersuchung ergab, dass das Krafftutter bei Präsenz des Spielballs zwar schneller gefressen wurde, sich die Tiere jedoch aktiver zeigten und mehr bewegten, was wiederum mehr dem natürlichen Fressverhalten bei Nahrungsaufnahme während steter, langsamer Bewegung entsprach.

Wie schon bei den Wildpferden erläutert, ergeben sich auch bei Hauspferden Unterschiede in den Fresszeiten hinsichtlich des Geschlechts und der physischen Konstitution. Ergänzend können auch Aussagen über psychische Aspekte getroffen werden. So ergaben die Studien von McCann et al. (1988) und Mal et al. (1991), dass nervöse Pferde zwar ähnlich viel Zeit für die Nahrungsaufnahme aufwenden, jedoch grasen diese Tiere weniger am Stück und springen mehr zwischen den einzelnen Verhaltensmustern hin und her, da sie sich leichter ablenken lassen.

Mal et al. (1991) stellten außerdem einen höheren Krafftutterkonsum bei nervösen Stuten in Isolation fest. Die Untersuchung von Flannigan & Stokey (2004) bemerkten, dass schwer gebaute Stuten, die eher als Zugpferde eingesetzt werden würden und Kaltblütern ähneln, verglichen mit zarten Stuten länger fressen. Dies war jedoch innerhalb der generellen Spannbreite und von daher von untergeordneter Relevanz. Ogilvie-Graham (1994) stellte in seiner Studie fest, dass große Pferde mehr „oral movement“ (in das er auch stereotypes Verhalten einrechnet) zeigten. Des Weiteren beobachtete er, dass Wallache länger fraßen, wofür er fehlendes Reproduktionsverhalten als mögliche Erklärung in Betracht zieht. Jedoch waren die Unterschiede nur unwesentlich, die generelle Fresszeit entsprach mit 36,3% den Ergebnissen aus anderen Studien mit rationierter Fütterung.

Waring (1983) führt neben den bereits besprochenen Faktoren Training/Bewegungsumsum auch noch Laktation und Wetter als Ursache für unterschiedliche Fresszeiten an. Dies gilt für Hauspferde in gleichem Umfang wie für Wildpferde und wurde bereits in Kapitel 3.1.1 thematisiert. Zeitler-Feicht (2008) stellt fest, dass Fresszeiten durch äußere Faktoren wie Unwetter oder Beunruhigung zwar kurzfristig verkürzt werden können, das entstehende Nährstoffdefizit jedoch meist durch eine erhöhte Fressgeschwindigkeit ausgeglichen werden kann. Somit sind Pferde in der Lage, sich ihren gegebenen Umständen anzupassen, eine Fähigkeit, die gerade freilebenden Pferden von hohem Nutzen ist.

Haupt et al. (1986) konnte zusätzlich zum erhöhten Energiebedarf und dem damit einhergehenden erhöhtem Fress-Zeitbudget außerdem tageszeitliche Unterschiede feststellen. Zwar

sind Hauspferde davon abhängig, wann und in welchem Umfang der Mensch ihnen ihr Kraft- bzw. Raufutter zu Verfügung stellt, die auf einer Weide gehaltenen Pferde aus der Studie von Houpt et al. (1986) grasten jedoch, ähnlich wie Wildpferde, vermehrt um die Dämmerung, bevor sich bei Nacht das Fressverhalten zugunsten des Ruheverhaltens reduzierte.

Hauspferde trinken Publikationen von Sweeting & Houpt (1987), McDonnell et al. (1999) und Houpt (2000) zu Folge zwar mehr als Wildpferde, da das Trinkverhalten abhängig von der Wasserverfügbarkeit ist, dies hat jedoch keinen Einfluss auf die anderen Verhaltensweisen und das Wohlfühl. Mills & McDonnell (2004) nehmen an, der erhöhte Wasserbedarf bei Hauspferden liegt in dem geringen Wassergehalt von Heu, was eine schlüssige Erklärung darstellt. Das von Caanitz et al. (1991) beobachtete erhöhte Trinkverhalten unmittelbar nach Beendigung des Trainings diene aller Wahrscheinlichkeit nach ebenfalls zur Kompensation des entstandenen Flüssigkeitsdefizites.

3.2.2 Ruheverhalten

Auch in Bezug auf das Ruheverhalten ist es schwer, einheitliche Aussagen bei Hauspferden zu treffen. Einigkeit herrscht bei der tageszeitlichen Verteilung: Publikationen von Dallaire (1986), Riemann Pedersen et al. (2004), Ellis et al. (2015a, 2015b), Chung et al. (2018) und Maisonpierre et al. (2019) stellten fest, dass Pferde sich vor allem nachts ausruhten und bevorzugt zwischen 0:00 und 5:00 morgens lagen. Selbst Pferde, die nur nachts auf Bewegungsareale gebracht wurden, ruhten mit 51% deutlich mehr, als Tiere, die tagsüber Auslauf bekamen und 33% der Zeit ruhten (Maisonpierre et al., 2019). Dallaire (1986) notierte außerdem eine Tendenz zum Schlafen zwischen 12:00 und 14:00, diese trat jedoch nicht regelmäßig auf. Er betont außerdem, dass Ruhen und Schlafen zwei unterschiedliche Dinge sind und nicht gleichgesetzt werden sollten. Da Schlaf im Stehen zwar möglich, jedoch höchst selten ist, ist allerdings davon auszugehen, dass Pferde ihr Schlafbedürfnis überwiegend liegend befriedigen, was auch von Zeitler-Feicht & Prantner (2000) angenommen wird.

Eine wesentliche Auswirkung auf das Ruheverhalten von Pferden stellt die Haltungsform dar. So wurde von Kiley-Worthington (1990) festgestellt, dass Tiere in Einzelboxenhaltung bis zu 65% ihrer Zeit, und somit über 40% mehr als Wildpferde, mit Stehen verbrachten. Auch Hoffmann et al. (2012) konnten beobachten, dass zwar die Gesamtruhezeit bei Gruppenhaltung, Einzelboxenhaltung und Anbindehaltung zwar im Wesentlichen gleich blieb,

die Tiere in der Anbindehaltung¹ jedoch am wenigsten lagen und sich leichter von Umgebungseinflüssen stören ließen und aufstanden. Die meiste Zeit mit Liegen verbrachten die Pferde in der Gruppenhaltung, was das Forschungsteam auf ein erhöhtes Sicherheitsgefühl bei Pferden in Gruppenhaltung zurückführte. Das Forschungsteam Yarnell et al. (2015) konnte zwar mit 56% Stehzeit bei in Gruppen gehaltenen Pferden ein deutlich höheres time budget als bei Wildpferden ermitteln, da aber die Werte bei den anderen beobachteten Haltungsformen mit über 80% ebenfalls deutlich erhöht waren, wird vermutet, dass der Durchführungszeitpunkt der Studie Mitte August und der damit einhergehende Hitze- bzw. Insektenstress, der bereits in Kapitel 3.1 diskutiert wurde, ursächlich für die Werte war.

Ein weiterer Faktor bildet das generelle Platzangebot, die Möglichkeit zur Bewegung und zur Beschäftigung. Die Studie von Gulbrandsen & Herlin (2015) ergab, dass Pferde, die nachts in Boxen gehalten wurden, 11% der beobachteten Gesamtzeit (über das Stehverhalten wurde in der Publikation keine Aussage getroffen) lagen, während Tiere auf einem Paddock oder Aktivstall rund 4% für das gleiche Verhalten aufwandten. Die Ergebnisse von Meisfjord Jørgensen & Bøe (2007) und Maisonpierre et al. (2019) weisen in die gleiche Richtung. Maisonpierre et al. (2019) stellten fest, dass Pferde auf kleineren Paddocks mehr ruhen, während Meisfjord Jørgensen & Bøe bemerkten, dass sich mit zunehmender Paddockgröße die Stehzeit reduzierte und die Pferde sich mehr bewegten (das Studiendesign sah keine Liegezeiten vor), jedoch wiederum mehr ruhten, wenn sie durch einen Einsatz im Reit- oder Fahrunterricht gezielt bewegt worden waren. Auch Caanitz et al. (1991) notierten einen Zusammenhang zwischen Training und Ruheverhalten, in dem Pferde, die das bereits in 3.2.1 angesprochene Trainingsprogramm absolvierten, zwar weniger standen, jedoch mehr lagen, vermutlich um das entstandene Energiedefizit auszugleichen.

Raabymagle & Ladewig (2006) stellten fest, dass große Boxen die Tiere mehr zum Liegen motivieren als kleine Boxen, insbesondere zum Liegen in Brust-Bauch-Lage. Die Autoren vermuten, dass es Pferden schwerer fällt, in kleinen Boxen die optimale Liegeposition zu finden, insbesondere dann, wenn sie vorher in großen Boxen gehalten wurden. Auch Zeitler-Feicht & Prantner (2000) kamen zu dem Schluss, dass sich die Tiere seltener hinlegten, wenn das Platzangebot zu knapp kalkuliert wurde (66,8min/Tag bei adäquater m²-Zahl pro Pferd vs.

¹ Anbindehaltung ist in Österreich laut 1.Tierhaltungsverordnung verboten und auch in Deutschland abhängig vom Bundesland entweder verboten oder nicht mehr vorkommend, weshalb sie in der vorliegenden Forschungsarbeit eine untergeordnete Rolle spielt und nicht mehr berücksichtigt wird.

42,0min/Tag bei zu geringer m²-Zahl). In der Untersuchung von Benhajali et al. (2007), die das Verhalten in Gruppen mit hoher Besatzdichte untersuchte, legte sich kein Pferd hin. Generell wurde beobachtet, dass Pferde, sofern sie sich hinlegten, mehr Zeit in der Brust-Bauch-Lage verbrachten, als in Seitenlage. Dies könnte darin liegen, dass dem Liegen in Seitenlage immer die Brust-Bauch-Lage voraus geht (Fader & Sambras, 2004) und die Pferde ihr Liegen unterbrechen, bevor sie sich in Seitenlage begeben. Fader & Sambras (2004) merken außerdem an, dass in Gruppenauslaufhaltung auch das Design der Ställe durchdacht werden muss, damit ruhesuchende Tiere einerseits nicht durch fressende Herdenmitglieder gestört werden, wenn beispielsweise Fress- und Liegeplätze zusammenliegen oder die Einstreu gefressen wird, andererseits nicht aufstehen müssen, wenn Ausweichdistanzen zu ranghöheren Tieren beim Betreten bzw. Verlassen des Liegebereichs unterschritten werden. Dieser Aspekt wird auch bei Zeitler-Feicht & Prantner (2000) erwähnt, die Auswirkungen der Rangordnung werden weiter unten noch thematisiert.

Des Weiteren konnten Ninomiya et al. (2007) feststellen, dass Pferde mehr ruhten, wenn sie leicht an ihr Futter kamen und eine gewisse „Satisfaction of eating“ eintrat, während sie mehr Beschäftigung mit der Einstreu zeigten, wenn der Zugang zu Futter erschwert war. Auch Ellis et al. (2015b) bemerkten ein höheres Ruheverhalten bei einlagigen Heunetzen (45% der Zeit vs. 33% Ruhen bei mehrlagigen Heunetzen).

Einen deutlichen Einfluss auf die unterschiedlichen Ruheposition hat gewählte Einstreu. Werhan et al. (2010) ermittelten, dass Pferde mit knapp 28% des Zeitbudgets sich bevorzugt auf Stroh niederlegten (Strohpellets waren mit etwas mehr als 25% nicht ganz so attraktiv) und außerdem knapp 6% der Zeit weniger mit Ruhen verbrachten (Gesamtruhezeit Stroh: 60,5% vs. Späne und Strohpellets: 66%), da sie mit Stroh dem bereits in Kapitel 3.2.1 angesprochenen Nahrungssuchverhalten nachgehen konnten.

Kwiatkowska-Stenzel et al. (2016) konnten Stroh als bevorzugtes Liegematerial bestätigen. In dieser Studie lagen die Tiere insgesamt 14% der Zeit auf Stroh, wobei sich 11% auf das Liegen in Brust-Bauch-Lage und 3% auf das Liegen in Seitenlage verteilten. Bei der Verwendung von Torfmull wurde sich nur knapp 10% der Zeit hingelegt (Brust-Bauchlage 8,3%, Seitenlage: 1,3%), ebenso wie auf Strohpellets (Brust-Bauch-Lage: 8,3%, Seitenlage 1,5%). Somit lagen die Tiere auf Stroh fast dreimal so lange in Seitenlage, als auf den anderen verwendeten Einstreumaterialien.

Dieses Verhalten konnte auch bei Riemann Pedersen et al. (2004) festgestellt werden. Die Pferde wurden auf Stroh durchschnittlich 57,5min (~13,3% des beobachteten Zeitraumes) und

auf Späne durchschnittlich 19,3min (~4,4% des beobachteten Zeitraumes) in Seitenlage beobachtet. Riemann Pedersen et al. (2004) merken jedoch an, dass die Studie in einer für die Pferde bekannten Umgebung stattfand, was sich positiv auf das Sicherheitsgefühl und somit auch auf die Liegemotivation ausgewirkt haben könnte, während vorangegangene Studien in unbekanntem Stallungen durchgeführt wurden und sich deswegen seltener abgelegt wurde.

Bei Chung et al. (2018) wurde außerdem ein Zusammenhang mit der Dicke der Einstreu erkannt. Hier lagen die Pferde auf 10cm dicker (Sand-)Einstreu fast doppelt so lange (71min bzw. ~5%), als auf 4cm dicker Einstreu (37min bzw. ~2,5%).

Auch die Umgebung spielt eine Rolle beim Ruheverhalten. Dallaire (1986) erwähnt, dass Pferde zwar bevorzugt nachts zwischen 0:00 und 2:00 schlafen (und sich somit hinlegen), dies jedoch abhängig von den Umgebungsgeräuschen und der Unruhe im Stallgebäude ist. Ferner bemerkt er, dass im Stall gehaltene Tiere nur 8% von ihrer Ruhezeit mit Dösen (im Stehen) verbringen, während sich dieses Verhalten im Freien, beispielsweise auf Paddocks, auf 13%-14% Stehanteil an der Ruhezeit erhöht, da draußen die Gefahr von Fressfeinden größer ist und das Dösen im Stehen einen Schutzmechanismus darstellt. Langeweile und fehlende externe Stimulation können ebenfalls ein erhöhtes Schlafbedürfnis erzeugen, die Forschung ist hier jedoch noch rudimentär (Dallaire, 1986).

Hartmann & Greening (2019) konnten nachweisen, dass eine Überdeckung der Umgebungsgeräusche mit klassischer Musik ein erhöhtes Ruhe- und Fressverhalten, beides Anzeichen von Entspannung und Wohlbefinden, zur Folge hatte, da die Pferde nicht mehr aufmerksam nach jeder Geräuschquelle suchten. Die Studie von Chung et al. (2018) beobachtet tagsüber reines Ruheverhalten im Stehen, was auf das Stall-Management zurückgeführt werden kann. Zusätzlich merkt Houpt (2018) an, dass Pferde eher stehen als liegen, wenn es regnet, was bei Haltung im Freien sicherlich mit der Attraktivität des Liegeplatzes zusammenhängt. Auch Zeitler-Feicht & Prantner (2000) weisen darauf hin, dass der Liegebereich in Offenställen weich und trocken gestaltet werden müssen, um das Ruhebedürfnis der Pferde ausreichend decken zu können.

Nicht zu unterschätzen ist die Auswirkung der Rangordnung und die Herdenstruktur auf das Ruheverhalten. Zeitler-Feicht & Prantner (2000) registrierten, dass rangniedrigere Pferde mit 33,8min/Tag in Brust-Bauchlage und 6,9min/Tag in Seitenlage deutlich weniger zur Ruhe kamen, als ranghohe Herdenmitglieder, die sich 80,5min/Tag in Brust-Bauch-Lage und

22,8min/Tag in Seitenlage ablegten. Der Unterschied zwischen ranghohen und rangniedrigen Tieren war also mehr als doppelt so groß. Auch die generelle Aufenthaltsdauer in der Liegehalle war bei ranghohen Pferden fast doppelt so groß. Außerdem kam es in dieser Studie vor, dass sich eine geringe Anzahl an Versuchstieren gar nicht hinlegte. Über den sozialen Status dieser Tiere treffen Zeitler-Feicht & Prantner keine Aussage, es ist jedoch anzunehmen, dass es sich um rangniedrige Tiere handelt, denn in der Studie von Fader & Sambras (2004) wurden von 87 Pferden 10 nie in Seitenlage beobachtet, alle waren sozial eher niedrig eingestuft. Auch Fader & Sambras konnten mehr ranghohe Pferde beim Dösen und liegend identifizieren und so die Erkenntnisse von Zeitler-Feicht & Prantner (2000) bestätigen. Rose-Meierhöfer et al. (2009) bemerkten, dass sich Tiere in einer großen Herde mehr hinlegten und auch mehr im Liegen miteinander agieren, rät jedoch von einer zu großen Herde als Haltungform ab, um die Liegezeit nicht in ungesundem Maße zu verlängern. Auch Benhajali et al. (2007) halten zu große Gruppen bzw. eine zu enge Besatzdichte für nicht tiergerecht, da zu hohe Besatzdichten Stress auslösen können, was sich vor allem in einer erhöhten negativen Bewegung und vermindertem Liegeverhalten zeigt.

Abschließend wird nun noch auf den Einfluss des Alters auf das Ruheverhalten des Pferdes eingegangen. Crowell-Davis (1994) beobachtet, dass Welshpony-Fohlen in der ersten Lebenswoche 31,8% ihrer Tageszeit mit Ruhen im Liegen verbrachten und nur 3,6% im Stehen. Die Liegezeit nahm mit fortschreitendem Alter ab, die Stehzeit immer mehr zu. So gleichen die Fohlen ihr Verhalten mit der Zeit dem eines adulten Tieres an, wie schon in Kapitel 3.1 thematisiert. Die Mutterstuten in Crowell-Davis' Studie wurden kaum in Liegepositionen beobachtet (0-2%), was vermutlich aus der Bewachung ihrer Fohlen heraus resultiert. Auch Mal et al. (1991) bemerkte ein erhöhte Stehzeit bei alten Stuten, was ziemlich sicher biologische Ursachen hat.

3.2.3 Bewegungsverhalten

Das Bewegungsverhalten von Hauspferden wird noch stärker vom Menschen beeinflusst, als das Fress- oder das Ruheverhalten, da Pferde durch die derzeit vorherrschenden Haltungsbedingungen nicht immer dazu in der Lage sind, ihr Bewegungsbedürfnis zu befriedigen. Das natürliche Bewegungsmuster eines Pferdes besteht, wie bereits mehrfach erwähnt, in der langsamen Fortbewegung im Schritt mit gesenktem Kopf, Traben und Galoppieren tritt nur selten, meistens bei der Flucht vor (vermeintlichen) Fressfeinden auf. Bewegung, die diesem

Muster ähnelt, ist also als positiv zu bewerten, kann jedoch in Boxenhaltung nur schwer bis gar nicht ausgelebt werden. Negative Bewegungsmuster, beispielsweise das ruhelose Umherwandern oder Weben, werden als Stereotypen erachtet und sind unerwünscht, da sie gesundheitliche Folgen für den Bewegungsapparat haben können (vgl. McGreevy, 2004). Chaplin & Gretgrix (2010) sehen daher in Bewegung einen geeigneteren Indikator für das Wohlbefinden von Pferden, als im Liegen.

Ferner muss hier wieder überlegt werden, ob reine Bewegung in den Gangarten Schritt, Trab und Galopp (das Auftreten von Spezialgangarten wurde nicht untersucht bzw. gezeigt und kann aufgrund von Geringfügigkeit vernachlässigt werden) oder mittels Ausschlussprinzip alle Verhaltensweisen, die sich nicht zu den Kategorien Nahrungsaufnahme und Ruheverhalten zählen lassen, als Bewegung gewertet werden.

Aufgrund des fließenden Übergangs zwischen Fressverhalten und „tatsächlicher“ Bewegung ist es einerseits schwer, das reine Bewegungsbedürfnis eines Pferdes zu definieren (Mills & McDonnell, 2005), andererseits lassen sich, wie schon bei den Wildpferden angesprochen, kaum klare Werte abgrenzen, wie in der Grafik von Kiley-Worthington ersichtlich wird (siehe Abb.1, S.27). Somit werden, sofern nicht explizit anders angesprochen, sämtliche Aktivitätsmuster angesprochen und als Kategorie „Bewegung“ bewertet, nicht zuletzt deshalb, da die Werte sonst noch geringer ausfallen würden.

Dennoch lassen sich aus den für diese Forschungsarbeit gesichteten Publikationen, einige Einflussfaktoren hinsichtlich des Bewegungsverhaltens ableiten. Es wird zwischen positiver (= erwünschte) und negativer (=unerwünschte) Aktivität differenziert.

Wie bereits angeklungen, nimmt die Haltungsform und die damit verbundene Möglichkeit zur freiwilligen Bewegung, einen wesentlichen Einfluss auf Bewegungsaktivität und die Psyche des Pferdes. Tiere, die in reiner Boxenhaltung gehalten werden, zeigten in der Studie von Werhan et al. (2011) zwar keinen Unterschied in der Gesamtzeit einzelner Verhaltensweisen wie Fressen, Liegen, Beschäftigung mit Einstreu etc., wechselten jedoch häufiger zwischen den einzelnen Aktivitäten und präsentierten sich somit nicht nur unruhiger als die Vergleichsgruppen, sondern erschienen im Umgang auch aggressiver, unzufriedener und weniger motiviert. Wurden Pferde vor dem Training auf einen Paddock gebracht, zeigten diese signifikant mehr Laufverhalten ($P=0,278$). Trainierten die Pferde und wurden erst danach in den Auslauf gestellt, gingen die Tiere 30,58% weniger Schritt, Trab und Galoppieren trat

sogar zwei Drittel (66,67%) seltener auf. Ein Aspekt, der vor allem bei der Haltung von Sportpferden hinsichtlich Verletzungsprävention bedacht werden sollte. Auch Chaya et al. (2006) beobachteten, dass Pferde mehr traben und galoppieren, wenn sie seltener in einen Auslauf kommen. Meisfjrd Jrgensen & Be (2007) konnten wiederum reduzierte Aktivität bei Tieren beobachten, die zuvor bewegt worden waren.

In der Studie von Chaplin & Gretgrix (2010) kamen die Tiere bei dauerhafter Paddockhaltung der gewünschte positiven Bewegung am Nächsten.

Auch bei Hauspferden konnten tageszeitliche bzw. saisonale Schwankungen beobachtet werden. Forschungsteams aus Italien stellten fest, dass trainierte Pferde am aktivsten im Frühjahr um die Zeit der Tag-Nacht-Gleiche waren und ihre Aktivitätsspitze währenddessen etwa zur Mitte der Fotoperiode eintrat (Bertolucci et al., 2008; Piccione et al., 2011). Dies deckt sich mit den Erkenntnissen, die über das Verhalten von Wildpferden gewonnen wurden (vgl. Kapitel 3.1). Jedoch ergab die Studie von Meisfjrd Jrgensen & Be (2007), dass sich Hauspferde bei starkem Regen mehr bewegten, was dem Verhalten von Wildpferden entgegensteht. Gemein ist beiden Arten jedoch, dass sie sich nachts weniger bewegen als am Tag. Maisonpierre et al. (2019) konnten beobachten, dass Hauspferde sich nachts nur 2,4% der Zeit bewegten, tagsüber hingegen 4,6%. Dies allerdings immer noch weniger, als der Prozentsatz, der bei Wildpferden erhoben wurden. Die Autoren halten dabei die Paddockgre und etwaige Probleme wie Arthrose für ursächlich.

Wie schon beim Ruheverhalten beobachtet, hat auch die soziale Komponente eine nicht zu unterschätzende Auswirkung auf das Bewegungsverhalten. So stellten schon Mal et al. (1991) ein erhöhtes negatives Bewegungskommen bei isolierten Pferden fest und auch Rose-Meierhöfer et al. (2009) und Yarnell et al. (2015) bemerkten einen Zusammenhang von Gruppengröße und Bewegung, allerdings im positiven Sinne. Sie stellten fest, dass sich Pferde in Gruppenhaltung in einer größeren Gruppe mehr positiv bewegten. Es ist allerdings fraglich, ob dies nicht eventuell mit dem, aus der Gruppenhaltung resultierenden Platzangebot zusammenhängt.

Die Besatzdichte sollte außerdem nicht zu groß gewählt werden, da so nicht nur die bereits angesprochenen Probleme bzgl. Ruheverhalten auftreten können (siehe Kapitel 3.2.2), sondern es außerdem zu zu viel (berwiegend negativer) Bewegung kommen könnte, wie Benhajali et al. (2007) eruierten. In dieser Studie über die Verhaltensweisen bei Pferden, die in hoher Besatzdichte gehalten wurden, war Bewegung mit 27,9% das am häufigsten gezeigte

Muster. Zudem konnten kein positives Sozialverhalten beobachtet werden, was darauf hinweist, dass eine zu hohe Besatzdichte Stress auslösen kann.

Hoffmann et al. (2009) ermittelten die höchste positive Aktivität in der Kombination aus Gruppenhaltung und Bewegung in einer Führanlage, die jedoch noch deutlich unter der Aktivität von Wildpferden lag (da hier die im Zusammenhang mit Fressen auftretende Bewegung herangezogen wurde). Daher ist es wichtig, Pferde nicht nur in Gruppen zu halten, sondern auch zusätzliche Bewegungsanreize, beispielsweise durch die strukturelle Gestaltung des Stalles, zu setzen (Zeitler-Feicht, 2008; Rose-Meierhöfer et al., 2010). Eine erfolgreiche Methode sind Aktivställe, die in den letzten Jahren immer mehr an Beliebtheit gewonnen haben, da sie durch unterschiedliche strategische Positionierung von Fress-, Liege und Trinkplätzen die positive Aktivität von Pferden fördern und auch das soziale Bedürfnis befriedigen. Jedoch kommt nicht jedes Pferd mit dieser Haltungsform zurecht (Gulbrandsen & Herlin, 2015). Daher sollten immer die individuellen Präferenzen des Pferdes im Vordergrund stehen.

3.3 Einflussfaktoren auf die unterschiedlichen time budgets von Wild- und Hauspferden

Aus Abb.1 wird deutlich, dass Hauspferde, die unter Wildpferde-ähnlichen Bedingungen gehalten werden (in einer Gruppe mit entsprechendem Auslauf und unbegrenztem Zugang zu Raufutter), ähnliche time budgets aufzeigen, wie freilebende Tiere (vgl. Diagramm A und B). Je mehr modifiziert wurde, desto größer wurden die Diskrepanzen. Diagramm C und D unterscheiden sich in zwei wesentlichen Aspekten, nämlich sowohl der Limitierung von Futter als auch von sozialen Kontakten, so dass leider nicht klar differenziert werden kann, welcher Faktor den größeren Ausschlag hinsichtlich des erheblichen Anstiegs des Steh-Zeitbudgets zur Folge hatte (vgl. Ogilvie-Graham, 1994). Bei McGreevy (2004) kann ferner festgestellt werden, welchen Anteil des Tages koppelnde Pferde mit ihrer unerwünschten Verhaltensweise verbringen: etwa ein Fünftel des Tages, umgerechnet knapp fünf Stunden. Aus dem vorangegangenen Teil der vorliegenden Forschungsarbeit lassen sich zwei zentrale Einflussfaktoren auf das Zeitbudgets eines Pferdes ableiten: Fütterungsmanagement und Haltung.

Pferde können ihren kompletten Energiebedarf bei entsprechender Rationsgestaltung binnen zwei Stunden aufnehmen, die Fresszeit bei Wildpferden kann jedoch bis zu 16 Stunden betragen (Kiley-Worthington, 1989). Die große Differenz und das damit unbefriedigte

Fressverhalten kann unerwünschte reaktive Verhaltensweisen nach sich ziehen, weshalb unbedingt auf eine möglichst lange Fresszeit geachtet werden sollte, schon allein aus dem Grund, dass Pferde wie bereits angesprochen, freiwillig nicht länger als drei bis vier Stunden fasten würden. Möglichkeiten zur Verlängerung von Fresszeiten wurden bereits thematisiert, ein hoher Faseranteil in der Rationsgestaltung spielt hierbei die Hauptrolle (Kiley-Worthington 1990; Houpt, 2018). Variationen in der Futterpräsentation (mehrlagige Heunetze, Futterspielzeuge) können ebenfalls positive Effekte bewirken und bei der Prävention von unerwünschten Verhaltensweisen helfen (Winskill et al. 1996). Um ernährungsbedingte Erkrankungen zu vermeiden, sollte jedoch dabei immer die individuelle Nährstoffbedarf für das jeweilige Pferd berücksichtigt werden.

Abb.1: Zeitbudgets von Pferden in verschiedenen Habitaten (aus Kiley-Worthington, 1989)

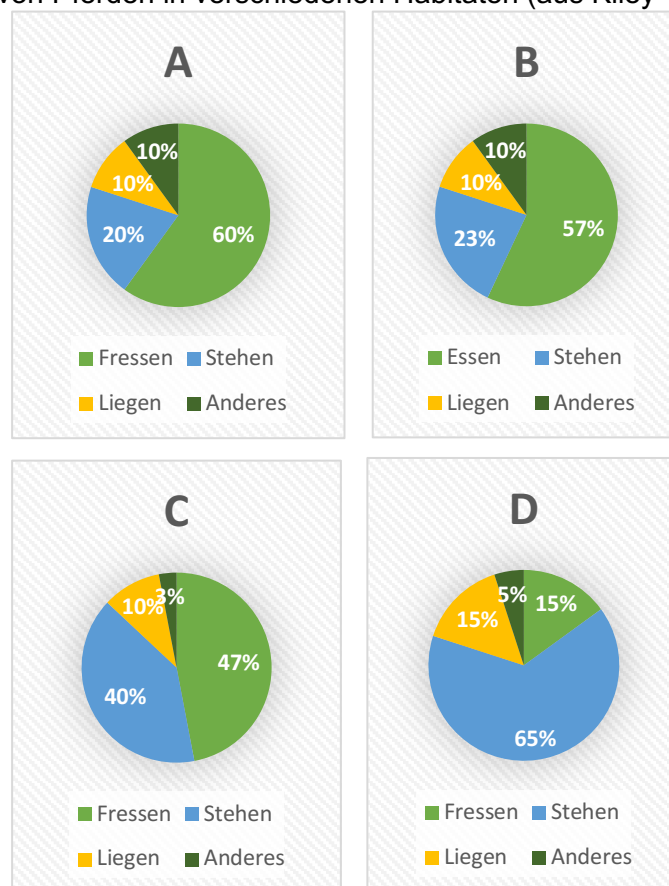


Abb. 1: Abgezeichnet aus Pferdepsyche- Pferdeverhalten (Kiley-Worthington, 1989), S.147

Zeitbudgets von Pferden in verschiedenen Habitaten: (A) freilebende Camargue-Pferde, Jahresdurchschnitt, (B) Acht Pferde in Gruppenhaltung mit ad libitum Heu und Stroh, (C) drei Pferde in Einzelboxenhaltung, mit ad libitum Heu und Stroh sowie Sicht- und Körperkontakt zu anderen Pferden, (D) Pferde mit rationierter Faserfütterung mit ausschließlich Sichtkontakt

Ein ebenfalls sehr großer Einflussfaktor auf die unterschiedlichen time budgets zwischen Haus- und Wildpferden ist die Haltung. Wie bereits dargestellt, macht es einen großen Unterschied, ob Pferde in Boxen oder Gruppenausläufen gehalten werden. Neben der offensichtlichen Tatsache, dass Pferde in Boxen durch die räumliche Gegebenheit schneller an ihr Futter und Wasser gelangen, spielt auch der soziale Aspekt eine Rolle. Bereits visueller Kontakt zu Artgenossen steigert das Wohlbefinden des Pferdes, sie sind umgänglicher und fressen länger. Wie in Kapitel 3.2.3 erwähnt, ist Bewegung einerseits ein Indikator für tierisches Wohlbefinden und andererseits zum Erreichen desselben unerlässlich. Kiley-Worthington (1989) sieht in mangelnder Bewegung den Hauptauslöser für die Entwicklung von Stereotypen. Davon abgesehen können ihrer Meinung nach, fehlende Stimulation und Langeweile, welche u.a. durch adäquate Haltung vermieden werden kann, ebenfalls unerwünschte Verhaltensweisen zur Folge haben.

Weitere Auswirkungen auf die unterschiedlichen time budgets haben die Nutzungsform, sowie individuelle Aspekte eines Tieres. Ein Wallach, der als Freizeitpferd genutzt wird, hat andere Bedürfnisse und Gewohnheiten, als eine tragende (Zucht-)Stute, als ein Hengst, der im internationalen Turniersport eingesetzt wird, oder als ein Fohlen, das in der asiatischen Steppe lebt.

Werden also die natürlichen Bedürfnisse eines Pferdes nicht ausreichend gedeckt, können sogenannte unerwünschte, reaktive Verhaltensweisen (auch bekannt als Unarten oder Stereotypen) entstehen. Diese Verhaltensstörungen lassen sich bei Zeitler-Feicht (2008) im Wesentlichen in vier Funktionskreise unterteilen:

- Fressverhalten, z.B. Koppen, unnatürlich ausgiebiges Belecken oder Benagen von Holz und anderen Gegenständen, Gitterbeißen/ Barrenwetzen
- Bewegungsverhalten, z.B. Weben, stereotypes Laufen, übermäßiges Scharren, Schlagen gegen Boxenwände
- Sozialverhalten, z.B. Fehlprägung, gesteigerte Aggressivität, Automutilation
- Komfortverhalten, z.B. exzessive Fellpflege, stereotypes Schweifreiben, stereotypes Kopfschlagen/-schütteln

Man ist versucht, anzunehmen, dass orale Verhaltensstörungen aus unbefriedigtem Fressverhalten und Bewegungstereotypen dementsprechend aus einem Mangel an Bewegung heraus, etc., entstehen, dies muss jedoch nicht zwangsläufig so sein. Für diese Annahme spricht, dass bei einer Reduktion von Raufutter vermehrt Probleme mit oralen

Verhaltensweisen auftreten und Bewegungsstereotypen durch erhöhte Bewegung reduziert werden konnten (Haupt & McDonnell, 1993). Auch bei Wisher et al. (2011) wurde ein ähnlicher Zusammenhang festgestellt. In dieser Studie koppten Pferde nur 15% ihrer Zeit, wenn ihnen Hafer gefüttert wurde, bei gesüßtem Korn („sweet corn“) erhöhte sich die Koppzeit auf 27%. Gleichzeitig fand das Forschungsteam dieser Publikation heraus, dass gearbeitete Pferde länger koppten, als ungearbeitete (30,6% vs. 25,3%), was die Autorschaft auf Müdigkeit und Stress zurückführte. Quintessenz der Studie war, dass Diäten und Angebote zur oralen Beschäftigung das Koppen modifizieren, jedoch nicht vollständig reduzieren können. In der Studie von Clegg et al. (2008) wurde durch das Koppen eine verlängerte Fresszeit identifiziert, was die Autoren zu der Annahme brachte, dass entweder ein Bedürfnis nach mehr Fresszeit besteht oder die Nahrungsaufnahme ein Unwohlsein verursacht, was die Fressmotivation wiederum senkte. Ferner können Stereotypen durch Medikamente wie Apomorphin induziert und durch die Gabe von Naxolon kurzzeitig therapiert werden (Haupt & McDonnell, 1993). Dies stellt allerdings aufgrund der schweren Umsetzbarkeit (kurze Halbwertszeit des Medikaments) keine langfristige Therapieform dar. McGreevy (2004) erwähnt außerdem eine höhere Prävalenz zum Koppen bei Thoroughbreds. Die Ursachen für unerwünschte Verhaltensweisen sind vielfältig. Tatsache ist jedoch, dass die Unmöglichkeit ein bestimmtes Verhalten auszuüben, was wiederum Frustration, Langeweile oder Stress zur Folge hat, in der Regel ursächlich für das Auftreten einer Verhaltensstörung ist (Sarrafchi, 2012) und die Erfüllung der natürlichen Bedürfnisse eines Pferdes eine sehr gute, wenn nicht gar die beste Präventionsmöglichkeit darstellt.

4 Neue Technologien des nicht-invasiven Trackings

Die Ermittlung bzw. Überwachung von time budgets durch menschliche Beobachtung ist fehleranfällig, zeitraubend und in der heutigen Zeit nicht umsetzbar, wenn time budgets beispielsweise zur Schmerzevaluation eingesetzt werden sollen. Mit fortschreitender Technisierung der Gesellschaft ergeben sich auch hier neue Möglichkeiten.

4.1 Videoüberwachung

Anfang der 90er Jahre wurde begonnen, die Tiere nicht durch Menschen direkt zu überwachen, sondern Videoaufzeichnungen anzufertigen und diese anschließend auszuwerten. Der Vorteil hierbei liegt darin, dass die Aufzeichnungen, beispielsweise bei Ermüdung des Beobachtenden, angehalten oder auch erneut angesehen werden können und somit genauere Ergebnisse erzielt werden können, da weniger Daten übersehen werden. Wichtig ist dabei, dass die Position der Videokamera genau bedacht wird, um tote Winkel und somit Datenverluste bei der Aufzeichnung zu vermeiden.

Darüber hinaus sind technische Systeme fehleranfällig und ein Verlust der Daten, z.B. der Recorder zeichnet aus irgendeinem Grund nicht auf, wird möglicherweise erst am nächsten Tag oder noch später entdeckt, was unter Umständen zu einer Verlängerung oder gar Hinfälligkeit der Studie führen kann. Eine regelmäßige Kontrolle sowie eine intensive Schulung aller involvierten Personen kann dieses Problem reduzieren, jedoch nicht vollständig eliminieren.

Ein weiterer Aspekt ist, dass bei Videoüberwachung die Zeitbudgets vor allem rückwirkend ermittelt werden und nicht wie bei Activity-Trackern, z.B. mittels App, unmittelbar vorliegen. Gerade bei akuten Fällen, die ein zeitnahes Eingreifen benötigen (z.B. Anpassen der Schmerzmedikation), ist dies jedoch unabdingbar, weshalb Videoüberwachung sich primär für reine Forschungszwecke einsetzen lässt.

4.2 Bewegungssensoren

Der Einsatz von Bewegungssensoren hat sich bereits in der Humanmedizin gut bewährt und dient dort beispielsweise zur Beurteilung des Gesundheitszustandes. So kann beim Menschen durch das Bewegungsmuster auf neurodegenerative Erkrankungen geschlossen und deren Status evaluiert werden (Ravi et al. 2017). Heutzutage kann jedes handelsübliche Smartphone die Schrittzahl und in Kombination mit anderen Gerätschaften, wie Fitnessarmbändern oder Fitnessuhren, weitere physische Parameter aufzeichnen und analysieren - ein Trend, der grob

geschätzt in den vergangenen zehn Jahren immer populärer wurde. Ein Einsatz dieser technischen Optionen in der Pferdemedizin scheint vielversprechend und bekam in den vergangenen Jahren mehr und mehr Aufmerksamkeit. Nach einem kurzen Ausflug in die technischen Grundlagen und die Entwicklungen werden hier nun die zu berücksichtigenden Aspekte betrachtet.

4.2.1 Technische Grundlagen

Zentrales Element der sogenannten Biotelemetrie (Cooke et al., 2004), dem Überbegriff sämtlicher technisch gestützten Aufzeichnungen in der Tier- und Menschenwelt, ist der Apparat zur Ermittlung der zu analysierenden Datenmenge; der Sensor, dessen Art abhängig von der Fragestellung ist. Cooke et al. (2004) zur Folge kommen bei der Erhebung von Aktivität, Bewegungsmustern und Beschleunigung vor allem micromaschinelle, ggf. multi-axiale Accelerometer oder Quecksilbertippschalter zum Einsatz, bei Frage nach Tod oder Winterstarre auch Thermosensoren. In den gesichteten Quellen wurde überwiegend auf Accelerometer zurückgegriffen, es gibt jedoch noch weitere technische Optionen, die in der nachstehenden Tabelle aufgeführt werden.

Welche Sensoren zum Einsatz kommen, ist abhängig von der zu erhebenden Datenmengen und dem zur Verfügung stehenden finanziellen Budget. Meist wird jedoch eine Kombination aus mehreren Sensoren verwendet, um ein möglichst genaues und umfassendes Datenset zu erhalten.

Die Messwerte werden in einem festgelegten Intervall erhoben und anschließend gespeichert, meist auf einer externen Datenstation. Die Übermittlung der Daten von Sensor an den Speicher erfolgt beispielsweise über Radiotransmitter (Scheibe et al., 1998).

Tab. 4: Übersicht über die unterschiedlichen Sensoren zum Activity Tracking

Sensor	Misst was?	Eingesetzt bei (exemplarisch)	Quelle
Quecksilbertippschalter	Lage	Grazing recorder	Francis-Smith et.al (1982)
Magnetfeldschalter	Lage	Ethosys	Scheibe et al. (1998)
Accelerometer	Beschleunigung	MRS145 data logger, ALT-Pedometer, Ethosys, HoofStep, Trackener, Smarthalter	u.a. Burla et.al (2014), Brehme et al. (2008), Scheibe et.al (1998), www.hoofstep.com , www.trackener.com , www.smarthalter.com (alle zuletzt aufrufen am 05.10.2020)
Gyrometer	Lage	HoofStep, Trackener, Smarthalter	Postalische Nachfrage bei den Anbietern (Email), bzw. www.smarthalter.com (05.10.20)
Altimeter	Lage	Smarthalter	www.smarthalter.com (zuletzt aufgerufen am 5.10.20)
GPS	Bewegung	Hoofstep, Trackener, Smarthalter, uvm	www.hoofstep.com , www.trackener.com , www.smarthalter.com (alle zuletzt aufrufen am 5.10.20)

4.2.2 Einsatz bei Equiden

Bereits Anfang der 80er Jahre wurde von Francis-Smith et al. ein sogenannter „Grazing recorder“ entwickelt und 1982 in einem Paper veröffentlicht. Die Verwendung war bereits aus der Nutztierhaltung bekannt und wurde nun an Pferde angepasst. Durch einen Neigungsschalter aus Quecksilber konnte die Lage des Recorders ermittelt werden, der ein Signal aussendete, welches wiederum von einem Recorder in einem festgelegten Intervall (2min) aufgezeichnet wurde. Der Recorder selbst war am Halfter des Pferdes befestigt.

Mit einem durchschnittlichen Fehler von 1,62% und einem maximalen Error von 5%, was bedeutet, dass über 24h etwa 23min falsch aufgezeichnet wurden, war der Recorder als erste Entwicklung erstaunlich genau. Das Hauptproblem stellte laut Autorenschaft vor allem die

Energieversorgung mit Batterien dar, da diese Einheiten nach einiger Zeit brachen und die Energieversorgung nachließ. Ferner wurden durch die relativ langen Intervalle, die wiederum mit der Kapazität des Speichers zusammenhingen, kurze Unterbrechungen nicht registriert und die Gras-Zeit länger beurteilt, als sie de facto wahrscheinlich war. Dieses Problem wurde in den vergangenen vierzig Jahren durch den Fortschritt der Technik gelöst und mittlerweile sind Impulsmessungen mehrfach pro Sekunde bei schier unendlich scheinender Speicherkapazität möglich.

Darüber hinaus sollte berücksichtigt werden, dass reine Positionssensoren auch Aktivitäten wie Trinken aus Pfützen o.ä. als Grasenebnen wahrnehmen können.

Scheibe et al. beobachteten 1998 eine halbwilde Przewalskiherde mittels Bewegungssensoren. Das System Ethosys® bestand aus drei Komponenten: Ethorec (Halsband), Etholink (zentrale Datenstation) und Ethodat (Software). Am Halsband befand sich ein Sensor, der einerseits durch ein piezoelektronisches Element die Beschleunigung und andererseits durch einen Magnetfeldschalter (Reedschalter) die Position des Kopfes wahrnahm, sowie ein Microcontroller mit Speicher, Radioempfänger, Transmitter für die Kommunikation mit Etholink und Batterien zur Energieversorgung, die eine Aufzeichnung bis zu einem Jahr ermöglichten. Die Daten des Halsbandes wurden an die zentrale Datenstation Etholink, bestehend aus Transmitter, Receiver und Microcontroller, gesendet, die ihre Energie durch Solarpaneele bezog und bis zu 16 Halsbänder gleichzeitig organisieren konnte. Die Software Ethodat ermöglichte es, die Daten jeden Monat auf einen Laptop zu ziehen und sie bis zur weiteren Verwendung in einem Programm zu speichern.

Das System wurde anhand der Beobachtung durch Menschen und bei den involvierten Schafen durch einen weiteren Sensor zur Messung von Kieferbewegungen (APEC) kontrolliert. Die Ergebnisse von Ethosys und APEC lagen sehr dicht beieinander, die menschlichen Beobachtenden stellten hingegen eine höhere Bewegungsaktivität fest, was die Autorenschaft darauf zurückführt, dass der Beschleunigungssensor nicht auf langsame Bewegung reagiert. Die Fixation des Halsbandes hatte ebenfalls Einflüsse auf die Datenerhebung: Da es sich um halbwilde Pferde handelte, waren die Halsbänder unterschiedlich fest am Tier fixiert und hingen mitunter recht lose am Pferd, was sich auf die Ergebnisse auswirkt. Ferner muss auch eine Beeinflussung der durch menschliche Beobachtung erhobenen Daten, beispielsweise erschwerte Identifizierung von Verhalten in hohem Gras oder durch große Entfernung, beachtet werden.

Unter der Berücksichtigung sämtlicher Aspekte wurden dennoch bei Scheibe et al. die wesentlichen Leistungen des Ethosys-Systems erbracht und die Ergebnisse deckten sich mit Erkenntnissen aus vorangegangenen Studien.

Die Verwendung von Accelerometern zur Bestimmung von Zeitbudgets erwies sich somit als guter Ansatz und wurde in Publikationen beispielsweise von Brehme et al. (2008), Bertolucci et al. (2008), Rose-Meierhöfer et al. (2009, 2010), Piccione et al. (2011), Hoffmann et al. (2012), Lindbergh et al. (2013), Bachmann et al. (2014) und Maisonpierre et al. (2019) verwendet. Dabei stehen verschiedene Produkte zur Verfügung. Die italienischen Publikationen griffen hier auf das Modell der Actiwatch® zurück, welche primär bei Menschen Verwendung findet und die auch bei Pferden verlässliche Ergebnisse erzielen konnte. Lindbergh et al. (2013) verwendete das Modell IceTag der Firma IceRobotics. Die übrigen Publikationen erhoben ihre Daten mit einem ALT-Pedometer (Consulting engineers Holz, Falkenhagen) und ergänzten bei Bedarf mit weiteren Trackingmethoden (Hoffmann et al.: Videoaufnahmen; Bachmann et al.: IceRobotics; Brehme et al.: ALPRO, menschliche Überwachung). Die Abkürzung steht für Activity, Lying time und Temperature und fand zunächst Einsatz in der Östrus-Detektion bei Kühen (Brehme et al., 2008), wurde dann aber auch bei der Verhaltensevaluation (z.B. Rose-Meierhöfer et al., 2009 und 2010; Hoffmann et al. 2012) und zur Geburtenüberwachung von Pferden verwendet (Bachmann et al., 2014). Die Aktivität wird wie schon bei Ethosys mit einem Piezosensor gemessen, das Liegeverhalten mit digitalen Positionssensoren (genauere Informationen darüber waren leider nicht ermittelbar), die Umgebungstemperatur des Pedometers mit einem thermischen Sensor. Die gewonnenen Daten wurden in einem vor Testbeginn festgelegten Intervall von einem μ -Processor aufgezeichnet, addiert und die ermittelten Werte an einen Speicher gesendet (Brehme et al., 2008; Rose-Meierhöfer et al.).

Die Ergebnisse aus den Studien wurden von den jeweiligen Autorenschaften als verlässlich angesehen. So konnten Brehme et al. (2008) mittels ALT-Pedometern mehr als doppelt so viele Östruszyklen erkennen als durch menschliche Beobachtungen (40 mit Pedometer, 17 durch den Menschen) und auch Lindberg et al. (2013) sehen in Beschleunigungssensoren eine verlässliche Methode zur Bestimmung von Aktivität und Liegeverhalten.

4.2.3 Zu berücksichtigende Aspekte beim Einsatz von Bewegungssensoren

Dennoch gibt es bei der Verwendung von Bewegungssensoren einige Aspekte zu bedenken. Rose-Meierhöfer et al. (2010) merken an, dass die Differenzierung einzelner Gangarten schwierig sein kann, da dies von der gewählten Größe des Messintervalls und der Verteilung innerhalb dieses Intervalls abhängig ist. So können mehr Schrittimpulse innerhalb eines Intervalls auf eine höhere Gangart hindeuten, aber durch die unbekannte Verteilung innerhalb des Intervalls wird nicht klar, ob diese durch konstante Bewegung im Schritt oder durch impulshafte Bewegung im Galopp entstanden sind (siehe Rose-Meierhöfer et al., 2010). Man mag versucht sein, dieses Problem durch kürzere Messintervalle zu umgehen, jedoch zeigten spätere Versuche von Eerdeken et al. (2020), dass die Gangarten bei einem Messintervall von unter 1,2s genauer erkannt werden können. Die allumfassende Genauigkeit wurde bei der Verkürzung des Messintervalls um 4,75% bzw. 5,25% reduziert. In der gleichen Publikation wird ferner erwähnt, dass vor allem der Galopp falsch und meist als Trab, seltener sogar als Schritt identifiziert wurde. Auch bei Thompson et al. (2018) gab es Probleme bei der Unterscheidung einzelner Gangarten, hier wurde zusätzlich noch mit Videoanalyse gearbeitet. Bis die Systeme ihre Anfangsschwierigkeiten überwunden haben und präziser differenzieren können, ist dies auf jeden Fall eine ratsame Herangehensweise.

Ferner können Messsysteme meist nicht zwischen Gehen und ortstatischen Bewegungen wie Scharren, Stampfen oder auch Zucken zur Abwehr von Lästlingen unterscheiden und somit ggf. einen zu hohen Bewegungswert ermitteln, sofern wirklich reine Bewegung in Schritt, Trab und Galopp von Interesse sind (Rose-Meierhöfer et al. 2010; siehe auch Kap. 3.1.3 und Kap. 3.2.3). Bei Eerdeken et al. (2020) erweisen sich Galopp, Wälzen, Scharren und das Wenden des Kopfes zur Flanke als die vorherrschenden falsch identifizierten Verhaltensweisen, ein Punkt, der insbesondere für das Schmerzmanagement von Kolikpatienten relevant ist. Aus den Erkenntnissen von Bidder et al. (2014) lässt sich außerdem ableiten, dass sich die Bewegungsmuster der zu analysierenden Daten klar differenzieren lassen müssen. In der Studie wurde sichtbar, dass Leistungen des untersuchten K-Nearest-Neighbour Algorithmus bei Wombats nicht zufriedenstellend waren, da Wombats beim Gehen und beim Rennen sehr ähnliche Bewegungen zeigen. Maisonpierre et al. (2019) empfehlen hierzu, die Werte bzw. Muster von Bewegungssensoren mit der gezielten Herbeiführung des zu beobachtenden Verhaltens (z.B. Führen des Pferdes) zu prüfen.

Problematisch ist Thompson et al. (2018) zufolge außerdem, dass es bisher kaum Daten über unterschiedliche Gangarten gibt. Bidder et al. (2014) betonen, Algorithmen (mit denen das Tracking-System die Datensätze analysiert und übersetzt) seien eine Art Blackbox, die lernen müssen. Somit werden die Systeme mit fortschreitender Entwicklung präziser werden, wenn mehr Datensätze vorhanden sind. Große Datensätze sind unerlässlich, da die Muster selbst innerhalb der Equiden differenzieren. Burla et al. (2014) gelang eine Definition bestimmter Beschleunigung zur Unterscheidung der Gangarten, jedoch nur, wenn zwischen Ponys, Islandpferden und Pferden getrennt wird.

Sowohl Ravi et al. (2017) als auch Eerdeken et al. (2020) konnten gute Erfolge mit dem Einsatz von neuronalen Netzwerken erzielen, da durch das sogenannte „cloud based learning“ (Eerdeken et al., 2020) ein größerer Datensatz zur Analyse zur Verfügung steht. Dieser Ansatz scheint vielversprechend.

Ravi et al. (2017) geben noch zu bedenken, dass die Anzahl der Knoten bzw. Verknüpfungen und damit die Genauigkeit des eingesetzten Trackingsystems auch eine Frage der Kosten ist.

Eine weitere Rolle spielt die Position des Sensors, die abhängig von der Forschungsfrage gewählt werden sollte. In der Studie von Bachmann et al. (2014) ging es um das präpartale Bewegungsverhalten von Stuten und es wurde angemerkt, dass sich der Sensor durch die Befestigung am Nacken überwiegend als liegend wahrnahm und somit indirekt Werte über die Nackenaktivität erhoben wurden. Morrison et al. (2015) fanden heraus, dass eine Positionierung des Sensors am Widerist insbesondere bei Forschungsfragen bezüglich zurückgelegter Distanz geeignet ist, während die Befestigung im Nacken auch bei ortstatischen Bewegungsfragen hilfreich sein kann. In den Untersuchungen von Thompson et al. (2018) erwies sich das rechte Vorderbein gegenüber dem rechten Hinterbein und dem Kopf als geeignetste Lokalisation zu Differenzierung einzelner Gangarten.

Darüber bemerken Brooks et al. (2010), dass sich Zebras deren Trackinghalsbänder 600g schwerer waren als die der Vergleichsgruppe (~0,2%) und schlechter saßen, weniger als halb so schnell bewegten, als die Vergleichsgruppe. Dies deckt sich mit den bereits angesprochenen Vermutungen von Scheibe et al. (1998), dass Beschaffenheit und Sitz Auswirkungen auf die erhobenen Daten haben, entweder im Verhalten der Tiere oder in der Aufzeichnung der Daten.

Je nach Fragestellung sollte man also überlegen, ob eine Messung durch Bewegungssensoren ausreicht oder durch andere Methoden ergänzt werden sollte.

Der Vorteil dieser Bewegungssensoren liegt in der Echtzeitübertragung. Viele Anbieter wie HoofStep®, Trackener® oder Nightwatch®Smarthalter bieten das Tracking von Pferden mittels App mittlerweile auch für Laien an und die Daten können mittels mobiler Endgeräte von überall abgerufen werden. Die Firma IceRobotics® bietet diesen Service in der Rinderhaltung an.

5 Anwendung der Erkenntnisse in drei Fallbeispielen

Die theoretisch erworbenen Erkenntnisse wurden als Fallbeispiel praktisch auf drei Pferde angewendet und diskutiert.

5.1 Material und Methoden

5.1.1 Tiere

Drei Haflingerstuten wurden mit zwei Trackingsystemen (HoofStep® und Trackener®) ausgestattet.

Haflingerstute 1 (H1) war 22 Jahre alt, wog 416kg und wurde wegen einer Enukleation des Os sinister aufgrund eines kornealen Plattenepithelkarzinoms stationär zwischen dem 17.02. und 24.02.2020 auf der Universitätsklinik für Pferde (Pferdechirurgie/Augenheilkunde) der Vetmeduni Vienna stationär behandelt und in diesem Zeitraum auch getrackt. Hier wurde untersucht, ob sich von präoperativ zu postoperativ eine Verhaltensänderung entwickelt. Die Enukleation fand am 20.02.20 statt. Die Stute erhielt vier Mal täglich Heu, Ausnahme bildet der OP-Tag, bei dem auf die morgendliche Ration aufgrund der anstehenden Vollnarkose verzichtet wurde. Während ihres Aufenthaltes stand die Stute in einer Einzelbox, über die Haltung in ihrem Heimatstall lagen der Autorin keine Informationen vor.

Haflingerstute 2 (H2) war 7 Jahre alt, wog 470kg und gehörte zur Stutenherde der Klinischen Abteilung für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie. Sie wurde in einem Offenstall mit etwa 500m² Fläche (geschätzt bzw. mit Schrittlänge abgemessen) mit weiteren vierzehn Haflinger- sowie drei Warmblutstuten gehalten. Der Boden des Offenstalls war mit Sand eingestreut, Liegeplätze mit Stroh waren nicht vorhanden. Die Herde bekam einmal täglich einen Rundballen Heu, aufgeteilt auf zwei Mahlzeiten und zwei Heuraufen. Überwacht wurde H2 vom 26.02.20 bis zum 08.03.20, 20Uhr und in diesem Zeitraum gelegentlich (ca. 2 x pro Woche) von Studierenden longiert (Schritt, Trab und Galopp, ca. 20-30min) oder spazieren geführt (Schritt, 30-60min). Die Stute wurde als eher rangniedrig eingestuft. Zusätzlich zur täglichen Heuration wurde dem Tier an Tagen, wo es longiert wurde, etwa 35g Mineralfutter (Marstall® Force Getreidefrei) und 100g Krafffutter (Agrobs® Alpengrün Müsli Getreidefrei) gefüttert.

Haflingerstute 3 (H3) war 6 Jahre alt, wog 475kg und gehörte zur selben Herde wie H2 mit den gleichen Haltungsbedingungen. Die Stute wurde geringfügig ranghöher eingestuft als H2, wies

jedoch Hufprobleme (Fühligkeit, schlechte Hornqualität) auf und wurde im Überwachungszeitraum gegen Influenza und Tetanus geimpft, sowie entwurmt, da ein Stallwechsel nach Deutschland bevorstand. Die Stute wurde vom 08.03.20, 20Uhr bis zum 13.03.20, 12:00 getrackt, die Impfung fand am 11.03.20 statt. Das Bewegungsprogramm bestand aus Spazierengehen und die Stute wurde an drei Tagen longiert (Schritt, Trab und Galopp, ca. 30-40min). Zusätzlich zur täglichen Heuration erhielt das Tier von seiner Besitzerin 60g Mineralfutter (Marstall® Force Getreidefrei) und 200g Krafffutter (Agrobs® Alpengrün Müsli Getreidefrei).

5.1.2 Technische Ausstattung

Zur Überwachung wurden die Systeme Trackener® und HoofStep® eingesetzt. Beide Systeme verwenden als Sensoren laut Homepage GPS und Bewegungssensoren. Eine genauere Nachfrage per Email brachte in Erfahrung, dass Gyrometer und Accelerometer als Bewegungssensoren zum Einsatz kommen, Trackener® verwendet außerdem einen Temperatursensor und einen Sensor zur Ermittlung der Herzschlagrate. Die Energieversorgung läuft bei beiden Systemen über wieder aufladbare Batterien unterschiedlicher Kapazitäten (Trackener® 3-6 Tage, HoofStep® bis zu 21 Tage, Informationen laut Homepage). Der Ladestatus der Batterie kann in der App eingesehen werden, ferner wird der/die Nutzer/in mittels Textnachricht auf einen niedrigen Ladezustand aufmerksam gemacht. Trackener® wird als elastisches Brustgeschirr am Pferd befestigt (siehe Abb.2, a) und ermöglicht die Überwachung von Aktivität und Ruheverhalten, hier wird im Liegen außerdem zwischen Seitenlage und Brust-Bauch-Lage differenziert, die Analyse von Reiteinheiten, sowie des Herzschlags. Über einen Account kann man die Daten auf einem mobilen Endgerät einsehen.

HoofStep® wird mittels Kopfstück am Pferd angebracht (siehe Abb. 2, b) und zeigt Aktivität, in Form von Ruhe, Fressen, Bewegung und hohe Aktivität, wobei letzteres ungewöhnliche Bewegungen wie Kopfschütteln, Wälzen, usw. inkludiert. Weiters wird das Stresslevel als die akkumulierte Menge an „Aktivität“ auf der Grundlage der Beschleunigungsmesser /Kopfbewegung im Bezug auf die akkumulierte Distanz angegeben. Auf die Daten kann ebenfalls via App zugegriffen werden, bei ungewöhnlichen Bewegungen/ Ereignissen meldet sich HoofStep® mit einer Textnachricht.

Beide Firmen stellten die aufgezeichneten Daten als csv File zur Verfügung. Die Daten wurden anschließend in ein Excel File transformiert und ausgewertet. Es wurden sowohl die tatsächlichen Stunden, als auch die prozentuellen Anteile der Aktivitäten pro 24 Stunden ausgerechnet. Bei H1 wurde zusätzlich mittels Student t-test ein Vergleich auf Unterschied zwischen prä- und postoperative Phase ermittelt.

Zur statistischen Analyse der Daten wurde ein Laptop (Macbook Air, Apple) mit Microsoft Excel (Version 2019 Home and Student) verwendet.

Abbildung 2: Anbringen der Überwachungssysteme



a) Trackener[®], b) HoofStep[®] (Halfter nicht zwingend notwendig, dient der Fixierung des Pferdes)

5.2 Ergebnisse

5.2.1 Haflinger 1, Eukleation, klinischer Fall

Tabelle 5: Übersicht der Ergebnisse von H1

	Ganze Tage*	Präoperativ	Postoperativ
Hoofstep			
Durchschnittliche Zeit Bewegung in min (h)	105,0 (1,8)	210,0 (3,5)	100,5 (1,68)
Durchschnittliche Zeit Ruhen in min (h)	642,4 (10,7)	636,7 (10,6)	653,8 (10,9)
Durchschnittliche Zeit Fressen in min (h)	644,0 (10,7)	623,1 (10,4)	685,7 (11,43)
Anteil Bewegung in %	12,0	14,6	7
Anteil Ruhen in %	44,6	44,2	45,4
Anteil Fressen in %	44,7	43,3	47,6
Trackener			
Mittelwert Bewegung in min (h)	56,0 (0,9)	55,0 (0,9)	56,5 (0,9)
Mittelwert Ruhen in min (h)	1377,2 (23,0)	1384,9 (23,1)	1372,1 (22,9)
Anteil Bewegung in %	3,7	3,3	3,9
Anteil Stehen in %	90,9	89,0	92,2
Anteil Liegen in %	7,0	9,4	5,4

*Mittelwert aus allen Tagen ohne Aufnahme, OP-Tag und Entlassung, sprich nur vollständig über 24h vorliegende Daten

Die Daten wurden nur an vollen Tagen ohne OP-Tag ausgewertet um eine Beeinflussung durch die fehlende Zeit während der perioperativen Phase zu vermeiden. Ab dem 22.2., 21:00 Uhr sind von HoofStep® keine Daten mehr vorhanden, weshalb sich die postoperative Datenmenge auf einen Tag beschränkt.

H1 verbrachte den Ergebnissen von HoofStep® zur Folge durchschnittlich 44,6% des Tages mit Ruhen, 44,7% mit Fressen und 12% in Bewegung. Präoperativ bewegte sich die Stute 14,6% des Tages, postoperativ nur 7%. Die Zeitbudgets für Fressen und Ruhen stiegen hingegen postoperativ an.

Die Ergebnisse von Trackener® ermittelten ein präoperatives Zeitbudget von 2,2% für Bewegung, 87,2% für Ruhen und 9,6% für Liegen, postoperativ ergaben sich Werte von 3,3% Bewegung, 89,9% Ruhen und 5,2% Liegen.

Ein statistischer Vergleich zwischen prä- und postoperativen Tagen erbrachte keinen signifikanten Unterschied.

5.2.2 Haflinger 2, Offenstall, keine Hufprobleme, wenig gearbeitet

Tabelle 6: Übersicht der Ergebnisse von H2

	Ganze Tage
Hoofstep	
Durchschnittliche Zeit Bewegung in min (h)	432,2 (7,2)
Durchschnittliche Zeit Ruhen in min (h)	601,9 (10,0)
Durchschnittliche Zeit Fressen in min (h)	420,0 (7,0)
Anteil Bewegung in %	30,0
Anteil Ruhen in %	41,8
Anteil Fressen in %	29,2
Trackener	
Durchschnittliche Zeit Bewegung in min (h)	220,7 (3,4)
Durchschnittliche Zeit Ruhen in min (h)	1208,9 (19,5)
Anteil Bewegung in %	15,5
Anteil Ruhen in %	84,0
Anteil Stehen in %	97,0
Anteil Liegen in %	3,0

HoofStep® ermittelte über den Beobachtungszeitraum, bei dem ebenfalls nur komplette 24h-Tage ausgewertet wurden, eine Bewegungsaktivität von 30% des Tages, wovon 14,7% highly active, also intensive Bewegung ausmachten. Die meiste Zeit verbrachte die Stute mit Ruhen (41,8%) und nur 29,2% mit der Nahrungsaufnahme.

Die Daten von Trackener® ergaben, dass sich H2 15% des Tages bewegte und 84% ruhte, wovon nur 3% im Liegen stattfand und 97% im Stehen. Aus den Einzelergebnissen geht außerdem hervor, dass sich die Stute wiederholte Male über 24h lang nicht ablegte. Der längste Zeitraum ohne Liegen geht über 54h (1.3. 6:00 – 3.3. 13:00), jedoch gab es am 3.3. vormittags ein fünfstündiges Leck in der Datenaufzeichnung, was bedeutet, dass die Stehperiode möglicherweise kürzer war. Außerdem wurde das Pferd nur einmal für knapp 2min in Seitenlage aufgezeichnet, der Rest der Liegezeit fand Trackener® zur Folge ausschließlich in Brust-Bauch-Lage statt.

5.2.3 Halfinger 3, Offenstall, bekannte Hufprobleme, regelmäßig gearbeitet

Tabelle 7: Übersicht der Ergebnisse von H3

	Ganze Tage
Hoofstep	
Durchschnittliche Zeit Bewegung in min (h)	331,2 (5,5)
Durchschnittliche Zeit Ruhen in min (h)	596,2 (9,9)
Durchschnittliche Zeit Fressen in min (h)	504,4 (8,4)
Anteil Bewegung in %	23,3
Anteil Ruhen in %	41,8
Anteil Fressen in %	35,5
Trackener	
Durchschnittliche Zeit Bewegung in min (h)	172,4 (2,9)
Durchschnittliche Zeit Ruhen in min (h)	1254,7 (20,9)
Anteil Bewegung in %	12,0
Anteil Ruhen in %	87,1
Anteil Stehen in %	92,1
Anteil Liegen in %	7,9

H3 bewegte sich den Werten von HoofStep® zur Folge 23,3% des Tages, davon fielen 11,4% auf gemäßigte und 11,9% auf intensive Bewegung. 41,8% ruhte die Stute, während 35,5% der Nahrungsaufnahme gewidmet wurde.

Trackener ermittelte für Bewegung ein Tagesbudget von 12%, während 87,1% mit Ruhen verbracht wurden. Davon lag H3 7,9% der Zeit, 92,1% wurde gestanden. Auffällig war, dass die Stute am Tag der Impfung 11,8% lag, die Verteilung über den Tag war jedoch gleichmäßig in den frühen Morgenstunden und nach Einbruch der Dämmerung. Im Gegensatz zu H2 legte sich H3 täglich hin, dabei auch regelmäßig in Seitenlage.

5.3 Diskussion der Ergebnisse

Die hohe Ruhezeit von H1 lässt sich durch die eingeschränkte Bewegungsmöglichkeit in der Einzelboxenhaltung erklären, ferner war das Pferd zu einem operativen Eingriff auf die Universität gekommen. Die postoperativ geringfügig erhöhte Ruhezeit hat ihre Ursache möglicherweise darin, dass sich die Stute von den Strapazen der Operation erholen musste, die postoperativ geringfügig erhöhte Bewegungszeit bei Trackener müsste bei Schmerzreaktionen deutlich stärker abweichen, was für ein gutes Schmerzmanagement spricht. Da es sich bei dem Eingriff um eine E nukleation handelte, könnte auch das Gewöhnen an die neue Situation und erhöhtem Bewegungsbedarf zur Orientierung ursächlich sein. Die E nukleation und die damit verbundene Unsicherheit des Pferdes bieten außerdem eine schlüssige Erklärung für das verminderte Liegeverhalten postoperativ. Die deutlich reduzierte

Bewegungszeit laut HoofStep unterstützt die Annahme, dass das Tier postoperativ weniger Schmerzen spürte.

Man muss jedoch im Hinterkopf behalten, dass diese Zeiterhebung nur eine Momentaufnahme des Tieres darstellt. Um aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten, wäre es hilfreich, Werte über das Verhalten des Pferdes vor der Erkrankung zu haben.

Die Werte von H2 ergeben sich vermutlich aus den Haltungsbedingungen. Zum einen war die Raufuttergabe rationiert, zum anderen gab es nur zwei Fressplätze bei 17 Tieren und als eher rangniedrigeres Tier musste die Stute warten, bis sie an einen Fressplatz herantreten konnte. Wie schon in Kapitel 3.2.2 angesprochen, liegen rangniedrigere Pferde seltener als ranghohe und auch das Fehlen eines adäquaten Liegeplatzes dürfte ein Faktor sein. Verglichen mit H3 wurde die Stute außerdem seltener bewegt, somit kann angenommen, dass das Regenerationsbedürfnis bei H2 geringer war. Interessant ist außerdem, dass sich das Pferd nicht, bzw. nur sehr wenig, in Seitenlage legte. Ob dies wirklich so war oder es hier Fehler in der Datenerhebung gab, lässt sich nicht zweifelsfrei sagen. Da die Stute an den übrigen Tagen keinerlei Seitenlage zeigte, hält die Autorin eine Beeinflussung der Daten für wahrscheinlicher. Selbst unter Berücksichtigung der Datenlücke gab es Phasen bis zu über 48h, in denen die Stute sich nicht hinlegte. Die langen Stehphasen sollten nicht völlig ignoriert und die Haltungsbedingungen angepasst werden. Möglich wären außerdem orthopädische Probleme, da die Stute außerhalb des Trackingzeitraumes beim Aufstehen beobachtet werden konnte und hierbei verglichen mit gleichaltrigen Stuten länger brauchte.

Dass die Ruhewerte bei H3 deutlich höher waren als bei H2 kann unterschiedliche Ursachen haben. Zum einen wurde die Stute, wie bereits angesprochen, mehr bewegt als H2, zum anderen wurde die Stute geimpft und entwurmt, so dass ein Energiedefizit durch die Belastung des Immunsystems in Betracht gezogen werden kann. Ferner sind bei diesem Tier Hufprobleme bekannt, die Entlastung der Hufe durch mehr Liegen ist, ebenfalls eine mögliche, durchaus schlüssige Erklärung für die höhere Liegezeit. Darüber hinaus wurde H3 ranghöher als H2 eingestuft, was nicht nur die Differenzen in den Liegewerten erklären könnte, sondern auch die um gut 6% höhere Fresszeit, die wiederum auch mit dem erhöhten Energiebedarf einher gehen könnte.

Um jedoch verlässlichere Aussagen treffen zu können, wäre es sinnvoller, zukünftig weniger Variablen berücksichtigen zu müssen.

Bei allen drei beobachteten Pferden gab es Differenzen zwischen den beiden Trackingssystemen. Dies resultiert vermutlich daraus, dass teilweise unterschiedliche Verhaltensmuster beobachtet wurden. So wurde bei Trackener kein differenziertes time budget über die Nahrungsaufnahme erhoben, da die Futterpräsentation bei H2 und H3 in statischen Raufen stattfand. Es ist anzunehmen, dass sich diese Werte dem Stehen zugeschlagen wurden. Ferner liegt nahe, dass die Sensoren unterschiedlich sensibel und außerdem an unterschiedlichen Körperpositionen (HoofStep: Kopf, Trackener: Brustkorb) lokalisiert waren. Auffällig ist außerdem, dass die addierten Budgets nicht auf 60min pro Stunde kamen. Eine mögliche Erklärung dazu liefert die Publikation von Burla et.al. (2014). Diese gibt an, dass bei der Zusammenlegung und Speicherung von Daten keine neuen Daten erhoben werden können und es somit zu einem Verlust von in dieser Zeit auftretenden Ereignissen kommt. Außerdem sollte die Länge des Messintervalls berücksichtigt werden, wie schon in Kapitel 4.2 erläutert wurde.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Beobachtung dieser drei Pferde mittels Tracker zur Aufzeichnung von Zeitbudgets, einen soliden ersten Eindruck über die Messsysteme gaben, jedoch noch weitere, umfassendere Forschungen nötig sind, um allgemein gültige Aussagen treffen zu können. Dies betrifft insbesondere eine Validierung der Ergebnisse, beispielsweise mit Videoüberwachung, um die Genauigkeit der Zeitangaben zu validieren.

6 Ausblick

Mit nichtinvasiven Methoden, allen voran mit dem Tracking durch Bewegungssensoren, steht ein vielversprechender Ansatz zur Erhebung von Zeitbudgets zur Verfügung, der bei weiterer Forschung und Präzisierung der Geräte verschiedenste Möglichkeiten nicht nur in der Pferdemedizin, sondern auch in der Pferdehaltung bereithält.

Durch das Erheben von Zeitbudgets und dem damit verbundenen Wissen über das Verhalten von Tieren kann, sowohl allgemein, als auch individuell für jedes Tier, Rückschluss auf das Wohlbefinden des Pferdes gezogen und die Bedürfnisse entsprechend angepasst werden.

Durch Echtzeitanalyse und kurze Kommunikationswege wie mit dem Einsatz von Apps kann direkt gesehen werden, wenn etwas mit dem Pferd nicht stimmt und reagiert werden, beispielsweise mittels Anpassung der Schmerzmedikation bei operativen Eingriffen oder Krankheiten mit hohem Schmerzlevel. Außerdem kann der Einsatz von Bewegungssensoren zur Früherkennung z.B. von Lahmheiten eingesetzt werden, da sich das Bewegungsmuster ändert und asymmetrisch wird (Eerdekens et.al., 2020).

Außerdem kann durch die gewonnenen Daten, die dank steter Aufzeichnung immer umfangreicher und präziser werden, die Haltung des Pferdes angepasst und das Wohlbefinden gesteigert werden, beispielsweise wenn entdeckt wird, dass das Pferd in seinem Offenstall nicht zum Liegen kommt oder generelle Entwicklung in der Pferdehaltung notwendig sind.

Thompson et.al. (2018) sehen in der Lahmheitsdiagnostik durch Bewegungssensoren ferner die Möglichkeit, zukünftig auf Kameras oder Druckplatten verzichten zu können. Dies würde bedeuten, dass Lahmheiten nicht nur mit weniger Aufwand, sondern auch ortsunabhängig in der jeweiligen Umgebung des Pferdes erforscht werden können und so nicht nur weniger Stress für das Tier (durch Transport und/oder fremde Umgebung) entstehen würde, sondern auch unter realen Bedingungen untersucht werden können. Somit bieten Bewegungssensoren vielfältige Optionen zur Verbesserung der Pferdegesundheit und somit Steigerung des Tierwohls.

7 Zusammenfassung

Aus den vorangegangenen Erläuterungen dieser Forschungsarbeit lassen sich mehrere Erkenntnisse zusammentragen.

Mehr als die Hälfte des Tages verbringen Wildpferde und Pferde, die möglichst naturnah gehalten werden, mit der Nahrungssuche und -aufnahme, dies vorzugsweise mit kontinuierlicher, langsamer Bewegung im Schritt. Die übrige Zeit wird vorwiegend geruht und nur ein kleiner Anteil des Tages für andere Verhaltensweisen, wie gezielte Bewegung, Spielen, Sozial- oder Sexualverhalten und Trinken aufgewendet. Abweichungen von diesen Zeitbudgets lassen sich bei Wildpferden vor allem auf Alter, Jahres- bzw. Tageszeit und Umgebung zurückführen. Bei Hauspferden nimmt die Art der Haltung mit verschiedenen Aspekten wie Stallbau, Herdenkomposition und dem Fütterungsmanagement den größten Einfluss auf die Tagesgestaltung des Tieres und kann bei unbefriedigten Bedürfnissen gesundheitliche Probleme, wie Magengeschwüre oder psychische Probleme, wie unerwünschte reaktive Verhaltensweisen, beispielsweise Koppen oder Weben, auslösen.

Zu Erhebung dieser time budgets stehen verschiedene Möglichkeiten wie Beobachtung durch den Menschen, Videoaufzeichnung oder Tracking mit Sensoren zur Verfügung, welche nach derzeitigem Forschungsstand im Idealfall abhängig von der Forschungsfrage miteinander kombiniert werden sollten. Jedoch bietet das Tracking mit Bewegungssensoren das Potential, die Methode der Wahl zur Erhebung von Zeitbudgets zu werden. Ferner ergeben sich vielversprechende Optionen in der Verhaltensforschung, des Gesundheitsmanagements und der Pferdemedizin, jedoch sind noch intensivere Forschungen mit größerem Stichprobenumfang von Nöten.

8 Summary

From the previous explanations you can see, wild horses and horses kept under conditions close to nature, spend more than half of the day grazing and feeding, preferred in continuous, slow movement in walk. They spend the rest of their time resting and other behaviors such as forced moving, playing, social or sexual behavior and drinking. In wild horses divergencies of time budgets are primarily caused by age, time of the day and year or the environment. Time budgets of domestic horses are mostly influenced by different aspects of housing conditions like the construction of the barn, composition of the herd and feedingmanagement. Unfulfilled needs of the horse can result in physical problems such as gastric ulcers or psychological problems such as stereotypies like weaving or cribbing.

There are several methods for elevating those time budgets like observing trough humans, videotaping or tracking with activity sensors, which should be combined depending on the question of research, but tracking with activity sensors could be the method of choice in the future. Apart from that they offer broad options in behavioral research, healthmanagement and equine medicine itself, but further research has to be done with a bigger sample size.

9 Abkürzungsverzeichnis

Abb	Abbildung
ALT	Activity, lying time and temperature
bzw	beziehungsweise
ca	zirka
dt	deutsch
et al.	et aliquid
etc	et cetera
ggf	gegebenenfalls
GPS	Global Positioning System
h	Stunde
H1	Haflingerstute 1
H2	Haflingerstute 2
H3	Haflingerstute 3
i.d.R.	in der Regel
m ²	Quadratmeter
min	Minute
Tab	Tabelle
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
vs	versus
z.B.	zum Beispiel

10 Literaturverzeichnis

- Altmann J, 1974, Observational Study of Behavior, *Behavior* 49 (3/4), 227-267
- Altmann SA, Altmann J. 2003. The transformation of behaviour field studies. *Animal Behaviour*, 65 (3): 413–423. DOI 10.1006/anbe.2003.2115.
- Asher L, Collins LM, Ortiz-Pelaez A, Drewe JA, Nicol CJ, Pfeiffer DU. 2009. Recent advances in the analysis of behavioural organization and interpretation as indicators of animal welfare. *Journal of the Royal Society, Interface*, 6 (41): 1103–1119. DOI 10.1098/rsif.2009.0221.
- Bachmann M, Wensch-Dorendorf M, Hoffmann G, Steinhöfel I, Bothendorf S, Kemper N. 2014. Pedometers as supervision tools for mares in the prepartal period. *Applied Animal Behaviour Science*, 151: 51–60. DOI 10.1016/j.applanim.2013.11.014.
- Baumgartner M, Boisson T, Erhard MH, Zeitler-Feicht MH, 2020, Common Feeding Practices Pose A Risk to the Welfare of Horses When Kept on Non-Edible Bedding, *Animals : an open access journal from MDPI*, 10 (3). DOI 10.3390/ani10030411.
- Belling T.H. 1990. Sleep Patterns in the Horse. *Equine Practice* 12 (8), 22-27
- Benhajali H, Richard-Yris M-A, Leroux M, Ezzaouia M, Charfi F, Hausberger M. 2008. A note on the time budget and social behaviour of densely housed horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 112 (1-2): 196–200. DOI 10.1016/j.applanim.2007.08.007.
- Berger A, Scheibe KM, Eichhorn K, Scheibe A, Streich J, 1999, Diurnal and ultradian rhythms of behavior in a mare group of Przewalski horse (*Equus ferus przewalskii*), measured through one year under semi-reserve conditions, *Applied Animal Behavior Science*, 64, 1-17
- Bertolucci C, Giannetto C, Fazio F, Piccione G. 2008. Seasonal variations in daily rhythms of activity in athletic horses. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 2 (7): 1055–1060. DOI 10.1017/S1751731108002267.
- Bidder OR, Campbell HA, Gómez-Laich A, Urgé P, Walker J, Cai Y, Gao L, Quintana F, Wilson RP. 2014. Love thy neighbour: automatic animal behavioural classification of acceleration data using the K-nearest neighbour algorithm. *PLoS one*, 9 (2): e88609. DOI 10.1371/journal.pone.0088609.
- Boy V, Duncan P. 1979. Time-Budgets of Camargue Horses I. Developmental Changes in the Time-Budgets of Foals. *Behaviour*, 71 (3-4): 187–201. DOI 10.1163/156853979X00160.
- Boyd LE, 1988, Time Budgets of Adult Przewalski Horses: Effects of Sex, Reproductive Status and Enclosure, *Applied Animal Behavior Science*, 21, 19-39
- Boyd LE, 1991, The behavior of Przewalski's horses and its importance to their management, *Applied Animal Behavior Science*, 29, 301-318
- Boyd LE, 1998, The 24-h time budget of a takh harem stallion (*Equus ferus przewalskii*) pre- and post-reintroduction, *Applied Animal Behavior Science*, 60, 291-299

- Boyd LE, Bandi N, 2002, Reintroduction of takhi, *Equus ferus przewalskii*, to Hustai National Park, Mongolia: time budget and synchrony of activity pre- and post-release, *Applied Animal Behavior Science* 78, 87-102
- Boyd LE, Carbonaro DA, Houpt KA, 1988, The 24-hour Time Budget of Przewalski Horses, *Applied Animal Behavior Science*, 21, 5-17
- Brehme U, Stollberg U, Holz R, Schleusener T. 2008. ALT pedometer—New sensor-aided measurement system for improvement in oestrus detection. *Computers and Electronics in Agriculture*, 62 (1): 73–80. DOI 10.1016/j.compag.2007.08.014.
- Brooks C, Bonyongo C, Harris S. 2008. Effects of Global Positioning System Collar Weight on Zebra Behavior and Location Error. *Journal of Wildlife Management*, 72 (2): 527–534. DOI 10.2193/2007-061.
- Burla J-B, Ostertag A, Schulze Westerath H, Hillmann E. 2014. Gait determination and activity measurement in horses using an accelerometer. *Computers and Electronics in Agriculture*, 102: 127–133. DOI 10.1016/j.compag.2014.01.001.
- Caanitz H, O'Leary L, Houpt KA, Petersson K, Hintz H, 1991, Effect of exercise on equine behavior, *Applied Animal Behavior Science*, 31, 1-12
- Carson K, Wood-Gush D.G.M, 1983, Equine behavior: II. A review of the literature on feeding, eliminative and resting behavior, *Applied Animal Ethology*, 10, 179-190
- Chaplin SJ, Gretgrix L. 2010. Effect of housing conditions on activity and lying behaviour of horses. *Animal : an international journal of animal bioscience*, 4 (5): 792–795. DOI 10.1017/S1751731109991704.
- Chaya L, Cowan E, McGuire B. 2006. A note on the relationship between time spent in turnout and behaviour during turnout in horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 98 (1-2): 155–160. DOI 10.1016/j.applanim.2005.08.020.
- Chen KY, Bassett DR. 2005. The technology of accelerometry-based activity monitors: current and future. *Medicine and science in sports and exercise*, 37 (11 Suppl): S490-500. DOI 10.1249/01.mss.0000185571.49104.82.
- Chung ELT, Khairuddin NH, Azizan TRPT, Adamu L. 2018. Sleeping patterns of horses in selected local horse stables in Malaysia. *Journal of Veterinary Behavior*, 26: 1–4. DOI 10.1016/j.jveb.2018.03.014.
- Clegg HA, Buckley P, Friend MA, McGreevy PD. 2008. The ethological and physiological characteristics of cribbing and weaving horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 109 (1): 68–76. DOI 10.1016/j.applanim.2007.02.001.
- Cooke SJ, Hinch SG, Wikelski M, Andrews RD, Kuchel LJ, Wolcott TG, Butler PJ. 2004. Biotelemetry: a mechanistic approach to ecology. *Trends in ecology & evolution*, 19 (6): 334–343. DOI 10.1016/j.tree.2004.04.003.
- Crowell-Davis SL, 1994, Daytime rest behavior of the Welsh pony (*Equus caballus*) mare and foal, *Applied Animal Behavior Science*, 40, 19-210
- Dallaire A., 1986, Rest Behavior, *Veterinary Clinician of North America Equine Practice*, 2, 591-607

Duncan P, 1980, Time-Budgets of Camargue Horses: II. Time-Budgets of Adult Horses and Weaned Sub-Adults, *Behavior*, 72 (1), 26-49

Duncan P, 1985. Time-Budgets of Camargue Horses lii. Environmental Influences. *Behaviour*, 92 (1-2): 188–208. DOI 10.1163/156853985X00442.

Eerdekens A, Deruyck M, Fontaine J, Martens L, Poorter ED, Joseph W. 2020. Automatic equine activity detection by convolutional neural networks using accelerometer data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 168: 105139. DOI 10.1016/j.compag.2019.105139.

Ellis AD, Fell M, Luck K, Gill L, Owen H, Briars H, Barfoot C, Harris P. 2015 (a). Effect of forage presentation on feed intake behaviour in stabled horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 165: 88–94. DOI 10.1016/j.applanim.2015.01.010.

Ellis AD, Redgate S, Zinchenko S, Owen H, Barfoot C, Harris P. 2015 (b). The effect of presenting forage in multi-layered haynets and at multiple sites on night time budgets of stabled horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 171: 108–116. DOI 10.1016/j.applanim.2015.08.012.

von Engelhardt W (HG), Breves G, *Physiologie der Haustiere*, dritte Auflage, Stuttgart, Enke Verlag, 2010

Fader C., Sambraus H. H., 2004, Das Ruheverhalten von Pferden in Offenlaufställen. *Tierärztliche Umschau* 59, 320-327

Flannigan G, Stookey JM, 2002, Day-time time budgets of pregnant mares housed in tie stalls: a comparison of draft versus light mares, *Applied Animal Behavior Science*, 78, 125-143

Francis-Smith K, Carson RG, Wood-Gush DGM, 1982, A grazing recorder for horses- its design and use, *Applied Animal Ethology*, 8, 413-424

Giancoli DC, *Physik: Lehr- und Übungsbuch*, dritte Auflage, München, Pearson Studium, 2010

Gulbrandsen K, Herlin AH, 2015, The influence of housing system on voluntary activity of horses, In: XVII International Congress on Animal Hygiene 2015 Animal hygiene and welfare in livestock production- the first step to food hygiene, Kosice, 77-78

Hartman N, Greening LM. 2019. A Preliminary Study Investigating the Influence of Auditory Stimulation on the Occurrence of Nocturnal Equine Sleep-Related Behavior in Stabled Horses. *Journal of Equine Veterinary Science*, 82: 102782. DOI 10.1016/j.jevs.2019.07.003.

Heleski CR, Shelle AC, Nielsen BD, Zanella AJ, 2002, Influence of housing on weanling horse behavior and subsequent welfare, *Applied Animal Behavior Science*, 78, 291-302

Hoffmann G, Bockisch F.J., Kreimeier, P., 2009. Einfluss des Haltungssystems auf die Bewegungsaktivität und Stressbelastung bei Pferden in Auslaufhaltungssystemen, *Landbauforschung Volkenrode*. 59, 105–111.

Hoffmann G, Wagels E, Goossens L, Ammon C, Georg H, Feige K, 2012, Vergleichende Untersuchung von Anbindehaltung, Einzelboxenhaltung und Gruppenhaltung bei Pferden, *Pferdeheilkunde* 28 (6), 702-709

Houpt K A, Domestic Animal Behavior for Veterinarians and Animal Scientists, sechste Auflage, Hoboken, Wiley Blackwell, 2018

Houpt, KA, McDonnell, S.M., 1993. Equine stereotypies. The Compendium Continuing Education 15, 1265–1272

Houpt KA, O'Connell M.F., Houpt T.A., Carbonaro D.A., 1986 Night-time Behaviour of Stabled and Pastured Peri-Parturient Ponies. Behavioural Science 15: 103-111.

Houpt K.A., Eggleston A., Kunkle K., Houpt T.R., 2000 ,Effect of water restriction on equine behaviour and physiology, Equine Veterinary Journal 32 (4), 341-344

Kaseda Y 1983. Seasonal changes in time spent grazing and resting of Misaki horses. Japan Journal of Zootechnic Science 54, 464–469.

Ilchmann G (HG), Fachwörterbuch Veterinärmedizin Englisch Deutsch Französisch Russisch, erste Auflage, Berlin, Verlag Alexandre Hatier, 1993

Kiley-Worthington M, Pferdepsyche- Pferdeverhalten, erste Auflage, Rüschlikon-Zürich, Albert Müller Verlag AG, 1989

Kiley-Worthington M, 1990, The Behavior of Horses in relation to Management and Training-towards Ethologically Sound Enviroments, Equine Veterinary Science, 10 (1), 62-71

Klimov VV, 1988, Spatial-Ethological Organization of the Herd of Przewalski Horses (Equus przewalskii) in Askania-Nova, Applied Animal Behavior Science, 21, 99-115

Kwiatkowska-Stenzel A, Sowińska J, Witkowska D. 2016. The Effect of Different Bedding Materials Used in Stable on Horses Behavior. Journal of Equine Veterinary Science, 42: 57–66. DOI 10.1016/j.jevs.2016.03.007.

Lindberg J, Herlin AH, Michanek P, 2013, Use of accelerometer based motion registration (IceTag®) to study activity patterns in horses kept in two different housing systems, In: Precision Livestock Farming '13, Berckman D, Vandermeulen J (HG), Leuven, 291-298

Maisonpierre IN, Sutton MA, Harris P, Menzies-Gow N, Weller R, Pfau T. 2019. Accelerometer activity tracking in horses and the effect of pasture management on time budget. Equine veterinary journal, 51 (6): 840–845. DOI 10.1111/evj.13130.

Mal ME, Friend TH, Lay DC, Vogelsang SG, Jenkins OC, 1991, Behavioral responses of mares to short-term confinement and social isolation, Applied Animal Behavior Science, 31, 13-24

Martin P, Bateson P, Measuring Behavior- An Introductory Guide, dritte Auflage, Cambridge, Cambridge University Press, 2007

McCall CA, Potter GD, Kreider JL, 1985 Locomotor, vocal and other behavioral responses to varying methods of weaning foals, Applied Animal Behavior Science, 14, 27-35

McCann JS, Heird JC, Bell RW, Lutherer LO, 1988, Normal and more Highly Reactive Horses. I.Heart Rate, Respiration Rate and Behavioral Observations, Applied Animal Behavior Science, 19, 201-214

McDonnell SM, Freeman DA, Cymbaluk NF, Schott II HC, Hinchcliff K, Kyle B. 1999, Behavior of stabled horses provided continuous or intermittent access to drinking water. *American Journal of Veterinary Research*, 60 (11), 1451-1456.

McGreevy P, *Equine Behavior A Guided for Veterinarians and Equine Scientists*, zweite Auflage, Edinburgh, Elsevier, 2012

Meisjord Jørgensen GH, Bøe KE. 2007. A note on the effect of daily exercise and paddock size on the behaviour of domestic horses (*Equus caballus*). *Applied Animal Behaviour Science*, 107 (1-2): 166–173. DOI 10.1016/j.applanim.2006.09.025.

Mills DS, Eckley S, Cooper JJ. 2000. Thoroughbred bedding preferences, associated behaviour differences and their implications for equine welfare. *Animal Science*, 70 (1): 95–106. DOI 10.1017/S1357729800051638.

Mills, Daniel & McDonnell, Sue (HG), *The Domestic Horse*, erste Auflage, Cambridge, Cambridge University Press, 2005

Morrison R, Sutton DGM, Ramsøy C, Hunter-Blair N, Carnwath J, Horsfield E, Yam PS. 2015. Validity and practical utility of accelerometry for the measurement of in-hand physical activity in horses. *BMC veterinary research*, 11: 233. DOI 10.1186/s12917-015-0550-2.

Ninomiya S, Sato S, Kusunose R, Mitumasu T, Obara Y. 2007. A note on a behavioural indicator of satisfaction in stabled horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 106 (1-3): 184–189. DOI 10.1016/j.applanim.2006.06.011.

Ogilvie-Graham TS, 1994, *Time budget studies in stalled horses [Dissertation]*, Edinburgh, The University of Edinburgh

Pedersen GR, Søndergaard E, Ladewig J. 2004. The influence of bedding on the time horses spend recumbent. *Journal of Equine Veterinary Science*, 24 (4): 153–158. DOI 10.1016/j.jevs.2004.03.013.

Piccione G, Giannetto C, Marafioti S, Casella S, Fazio F, Caola G. 2011. Daily rhythms of rectal temperature and total locomotor activity in trained and untrained horses. *Journal of Veterinary Behavior*, 6 (2): 115–120. DOI 10.1016/j.jveb.2010.11.003.

Pritchett LC, Ulibarri C, Roberts MC, Schneider RK, Sellon DC, 2003, Identification of potential physiological behavioral indicators of postoperative pain in horses after exploratory celiotomy for colic, *Applied Animal Behavior Science*, 80, 31-43

Raabymagle P, Ladewig J, 2006, Lying Behavior in Horses in Relation to Box Size, *Journal of Equine Veterinary Science*, 10 (1), 11-17

Ralston SL, Van den Boek G, Baile CA, 1979, Feed Intake Patterns and Associated Blood Glucose, Free Fatty Acid and Insulin Changes in Ponies, *Journal of Animal Science*, 49, 838-845

Ransom J.I., Cade B.S., 2009, *Quantifying Equid Behavior- A Research Ethogramm for Free-Roaming Feral Horses*, U.S. Geological Survey, Reston

Ravi D, Wong C, Lo B, Yang G-Z. 2017. A Deep Learning Approach to on-Node Sensor Data Analytics for Mobile or Wearable Devices. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, 21 (1): 56–64. DOI 10.1109/JBHI.2016.2633287.

Riemann Pedersen G, Søndergaard E, Ladewig J, 2004, The Influence of Bedding on the Time Horse Spend Recumbent, *Journal of Equine Veterinary Science*, 24 (4), 153-158

Rose- Meierhöfer S, Hoffmann G, Standke K, 2009, Effect of different group sizes on activity, lying and social behavior of young horses In:Briese A, Claus M, Hartung J, Springorum A (HG) XIV ISAH Congress Sustainable animal husbandry: prevention is better than cure innovations in hygiene, nutrition and housing for healthy food from healthy animals, University of Veterinary Medicine Hannover, Vechta, Germany. First. ed. Brno: Tribun EU, XII S., S. 555 - 1097.

Rose-Meierhöfer S, Klaer S, Ammon C, Brunsch R, Hoffmann G, 2010, Activity Behavior of Horses Housed in Different Open Barn Systems. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30 (11): 624–634. DOI 10.1016/j.jevs.2010.10.005.

Rubenstein D.I. 1981. Behavioral ecology of island feral horses. *Equine Veterinary Journal* 13, 27-34

Salter RE, Hudson RJ, 1979, Social Organisation of Feral Horses in Western Canada *Journal of Range Management*, 32 (3), 221-225

Sarrafschi A., 2012, Equine Stereotypic Behavior as Related to Horse Welfare [Master Thesis], Linköping, University of Linköping

Scheibe KM, Schleusner T, Berger A, Eichhorn K, Langbein J, Dal Zotto L, Streich WJ, 1998, ETHOSYS(R)- new system for recording and analysis of behavior of free-ranging domestic animals and wildlife, *Applied Animal Behavior Science*, 55, 195-211

Sigurjonsdottir H, Thorhallsdottir AG, Hafthorsdottir HM, Granquist SM. 2012. The Behaviour of Stallions in a Semiferal Herd in Iceland: Time Budgets, Home Ranges, and Interactions. *International Journal of Zoology*, 2012 (1): 1–7. DOI 10.1155/2012/162982.

Skiff Hogan E, Houpt KA, Sweeney K, 1988, The Effect of Enclosure Size on Social Interactions and Daily Activity Patterns of the Captive Asiatic Wild Horse (*Equus przewalskii*), *Applied Animal Behavior Science*, 21, 147-168

Souris AC, Kaczensky P, Julliard R, Walzer C. 2007. Time budget-, behavioral synchrony- and body score development of a newly released Przewalski's horse group *Equus ferus przewalskii*, in the Great Gobi B Strictly Protected Area in SW Mongolia. *Applied Animal Behaviour Science*, 107 (3-4): 307–321. DOI 10.1016/j.applanim.2006.09.023.

Sutton GA, Dahan R, Turner D, Paltiel O. 2013. A behaviour-based pain scale for horses with acute colic: scale construction. *Veterinary journal (London, England : 1997)*, 196 (3): 394–401. DOI 10.1016/j.tvjl.2012.10.008.

Sweeting MP, Houpt KA, 1987, Water Consumption and Time Budgets of Stabled Pony (*Equus caballus*) Geldings, *Animal Behavior Science*, 17, 1-7

Sweeting MP, Houpt CE, Houpt KA. 1985. Social facilitation of feeding and time budgets in stabled ponies. *Journal of animal science*, 60 (2): 369–374. DOI 10.2527/jas1985.602369x.

Thompson CJ, Luck LM, Keshwani J, Pitla SK, Karr LK. 2018. Location on the Body of a Wearable Accelerometer Affects Accuracy of Data for Identifying Equine Gaits. *Journal of Equine Veterinary Science*, 63: 1–7. DOI 10.1016/j.jevs.2017.12.002.

Van Dierendonck MC, Wallis de Vries M, 1996, Ungulate Reintroductions: Experiences with the Takhi or Przewalski Horse (*Equus ferus przewalskii*) in Mongolia, *Conservation Biology* 10 (3), 729-740

Van Dierendonck MC, Bandi N, Batdorj D, Dügerlham S, Munkhtsog B, 1996, Behavioral observations of reintroduced Takhi or Przewalskii in Mongolia, *Applied Animal Behavior Science*, 50, 95-114

Waring, George H., *Horse Behavior*, erste Auflage, Park Ridge, Noyes Publications, 1983

Werhahn H, Hessel EF, Bachhausen I, van den Weghe HFA. 2010. Effects of Different Bedding Materials on the Behavior of Horses Housed in Single Stalls. *Journal of Equine Veterinary Science*, 30 (8): 425–431. DOI 10.1016/j.jevs.2010.07.005.

Werhahn H, Hessel EF, Schulze H, van den Weghe HFA. 2011. Temporary Turnout for Free Exercise in Groups: Effects on the Behavior of Competition Horses Housed in Single Stalls. *Journal of Equine Veterinary Science*, 31 (7): 417–425. DOI 10.1016/j.jevs.2011.01.006.

Whisher L, Raum M, Pina L, Pérez L, Erb H, Houpt C, Houpt K. 2011. Effects of environmental factors on cribbing activity by horses. *Applied Animal Behaviour Science*, 135 (1-2): 63–69. DOI 10.1016/j.applanim.2011.09.001.

Winskill LC, Waran NK, Young RJ, 1996, The effect of a foraging device (a modified Edinburgh Football) on the behavior of the stabled horse, *Applied Animal Behavior Science*, 48, 25-35

Xia C, Liu W, Xu W, Yang W, Xu F, Blank D, 2013, Diurnal Time Budgets and Activity Rhythm of the Asiatic Wild ass *Equus hemionus* in Xinjiang, Western China, Pakistan *Journal of Zoology*, 45 (5), 1241-1248

Yang C-C, Hsu Y-L. 2010. A review of accelerometry-based wearable motion detectors for physical activity monitoring. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 10 (8): 7772–7788. DOI 10.3390/s100807772.

Yarnell K, Hall C, Royle C, Walker SL. 2015. Domesticated horses differ in their behavioural and physiological responses to isolated and group housing. *Physiology & behavior*, 143: 51–57. DOI 10.1016/j.physbeh.2015.02.040.

Zeitler-Feicht M H, *Handbuch Pferdeverhalten*, zweite Auflage, Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag, 2008

Zeitler-Feicht MH, Prantner V, 2000, Liegeverhalten von Pferden in Gruppenauslaufhaltung. *Archiv der Tierzucht Dummerstorf* 43, 327-335

Internetquellen:

Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (Deutschland), Leitlinien zur Pferdehaltung, zuletzt aufgerufen am 25.09.20:

https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Tiere/Tierschutz/Gutachten-Leitlinien/HaltungPferde.pdf;jsessionid=A6696E718C6C62F97C23F5B59162AA49.internet2832?__blob=publicationFile&v=3

Digitanimal, zuletzt aufgerufen am 25.09.20:
<https://digitanimal.com/?lang=en>

Hoofstep, zuletzt aufgerufen am 05.10.20:
<https://www.hoofstep.com/>

Icerobotics, zuletzt aufgerufen am 25.09.20:
<https://www.icerobotics.com/researchers/>

Landesgesetzblatt für Wien, zuletzt aufgerufen am 25.09.20:
<https://www.wien.gv.at/recht/landesrecht-wien/landesgesetzblatt/jahrgang/1999/html/lg1999051.htm>

Nightwatch Smarthalter, zuletzt aufgerufen am 05.10.20:
<https://www.smarthalter.com/>

Rechtsvorschrift 1. Tierhaltungsverordnung, zuletzt aufgerufen am 25.09.20:
<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20003820>

Standard operating procedure for time budget, University of Stanford, zuletzt aufgerufen am 25.09.20:

<https://web.stanford.edu/group/compmed/cgi-bin/Standard%20operating%20procedure%20for%20time%20budget.php>

Tierschutzbund Deutschland zu Anbindehaltung bei Pferden:

<https://www.tierschutzbund.de/information/hintergrund/heimtiere/pferde/anbindehaltung-von-pferden/>

Trackener, zuletzt aufgerufen am 05.10.20:
<https://www.trackener.com/en/>

11 Abbildungs-/Tabellenverzeichnis

Abb. 1 Zeitbudgets von Pferden in verschiedenen Habitaten (Kiley- Worthington, 1989).....	27
Abb. 2 Anbringung der Überwachungssysteme.....	40
Tab.1 Methoden zur Stichprobenerhebung, übernommen und übersetzt aus Altmann (1974)	3
Tab.2 Zusammenfassung der häufigsten Verhaltensweisen, übersetzt und adaptiert nach Ogilvie-Graham (1994).....	8
Tab.3 Überblick über unterschiedliche time budgets bei Hauspferden.....	16
Tab.4 Übersicht über die unterschiedlichen Sensoren zum Activity Tracking.....	32
Tab.5 Übersicht der Ergebnisse von H1.....	41
Tab.6 Übersicht der Ergebnisse von H2.....	42
Tab.7 Übersicht der Ergebnisse von H3.....	43