

Aus dem Institut
für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen
der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

Nicht-invasive Methoden zur Beurteilung von Tierschutzaspekten und Wohlbefinden bei Wildtieren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doctor medicinae veterinariae (Dr. med. vet.)
durch die Veterinärmedizinische Fakultät
der Universität Leipzig

eingereicht von
Enrico Baßler
aus Erfurt

Leipzig, 2022

Mit der Genehmigung der Veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig

Dekan: Prof. Dr. Dr. Thomas Vahlenkamp

Betreuer: Prof. Dr. Uwe Truyen

Gutachter: Prof. Dr. Uwe Truyen, Institut für Tierhygiene und Öffentliches
Veterinärwesen, Leipzig

Prof. Dr. Dr. Michael Erhard, Lehrstuhl für Tierschutz,
Verhaltenskunde, Tierhygiene und Tierhaltung, München

Tag der Verteidigung: 14.12.2021

Inhaltsverzeichnis:

1.	Einleitung	1
2.	Literaturübersicht	2
2.1	Tierschutzaspekte, Wohlbefinden und die „Five Domains“	2
2.2	Nicht-invasive Methoden zur Beurteilung von Wohlbefinden und Stress	5
	a) Body Condition Score:	5
	b) Cortisolmetabolitebestimmung aus Kot, Harn, Speichel und Haaren:	5
	c) Verhaltensanalysen:	8
3.	Material	11
4.	Methoden	11
5.	Ergebnisse	14
5.1	Elefanten (<i>Elephantidae</i>)	14
5.2	Herrentiere (<i>Primates</i>)	19
5.2.1	Menschenaffen (<i>Hominidae</i>)	19
5.2.2	Krallenaffen & Totenkopffaffen (<i>Cebidae</i>)	24
5.2.3	Paviane & Rhesusaffen (<i>Cercopithecidae</i>)	27
5.3	Raubtiere (<i>Carnivora</i>)	32
5.3.1	<i>Felidae</i> : Großkatzen (<i>Pantherinae</i>) und Kleinkatzen (<i>Felinae</i>)	32
5.3.2	Hyänen (<i>Hyaenidae</i>)	39
5.3.3	Hunde (<i>Canidae</i>)	40
5.3.4	Bären (<i>Ursidae</i>)	45
5.4	Unpaarhufer (<i>Perissodactyla</i>)	51
5.4.1	Pferde (<i>Equidae</i>)	51
5.4.2	Tapire (<i>Tapiridae</i>)	55
5.4.3	Nashörner (<i>Rhinocerotidae</i>)	59
5.5	Paarhufer (<i>Artiodactyla</i>)	63
5.5.1	Schweine (<i>Suidae</i>) und Pekaris (<i>Tayassuidae</i>)	63
5.5.2	Hirsche (<i>Cervidae</i>)	70

5.5.3	Hornträger (<i>Bovidae</i>)	75
5.5.4	Giraffen und Okapis (<i>Giraffidae</i>).	81
6.	Diskussion.....	84
7.	Zusammenfassung.....	91
8.	Summary	93
9.	Literatur.....	95
10.	Danksagung.....	123

Abbildungsverzeichnis:

Abbildung 1: Five Domains nach MELLOR 2015	3
Abbildung 2: Sekretion von Glukokortikoiden im Körper nach PALME 2019	6
Abbildung 3: Modell einer Verhaltensbiologischen Arbeit Quelle: Themenheft Zoo Hannover 2016, Anhang 3.	9
Abbildung 4: Suchbegriffe Literaturrecherche	13
Abbildung 5: BCS Beurteilung Elefant (<i>Loxodonta africana</i>) nach FERNANDO 2009.....	15
Abbildung 6: BCS Schimpanse (<i>Pan troglodytes</i>) nach NUNAMAKER et. al. 2012	20
Abbildung 7: abnormale Verhaltensweisen von Schimpansen (<i>Pan ssp.</i>) nach HOWELL et al. 2002.....	23
Abbildung 8: Pavianunterarten und dessen Verbreitung nach FISCHER et. al. 2017.....	27
Abbildung 9: BCS Rhesusaffen (<i>Macaca mulatta</i>) nach CLINGERMAN 2005	28
Abbildung 10: Abnormale Verhaltensweisen bei Rhesusaffen (<i>Macaca mulatta</i>) nach LUTZ 2013	31
Abbildung 11: BCS Hauskatze (<i>Felis catus</i>) nach LAFLAMME 1997	33
Abbildung 12: <i>Feline</i> Body condition Guidelines AZA 2019.....	33
Abbildung 13: BCS eins Löwe (<i>Panthera leo</i>) nach TREIBER 2019.....	34
Abbildung 14: BCS neun Löwe (<i>Panthera leo</i>) nach TREIBER 2019	34
Abbildung 15: BCS (<i>Panthera leo</i>) nach HENNRAD 2007	35
Abbildung 16: künstlich induzierte Stressoren beim Puma (<i>Puma concolor</i>) nach BONIER et. al. 2004.....	37
Abbildung 17: BCS Haushund (<i>Canis lupus familiaris</i>) von 2013 nach https://www.wsava.org/ Stand Juli 2019.....	41
Abbildung 18: BCS eins und fünf von Polarfuchs (<i>Alopex lagopus</i>) nach KEMPE et. al. 2009	42
Abbildung 19: Bärenarten dieser Welt, Übersicht vom Zoo Nyiregyhaza, Stand 23.09.2019	45
Abbildung 20: BCS- Eisbären (<i>Ursus maritimus</i>) nach STIRLING et al. 2008.....	46
Abbildung 21: BCS fünf nach STIRLING et al. 2008 Bild von https://www.br.de/radio/bayern2/sendungen/iq-wissenschaft-und-forschung/eisbaeren- klimawandel-100.html Stand 01.10. 2019	47
Abbildung 22: BCS drei nach STIRLING et al. 2008 Bild von https://www.tagesschau.de/ausland/norilsk-eisbaer-103.html Stand: 19.06.2019.....	47
Abbildung 23: BCS eins nach STIRLING et al. 2008 von http://www.pi-news.net/2019/06/die- bild-maer-vom-sterbenden-eisbaeren/ Kerstin Langenberger Stand Juni 2019.....	47
Abbildung 24: BCS Beurteilung Kragenbär (<i>Ursus thibetanus</i>) nach AZA Bear Taxon Advisory Group 2019	48

Abbildung 25: BCS beim Pferd (<i>Equus caballus</i>) nach WRIGHT et. al. 1998.....	52
Abbildung 26: links oben Bergtapir, rechts oben Flachlandtapir, links unten mittelamerikanischer Tapir und rechts unten Schabrackentapir nach THOISY et al. 2014.....	56
Abbildung 27: BCS Einteilung Schabrackentapir (<i>Tapirus indicus</i>) und Flachlandtapir (<i>Tapirus terrestris</i>) nach CLAUSS et. al. 2009	57
Abbildung 28: BCS vom mittelamerikanischen Tapir (<i>Tapirus bairdii</i>) nach PÉREZ-FLORES et al. 2016.....	57
Abbildung 29: BCS eins bis fünf des Panzernashorns (<i>Rhinoceros unicornis</i>) nach HEIDEGGER et. al. 2016.....	60
Abbildung 30: BCS eins (dünn) rechts fünf (adipös) für Spitzmaulnashorn (<i>Diceros bicornis</i>) nach ADCOCK und EMSLIE 2013.....	60
Abbildung 31: BCS für Hängebauchschweine WILBURS 2005 https://cochonsminiatures.com/en/final-size/ am 20.05.2019.....	64
Abbildung 32: BCS SAUEN von Caudal nach KLAUSING 2003	65
Abbildung 33: Wildschwein (<i>Sus scrofa</i>)	66
Abbildung 34: Warzenschwein (<i>Phacochoerus africanus</i>) von Paul Mannix 16.02.2007.....	66
Abbildung 35: Hirscheber (<i>Babyousa celebensis</i>) von Masteraah 28.1.2007	66
Abbildung 36: Pinselohrschwein (<i>Potamochoerus porcus</i>) im Zoo Duisburg Foto einfügt am 10.05.2019.....	66
Abbildung 37: Halsband Pekari (<i>Pecari tajacu</i>) von I. Chrumps am 24.06.2007.....	66
Abbildung 38: Visaya Pustelschwein (<i>Sus cebifrons</i>) aus der Berliner Tageszeitung von 12.04.2018, 11:50 Uhr https://www.tagesspiegel.de/gesellschaft/berliner-schnauzen-visayas-pustelschwein-berlin-hat-poldi-gutgetan/21146762.html	66
Abbildung 39: BCS Beurteilung Wapiti (<i>Cervus canadensis</i>) Purina Animals Stand Februar 2019 https://www.purinamills.com/deer-feed/education/detail/body-condition-score-for-deer	70
Abbildung 40: BCS Beurteilung Rotwild (<i>Cervus elaphus</i>) nach RINEY 1960.....	71
Abbildung 41: BCS Rotwild (<i>Cervus elaphus</i>) und Wapiti (<i>Cervus canadensis</i>) nach AUDIGE 1998.....	72
Abbildung 42: BCS Elch (<i>Cervus canadensis</i>) 5,3,1 nach Alberta Argiculte and Forestry / Kanada Stand 2019.....	72
Abbildung 43: BCS Milchrind (<i>Bos taurus</i>) nach EDMONSON 1989.....	76
Abbildung 44: BCS Beurteilungspunkte Milchrind (<i>Bos taurus</i>) der Firma Bayer, Stand August 2018.....	76
Abbildung 45: BCS Bison (<i>Bos bison</i>) nach ZIELKE 2018.....	77
Abbildung 46: BCS Duiker (<i>Cephalophini</i>) vom Themenpark Disney`s Animal Kingdom 2005..	77

Abbildung 47: BCS Bongo (<i>Tragelaphus eurycerus</i>) vom Themenpark Disney's Animal Kingdom 2005.....	78
Abbildung 48: BCS Elenantilope (<i>Taurotragus oryx</i>) vom Themenpark Disneys Animal Kingdom 2005.....	78
Abbildung 49: BCS Okapi (<i>Okapia johnstoni</i>) Themenpark Disney's Animal Kingdom Florida 2005.....	82
Abbildung 50: BBC nach Baßler 2021	84

Abkürzungsverzeichnis:

ACTH-Achse		Adrenocorticotropin-Achse
AK		Antikörper
AZA		Association of Zoos and Aquariums
BBC		Body Condition Score, Behavior, Cortisolmetabolite
BCS		Body Condition Scores
BMEL		Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
CRH		Corticotropinreleasinghormon
DNA		Desoxyribonukleinsäure
EIA		Elisa-linked-immunoresorbent-Assay
FBN		Leibniz-Institut für Nutztierbiologie
FCM		Faecal cortisol metabolites
ggf.		gegebenen Falles
ggr.		geringgradig
GPS		Global Positioning System
HCM		Hair cortisol metabolites
hgr.		hochgradig
IPI		Integrated Play Index
LC		Liquidchromatographie
MS		Massenspektrometrie
mgr.		mittelgradig
RIA		Radioimmunoassay
SCM		Salivary cortisol metabolites
u.v.m.		und vieles mehr
UCM		Urinary cortisol metabolites
WAZA		World Association of Zoos and Aquariums
WSAVA		World Small Animal Veterinary Association
z. B.		zum Beispiel
Ssp.		Sub spezies
%		Prozent

1. Einleitung

Tierschutzaspekte und das Wohlbefinden von in menschlicher Obhut gehaltenen Wildtieren ist ein oft diskutiertes Thema in der modernen Zootierhaltung. Belange der Öffentlichkeit und das Anliegen jeder Tierhaltung, das Wohlbefinden ihrer gehaltenen Schützlinge zu gewährleisten sind allgegenwärtig. Auf der anderen Seite wollen zoologische Einrichtungen permanent das höchste Maß an Tierschutz praktizieren und müssen sich ökonomischen Aspekten im Alltag stellen.

Überwachung des Wohlbefindens und einhergehende Gesundheitsprophylaxe sind oftmals mit Narkosen und dadurch bedingten erhöhten Stresspegeln verbunden. Solche Untersuchungen gehen mit Verletzungsrisiko für das Personal, als auch das Tier einher. Die World Association of Zoo and Aquariums (WAZA) postulierte die „5 Domains“ nach MELLOR 2015 als Aushängeschild für gute Tierhaltung und Wohlbefinden und sollen bei der Absicherung einer tierart- und tierschutzgerechten Haltung implementiert werden.

Nicht invasive Methoden geben modernen Haltungseinrichtungen Werkzeuge für die Evaluierung und Überwachung des Wohlbefindens ihrer Tierarten in die Hand. Somit können Hinweise auf Erkrankungen und weitere Parameter, die das Wohlbefinden tangieren, ohne Beeinflussung des Tieres registriert werden. Eine breitgefächerte Literaturrecherche von über 1000 Literaturquellen sollte die wichtigsten nicht invasiven Verfahren zusammentragen, Vor- und Nachteile, als auch Kombinationsmöglichkeiten für fünf Tierartengruppen und deren Vertreter aufzeigen. Dazu gehören Elefanten, Primaten, Raubtiere, Unpaarhufer und Paarhufer, welche weiter aufgefächert in der Gliederung zu finden sind. Insgesamt wurden über 80 Tierarten betrachtet und drei nicht invasive Methoden für die Überwachung und Beurteilung des Wohlbefindens und/oder Stress am häufigsten betrachtet. Dazu gehören Body Condition Score, Cortisolmetaboliteanalysen und Verhaltensbeobachtungen. Lücken und Grenzen der Methoden zu nennen und zu wissen, sind wichtig, um für noch nicht evaluierte Tierarten die beste Kombination an nicht invasiver Überwachung des Wohlbefindens zu planen und zu gewährleisten. Abschließend werden weiterführende Ideen für noch nicht etablierte Methoden bei einigen Tierarten gegeben und sollen so das Wissenschaftsgebiet ergänzen. Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass die Aussage einer einzelnen Methode nicht zielführend sein wird, sondern die Kombination schlussendlich gute Untersuchungsergebnisse bieten kann und somit für zoologische Gärten und andere Haltungssysteme praktikabel ist. So stehen zukünftigen Untersuchern ein breites Spektrum an etablierten Methoden zur Überwachung von Wohlbefinden zur Verfügung und sind mit Sicherheit Zootierärzten eine gute Hilfe.

2. Literaturübersicht

2.1 Tierschutzaspekte, Wohlbefinden und die „Five Domains“

Aus dem Tierschutzgesetz §1 geht hervor, dass wir Menschen Verantwortung für das Tier als Mitgeschöpf, dessen Leben und sein Wohlbefinden haben und dieses schützen müssen. Ebenso darf niemand einem Tier ohne vernünftigen Grund Schmerzen, Leid oder Schäden zufügen. Zoologische Einrichtungen und andere Haltungseinrichtungen stehen daher in der direkten Pflicht, Wohlbefinden zu überwachen und zu verbessern. Nicht invasive Methoden sollen Hinweise auf Unwohlsein, Stress, Schmerz und Leiden aufzuzeigen (HOFER et al. 1998). Ebenfalls können nicht invasive Methoden angewendet werden, ohne die Tiere zu beeinflussen (BELEW et al. 1999). In vielen Betrachtungen von Tierschutz und Wohlbefinden werden die fünf Freiheiten erwähnt, welche fortlaufend weiter aufgeführt werden. Diese wurden in den letzten 20 Jahren in Frage gestellt. Da die Freiheit von Hunger und Durst, haltungsbedingten Beschwerden, Angst & Stress, zum Ausleben der normalen Verhaltensmuster, von Schmerz, Verletzungen und Krankheiten in der modernen Tierhaltung nicht ausgeschlossen werden kann und Neuerungen bedarf (MELLOR 2016). Einzelne Aspekte sind für das Überleben im natürlichen Lebensraum von Entscheidung. Weiterführende Forschungen führten zur Postulierung der „5 Domains“ (MELLOR et al. 2015).

Stress gänzlich zu vermeiden, ist unrealistisch und in der Wildbahn nicht möglich, auch wenn Tiere probieren ihn zu umgehen (MELLOR 2016). In menschlicher Obhut können wir auf viele Teilbereiche, die das Wohlbefinden beeinflussen Einfluss nehmen wie Ernährung, Gruppenzusammenstellung, Beschäftigung, Lebensraum und Haltung dadurch können wir gezielt das Stresslevel senken. Somit tragen die Entscheidungen der Menschen zum Wohlbefinden der Tiere bei. Stress bezeichnet einen Zustand, der durch bestimmte exogene Reize (Stressoren) psychische und physische Reaktionen bei Tieren hervorruft. Diese Reaktionen dienen zur Bewältigung besonderer Anforderungen, unter anderem auch körperliche und geistige Belastung (CHROUSOS et al. 1992).

Die „Five Domains“ sollen bei der Beurteilung von Wohlbefinden in zoologischen Einrichtungen helfen (BARBER 2009). In den verschiedenen Teilbereichen finden sich Ansätze für optimale Tier- und Umweltbedingungen. Die fünf Teilbereiche der „5 Domains“ sind in Abbildung 1 zu sehen.

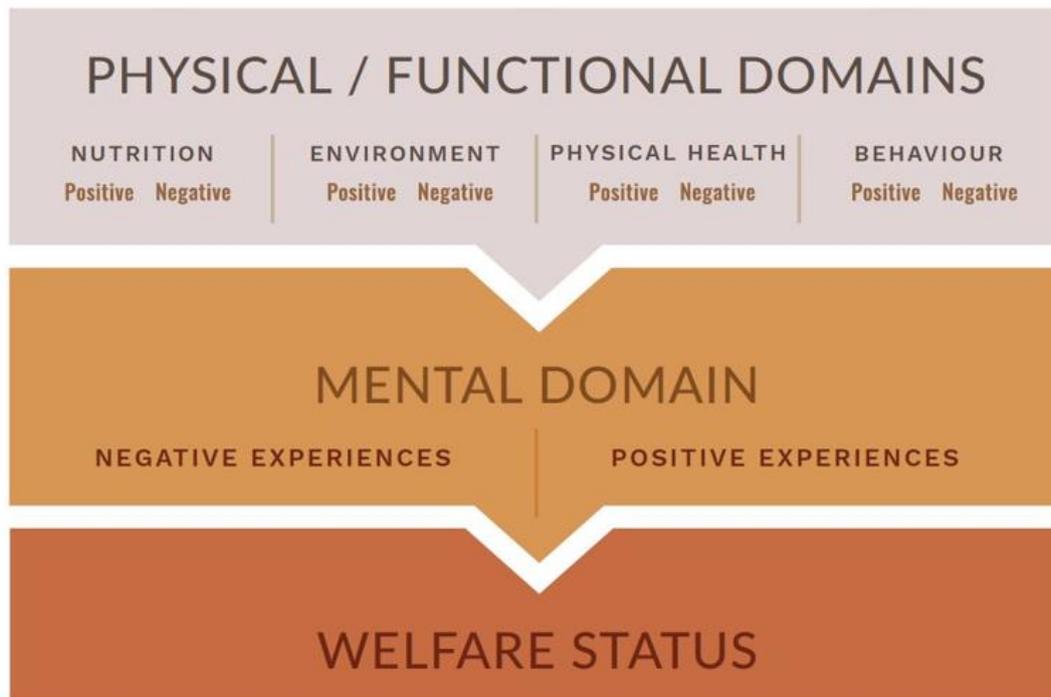


Abbildung 1: Five Domains nach MELLOR 2015

Zu den Bereichen gehören siehe Abbildung 1:

- 1.) Ernährung: Nachteilige Ernährungsmethoden können zur Unter- oder Überversorgung führen, als auch eine einseitige oder fehlerhafte Ernährung sein. Eine zeitliche Karenz von Nahrungsmitteln kann sich nachteilhaft auswirken, auf der anderen Seite ist eine Ad Libitum Fütterung in einigen Fällen auch nicht sinnvoll. Schlecht zusammengestellte Ernährungspläne können zu Mangel- und/oder Überversorgung von Nährstoffen, Vitaminen oder Mineralien führen.
- 2.) Umwelt: Die Umwelt (das Gehege) sollte an die Tierart und deren Bedürfnisse angepasst sein. Schlechte Bedingungen haben Einfluss auf das Wohlbefinden. Bei nicht Ausleben natürlicher Verhaltensweisen kann es zu abnormem Verhalten kommen (Kurt F. et al. 2001; MARINATH et al. 2019; RICHTER 2004). Hinweise zu den Mindestanforderungen von Tierhaltungen in Deutschland befinden sich im Säugetiergutachten des BMEL Stand 07.05. 2014. Umwelt und Gehegegestaltung bereichert das Verhalten und die Gesundheit eines Lebewesens, es bietet Beschäftigung, Interaktionen und Wahlmöglichkeiten, um Artgenossen und/oder unangenehmen Situationen aus dem Weg zu gehen. Die Gestaltung eines Geheges kann auch direkten Einfluss auf die Gesundheit und das Wohlbefinden haben. Wie die Untergrundgestaltung für die Fußballengesundheit bei Elefanten (HOBY et al. 2015; BOYLE et al. 2015; CLUBB et al. 2003).
- 3.) Physische Gesundheit: Körperliche Gesundheit ist ein Indikator für Verletzungen und/oder Erkrankungen, die von außen durch geschultes Personal schnell wahrgenommen werden können.

Wie z.B. Verletzungen, Lahmheit, Abbau von Körpersubstanz, Verschlechterung des Fells usw. Bei einigen Wildtierarten ist die Besonderheit zu nennen, dass Krankheiten lange Zeit unerkant bleiben. Wildtiere wollen z.B. Rankämpfen in der Herde aus dem Weg gehen. Ebenfalls sind bei potentiellen Beutetieren Anzeichen von Krankheiten bei Prädatoren ein deutlicher Hinweis auf die Verletzbarkeit (CARLSTEAD et al. 2013). Behandlung als auch Diagnostik bei Zoo- und Wildtieren ist mit erhöhtem Stress, Gefahr für das Personal und Aufwand für die Überwachung verbunden (BELEW et al. 1999). Verletzungen sind meist offensichtlich, auf der anderen Seite sind innere Erkrankungen wie Stoffwechselprobleme und oder sonstige Erkrankungen schwer ohne Diagnostik zu erkennen. Nicht invasive Methoden zur Beurteilung von Wohlbefinden können erste Anzeichen geben und bieten Zoopersonal und Tierärzten Möglichkeiten und Methoden zur „Früh“ Warnung (CREEL 2011). Auf der anderen Seite sind positive Anzeichen für physische Gesundheit, wie körperliche Fitness und physiologisches Aussehen bei der Gesamtbeurteilung des Wohlbefindens nutzbar (BERGER 2011).

4.) Verhalten: Zu diesem Punkt gehören die Unterdrückung oder das Ausleben natürlicher Verhaltensweisen. Ebenfalls dazu zählen der Rang in der Gruppe, körperliche Beschäftigung, Auslastung, Futteraufnahmeverhalten und Kontakt zum Pfleger (CARLSTEAD et al. 2013).

5.) Mentale Domain: Hier sind auf der einen Seite die Vermeidung von Stress, Schmerz, Verletzungen, Angst und Überforderung und auf der anderen Seite die Förderung natürlicher Verhaltensweisen wie Spielverhalten, Futtersuchverhalten und soziale Verhaltensweisen aufgezeigt.

Eine Stressantwort ist einheitlich durch erhöhte Cortisol Ausschüttungen gekennzeichnet, das Ausmaß des Stressors bestimmt die Wirkung auf den Organismus (SHERIFF et al. 2011). Stressoren, die auf einen Körper einwirken können, sind vielfältig und je nach Belastung messbar. Beispiele für potential stressauslösende Faktoren sind: Ortsveränderungen (Umzug in neue Gehege), Transport, Fixation, Sport, Jagd, Entwicklung, Lärm, Besuchereinfluss, Verschmutzung, Erderwärmung, Strahlung, Temperatur, Wasser, Umweltkatastrophen, Nahrungsverfügbarkeit, Aufzuchtverhalten, soziale Instabilität, Verletzungen und Fressfeinde (HOFER et al. 2012). Denn die Auswirkungen von Stress sind vielseitig wie: Verhaltensänderungen, hormonelle Änderungen, Gewichtsabnahme und Immunsuppression. Somit entscheidet das Ausmaß von Stress über Aufzuchterfolge (CHROUSOS et al. 1992; MELLOR et al. 2015). Nicht invasive Verfahren helfen den Einfluss von Stressoren zu beurteilen und zu überwachen und geben somit Rückschluss auf das Wohlbefinden. Somit kann man jene Situationen als Stress beschreiben, die mit einer körperlichen und/oder geistigen Reaktion des Tieres einhergeht. Diese wiederum dazu dienen den damit verbunden besonderen Anforderungen gerecht zu werden und diese zu überwinden.

2.2 Nicht-invasive Methoden zur Beurteilung von Wohlbefinden und Stress

a) Body Condition Score:

Der Body Condition Score kurz BCS ist eine subjektive Einschätzung der Muskeldefinition und des oberflächlichen Fettgewebes. Unter- oder Übergewicht beeinflussen die Kondition, die Gesundheit, die Leistungsfähigkeit, die Konzeptionsrate und/oder die Fortpflanzungsrate. Übergewicht hingegen kann zu Geburtsproblemen, Gelenksentzündungen, Diabetes und andern chronischen Krankheiten führen (CHAN-MCLEOD et al. 1994; BURKHOLDER 2000; AEBERHARD et al. 2001; BUSATO et al. 2002; BERRY et al. 2007; BOUDREAU et al. 2013; BOUDREAU et al. 2014) . Immer mehr Systeme werden für Zootiere etabliert und helfen bei der Einschätzung der Gewichtsentwicklung und geben somit Rückschlüsse auf Gesundheit, optimale Ernährung, Bewegung und Wohlbefinden. Manche Tiere können nicht täglich gewogen werden. Bei den meisten Tieren verursacht das Fixieren Stress (BELEW et al. 1999). Somit bietet eine BCS-Beurteilung eine Langzeitüberwachung. Markante Knochenpunkte sind bei allen Säugetieren am Skelett gut erkennbar und zu beurteilen, da diese direkt unter der Haut sitzen und fühlbar sind. Je nach Ernährungszustand sind diese gut sichtbar. Ziel einer Skala ist es, dass mehrere Beobachter ähnliche Ergebnisse erhalten. Zu den sichtbaren und fühlbaren Knochenpunkten zählen von kranial nach caudal. Schulter und Schulterkamm (*Spina scapula*), Rippenbögen (*Arcus costalis*), Hüfthöcker (*Tuber coxae*), Oberschenkelkopf und Oberschenkelmuskulatur. Bei den Muskelgruppen, wird besonders die Halsmuskulatur, Schultermuskulatur, seitliche Brustwandmuskulatur, Glutealmuskulatur, die Muskulatur des Oberschenkels und des Gesäßes bewertet. Die Einteilungen des BCS geht von 0 bis 5 oder sogar bis 9, je nach Skalierung. Wobei immer 0 oder 1 kachektisch und/oder dünn bedeutet und 5 bzw. 9 adipös darstellt.

b) Cortisolmetabolitbestimmung aus Kot, Harn, Speichel und Haaren:

Da es nicht möglich ist, von jedem Tier ohne Stress Blut zu entnehmen oder die Tiere zu klein für Blutprobenentnahmen sind PALME et al. (2005), MÖSTL et al. (1999) müssen nicht invasive Methoden angewendet werden. Ebenfalls ist der Stress für die Tiere beim Halten und Fixieren hoch (SHERIFF et al.; BELEW et al.). Beispielsweise können Kotproben einfach gesammelt werden (MÖSTL et al. 2002b). Die Ausscheidung von Cortisolmetaboliten ist bereits vielseitig beschrieben (WASSER et al. 2000; WHITTEN et al. 1998; PALME 2019). Der Nachweis kann im Kot PALME (2005), SHERIFF et al. (2011), im Speichel RUIS et al. (1997) und im Harn ANESTIS (2009) erfolgen. Wird der Sympathikus des Körpers stimuliert CHROUSOS et al. (1992), so setzt sich eine Reihe von Regelkreisen fort. Ein Regelkreis als Antwort auf eine sogenannte „Fight and Flight“ Situation ist unter Umständen durch Stress und Schmerz hervorgerufen. Die HPA-Achse wird stimuliert, dabei wird Cortisol freigesetzt (WASSER et al. 2000; WIELEBNOWSKI et al. 2002;

SAPOLSKY et al. 2000). In Abbildung 2 ist der Regelkreis veranschaulicht. Der Hypothalamus produziert Corticotropinreleasinghormon, CRH stimuliert die Hypophyse und diese sezerniert Adrenocorticotropin. Das Hormon ACTH wird in der Adenohypophyse hergestellt und wirkt über den Blutkreislauf in der Nebennierenrinde und regt die Produktion von den Kortikoiden an. Cortisol wird frei und löst im Körper Reaktionen hervor, welche mit erhöhtem Blutzuckerspiegel einhergehen. Das Steroidhormon Cortisol ist bei Homostase wichtig und einem circardierenden Rhythmus unterlegen. Schwankungen im Tagesverlauf sind normal. Unterschiedliche Basallinien sind deshalb bei tag-,nacht- und bei dämmerungsaktiven Tieren vorhanden (BOHÁK et al. 2013; RUIS et al. 1997; CASARES et al. 2016). Zu hohe Cortisolwerte beeinflussen den Körper auf kurze oder lange Zeitspannen (EDES et al. 2018). Über das Blut gelangt Cortisol in Haare, Federn BERK et al. (2016), Milch, Speichel und in Eier. Über die Nieren gelangt es in den Urin, über die Leber bzw. Gallensäure in den Kot. Nachfolgend sind die Nachweismethoden nach der zurückliegenden Zeit der HPA Stimulation eingeteilt. Hierbei ist die Einwirkung des Stressors bis zur Nachweisbarkeit von kurzfristig bis langfristig aufgezeigt. (PALME 2019; MÖSTL et al. 2002b; MÖSTL et al. 1999; PALME et al. 2005). Zur weiteren Auswirkung der Ausschüttung von Glukokortikoiden ist zu nennen: Erhöhung des Blutdrucks, Immunsuppression, verminderte Entzündungsreaktionen und vermehrte Gluconeogenese.

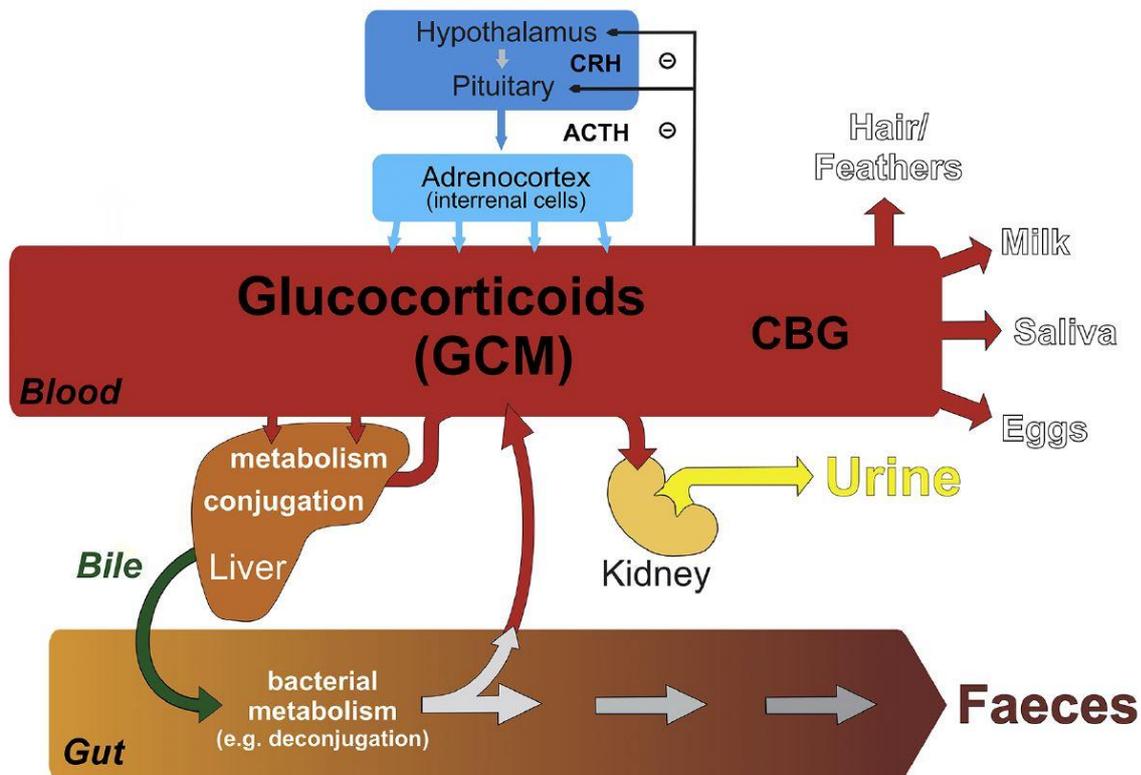


Abbildung 2: Sekretion von Glukokortikoiden im Körper nach PALME 2019

Kurzfristig: In Speichel und Harn können kurzfristig ca. 20-30 Minuten nach Stresseinwirkung Konzentrationsveränderungen gemessen werden (KIRSCHBAUM et al. 1989; GLENK et al. 2014; SCHWINN et al. 2016). Beide Methoden setzen eine gewisse Konditionierung oder Notwendigkeit von Hilfsgegenständen voraus, um den Urin nicht verunreinigt aufzufangen oder aufsammeln zu können. Eine Konditionierung wird bei der Urinprobengewinnung für Trächtigkeitsuntersuchungen bei Elefanten und Nashörnern eingesetzt. Speichelproben lassen sich leicht bei Fütterungen entnehmen, in dem bei der Fütterung ein Tupfer an einem dünnen Stab mit ins Maul geführt werden kann (SMILEY et al. 2010). Speichelprobenentnahme an untrainierten Tieren wird von LUTZ et al. (2000) erläutert. Mit Schmutz verunreinigte Urinproben dürfen nicht genutzt werden, da diese verdünnt sein könnten. Somit auch Proben, die mit Wasser oder Regen in Berührung gelangen, sind nicht zu gebrauchen (KHAN et al. 2002).

Mittelfristig: Mittelfristig lassen sich die Cortisolmetabolite Stunden bis Tage nach Sekretion über die Gallenflüssigkeit im Kot nachweisen. Dabei ist es wichtig, die Passagezeiten vom Ingesta grob einordnen zu können, um einen Stressor retrospektiv ungefähr zuzuordnen. Die Passagezeit und die Zuordnung von einzelnen Kotproben kann in Form von gezielter Fütterung von Lebensmittelfarbe je Tier und/oder Glitzer erfolgen (WARK et al. 2016). Bei über 1000 Studien konnten Beurteilung von FCM erfolgen (PALME 2019). Kotproben können in der Natur oder in den Gehegen gesammelt werden. Eine Zuweisung von in freier Wildbahn gesammelter Proben kann mittels DNA-Analysen erfolgen (AHLERING et al. 2013). Das Aufsammeln und Lagern sollte möglichst schnell erfolgen, um Abweichungen der FCM-Werte durch mikrobielle Kontaminierung auszuschließen, weitere Probenbearbeitung sollte nach MALIKOVA et al. (2017) erfolgen.

Langfristig: Haare hingegen können je nach Wuchsgeschwindigkeit Wochen bis Monate rückblickende Cortisol Konzentration und/oder Schwankungen wiedergeben (MEYER et al. 2017; CARLITZ et al. 2014; HEIMBÜRGE et al. 2018). Studien im Freiland zeigen lediglich Erhöhungen bei Tieren die erkrankt sind/waren und/oder chronischen Stress hatten (SHAVE et al. 2019). Ebenfalls ist es in einigen Fällen trotzdem notwendig die Tiere für die Probenentnahme zu sedieren, dann ist diese Methode invasiv. Probleme bei Untersuchungen von HCM in zoologischen Einrichtungen ist der Versuchsaufbau und die Validierung. Es müssen definierte Zonen rasiert werden, um eine Haarwuchsgeschwindigkeit zu ermitteln. Die Fixierung und das Rasieren bedeuten für viele Tiere in menschlicher Obhut Stress (WEILNBÖCK 2013). Das Nachrasieren und Aufsammeln muss regelmäßig erfolgen, um die Wuchsgeschwindigkeiten zu messen. Die Kontaminierung der Haare durch Kot, Urin und Dreck muss gering sein. Wechselwirkungen von Sonne, Regen usw. sind bereits beschrieben (SALABERGER et al. 2016). Es gibt

Konzentrationsunterschiede an verschiedenen Körperregionen (HEIMBÜRGE et al. 2018; RUSSELL et al. 2012; STALDER et al. 2012).

Nachweisverfahren: Als Nachweis der Metabolite stehen folgende Analyseverfahren zur Verfügung: Zur Vertiefung wird auf weiterführende Literatur verwiesen wie WUDY et al. (2018), MALIKOVA et al. (2017), WASSER et al. (2000) und PALME (2019). In vielen Studien werden Radioimmunoassay kurz RIA und/oder Elisa-linked-immunoresorbent-Assay kurz EIA eingesetzt. Spezielle Labore sind für RIA notwendig, da hier radioaktive Antikörper genutzt werden. Für einige Arten gibt es spezifische und weniger spezifische Antikörper. Nicht für jede Art sind die unterschiedlichen Metabolite im Kot, Urin, Speichel und Haaren für alle Antikörper getestet und es kann zu Kreuzreaktionen kommen, was falsche negative oder zu hohe Werte bedeuten kann. So sind Abweichungen bei dem Einsatz von RIA und oder EIA mit verschiedenen AK möglich (SUTHERLAND et al. 2004; PALME 2005; WUDY et al. 2018).

c) Verhaltensanalysen:

Verhaltensanalysen sind nicht invasive Methoden, um negative Verhaltensweisen aufzuspüren und/oder Verbesserungen im Wohlbefinden aufzuzeigen (VITALE et al. 2018); (ALTMANN 1974). Verhaltensbeobachtungen im Zoo sind wichtig, um Abweichungen im Verhalten festzustellen und zu evaluieren (MARINATH et al. 2019; VAZ et al. 2017).

Verhaltensanalysen sind planvolle und aktive Prozesse mit einer gewissen Erkundungshaltung (WEHNELT et al. 2002). Hierbei werden Beobachtung und Interpretationen getrennt (IMMELMANN et al. 1996; GANSLOBER et al. 2020). Die Aufnahmen sollten unter standardisierten Bedingungen erfolgen und dokumentiert werden. Verhaltensaufnahmen in zoologischen Einrichtungen und deren Fokus richten sich nach einer vorher spezifischen Fragestellung (WATTERS et al. 2009; WATTERS 2014; MACEDO). Der Aufbau für Verhaltensaufnahmen kann vereinfacht wie folgt gegliedert werden Abbildung 3. Darauf gehen die meisten Vorüberlegungen zusammengefasst ein (KAPPELER 2017; IMMELMANN et al. 1996; WEHNELT et al. 2002). Zu Beginn geht immer die Beschäftigung mit der Art und dem Literaturstudium voraus. Nachfolgend wird eine Fragestellung entwickelt, es folgen eine „Einschphase“, Überlegung zu Vorhersehbarkeit der Untersuchungen, Zeitplanungen, Methodenauswahl, Datenerhebung, deren Aufnahme bis hin zu Auswertung und Interpretation. Die Erstellung eines Ethogramms mit Beispielen finden sich in (WATTERS et al. 2009) . Es werden weitere Beispiele im Ergebnissteil angesprochen.



Abbildung 3: Modell einer Verhaltensbiologischen Arbeit Quelle: Themenheft Zoo Hannover 2016, Anhang 3.

Nach den Vorbereitungen ist die Auswahl der richtigen Beobachtungsmethode zu treffen. Nachfolgend erfolgt eine Einordnung der Methoden, diese wird sich im Ergebnissteil in einigen Studien wiederfinden. Wie zum Beispiel diverse Stereotypen, wie in der Übersichtsarbeit von (DANTZER 1986), dabei handelt es sich um Verhalten, das immer wieder auf dieselbe Art und Weise wiederholt wird (Kurt F. et al. 2001; DORNBUSH 2018). Eine Kenntnis über die verschiedenen Methoden für Stressbeurteilungen im Hinblick auf Verhaltensaufnahmen und den Arbeitsaufwand ist nützlich (ALTMANN 1974; NAGUIB 2006).

Ad-Libitum-Methode (Ad libitum sampling) (WEHNELT et al. 2002): Es wird das gesamte Verhalten einer Art über einen gewissen Zeitraum erfasst. Das kann im Rahmen einer Einsehphase einen Überblick über das Verhalten geben und helfen, ein Ethogramm anzufertigen und sich mit den Tieren vertraut zu machen.

Ereignis- Methode (Event sampling / behavior sampling) (WEHNELT et al. 2002): Die Beobachtungen werden nur mit Fokus auf eine bestimmte Verhaltensweise durchgeführt z.B. stereotypes Verhalten, Balzverhalten, Besuchereinfluss, usw. je nach Thematik und Untersuchungsschwerpunkt.

Fokus-Methode (Focal animal sampling) (WEHNELT et al. 2002): Es wird ein Tier für einen gewissen Zeitraum beobachtet und es wird notiert, was in dieser Zeit alles passiert ist. Ggf. auch, welche Interaktionen vorhanden waren. Ebenso ist die Beobachtung mit einer Liste von Verhaltenskategorien möglich, in der nur die Häufigkeit des Verhaltens in einem Zeitraum notiert wird.

Scan Methode (Scan sampling) (WEHNELT et al. 2002): In einem Zweitintervall wird kurzfristig das Verhalten aller Individuen erfasst und notiert. Zum Beispiel alle 15 min wird für zwei Minuten geschaut, was wer im Gehege macht.

Distanz-Scan-methode (GANSLOBER et al. 2020): Es wird in regelmäßigen Abständen die Distanz zwischen den Gruppenmitgliedern betrachtet, diese dienen zur Erstellung einer soziometrischen Matrix, um Hinweise auf die Beziehungen und Interaktionen untereinander zu deuten.

Raum-Zeit-Nutzen-Scan-Methode / Heat Map (BERGER 2011): In einem bestimmten Zeitintervall wird auf einer Gehegekarte erfasst, wo sich gerade die Tiere befinden. Somit kann das Aktivitätsmuster eingeschätzt werden. Zum Beispiel bei der Beurteilung von Verhalten während Besucherphasen und ob sich die Tiere mehr in besucherferne Areale zurückziehen (DUTRA et al. 2015).

3. Material

Die Datenauswertung und Literaturverwaltung ist mit dem Literaturverwaltungsprogramm Citavi 6 mit Cloudfunktion erfolgt. Die Literatur stammt aus der Bibliothek der Biowissenschaften Leipzig, der Tiermedizinischen Fakultät Leipzig, des Leibniz Instituts für Wild- und Zootierforschung Berlin und von externen Experten. Im Rahmen einer Weiterbildung im Oktober 2017 konnten Methoden zur Verhaltensevaluierung bei Zootieren im Zoo Osnabrück erforscht und erprobt werden. Für eine Aufnahme an den Gehegen wurden folgende Materialien benötigt und sind bei Verhaltensaufnahmen essenziell: Regenfeste Kleidung, wärmende Sachen, Klemmbrett, Papier, Bleistift, Fernglas, Taschenrechner, Stoppuhr, Diktiergerät, Fotoapparat und ein Computer für die Auswertung.

4. Methoden

Wissenschaftliche Artikel wurden in den Literaturdatenbanken PubMed (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>), Web of Science (<https://apps.webofknowledge.com>) und in der internen Datenbank „Zoological Records“ des Leibniz Instituts für Wild und Zootierforschung Berlin gesucht. Es wurden folgende Grundsuchbegriffe siehe Tabelle 1, Spalte 1 verwendet. Zum Teil musste eine Eingrenzung der Suche durch einen zweiten Suchbegriff erfolgen, siehe Tabelle 1 und Spalte 2.

Eine Suche zur Grundlagenliteratur, welche die ersten fünf Begriffe, Tabelle 1 und Spalte 1 beinhaltet, gab einen Überblick über das Wissenschaftsgebiet. Folgende Begriffe wurden mit der Einstellung, dass nur Artikel aus dem Bereich „animals“ erscheinen recherchiert: Cortisol, Glucocorticoide, Faecal Glucocorticoid Metabolite, Body Condition Scoring, Behavior und Stereotypie. Zur besseren Eingrenzung wurde ein zweiter Suchbegriff wie „stress“ usw. siehe Tabelle 1 Spalte 2 hinzugefügt. In Absprache mit den Betreuern der Arbeit und der Relevanz für die Zootierhaltung in Europa wurden folgende Ordnungen von in menschlicher Obhut gehaltener Tiere näher betrachtet.

Zu den untersuchten Tieren gehörten: Elefanten (*Elephantidae*), Herrentiere (*Primates*), Raubtiere (*Carnivora*), Unpaarhufer (*Perissodactyla*) und Paarhufer (*Artiodactyla*). Eine weiterführende Eingrenzung geht aus der Suchliste und Gliederung der Arbeit hervor, siehe Tabelle 1, Spalte 1.

Folgende Fragenstellungen waren bei der genaueren Betrachtung und Auswertung der wissenschaftlichen Literatur von Bedeutung:

- Welche Methoden wurden verwendet?
- Welche Aussagekraft hat die jeweilige Methode? Wo liegen ihre Grenzen?

- Ist die Methode geeignet, um Stress und/oder negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden auf nicht invasivem Wege nachweisen zu können?
- Welche Kombinationen von Methoden sind sinnvoll?

Die Methoden zur Beurteilung von Stress und/oder Wohlbefinden sind Body Condition Scoring (BCS), Cortisolmetabolitbestimmungen und Verhaltensanalysen. Body Condition Scoring kann als Bewertungskriterium für den Ernährungszustand, dessen Entwicklung und als Indikator für eingeschränktes Wohlbefinden und/oder Fettleibigkeit dienen. Nachweis von Cortisolmetaboliten im Kot, Harn, Speichel standen im Fokus der Betrachtung. Dabei waren Studien von Bedeutung, bei denen ein Stressor induziert wurde oder vorlag, um eine Veränderung des Cortisolbasallinien widerzuspiegeln. Ebenfalls ist künstliche Stimulation der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse als Nachweis der erhöhten Ausschüttung ein Auswahlkriterium gewesen. Die Auswirkungen von chronischem Stress auf Ergebnisse wurden ebenfalls betrachtet. Studien zu HCM wurden erwähnt. Verhaltensbeobachtungen zum Nachweis von stressauslösenden Faktoren oder Wohlbefinden wurden berücksichtigt und waren zum Teil eng verknüpft mit den beiden zuvor genannten Nachweismethoden.

Spalte 1 Grundsuchbegriffe		Spalte 2 Ergänzungssuchbegriffe „And“
cortisol		stress
glucocorticoide		cortisol
faecal cortisol metabolite		well beeing
body conditon scoring		welfare
behavior		faecal cortisol metabolite
stereotype		salivary
elephants		urinary
african elephant		hair
asian elephant		body conditon scoring
primates		behavior
gorilla		stereotype
orang utan		
chimp		
cebidae		
baboons		
rhesus monkey		
carnivora		
tiger		
lion		
jaguar		
pantherinae		
cheetah		
cat		

Spalte 1 Grundsuchbegriffe		
hyena		
spotted hyena		
bear / ursidae		
brown bear		
black bear		
equidae		
przewalski horse		
donkey		
horse		
zebra		
Grevy zebra		
Tapir tapiridae		
rhino		
rhinocerus		
pig		
pekari		
phacochoerus africanus		
suidae		
cervidae		
red deer		
dam wild		
bovidae		
cattle		
bison		
wisent		
buffalo		
giraffidae		
giraffes		
okapi		

Abbildung 4: Suchbegriffe Literaturrecherche

5. Ergebnisse

5.1 Elefanten (*Elephantidae*)

Elefanten (*Elephantidae*) sind mit drei Vertretern bekannt, lediglich zwei Arten sind in deutschen zoologischen Einrichtungen anzutreffen.

Zum einen der afrikanische Elefant (*Loxodonta africana*), welcher in weiten Gebieten Afrikas beheimatet ist und die Halbwüsten und offenen Gras- und Savannenlandschaften bewohnt. Der Waldelefant (*Loxodonta cyclotis*) bewohnt die Regenwälder Zentralafrikas. Der asiatische Elefant (*Elephas maximus*) stammt aus Südasien, Südostasien und einigen Gebieten der malaiischen Inseln. Hauptunterscheidungsmerkmal zwischen den Elefanten (*Elephantidae*) aus Afrika und Asien sind neben der Körpergröße die Größe der Ohrmuscheln. Afrikanische Elefanten (*Loxodonta africana*) haben im Vergleich zu den Vertretern aus Asien größere Ohrenmuscheln. Da bei den afrikanischen Vertretern in den klimatisch wärmeren Regionen die Thermoregulationen mittels der gut durchbluteten Ohren erfolgt, vgl. Fennek (*Vulpes zerda*) und Löffelhund (*Otocyon megalotis*). Beide Vertreter der Elefanten (*Elephantidae*) sind im Habitus ähnlich, welches sich an den übertragbaren Beurteilungen der BCS widerspiegeln.

Body Condition Scores (BCS):

Body Condition Scores sind in zoologischen Gärten für eine Beurteilung des Ernährungszustandes sehr wichtig, da zum Teil das Wiegen nicht möglich ist. Spezielle Waagen für hohe Gewichte usw. Durch die Beurteilung und Entwicklung des BCS können Rückschlüsse auf eine bedarfsgerechte Ernährung gezogen werden (MELLOR et al. 2015; MELLOR 2015). Eine Unterernährung zeichnet sich durch Kachexie und Schwäche aus. Eine Überernährung führt zu Adipositas, Übergewicht, Gelenkerkrankungen, verringerter Fertilität und Multiorganversagen (MORFELD et al. 2016; HOBY et al. 2006; HOBY et al. 2015). In Großbritannien wurden 75% der Elefanten in zoologischen Einrichtungen als übergewichtig eingeschätzt (HARRIS et al. 10.11.2008). Sieben Kategorien für eine optimale Elefantenhaltung wurden in einer nordamerikanischen Studie zusammengetragen und sind statistisch hinterlegt. Dazu zählt unter anderem eine bedarfsgerechte Ernährung, die Vermeidung von Übergewicht ist dabei wichtig (CARLSTEAD et al. 2013). Der Ernährungszustand wird von CARLSTEAD et al. (2013) von eins (dünn) bis fünf (adipös) eingeschätzt. Umstrukturierungen in einem Elefantengehege und damit verbundener Baustellenlärm führte in einigen Fällen zu verringerter Nahrungsaufnahme, was auf Stress hinweist. Somit führte eine verringerte Nahrungsaufnahme durch Stress zur Abnahme des BCS. Hierbei wurden die BCS für Elefanten (*Elephantidae*) von MORFELD et al. (2016) und FERNANDO et al. (2009) interpoliert.

Zur Beurteilung und Überwachung von BCS bei Einzeltieren bieten sich regelmäßige Fotoaufnahmen der Einzeltiere (HOBY et al. 2015) an, da so eine subjektive Einschätzung ggf. durch Dritte oder Vierte kontrolliert und eine objektive Skalierung erfolgen kann. FERNANDO et al. (2009) betrachtete in ihrem natürlichen Habitat und in menschlicher Obhut befindliche asiatische Elefanten (*Elephas maximus*). Er nutzte dafür eine BCS-Skalierung von 1,3,5,7 und 9. Wobei eins (kachektisch) und neun (adipöse) darstellt. In Abbildung 5 sind die verschiedenen BCS-Stufen aufgelistet. Anhand von deutlich sichtbaren Knochenpunkten am Körper kann eine Eingruppierung erfolgen. Fotoaufnahmen von Elefanten (*Elephantidae*) verschiedener Ernährungszustände parallel zu den Bewertungstabellen helfen bei der Einschätzung vom BCS vgl. Kapitel Tapir (*Tapiridae*).

Score	Characters
1	All ribs (shoulder to pelvis) visible, some ribs prominent (spaces in between sunken in)
3	Some ribs visible (spaces in between not sunken in), shoulder and pelvic girdles prominent
5	Ribs not visible, shoulder and pelvic girdles visible
7	Backbone visible as a ridge, shoulder and pelvic girdles not visible
9	Back rounded, thick rolls of fat under neck

Abbildung 5: BCS Beurteilung Elefant (*Loxodonta africana*) nach FERNANDO 2009

MORFELD et al. (2016) untersuchte 132 afrikanische Elefanten (*Loxodonta africana*) und 108 asiatische Elefanten (*Elephas maximus*) in nordamerikanischen zoologischen Gärten. Es wurde eine BCS-Einteilung von 1 (dünn) bis 5 (adipös) durchgeführt vgl. (FERNANDO et al. 2009).

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite-FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite-UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**):

Cortisolabbauprodukte in Ausscheidungen bieten die Möglichkeit Rückschlüsse über den zurückliegenden Hormonhaushalt zu treffen (PALME 2019; MÖSTL et al. 1999).

FCM: Mit Hilfe von FCM-Analysen kann die erhöhte Cortisolausschüttung bei Stress und Schmerz nachgewiesen werden. Eine Kotsammlung und Untersuchung kann nicht invasiv erfolgen (WASSER et al. 2000; MÖSTL et al. 2002a; PALME 2005; GOODWIN et al. 2012). Der Nachweis von FCM im Kot kann nur verzögert erfolgen, da die Passagezeit des Chymus mit zu beachten ist (FRANCESCHINI et al. 2008). Die Passagezeit kann durch Markersubstanzen, wie Lebensmittelfarbe und/oder Glitzer nachvollzogen werden vgl. Kapitel *Cebidae* (WARK et al. 2016). Speichel und Harn hingegen bieten Aufschluss über Ereignisse, die kurze Zeit zurückliegen (WASSER et al. 2000). Erhöhte Ausschläge von Cortisolausscheidungen oberhalb einer vorher ermittelten Basallinie geben Rückschluss auf Stressauslösende Faktoren, wie zum Beispiel Feuerwerk und Lärm (BECHSTEIN et al. 2015). Persistierend zu hohe Cortisolspiegel und damit verbundene Abbauprodukte können auf chronischen Stress hinweisen (MÖSTL et al. 2002a).

Proben mit niedrigen FCM-Werten innerhalb einer sonst konstanten Messreihe sind hinsichtlich bakterieller Zersetzungsprozesse kritisch in Bezug auf Probensammlung und Lagerung zu betrachten (WUDY et al. 2018; PALME 2019; MÖSTL et al. 2002a). In jedem Individuum kann es zu Abweichungen kommen, welche z.B. durch Rang in der Gruppe, Alter, Geschlecht beeinflusst werden (GANSWINDT et al. 2005; AHLERING et al. 2013; CARLSTEAD et al. 2005; CASARES et al. 2016; BOYLE et al. 2015). Cortisol Metabolite in Ausscheidungen geben viele Aussagemöglichkeiten über Teilkomplexe der eingangs genannten „5 Domains“ (MELLOR et al. 2015). Stressauslösende Faktoren wie Nahrungsmangel, Umweltveränderungen, fehlende Wahlmöglichkeiten in Gehegen, Erkrankungen, Einschränkungen im Verhalten und mangelnde Auslastung auf geistiger Ebene können zu verringertem Wohlbefinden und Stress führen. Daraus resultieren erhöhte Cortisolproduktionen und Metaboliteausscheidungen (FOLEY et al. 2001; PALME 2005; LAWS et al. 2007; AHLERING et al. 2013). Induzierter Stress wie das Umsetzen eines asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*) in eine neue Herde und/oder der Transport, konnte mit erhöhten FCM-Werten als Belastung für das Tier identifiziert werden (LAWS et al. 2007). Es bestehen unterschiedliche Cortisolbasalwerte für afrikanische Elefanten (*Loxodonta africana*) einer Herde (BOYLE et al. 2015). Eine Zuordnung von Proben in freier Wildbahn von mehreren Tieren kann mit Hilfe von DNA-Sequenzierung erfolgen vgl. Kapitel Paviane (*Papio*) (WEINGRILL et al. 2004). Über mehrere Monate sammelte AHLERING et al. (2013) von einer afrikanischen Elefantenherde Kotproben und konnte durch DNA-Analysen Basallinien der einzelnen Herdenmitglieder erstellen, den saisonalen Verlauf widerspiegeln und die Auswirkungen von Umweltstress, wie der Trockenzeit, aufzeigen.

SCM: In Speichelproben bleiben Metabolite mehrere Tage bis Wochen bei Raumtemperatur erhalten (KIRSCHBAUM et al. 1989). Hingegen können im Kot mikrobiologische Zersetzungen zum Abfall von Metaboliten führen (WUDY et al. 2018). Die richtige Lagerung und Bearbeitung der Kotproben ist näher im Kapitel zu Cortisolmetabolitebestimmung bzw. von MALIKOVA et al. (2017) erläutert. In zoologischen Einrichtungen hat sich die Entnahme von Urin zur Zyklusdiagnostik bewährt, Elefanten (*Elephantidae*) können auf den Urinabsatz hin konditioniert werden (vgl. Primaten). Konditionierung bietet die Möglichkeit, Probenmaterial von sonst unzugänglichen Tieren zu erhalten (vgl. Braunbär (*Ursus arctos horribilis*)) KONJEVIC et al. (2016) und Primaten MCCALLISTER et al. (2004).

CASARES et al. (2016) untersuchte Speichelproben von neun afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*). Dabei wurden über 24 Stunden in einem Intervall von 4 Stunden Speichelproben entnommen. Ersichtlich war eine Tagesrhythmik der Cortisolausscheidung. Aufgrund der guten Darstellbarkeit sind Tagesverlaufskurven bei SCM-Analysen geeignet, um stressauslösende

Faktoren nachzuweisen. Erhöhungen weit über die Basallinien können in den Intervallen als Ausschlag darstellbar sein. Dadurch können zurückliegende Situationen wie Transport, Umgruppierung, Gehege Umgestaltung und weitere Stressoren eingeschätzt werden (KIRSCHBAUM et al. 1989; MENARGUES et al. 2008). Managementprobleme beim Zusammenführen oder Handling von asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*) kann mit Speichelproben überwacht werden (DATHE et al. 1992). Durch Training und Konditionierung ist das Absetzen von Harn und/oder die Speichelprobeentnahme beim Elefanten gut zu bewältigen (DATHE et al. 1992; HOBY et al. 2006). Weiterführende Ideen zur Speichelprobengewinnung von nicht konditionierten Tieren beschreibt SMITH et al. (2016).

UCM: Durch Urinanalysen sind Zyklusstatus und/oder Cortisol Metabolite nachweisbar (GANSWINDT et al. 2005; HOBY et al. 2015). UCM Analysen helfen höhere Belastungen und Stress durch bevorstehende Musth bei Bullen anzuzeigen. Daraus ergeben sich Konsequenzen wie Abtrennung von der Gruppe, weil aggressiveres Verhalten vorhersehbar ist. Das Personal kann sich somit präventiv auf gesteigerte Aggressivität der Bullen einstellen und agieren. Zeitgleich ist das Personal vorsichtiger beim Umgang mit den Tieren. Verhaltensanalyse und vermehrte Sekretion der Temporaldrüsen weisen zeitgleich auf eine beginnende Musth hin, jedoch sind Urinuntersuchungen sensitiver und zeigen bereits den Beginn, der noch nicht im Verhalten oder an den Drüsen sichtbar ist, an (KUMAR et al. 2014).

HCM: Cortisol Untersuchungen im Haar spielen eine untergeordnete Rolle, da der Elefant nur wenige „borstenartige“ Haare hat und diese durch Umwelteinflüsse (siehe Kapitel HCM) ungenaue Messwerte geben, ebenso ist die Probenentnahme an gezielten Stellen aus Arbeitsschutzgründen nicht möglich.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Verhaltensanalysen sind bei der Beurteilung von Verhaltensmustern wichtig und in Verbindung mit anderen Methoden (BCS, Cortisolmetabolitebestimmungen) zur Beurteilung von Wohlbefinden nützlich. Eine Planung und „Einsehphase“ vor einer Verhaltensstudie ist essentiell (siehe Kapitel Verhaltensanalysen / Planung von Verhaltensstudien), um einen Überblick über das Grundverhalten und der Aktivitätsmuster zu bekommen (REES 2009; YEATES et al. 2008; IMMELMANN et al. 1996; WEHNELT et al. 2002). Im Rahmen der Planung wird ein Erfassungszeitraum festgelegt, z.B. 10 Tage vor, während und nach einer Renovierung der Gehege. Zum Beispiel können Verhaltensaufnahmen auch digital erfolgen. BOYLE et al. (2015) betrachtet in einem festgelegtem Intervall aufgenommene Videosequenzen, um das Liege- und Komfortverhalten von afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) zu beurteilen. Der Vorteil bei Videoaufnahmen ist, dass diese später

und wiederholt angesehen werden können. Nachteile sind der apparative Aufwand und Speicherkapazitäten für Videoaufnahmen (HOLDGATE et al. 2016; BOYLE et al. 2015; HOBY et al. 2015). Sensoren in Fußmanschetten an den Gliedmaßen können die Neigung messen, dadurch kann das Liegeverhalten ermittelt werden (HOLDGATE et al. 2016). Vgl. Telemetrie und Liegeverhalten bei Kühen siehe Kapitel (*Bovidae*). Durch GPS gestützte Sender lässt sich die Gehegenutzung in bestimmten Zeiten, wie Besucheröffnungszeiten ableiten, in Form von „Heat Maps“ (siehe Kapitel Verhaltensanalysen). Bei den Elefanten (*Elephantidae*) sind stereotypes Verhalten in menschlicher Obhut wie Weben, Hin- und Herlaufen auf derselben Strecke und Beinheben als signifikante Verhaltensauffälligkeiten bekannt (DORNBUSH 2018; MASON et al. 2007; LAWS et al. 2007; Kurt F. et al. 2001; DANTZER 1986; HARRIS et al. 10.11.2008). Verbesserung der Haltungseinrichtungen, wie Beschäftigung, unterschiedliche Futterzeiten und Verstecke tragen zur verringerten Ausprägung von abnormalem Verhalten bei. Stereotypes Verhalten wird zum Teil durch Schlüsselreize (Trigger) ausgelöst. Eventprotokolle nach WEHNELT et al. (2002), welche das Verhaltensmuster zu Beginn der gezeigten abnormalen Verhaltensweisen registrieren, können bei der Ursachenfindung helfen. Somit können gezielt bestimmte Trigger reduziert oder Maßnahmen zur Optimierung ergriffen werden, z.B. Änderungen der Routine bei Fütterungen. Videoaufnahmen hinweg über mehrere Tage in bestimmten Intervallen helfen bei der Beurteilung der Ausprägung von Stereotypen. Die Analysen von DORNBUSH et al. 2018 in zoologischen Einrichtungen zeigen auf, dass stereotypischen Verhalten bei den Elefanten (*Elephantidae*) verstärkt beim Warten auf das Futter hervortraten. Ein Entgegenwirken mit Futterverstecken und mehr Beschäftigung führten zu Verbesserungen (REES 2009).

Verhaltensweisen können sich ähneln und dennoch entgegengesetzte Bedeutungen haben. Zum Beispiel verringerte Futteraufnahme und Abnahme des BCS, mit verbundener Unruhe kann auf Unwohlsein hindeuten, ähnlich wie die Reaktion auf Baustellenlärm und Renovierungsarbeiten (HOBY et al. 2015; BOYLE et al. 2015). Auf der anderen Seite kann Unruhe und verminderte Futteraufnahme auf eine beginnende Musth bei Elefantenbullen hindeuten (GANSWINDT et al. 2005). Das Gegenüberstellen von einer Reaktion wie beispielsweise Umweltstress (Baustellenlärm) und dem gesteigerten Geschlechtstrieb soll aufzeigen, dass ähnliche Verhaltensweisen unterschiedliche Ursachen haben können und eine alleinige Aussage anhand eines Parameters nur vorsichtig gewertet werden darf. Die Erfassung von Zeitbudget für Spiel- und Erkundungsverhalten dient der Beurteilung des Wohlbefindens und der geistigen Auslastung (MELLOR et al. 2015). Eine ausreichend große Elefantengruppe beschäftigt sich miteinander. In Kleingruppen oder Einzeltierhaltungen sollte das Pflegepersonal aktiv mit Beschäftigungsmaßnahmen arbeiten (VICINO et al. 2015). Spielverhalten kann zwischen Individuen einer Herde, zwei Elefanten,

Elefanten und einem Objekt und / oder dem Elefanten mit einem Pfleger dokumentiert werden. Ein „Integrated Play Index“ (IPI) von S1 (gering) bis S4 (intensiv), zeigt das Ausmaß des Spielverhaltens an. Somit weist gesteigerten Spiel- und Erkundungsverhalten auf Wohlbefinden hin (VICINO et al. 2015).

FAZIT:

Beide Vertreter der Elefanten (*Elephantidae*) sind im Habitus ähnlich, welches sich an den übertragbaren Beurteilungen der BCS widerspiegeln.

Cortisolmetabolite Bestimmung im Kot, Harn und Speichel sind beschrieben und in zoologischen Einrichtungen praktikabel, um Cortisolausschüttungen nachzuweisen. Haaranalysen werden Aufgrund der mangelnden Validierung nicht erwähnt.

Verhaltensanalysen geben wichtige Rückschlüsse auf die Ausprägung und Reduzierung von abnormalem Verhalten. Um gezielten Fragen nach Stress nachzugehen, sollten Cortisolmetaboliteanalysen und BCS Analysen hinzugezogen werden.

5.2 Herrentiere (*Primates*)

5.2.1 Menschenaffen (*Hominidae*)

Menschenaffen (*Hominidae*) sind hoch intelligente Tiere, benötigen ausreichend Beschäftigung und sind Herausforderungen für die moderne Zootierhaltung (KREBS 2008). Vertreter dieser Gattung können sehr alt werden, z.B. Gorilla (*Gorilla*) 30-40 Jahre, Schimpansen (*Pan*) bis zu 40 Jahre und Orang-Utans (*Ponginae*) 35-45 Jahre (BEHRINGER 2011; CAMPBELL 2011). Nicht invasive Methoden zur Überwachung des Wohlbefindens sind wichtige Hilfsmittel, um eine adäquate Haltung in menschlicher Obhut zu gewährleisten und langfristig zu überwachen. Zu den Menschenaffen (*Hominidae*) zählen die aus Afrika stammenden Gorillas (*Gorilla gorilla*), Schimpansen (*Pan troglodytes*), dessen kleine Unterart der Bonobo (*Pan paniscus*) und die von den Inseln Borneo und Sumatra stammenden Orang-Utans (*Ponginae*).

Body Condition Scores (BCS):

Für Gorillas (*Gorilla gorilla*) wurde lediglich vom Zoo Atlanta eine Empfehlung zur BCS-Beurteilung gefunden, jedoch handelt es sich um eine nicht publizierte Abhandlung und wird deshalb nur erwähnt und ist zu finden unter <https://nagonline.net/3877/body-condition-scoring> (Stand 12/2020). Schimpansen (*Pan troglodytes*) werden von eins (sehr dünn) bis fünf (adipös) eingeteilt NUNAMAKER et al. (2012) siehe Abbildung 6.

Score	Description
1	Very Thin. Weight loss is obvious. Prominent bony structures. No discernable body fat and lack of muscle mass.
2	Thin. Minimal weight loss not a medical concern. Palpable ribs with no adipose tissue cover. Little discernable body fat. Minimal to no loss of muscle mass.
3	Normal. Ideal condition. Healthy. Ribs are not visible but palpable with slight adipose tissue cover. Excellent muscle mass with minimal body fat.
4	Overweight. Increased weight more than desired but not a medical concern. Ribs difficult to palpate. Obvious deposition of adipose tissue particularly in the abdominal area.
5	Obese. Increased weight more than ideal. Weight loss recommended. Ribs are not palpable. Obvious excess adipose tissue deposition and redundant folds of skin.

Abbildung 6: BCS Schimpanse (*Pan troglodytes*) nach NUNAMAKER et. al. 2012

Vergleichend lassen sich die BCS-Beurteilung von CLAY et al. (2016) bei Schimpansen (*Pan*) anwenden, welche der genannten von NUNAMAKER et al. (2012) entsprechen.

Für den Orang-Utan (*Ponginae ssp.*) wurden keine BCS Einteilungen gefunden. Studien zu Körpergewichtsanalysen aus Borneo und Sumatra können jedoch bei Beurteilung der Kondition helfen, jedoch müssen die Tiere gefangen, sediert oder konditioniert werden, um sich wiegen zu lassen (RAYADIN et al. 2015; ECKHARDT 1975) .

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite- FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite-UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**)

FCM: Cortisolmetabolite im Kot lassen sich beim Gorilla (*Gorilla gorilla*), Schimpansen (*Pan ssp.*) und Orang-Utans (*Ponginae*) zur Beurteilung von Stresspegeln (in Gruppen, bei Besucherverkehr, Lärm) nutzen. Langfristige Messungen können bei der Verbesserung des Wohlbefindens helfen und Stressoren vermeiden. Zum Beispiel führt ausreichend Beschäftigung dazu, dem Stress innerhalb von Gruppen vorzubeugen und zu verringern (ZARAGOZA et al. 2011; BAHR et al. 1998; HEISTERMANN et al. 2006; PIROVINO et al. 2011; PEEL et al. 2005). Geringgradige Erhöhungen von Cortisolspiegeln im Kot bei mehr Beschäftigung, positivem Stress / mehr Beschäftigungsmöglichkeiten und gesteigertem Erkundungsverhalten sind möglich (ZARAGOZA et al. 2011). In Freilandbeobachtungen wurden die Auswirkungen der Urbanisierung auf freilebende Schimpansen (*Pan troglodytes*) aufgezeigt (MCLENNAN et al. 2019). Hierfür wurden Kotproben gesammelt und analysiert. Vergleichende Aufnahmen wurden beim Gorilla (*Gorilla gorilla*) erfolgreich von SHUTT et al. (2012) durchgeführt. Erhöhte FCM-Level beim Orang-Utans (*Pongo ssp.*) zeigen auf, das die weiblichen Tiere Stress bei der Wegnahme der Jungtiere haben, was auf

das enge Sozialgefüge hinweist (BEHRINGER 2011; BEHRINGER et al. 2014).(BEHRINGER et al. 2017)

UCM: Untersuchungen zu Urincortisolmetaboliten zeigten auf, dass das Verweigern der Jungtiere mit erhöhtem Stress- und Cortisolwerten postpartum bei den Gorillaweibchen in der Gruppe (*Gorilla gorilla*) einhergeht BÄHR et al. (1998). ANESTIS (2009) wies erhöhte Cortisolmetabolitkonzentrationen im Urin von in menschlicher Obhut befindlicher Schimpansen (*Pan*) nach. Stressauslösende Situationen waren Anästhesie, Wirbelstürme in Gehege Nähe und die Umgruppierung einer jungen Schimpansengruppe.

SCM: Bei den Bonobos (*Pan paniscus*) und Orang-Utans (*Ponginae ssp.*) konnten Cortisolmetabolite im Speichel gemessen werden, indem die Tiere an einem medizinischen Training teilnahmen (BEHRINGER et al. 2014). Techniken zur Speichelprobensammlung beschreibt SMILEY (2017) anhand von Gorillas (*Gorilla gorilla*).

HCM: Cortisolmetaboliteausscheidungen in den Haaren sind geeignet, um retrospektiv Cortisol erhöhungen nachzuweisen oder langfristige Erhöhungen darzustellen. Vergleichend Kapitel Bären (*Ursidae*) und (*Bovidae*). Beim Gorilla (*Gorilla gorilla*) wurden keine gezielten Nachweise zu Haaruntersuchungen und Stressauswirkung gefunden. Bei Schimpansen (*Pan troglodytes*) gibt es mehrere Belege für den Nachweis von Cortisolmetaboliten in den Haaren (YAMANASHI et al. 2013; YAMANASHI et al. 2016; YAMANASHI et al. 2018). Hierbei wurde aufgezeigt, dass sich Haare zum Langzeitstressmonitoring eignen, jedoch sollten die Haare immer von derselben Stelle entnommen werden, weiße und/oder graue Haare dürfen nicht für Analysen genutzt werden (CARLITZ et al. 2015). Haare lassen sich beim Orang-Utans (*Pongo ssp.*) nach CARLITZ et al. (2014) als Nachweis für Langzeitstress und/oder erhöhter Nebennierentätigkeit nutzen.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Ethogramme konnten vom Gorilla (*Gorilla gorilla*) ZARAGOZA et al. (2011), Schimpansen (*Pan ssp.*) ZARAGOZA et al. (2011) und Orang-Utans (*Pongo ssp.*) BEHRINGER et al. (2014) in einigen Studien erfasst werden (BEHRINGER 2011; BEHRINGER et al. 2017). Freilandbeobachtungen und dort dokumentierte Verhaltensweisen geben Rückschlüsse auf instinktive Verhaltensweisen, die Primaten in menschlicher Obhut zeigen. Solche Aufnahmen können bei Einsatz artgerechter Beschäftigungsmöglichkeiten mit Orang-Utans (*Pongo ssp.*) und anderen Primaten nützlich sein (GALDIKAS 1996). Beim Gorilla (*Gorilla gorilla*) und Schimpansen (*Pan troglodytes*) konnten in Rahmen von Verhaltensaufnahmen zum Einfluss von Beschäftigungsmöglichkeiten die Bereiche: Inaktivität, Fressen, Sozialverhalten, Lokomotion, Erkundungsverhalten, abnormales Verhalten und

Interaktionen genutzt werden (ZARAGOZA et al. 2011; CLARK et al. 2012). Zeitgleich wurden FCM-Analysen angefertigt. Dabei wurde aufgezeigt, dass sich abnormales Verhalten durch mehr Beschäftigung verringerte. Besonders Stress nach der Geburt führt zu Problemen und zum Versagen bei der Jungtieraufzucht (BAHR et al. 1998; BEHRINGER 2011). Stressbeurteilung und den Auswirkungen von aggressivem Verhalten in der Gruppe und Umsiedlung in anderen Einrichtungen wurde erfolgreich von PEEL et al. (2005) untersucht. Hierbei wurden über sieben Monate Verhaltensaufnahmen und FCM-Analysen durchgeführt. Es wurde aufgezeigt, dass sich Erhöhungen ca. 25 bis 50 Stunden nach dem Stressor zeigten. Besucherverkehr kann ebenso Einfluss auf das Verhalten haben, so wirkte sich weniger Besucherverkehr positiv auf das Aktivitätsbudget von Gorillas (*Gorilla*) aus (WELLS 2005; QUEIROZ et al. 2018). Bei Schimpansen (*Pan troglodytes*) wurden Verhaltensaufnahmen und FCM Analysen erfolgreich durchgeführt (CLARK et al. 2012; ZARAGOZA et al. 2011; BEHRINGER 2011; BEHRINGER et al. 2017). Erhöhungen der FCM Werte standen in Verbindung mit Unruhe/Stress vor Narkosen, welche zur Validierung von FCM- und SCM-Analysen genutzt werden konnte (WHITTEN et al. 1998). Beim Orang-Utan (*Pongo ssp.*) können Verhaltenskataloge zu den Teilbereichen Laufen, Klettern, Füttern, Ruhen, Beschäftigung mit den Händen, Sexualverhalten, Fellpflege, „nicht sichtbar für den Besucher“ betrachtet werden (WHILDE et al. 2011). Weiterführende Untersuchungen lassen Rückschlüsse auf Faktoren, die das Wohlbefinden beeinflussen zu. Offensichtliche Verhaltensabweichungen sind: Fressen des eigenen Kots, Herausreisen der Haare und Fressen der Haare LESS et al. (2013), BRAND et al. (2016), Automutilation (BEHRINGER 2011), ein Hochwürgen von Futterbrei und Aggressionen gegenüber Artgenossen und Pflegepersonal. Stereotypes Verhalten können zum Beispiel ein Hin- und Herschwingen des Gesäßes sein oder eine Form der Selbstumarmung. Wobei Koprophagie nicht zwingend auf eine Verhaltensstörung hinweisen kann, sondern zum Teil zum natürlichen Verhalten gehört (BEHRINGER 2011; FRITZ et al. 1992). Selbstverletzungen sind deutliche Anzeichen für ein gestörtes Verhalten (HOSEY et al. 2007). Der Rang in der Gruppe bei Schimpansen (*Pan troglodytes*), wies ebenfalls auf unterschiedliches Verhalten und Reaktionen auf Stress und Spannungen hin. Das Verhalten zwischen Erwachsenen und jungen Schimpansen kann zu Stress führen. Das konnte anhand des Verhaltens und mit Hilfe von UCM betrachtet werden (ANESTIS 2005; NEAL WEBB et al. 2019). Verhalten wie Unruhe, Lokomotionen, engerer Zusammenschluss der Gruppe, Kratzen, Gähnen, verringertes Spielverhalten (vgl. Elefanten „Integrated Play Index“) und Durchfall können Anzeichen für erhöhte Aufregung und Unwohlsein bei allen genannten Menschenaffen sein, siehe *Abbildung 7* nach HOWELL et al. (2002) und sind nicht nur Anzeichen bei Schimpansen (*Pan troglodytes*).

Behavior	Sum of Signed Ranks	p-value	PFA Mean (SD)	RHZ Mean (SD)
Rocking	-0.5	1.000	0.0075 (0.0148)	0.0003 (0.0005)
Coprophagy	-2.0	0.500	0.0015 (0.0013)	0.0027 (0.0024)
Urophagy	-3.0	0.250	0.0000 (0.0000)	0.0029 (0.0037)
Regurgitation	1.0	0.750	0.0052 (0.0102)	0.0007 (0.0009)
Increased Aggression	5.0	0.125	0.0013 (0.0010)	0.0002 (0.0002)
Increased Fear	-5.0	0.125	0.0002 (0.0002)	0.0009 (0.0004)
Increased Frustration	3.0	0.250	0.0008 (0.0012)	0.0000 (0.0000)
Self-Clinging	-0.5	1.000	0.0000 (0.0000)	0.0001 (0.0001)

Abbildung 7: abnormale Verhaltensweisen von Schimpansen (*Pan ssp.*) nach HOWELL et al. 2002

FAZIT:

Body Condition Score scheint sich nur bedingt bei den Menschenaffen (*Hominidae*) zu eignen. Gründe hierfür können auch starker Fellbehang sein. Cortisolmetabolitebestimmungen zur Überwachung und/oder Beurteilung von Stress und Wohlbefinden sind aus Kot, Urin und Speichel sinnvoll (EDES et al. 2018, 2016; SCHWARZENBERGER 2007). Jedoch können ggr. Erhöhungen auch für mehr körperliche und geistige Auslastung sprechen (ZARAGOZA et al. 2011). Somit müssen ggr. vorübergehende Erhöhungen nicht mit Stress korrelieren (vgl. Kapitel Pferd). Die Zuordnung von Kotproben in einer Gruppe ist nicht zweifelsfrei möglich, oder die Proben müssen mittels DNA-Analysen zugeordnet werden vgl. AHLERING et al. (2013). Probenzuweisung bieten die Möglichkeiten, Basallinien zu erstellen und Hinweise auf Stress (Transport, Aggressionen in der Gruppe) darzustellen und/oder Verbesserungen aufzuzeigen. Speichelcortisolmetabolite bewähren sich sehr gut bei der kurzfristigen Beurteilung von Stressbelastungen. Die Tiere müssen an die Entnahme gewöhnt sein. Unter Stress, oder im Zuge von Transporten wird eine Entnahme nicht immer gelingen. Haarcortisolbestimmungen sind beschrieben, dennoch fehlen Aussagen über Wuchsgeschwindigkeiten der Haare und somit lassen sich stressauslösende Situationen schlecht zeitlich zuordnen. Generelle Konzentrationserhöhungen können jedoch für chronischen Stress sprechen vgl. Studien bei Nutztieren (HEIMBÜRGE et al. 2018). Abnormale Verhaltensweisen geben Rückschlüsse auf das Wohlbefinden. Bei einer Beurteilung von Stress oder dem Wohlbefinden sollten Verhaltensaufnahmen und Cortisolmetaboliteanalysen sinnvoll kombiniert werden. Eine Reduktion des abnormalen Verhaltens ist ein Anzeichen für gesteigertes Wohlbefinden. Tendenziell bietet das Deutsche Primatenzentrum / Leibniz-Institut für Primatenforschung Hilfe bei der Durchführung von Cortisolmetaboliteuntersuchungen und Verhaltensbeobachtungen an. Verhaltensanalysen und die ermittelte Intensität und Häufigkeit der bereits aufgeführten abnormale Verhaltensweisen sind gute Indikatoren für das Wohlbefinden der verschiedenen Menschenaffen.

5.2.2 Krallenaffen & Totenkopffaffen (*Cebidae*)

Die Kapuzinerartigen (*Cebidae*) sind eine Gruppe aus über 50 Arten, die in Mittel- und Südamerika beheimatet sind. Krallenaffen (*Callitrichidae*) bilden eine Unterfamilie der Kapuzinerartigen (*Cebidae*). Zu den Kapuzinerartigen (*Cebidae*) zählen die Totenkopffaffen (*Saimiri sciureus*), die nachfolgend mit beachtet werden. Die Rangstruktur baut sich bei einigen der *Cebidae* um ein Weibchen auf, gegensätzlich zu Pavianen (*Papio*). Es gibt Arten, die aus Gruppen bestehen, in der sich nur das dominante Paar fortpflanzt z.B. Lisztaffen (*Saguinus oedipus*) (CAMPBELL 2011).

Body Condition Scores (BCS):

Es wurden keine BCS-Einteilungen für die Gruppe der *Cebidae* gefunden. Dennoch ist eine Gewichtsbeobachtung/ Konditionsbeurteilung wegen Erkrankungen wie dem „Wasting Syndrom“, bei dem die Tiere rapide abnehmen, sehr wichtig (BAIRRÀ 2017).

Cortisolmetabolite in Kot (**F**aecal **C**ortisol **M**etabolite- FCM), Urin (**U**riinary **C**ortisol **M**etabolite- UCM), Speichel (**S**alivary **C**ortisol **M**etabolite-SCM) und Haaren (**H**air **C**ortisol **M**etabolite-HCM):

Für eine Vielzahl von Vertretern der *Cebidae* sind erfolgreich Cortisolmetabolitebestimmungen aus Kot, Harn und Speichel erfolgt (WARK et al. 2016; NOVAK et al. 2013).

FCM: Beim Löwenäffchen (*Leontopithecus rosalia*) zeigte BALES et al. (2005) unter Freilandbedingungen durch FCM-Ausscheidungen zwei trächtiger Tiere unterschiedlicher Rangordnung auf, dass es keine signifikanten Unterschiede gibt. BALES et al. (2005) vermutet, dass sich die Weibchen untereinander in der Gruppe unterstützen und sich somit Stress reduziert. Bei Weißbüschelaffen (*Callithrix jacchus*) zeigte (COELHO et al. 2012a; COELHO et al. 2016; COELHO et al. 2012b) durch FCM-Analysen auf, dass Einzeltiere beim Umsetzen in neue Gehege erhöhten Stress haben. Auf der anderen Seite gab es solche Cortisolausschläge nicht beim Umsetzen der gesamten Gruppe. Der Verlust der Partnertiere führt zu progressiven FCM-Anstiegen bei Weißkopfbüschelaffen (*Callithrix geoffroyi*) und Zweifarbentamarin (*Saguinus bicolor*) (WARK et al. 2016). Bei Schnurrbarttamarinen (*Saguinus mystax*) wurden FCM-Basallinien von HUCK et al. (2005) beschrieben. Freilanduntersuchungen zeigten die Praktikabilität von FCM-Basallinien bei einer Gruppe von Gehaupten Kapuzineraffen (*Cebus apella nirgritus*) auf. Erhöhte Cortisol- und Testosteronlevel konnten während der paarungsbereiten Zeit der Weibchen verzeichnet werden. Im restlichen Jahresverlauf waren keine starken Schwankungen ersichtlich (LYNCH et al. 2002). Anhand von Springtamarinen (*Callimico goeldii*) wurde die Verdauungszeit mit Hilfe von Lebensmittelfarbe und Glitzer bestimmt. So lassen sich auch Kotproben zu bestimmten Tieren zuordnen, wenn diese mit unterschiedlichen Farben gefüttert wurden. Vor und nach tierärztlicher

Untersuchung wurden Kotproben gesammelt, dabei zeigten sich 24-28 Stunden nach dem Stressor 3-28 fache Erhöhungen der FCM-Werte (WARK et al. 2016). Bei Totenkopffaffen (*Saimiri sciureus*) sind Stressantworten in Ausscheidungen ebenfalls nachweisbar (COE et al. 1978). Interaktionen und Rangordnung in Gruppen haben unterschiedliches Stresspotential und können in Ausscheidungen nachgewiesen werden, wie beim Lisztaffen (*Saguinus oedipus*) und Totenkopffaffen (*Saimiri scuricus*) (ABBOTT et al. 2003).

UCM: Urinuntersuchungen lassen sich nur bei konditionierten Tieren durchführen. In Studien wurden diese genutzt, um Tageskurven der Metaboliteausscheidungen dazuzustellen. Im Tagesverlauf waren Cortisolwerte in den Morgenstunden am höchsten und fallen im Verlauf des Tages vgl. Kaiserschnurrbartamarin (*Saguinus imperator subgrisescens*) und Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) (MCCALLISTER et al. 2004).

SCM und HCM: Hinweise zu Speichelprobensammlung auch an unkonditionierten Tieren finden sich in (SMITH et al. 2016). Haaruntersuchungen scheinen bei dieser Gattung eine untergeordnete Rolle zu spielen.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

STEVENSON et al. (1976) erläutert Ethogramme und das Normalverhalten von Marmosets/Büschelaffen (*Callithrix*). Vergleichend lassen sich Studien über das Sexual- und Sozialverhalten von Krallenaffen (*Calitrichidae*) hinzuziehen. Weitere Beispiele für ausführliche Ethogramme anhand anderer Neuweltaffen, wie dem Schwarzen Uakari (*Cacajao melanocephalus*), können bei der Etablierung von Ethogrammen zur Verhaltensbeobachtung helfen (BEZERRA et al. 2011; WEHNELT et al. 2002). Es wird nötig sein, für jede Unterart eigene Ethogramme für gezielte Fragestellung zu erstellen. Genannte Studien geben Anregungen für Verhaltenskataloge und abnormale Verhaltensweisen. Diese können helfen, abnormales Verhalten und Stress in Gruppen zu beurteilen. Ebenfalls können Lokomotion und stereotypes Verhalten vgl. Kapitel Menschenaffen (*Hominidae*), Paviane (*Papio ssp.*) und Rhesusaffen (*Macaca ssp.*) in Beobachtungen einbezogen werden. Beim Löwenäffchen (*Leontopithecus rosalia*) zeigen Freilanduntersuchungen in Kombination mit FCM-Analysen, dass sich ranghöhere und niedrigere Weibchen während einer Trächtigkeit unterstützen. Es kommt zur Stressreduktion, was sich in einem flachen Verlauf der FCM-Kurven widerspiegelt (BALES et al. 2005). Beißen in den Kopf, die Genitalregion oder andere Bereiche der Gruppenmitglieder sind deutliche Hinweise auf Konflikte. Sich selbst zu verletzen kann auf erhöhte Stresslevel hinweisen und ist ein abnormales Verhalten (HOSEY et al. 2007; LUTZ 2018). Gesteigertes aggressives Verhalten gegen die Pfleger, bereits beim Futter hingeben in die Box, häufiges liegen unter der Wärmelampe und Durchfall können Hinweise auf Erkrankungen wie

das „Wasting Syndrom“ sein.(COELHO et al. 2012b; COELHO et al. 2012a) zeigten bei Weißbüschelaffen (*Callithrix jacchus*) dass das Umsetzen einzelner Tiere in neue Gehege erhöhte Stresslevel und auch differenzierbare Lautäußerungen zur Folge hatte. Stress konnte reduziert werden, in dem die gesamte Gruppe umgesetzt wurde. Dieses gibt Hinweise auf die komplexe Sozialstruktur und das Vertrauen innerhalb der Gruppe (HÄUSSER et al. 2012). Daraus lässt sich die Notwendigkeit der Gruppenhaltung für das Wohlbefinden ableiten. Ein eingeschaltetes Radio, der Tod eines Gruppenmitgliedes, Bauarbeiten in Gehegenähe führen zu erhöhtem Stress und erhöhten Cortisolmetabolite-Ausscheidungen. Zugang zu Außengehegen mit mehr Beschäftigungsmöglichkeiten führte zu Reduzierung von Stress, da die Tiere dort mehr Erkundungs- und Sozialverhalten zeigen (KAPLAN et al. 2012). Schnurrbarttamarine (*Saguinus mystax*) zeigen während der Zeit der fruchtbaren Tage der Weibchen erhöhte FCM-Werte und gesteigertes Balzverhalten. Die Rangordnung bei Totenkopffaffen kann mit Hilfe von 14 Verhaltensweisen eingeschätzt werden (siehe (CASTELL et al. 1971)).

FAZIT:

Body Condition Scores sind für die Vertreter der *Cebidae* nicht vorhanden. Starke Gewichtsschwankungen können Anzeichen für Erkrankungen und mangelndes Wohlbefinden sein (Wasting Syndrom). Cortisolmetabolite können in diversen Ausscheidungen beschrieben werden und Erhöhungen können auf Stressoren hinweisen. Somit können diese bei der Überwachung des Wohlbefindens genutzt werden. Dennoch sind auch jahreszeitliche Verläufe und Gruppendynamik wie Paarungsphase zu berücksichtigen, da Erhöhungen der Cortisolwerte bei männlichen *Cebidae* während der paarungswilligen Zeit der Weibchen vorkommen (LYNCH et al. 2002). Besonders sind FCM-Analysen zu nennen, da diese nicht invasive gesammelt werden können und keine Konditionierung der Tiere bedürfen. Eine Zugabe von Glitzer und oder Lebensmittelfarbe im Futter, macht die Zuordnung von Kotproben einzelner Individuen möglich, ohne Metaboliteausscheidungen zu stören (WARK et al. 2016). Paar- und Gruppendynamik, soziale Isolationen sind wichtige Einflussfaktoren für das Wohlbefinden (SMITH et al. 2011; TAYLOR et al. 2015). Urin und Speichelproben bieten mit Sicherheit eine Möglichkeit der nicht invasiven Stressüberwachung, besonders für Beurteilung von Stressoren die kurze Zeit vorher einwirkten. Die Probenentnahme bedarf Training zur Entnahme und/oder Gewinnung. Maßnahmen zur Stressvermeidung bei Büschelaffen (*Callithrix*) beschreibt KAPLAN et al. (2012) und kann durchaus für andere *Cebidae* genutzt werden, z.B. die Vermeidung von Lärm in Gehegenähe. Die Auswirkung dieser Stressoren beschreibt er anhand von einer zweimal täglichen Speichelprobenentnahme. Haaranalysen sind bei den *Cebidae* für zoologische Gärten nicht praktikabel. Langzeitstressanalysen und Auswirkungen können den recherchierten Studien nicht

entnommen werden. Krallenaffen (*Cebidae*) besitzen ein hohes Maß an Vokalisation, das können zusätzliche Ansätze für weiterführende Studien sein, um Stress „herauszuhören“.

5.2.3 Paviane & Rhesusaffen (*Cercopithecidae*)

Paviane (*Papio*) stammen aus Afrika und sind dort flächendeckend in großen Gruppen anzutreffen. Es werden sechs Unterarten unterschieden (siehe Abbildung 8). Diese Abbildung soll auf das ähnliche Erscheinungsbild der Arten hinweisen und somit auch auf eine Übertragbarkeit von einzelnen BCS. Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) stammen aus Asien und haben ihre Bedeutung in der Versuchstierkunde erlangt und waren an der Entdeckung des Rhesusfaktors beteiligt (LEVINE 1961).

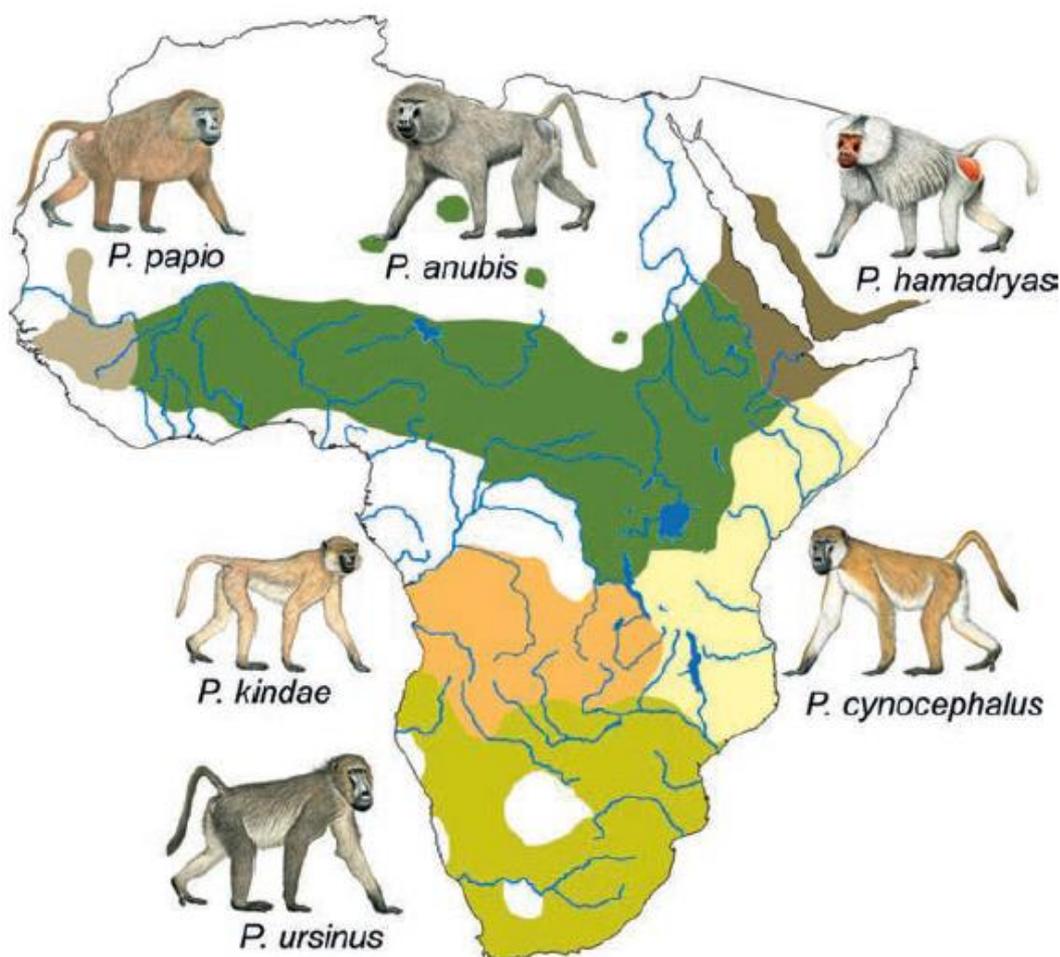


Abbildung 8: Pavianunterarten und dessen Verbreitung nach FISCHER et. al. 2017

Body Condition Scores (BCS):

Bei Pavianen (*Papio*) ist es in menschlicher Obhut nicht leicht, eine optimale Ernährung in einer Gruppe zu gewährleisten, da die ranghöchsten Männchen das energiereichste Futter für sich

beanspruchen und daher meist einen hohen Body Condition Score haben und adipös werden (CABANA et al. 2018). Daher sind die Überwachung und Optimierung für zoologische Einrichtungen wichtig, auf der anderen Seite werden die rangniedrigeren Individuen unterversorgt. Diese magern im Laufe der Zeit ab und sind anfälliger für Erkrankungen wie Endoparasiten (SAPOLSKY 1992; SAPOLSKY et al. 2000). Nach CABANA et al. (2018) kann eine Einteilung beim Mantelpavian (*Papio hamadryas*) von eins (abgemagert) bis fünf (fettleibig) erfolgen. Die Einteilungen ist an die BCS-Einteilungen von Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) angelehnt (CLINGERMAN et al. 2005; SUMMERS et al. 2012). CLINGERMAN et al. (2005) entwickelte ein BCS-Beurteilung für Rhesusaffen (*Macaca mulatta*). Abbildung 9. Zusätzlich schätzt CLINGERMAN et al. (2005) die Bemuskelung der Einzeltiere ein.

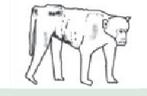
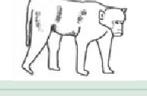
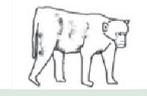
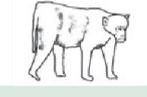
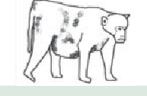
presence of the haircoat.			
		Ambulating	Right lateral viewed from back
1	EMACIATED – Very prominent hip bones (easily palpable and likely visible), prominent facial bones, spinous processes, and ribs. Minimal to no muscle mass is palpable over ilium or ischium. Anus may be recessed between ischial callosities. Body is very angular, no subcutaneous fat layer to smooth out prominences.		
1.5	VERY THIN – Hips, spinous processes, and ribs are prominent. Facial bones may be prominent. There is very little muscle present over the hips and back. Anus may be recessed between ischial callosities. Body is angular, no subcutaneous fat to smooth out prominences.		
2	THIN – Very minimal fat reserves, prominent hip bones and spinous processes. Hips, spinous processes, and ribs are easily palpable with only a small amount of muscle mass over hips and lumbar region		
2.5	LEAN – Overlying muscle gives hips and spine a more firm feel. Hip bones and spinous processes are readily palpable, but not prominent. Body is less angular because there is a thin layer of subcutaneous fat.		
3	OPTIMUM – Hip bones, ribs, and spinous processes are palpable with gentle pressure but generally not visible. Well-developed muscle mass and subcutaneous fat layer gives spine and hips smooth but firm feel. No abdominal, axillary, or inguinal fat pads.		
3.5	SLIGHTLY OVERWEIGHT – Hip bones and spinous processes palpable with firm pressure but are not visible. Bony prominences smooth. Rib contours are smooth and only palpable with firm pressure. Small abdominal fat pad may be present.		
4	HEAVY – Bony contours are smooth and less well defined. Hip bones, spinous processes, and ribs may be difficult to palpate because of more abundant subcutaneous fat layer. May have fat deposits starting to accumulate in axillary, inguinal, or abdominal areas.		
4.5	OBESE – This animal will often have prominent fat pads in the inguinal, axillary, or abdominal region. Abdomen will be pendulous when animal is sitting or ambulating. Hip bones and spinous processes difficult to palpate. Bony contours smooth and poorly defined.		
5	GROSSLY OBESE – Obvious, large fat deposits in the abdominal, inguinal and axillary regions. Abdominal palpation is very difficult due to large amount of mesenteric fat. Pronounced fat deposits may alter posture/ambulation. Hip bones, rib contours, and spinous processes only palpable with deep palpation.		

Abbildung 9: BCS Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) nach CLINGERMAN 2005

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite- FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite-UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**)

FCM: In Freilandaufnahmen wurden steigende FCM-Werte bei Pavianen (*Papio*) in Zuge von Rankämpfen verzeichnet GESQUIERE et al. (2011), auffallend waren steigende FCM-Werte bei den männlichen Pavianen (*Papio*) während der paarungswilligen Zeit der Weibchen. Diese Zeit ging mit erhöhtem Stress innerhalb der Gruppe einher. Nach diesen Phasen normalisierten sich die Werte wieder. In weiteren Studien sind die Cortisolanstiege im Plasma nach diversen Narkoseverfahren aufgeführt, somit haben Narkotika ebenfalls einen Einfluss auf die Plasmacortisolmengen. Narkosen und invasive Methoden sind mit erhöhtem Stress verbunden, deshalb ist die Messung von Metaboliten aus dem Kot vorzuziehen. Dazu eignen sich die Studien von BENTSON et al. (2003) und (BEEHNER et al. 2004). Trächtige und aggressivere Pavianweibchen (*Papio*) hatten höhere FCM Werte (CROCKFORD et al. 2008). WEINGRILL et al. (2004) betrachtete über 17 Monate die FCM-Konzentrationen von freilebenden Bärenpavianen (*Popio ursinus*) und konnte aufzeigen, dass es saisonale Schwankungen gibt. Diese hängen mit kürzeren Ruhezeiten, kälteren Jahreszeiten und weniger Futterangebot zusammen, was auf umweltbedingten Stress hinweist vgl. afrikanische Elefanten (*Loxodonta africana*) in der Trockenzeit AHLERING et al. (2013) und (*Ursidae*) in den nahrungsarmen Wintermonaten BRYAN et al. (2013). PATZELT et al. (2014) konnte erhöhte FCM-Werte in Verbindung mit sozialem Stress, wie dem Beschützen der Weibchen und im Zuge von Paarungsverhalten setzen, was auf erhöhte Stresslevel und Energiebereitstellung der Männchen hinweist. Vergleichende FCM-Analysen sind bei einer Studie über die optimale Gruppengröße bei Steppenpavianen (*Papio cynocephalus*) beschrieben und lassen Rückschlüsse auf sozialen Stress zu (MARKHAM et al. 2015). Bei Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) wurden Cortisolerhöhungen 48-72h im Kot nach dem Stressor festgestellt. FIELD et al. (2015) zeigte dieses anhand des Anlegens von Zwangsjacken für Tierversuche bei Rhesusaffen auf. Somit scheinen Fixationen zu erhöhtem Stress zu führen. Einzelne Individuen scheinen sich jedoch auch an Stressoren zu gewöhnen und zeigten geringere Anstiege (ZHANG et al. 2018).

UCM: Untersuchungen zu Cortisolmetaboliten im Urin sind bei Rhesusaffen WADE et al. (1997) im Rahmen von Tierversuchen beschrieben und konnten Ansteige und Adaption an stressauslösende Umstände aufzeigen (GOYMANN et al. 2004; FIELD et al. 2015).

SCM: Nachweise zu Cortisolmetaboliten im Speichel sind bei beiden Arten erfolgt. Überwiegend bei Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) um die Auswirkungen einzelner Maßnahmen in Tierversuchen einschätzen zu können, z.B. das Einsetzen eines Implantates (PFEFFERLE et al. 2018; HIGHAM et al. 2010; RAPP-SANTOS et al. 2017).

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Paviane (*Papio*) leben in freier Wildbahn in Gruppen von 5 bis 250 Tieren. Es gibt unterschiedliche Gruppenformen: die gemischten Gruppen, in denen mehrere Männchen mit vielen Weibchen zusammenleben, sowie die Einmann- oder Haremsgruppen, in denen ein einzelnes Männchen mit mehreren Weibchen lebt. In menschlicher Obhut und freier Natur ist es üblich, dass heranwachsende Männchen und Weibchen mit der Geschlechtsreife die Gruppen verlassen müssen (GESQUIERE et al. 2011; DEL HOYO et al. 2013). Viele Probleme und Stressoren spielen in menschlicher Obhut eine untergeordnete Rolle, wie die Verteidigung gegenüber anderen Gruppen während der Trächtigkeit CROCKFORD et al. (2008), der Kampf um Nahrung, Wasser, Sexualpartner, Revierverteidigungen, Schlafplatzsuche und Angst vor Prädatoren entfällt ebenfalls (SAPOLSKY 1992). In menschlicher Obhut ist das Platzangebot und die Ausweichmöglichkeiten von Gruppenmitgliedern begrenzt, CABANA et al. (2018) untersuchte hierzu Paviane (*Papio*) im Zoo Singapur. Dominante Tiere nahmen den weniger dominanten das Futter weg, diese wurden dadurch adipöser, die Schwachen hingegen hatten geringere BCS und Parasiten (CABANA et al. 2018; SAPOLSKY et al. 2000; WHITTEN et al. 1998). Optimale Gruppengröße werden bei Steppenpavianen (*Papio cynocephalus*) in Freilandbeobachtungen untersucht und mit FCM-Analysen werden Stressoren wie Umwelteinflüsse über den Jahresverlauf aufgezeigt (MARKHAM et al. 2015). Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) sind wesentlich leichter zu halten, da hier gemischte Gruppen mit Jungtieren / Weibchen keine Probleme darstellen und es nicht wie bei Pavianen (*Papio*) zum Vertreiben der Jungtiere aus dem Rudel kommt. Männliche Jungtiere verlassen mit der Geschlechtsreife die eigene Gruppe und schließen sich neuen Gruppen an (DEL HOYO et al. 2013). Verhaltensauffälligkeiten werden nach LUTZ (2018) und LUTZ et al. (2014) bei Pavianen (*Papio*) beschrieben. Das abnormale Verhalten weist auf schlechtes Wohlbefinden hin. Bei 144 Mantelpavianen wurden Fokusbeobachtungen je 15 Minuten durchgeführt, bei 26% wurden Verhaltensauffälligkeiten, wie stereotype Bewegungsmuster, gegen sich selbst gerichtete Verhaltensweisen und atypische Nahrungsaufnahmeverhalten betrachtet. Verhaltensauffälligkeiten bei Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) siehe Abbildung 10 LUTZ et al. (2003) können in Rahmen von Verhaltensanalysen betrachtet werden vgl. Menschenaffen FRITZ et al. (1992) und nach dem Modell bei Pavianen (*Papio*) (LUTZ et al. 2014).

<i>Whole-body stereotypies</i>	
Pace	Repetitive back and forth locomotion or circling of the cage. This requires at least two repetitions.
Bounce	An up and down motion involving movement of the feet
Rock	A back and forth movement of the upper body with feet stationary
Body flip	Back flips which may involve grabbing the top of the cage and swinging the body through the arms
Swing	Back and forth motion when hanging from the top or side of the cage
<i>Self-directed stereotypies</i>	
Salute	Placing a finger or hand into or near the eyes
Digit suck	Sucking on a finger, toe, or other body part
Hair pull	Pulling out hair from the body using hands or teeth
Self-grasp	Grabbing or holding onto a part of one's own body. This behavior sometimes precedes self-bite (see below).
<i>Other stereotypies</i>	
Other	Idiosyncratic behaviors not included in the above list. Examples may include teeth grinding, head tossing, or making noise by blowing air into the cheeks.
<i>Self-injurious behavior</i>	
Self-bite	Any vigorous biting of one's own body. Bites are usually concentrated on the arms, fingers, feet, or legs.
Self-injure	Self-inflicted wounds that require veterinary care such as suturing

Abbildung 10: Abnormale Verhaltensweisen bei Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) nach LUTZ 2013

FAZIT:

BCS helfen bei der Überwachung der Gewichtsentwicklung. Zum Beispiel zur Vermeidung, dass die Ranghöchsten zu adipös werden oder rangniedrigere zu sehr abmagern CABANA et al. (2018). Eine individuelle Fütterung ist in solchen Fällen in Betracht zu ziehen (SCHLABRITZ-LOUTSEVITCH et al. 2004). Cortisolmetaboliteanalysen sind aus Kot- und Speichel sinnvoll, sollten aber in Bezug auf eine gezielte Fragestellung und Stressorenbeurteilung mit Hilfe von Verhaltensaufnahmen untersucht und in Verbindung gebracht werden z.B. der Umzug in ein neues Gehege, eine anstehende Geburt usw. (SAPOLSKY et al. 2000). Gezielte Untersuchungen auf Erhöhungen der Cortisolmetabolite durch Stressoren können weitere Aufschlüsse geben. Es können wie für andere Studien Transporte in neue Gehege, Lärm und Fixation (FIELD et al. 2015) zur weiteren Validierung genutzt werden vgl. BONIER et al. (2004) und BECHSTEIN et al. (2015). Erhöhungen sind in den Cortisolmetaboliten nachweisbar und weisen auf Stress hin. Jedoch ist die Zuordnung der Proben im Gruppenverband schwierig und bedarf ggf. weiterführender Analysen wie DNA-Sequenzierung vgl. AHLERING et al. (2013). Verhaltensanalysen bei Pavianen (*Papio*) lassen Rückschlüsse auf die Gruppendynamik und stressauslösende Situationen in der Gruppe zu. Zum Beispiel die beginnende Geschlechtsreife eines jungen Männchens, welche in der Wildbahn zu dieser Zeit aus dem Rudel vertrieben wird/würde. In zoologischen Einrichtungen kommen einige

männliche und viele weibliche Tiere ebenfalls zurecht (KREBS 2008; PATZELT et al. 2014). Abnormale Verhaltensweisen und deren Ausprägung sind Anzeichen für mangelndes Wohlbefinden bei Pavianen (*Papio*) und Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) und können durch umweltbereichernde Maßnahmen und Beschäftigung reduziert werden (MELLOR et al. 2015).

5.3 Raubtiere (*Carnivora*)

5.3.1 *Felidae*: Großkatzen (*Pantherinae*) und Kleinkatzen (*Felinae*)

Aus der Gruppe der *Felidae* sind vor allem Großkatzen (*Pantherinae*) und einige Kleinkatzen (*Felinae*) in zoologischen Gärten anzutreffen. Als domestizierte Form sind die Hauskatzen (*Felis silvestris catus*) bekannt. Die Anwendung gleicher Methoden bei den unterschiedlichen Vertretern sollte die ähnliche Morphologie erlauben. In freier Wildbahn Deutschlands kommen die hauskatzengroße Wildkatze (*Felis silvestris*) und der Luchs (*Lynx lynx*) vor. Weiterhin zu den *Felidae* gehört der Leopard (*Panthera pardus*) und der aus Afrika stammende Gepard (*Acinonyx jubatus*), der Puma (*Puma concolor*) bewohnt Gebiete in Süd- als auch Nordamerika. Die größten Vertreter der *Felidae* werden als Großkatzen (*Pantherinae*) bezeichnet. Alle dazu gehörenden Vertreter sind in zoologischen Gärten anzutreffen. Hierzu gehören die aus Afrika kommende größte Raubkatze der Löwe (*Panthera leo*) und der Leopard (*Panthera pardus*). Der Tiger (*Panthera tigris*) stammt aus Asien und Teilen Russlands. Hingegen ist der Jaguar (*Panthera onca*) ein Vertreter aus Südamerika. Wie diese Auflistung zeigt, finden wir Vertreter der *Felidae* auf jedem Kontinent bis auf die Antarktis und Australien. Ausnahmen bilden invasive Arten.

Body Condition Scores (BCS):

Body Condition Score Einteilung sind für kleinere *Felidae* in menschlicher Obhut und insbesondere für die Hauskatze (*Felis catus*) als Überwachungshilfsmittel bei Tierärzten und Haltern etabliert (LAFLAMME 1997). Eine BCS-Beurteilung der AZA für größere *Felidae* befindet sich in Abbildung 12, hier werden Löwe (*Panthera leo*), Tiger (*Panthera tigris*), Jaguar (*Panthera onca*), Gepard (*Acinonyx jubatus*) und Ozelot (*Leopardus pardalis*) vergleichend betrachtet. Diese Beschreibungen und Abbildungen können bei einer ersten Einschätzung des Ernährungszustandes helfen. Unterstützend zu diesen Beurteilungen sollte Freilandaufnahmen oder Fotoaufnahmen aus menschlicher Obhut dazu beitragen, die BCS-Einschätzungen für Untersucher zu vereinfachen und realitätsnäher zu betrachten vgl. Abbildung über BCS Katzen und Fotoaufnahmen vom Löwen (*Panthera leo*).



Abbildung 11: BCS Hauskatze (*Felis catus*) nach LAFLAMME 1997

Feline Body Condition Guidelines

Maintaining a healthy body condition is critical to a cat's quality of life, longevity, and reproductive success. The Felid Taxon Advisory Group (TAG) of the Association of Zoos and Aquariums developed these guidelines to assist with routine monitoring and assessment of captive felid body conditions. The ideal felid body should be lean and muscular with defined shoulders, abdomen, and hindquarters.

Areas of Concern:

BODY CONDITION SCORES					
SPECIES	1 - VERY THIN	2 - UNDERWEIGHT	3 - IDEAL	4 - OVERWEIGHT	5 - OBESE
	<small>Loss of muscle mass. Facial features gaunt. Eyes very sunken and dull. Dull coat/gloss coat.</small>	<small>Lean. Enlarged rib distensions. Poor rounding. Chests and face gaunt.</small>	<small>Lean and muscular appearance. Obvious definition between shoulder, abdomen and pelvic regions. Well kept coat and bright eyes.</small>	<small>Stored fat present on inner thighs and pelvic and abdomen regions.</small>	<small>Obvious fatty deposits. No definition between shoulder, abdomen and pelvic regions.</small>
LION					
TIGER					
JAGUAR					
CHEETAH					
OCELOT					

Illustrations by Catherine Tedesco

Abbildung 12: *Feline* Body condition Guidelines AZA 2019

Beispielfotos für unterschiedliche BCS-Stufen beim Löwen (*Panthera leo*) siehe Abbildung 13 und Abbildung 14 helfen den Untersucher die Beurteilung zu erleichtern. Detaillierte Bewertungskriterien für BCS-Einteilungen und welche Körperbereiche zur Einstufung genutzt werden sind in Abbildung 15 erläutert.



Abbildung 13: BCS eins Löwe (*Panthera leo*) nach TREIBER 2019



Abbildung 14: BCS neun Löwe (*Panthera leo*) nach TREIBER 2019

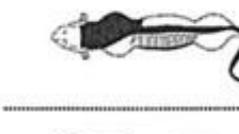
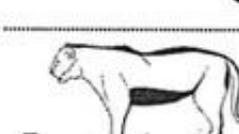
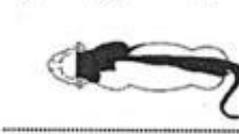
SCORE	DESCRIPTION	
1	Ribs visible; no palpable fat; severe abdominal tuck; lumbar vertebrae and wings of ilea easily palpated	
2	Ribs easily visible; lumbar vertebrae obvious with minimal muscle mass; pronounced abdominal tuck; no palpable fat	
3	Ribs easily palpable with minimal fat covering; lumbar vertebrae obvious; obvious waist behind ribs; minimal abdominal fat	
4	Ribs palpable with minimal fat covering; noticeable waist behind ribs; slight abdominal tuck; abdominal fat pad present	
5	Well-proportioned; observe waist behind ribs; ribs palpable with slight fat covering; abdominal fat pad minimal	
6	Ribs palpable with slight excess fat covering; waist and abdominal fat pad distinguishable but not obvious; abdominal tuck absent	
7	Ribs not easily palpated with moderate fat covering; waist poorly discernible; obvious rounding of abdomen; moderate abdominal fat pad	
8	Ribs not palpable with excess fat covering; waist absent; obvious rounding of abdomen with prominent abdominal fat pad; fat deposits present over lumbar area	
9	Ribs not palpable under heavy fat cover, heavy fat deposits over lumbar area, face and limbs; distention of abdomen with no waist; extensive abdominal fat deposits	

Abbildung 15: BCS (*Panthera leo*) nach HENNRAD 2007

BCS-Beurteilungen für weitere Vertreter, wie den Gepard (*Acinonyx jubatus*) können nach DIERENFELD et al. (2007) oder für den Tiger (*Panthera tigris*) nach Tilson (2016) erfolgen.

Cortisolmetabolite in Kot (Faecal Cortisol Metabolite- FCM), Urin (Urinary Cortisol Metabolite-UCM), Speichel (Salivary Cortisol Metabolite-SCM) und Haaren (Hair Cortisol Metabolite-HCM):

GRAHAM et al. (1996), KEAY et al. (2006), SCHWARZENBERGER (2007) bewiesen, dass Cortisolausscheidungen bei der Gruppe der *Felidae* nachweisbar sind. Gesteigerte Ausscheidungen von Cortisolmetaboliten im Kot und Urin wurden durch experimentelle Untersuchungen von

SCHATZ et al. (2001) und YOUNG et al. (2004) bei der Hauskatze (*Felis silvestris domesticus*) festgestellt. CARLSTEAD et al. (1993) betrachtete die Bengalkatze (*Prionailurus bengalensis*), dabei fielen ihm die Auswirkungen von Stress nach Umsetzungen in neue Gehege auf. Schlussfolgernd korrelierte chronischer Stress mit erhöhten FCM-Werten und verringertem Erkundungsverhalten bei der Bengalkatze (*Prionailurus bengalensis*). Eine Gehegeumgestaltung steigerte das Erkundungsverhalten, reduzierte stereotypes Verhalten und führte zum Absinken der FCM-Werte.

FCM: FCM-Untersuchungen sind nach PRIBBENOW et al. (2014) beim Eurasischen Luchs (*Lynx lynx*) und beim Iberischen Luchs (*Lynx pardinus*) beschrieben und zeigen auf, dass Stress negative Auswirkungen auf Fortpflanzung, Wachstum und das Immunsystem hat. Zur Validierung wurde beim Eurasischen Luchs (*Lynx lynx*) eine Ausschüttung von Cortisol experimentell provoziert. Beim Iberischen Luchs (*Lynx pardinus*) hingegen wurde die Erhöhung im Zuge einer Umsetzung in ein neues Gehege und dem damit verbundenen Stress nachgewiesen (vgl. andere *Felidae*). HCM-Untersuchungen an freilebenden Kanadischen Luchsen (*Lynx canadensis*) zeigen, dass Cortisolmetabolite in den Haaren messbar sind. Jedoch sind, je nach Entnahmestelle die HCM-Werte abweichend und die genaue Lokalisierung der Haarentnahme muss noch validiert werden (TERWISSEN et al. 2013). Freilanduntersuchungen an Löwenpopulationen (*Panthera leo*) weisen auf unterschiedliche Cortisolspiegel im Kot, je nach Entfernung zur nächsten Siedlung, hin. Je näher die Populationen an Siedlungen lebten, desto höher waren die FCM-Spiegel. Im Vergleich hatten Rudel aus Nationalparks geringere FCM-Spiegel. CREEL et al. (2013) geht davon aus, je weiter die Population von einer Siedlung entfernt lebt, desto weniger Stress hat diese. Vergleichende Untersuchungen von verschiedenen Haltungseinrichtungen bei Löwen (*Panthera leo*) wurden von BIRMELIN et al. (2013) vorgenommen, dabei wurden vor und nach dem Transport SCM-Proben entnommen und konnten die gesteigerte Belastung und den Stress während des Transportes in Narkose widerspiegeln. Für den Gepard (*Acinonyx jubatus*) untersuchte LUDWIG et al. (2013) und TERIO et al. (1999) Kotproben und konnte erhöhte FCM-Konzentrationen nach Stimulationstests feststellen, somit sind Erhöhungen durch andere Stressoren, wie bei anderen Vertretern der *Felidae* gezeigt, zu erwarten. VAZ et al. (2017) untersuchte 41 Bengaltiger (*Panthera tigris tigris*) und 21 Indische Leoparden (*Panthera pardus fusca*) in menschlicher Obhut, um die Haltung zu optimieren. Er wies erfolgreich den Zusammenhang von Stress und damit verbundene stereotype Verhaltensweisen nach. Er zeigte auf, dass FCM-Anstiege mit stereotypem Verhalten korrelieren. Signifikante Unterschiede konnten bei Gehegen mit Wasserbecken, sauberem Wasser, Steine zum Hochspringen, Höhlen und einen Baumbestand gezeigt werden. Auf der anderen Seite wurden Tiger in reizärmeren Gehegen betrachtet. Somit lassen sich bedarfsgerechte Verbesserungen in Gehegen

mit vermindertem stereotypem Verhalten und mehr Explorationsverhalten einschätzen, ähnlich zu den Untersuchungen von CARLSTEAD et al. (1993) bei andern Vertretern der *Felidae*. Erhöhte FCM-Werte bei Tigern (*Panthera tigris*) konnten nach Umsiedlung nachgewiesen werden. Der Transport simuliert einen Stressor (DEMBIEC et al. 2004). Der erfolgreiche Nachweis von FCM beim Sumatratiger (*Panthera tigris sumatrae*) und beim Bengaltiger (*Panthera tigris tigris*) von PARNELL et al. (2014) weist zuverlässig auf Ausschläge auf einen Stressor 48h nach Einwirkung hin. Hierzu wurde der Stress durch die Injektion und anschließende Sedation mittels eines Blasrohres betrachtet. Beim Puma (*Puma concolor*) untersuchte BONIER et al. (2004) in menschlicher Obhut gehaltene Exemplaren nach Aussetzen eines Stressors. Das Verhalten korrelierte mit erhöhter FCM-Ausscheidung. Die künstlichen Stressoren sind in Abbildung 16 aufgeführt und können zum Beispiel bei noch ausstehenden Studien Anwendung finden oder auf andere Tierarten übertragen werden.

Cougar	Stressor	Response
1	Noise (chainsaw) <5minutes	Minimal, occasionally flattened ears
2	Social (enclosed w/ new individual)	Aggression towards individual 3
3	Same as 2	Attempted to flee, avoid individual 2
4	Same as 1	Attempted to flee, climbed fence
5	Noise (chainsaw) and shown tranquilizer gun	Flattened ears, growled
6	Same as 5	Attempted to flee, paced at gate
7	Same as 5	Flattened ears, growled
8	Same as 5	Attempted to flee, climbed fence
9	Noise (chainsaw) and sprayed with water	Attempted to flee, climbed fence
10	Same as 9	Attempted to flee, climbed fence

Abbildung 16: künstlich induzierte Stressoren beim Puma (*Puma concolor*) nach BONIER et. al. 2004

Beim Schneeleopard (*Panthera uncia*) wies WIELEBNOWSKI et al. (2002) nach, dass sich Erhöhungen von Cortisolmetaboliten experimentell auslösen und nachweisen lassen. BURGNER et al. (2008) beschreibt zusätzlich, dass stereotypes Verhalten und erhöhte FCM-Werte beim Schneeleopard (*Panthera uncia*) korrelieren vgl. Tiger (*Panthera tigris*).

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Verhaltensbeobachtungen zur Überwachung des Wohlbefindens bei den *Felidae* ist durch die Ausprägung von stereotypen Verhalten nachweisbar. Verbundener Stress und Ausprägung der Stereotypie geht mit erhöhten Cortisolspiegeln einher. Ethogramme dienen bei der Einschätzung der Aktivitätsmuster, wie Explorationsverhalten in den Gehegen und helfen darüber hinaus, diese

bedarfsgerecht zu gestalten und somit Stress zu reduzieren (BIRMELIN et al. 2013). Stereotype Verhaltensweisen und vermindertes Explorationsverhalten werden bei kleinen Vertretern der *Felidae* wie Hauskatze (*Felis silvestris catus*) SCHATZ et al. (2001), Bengalkatze (*Prionailurus bengalensis*) CARLSTEAD et al. (1993) und Rohrkatze (*Felis chaus*) MARINATH et al. (2019) beschrieben und zeigen sich ebenfalls bei den Großkatzen wie dem Tiger (*Panthera tigris*) VAZ et al. (2017). Bei den betrachteten Studien konnten stereotypes Verhalten zusammen mit erhöhten Cortisolmetaboliteausscheidungen aufgezeigt werden. Erhöhte FCM-Werte wurden bei Transporten gemessen und sind im Verhalten der Tiere nachvollziehbar. Bei einigen Vertretern der *Felidae* konnten Gehegeanpassungen und Gehegegestaltung das Erkundungsverhalten erhöhen und Cortisolausscheidungen verringern (PRIBBENOW et al. 2014; MESA-CRUZ et al. 2014). Das Explorationsverhalten kann zum Beispiel durch Heat-Maps dargestellt werden vgl. Kapitel Verhaltensanalysen WEHNELT et al. (2002). In Freilandbeobachtungen, als auch in menschlicher Obhut kann das Fluchtverhalten als Reaktion auf Stressoren registriert werden (BONIER et al. 2004). So kann zum Beispiel die Anwesenheit einzelner Personen zu Stress führen, wie die Anwesenheit vom Zootierarzt (BELEW et al. 1999).

FAZIT:

BCS-Beurteilungen bieten sich bei den *Felidae* an, um zum einen den Ernährungszustand zu überwachen, als auch gesundheitliche Einschränkungen mit einhergehender Gewichtsabnahme zu registrieren. Bei entsprechender Dokumentation sind Rückschlüsse auf Gewichtsschwankungen, welche in Zusammenhang mit Erkrankungen stehen können und das Wohlbefinden beeinflussen möglich. Somit können starke Schwankungen die Notwendigkeit von weiterführenden Untersuchungen aufzeigen. Mit vorliegenden BCS-Beurteilungen verschieden großer Vertreter der *Felidae* können andere BCS-Beurteilungen für noch nicht betrachtete *Felidae* angepasst werden. Cortisolmetaboliteanalysen sind seit mehr als 20 Jahren bei einer Vielzahl von *Felidae* zum Einsatz gekommen und helfen bei der Beurteilung von Belastungen und Stress. In Verbindung mit Verhaltensaufnahmen können stressauslösende Situationen eingeschätzt, die Haltung überwacht und positiv angepasst werden. Ebenfalls können Verhaltensstudien Hinweise auf Erkrankungen durch gesteigertes oder vermindertes Verhalten anzeigen und Schmerz widerspiegeln (SHERIFF et al. 2009). Ein wichtiger Aspekt ist, dass die Lebendfütterung in Deutschland untersagt ist, Raubkatzen jedoch einen Großteil ihrer Zeit in freier Wildbahn mit der Jagd verbringen, das bedeutet mangelndes Ausleben natürlicher Verhaltensweisen. Dieses muss durch ausreichend Beschäftigung kompensiert werden.

5.3.2 Hyänen (*Hyaenidae*)

Die Gruppe der Hyänen (*Hyaenidae*) ist mit vier Arten vertreten und alle sind in deutschen zoologischen Einrichtungen anzutreffen. Dazu gehören die aus Afrika stammende Tüpfelhyäne (*Crocuta crocuta*), Streifenhyäne (*Hyaena hyaena*), Schabrackenhyäne (*Hyaena brunnea*) und der Erdwolf (*Proteles cristata*). Alle Arten ähneln sich vom Körperaufbau, dennoch besitzen die Streifenhyäne (*Hyaena hyaena*), Schabrackenhyäne (*Hyaena brunnea*) und der Erdwolf (*Proteles cristata*) mehr Fellanhang (ESTES et al. 2012; ESTES et al. 1992).

Body Condition Scores (BCS):

Es wurden keine publizierten BCS-Einteilungen für die oben genannten Hyänenarten gefunden. In Hinblick auf die Morphologie könnten unter zur Hilfenahme der BCS-Einteilungen von Hunden (siehe Kapitel *Canidae*) LAFLAMME 1997 Einteilungen für Hyänen etabliert werden. Dazu sollte entsprechendes Fotomaterial aus dem Freiland gesammelt und mit den Kriterien der jeweiligen BCS-Stufen abgestimmt werden.

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite-FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite-UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**):

FCM: Erfolgreich wurden erhöhte FCM-Werte nach Stresseinwirkung oder ACTH Stimulierung bei Tüpfelhyänen (*Crocuta crocuta*) BENHAIEM et al. (2012); DAVIDIAN et al. (2015); GOYMANN et al. (1999); VAN METER et al. (2009), Schabrackenhyäne (*Hyaena brunnea*) HULSMAN et al. (2011) und Erdwolf (*Proteles cristata*) GANSWINDT et al. (2012a) nachgewiesen. Cortisolausscheidungen dienen der Quantifizierung von Stresseinwirkungen (FRASER 2009; SHERIFF et al. 2010). Somit lassen sich Belastungen wie bei einer Umsiedlung von GOYMANN et al. (1999), soziale Interaktionen und Hunger von BENHAIEM et al. (2013) einschätzen. Erhöhte Cortisolausscheidungen sind bei Schmerz, Erkrankungen und Stress zu erwarten und können mittels FCM-Analysen nachgewiesen werden (SALPOLSKY et al. 2000, (CHROUSOS et al. 1992).

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Hyänen (*Hyaenidae*) besitzen eine enorme Anpassungsfähigkeit an ihre Umwelt (HOLEKAMP et al. 2011; HOLEKAMP et al. 1998; VAN METER et al. 2009). Untersuchungen zu Jagd- und Sozialverhalten bei Tüpfelhyäne (*Crocuta crocuta*) und Streifenhyäne (*Hyaena hyaena*) nimmt Kruuk H. (1976) und (1972) vor. Weitere Verhaltensbeobachtungen der *Hyaenidae* finden sich in den Beschreibungen über afrikanische Säugetiere (ESTES et al. 2012; ESTES et al. 1992). Diese

Beschreibungen sind aus Freilandbeobachtungen und können bei der Etablierung von Ethogrammen in menschlicher Obhut helfen. Untersuchungen zum Aufzuchtverhalten von Tüpfelhyänen (*Crocuta crocuta*) erläutert BENHAIEM et al. (2013) am Verhalten der Eltern zu den Jungtieren. Untersuchungen von BENHAIEM et al. (2013) zeigten auf, dass Hunger und Konkurrenz unter Hyänenjungtieren erhöhten Stress hervorrufen. Die Belastung bei Transport ist ebenfalls durch gestörtes Verhalten und erhöhte FCM-Werte nachweisbar (GOYMANN et al. 1999). Zur Verbesserung des Beschäftigungsverhaltens sind Futterschleudern eine sinnvolle Maßnahme und geben den Tieren neue Anreize, dies zeigten Untersuchungen an männlichen Tüpfelhyänen (*Crocuta crocuta*) im Zoo Antwerpen (STEVENS et al. 2012).

FAZIT:

BCS-Einteilungen sollten für die Gruppe der Hyänen (*Hyaenidae*) etabliert werden, um den Ernährungszustand zu überwachen und Rückschlüsse auf das Wohlbefinden ziehen zu können. Im Hinblick auf anfangs genannte, vermehrte und längere Körperbehaarung bei drei der vier Arten sollte die Praktikabilität der BCS-Beurteilung bei der Etablierung beachtet werden. FCM-Analysen wurden bei drei der vier Vertreter evaluiert. Bei der Streifenhyäne (*Hyaena hyaena*) wurden keine Studien gefunden, dennoch ist durch die nahe Verwandtschaft zu den anderen drei Arten eine Nachweismöglichkeit erhöhter Cortisolmetaboliteausscheidung durch FCM-Analysen zu erwarten. Verhaltensanalysen helfen Spannungen in den Gruppen zu beurteilen. FCM-Analysen können die Ergebnisse der Verhaltensbeobachtungen bestätigen und helfen Stressoren zuzuordnen. Verhaltensaufnahmen beziehen sich überwiegend auf Freilandbeobachtungen. In Anlehnung an Ethogramme von anderen größeren Raubtieren können Ethogramme für diese Gruppe in zoologischen Gärten angepasst werden (MACNULTY et al. 2007).

5.3.3 Hunde (*Canidae*)

Zu der Familie der *Canidae* werden 35 Arten gezählt. Davon sind etwa die Hälfte in zoologischen Gärten anzutreffen (stand BMEL 2019). Der Haushund (*Canis lupus familiaris*) und dessen verschiedene Rassen stammen vom Wolf (*Canis lupus*) ab, somit sind zwischen Vertretern der *Canidae* und domestizierten Haushunden Parallelen zu erwarten (STRAUS 1946). Nachfolgend werden ausgewählte Vertreter der *Canidae* verschiedener Kontinente aufgeführt und sollen vergleichend die Anwendungen einzelner Methoden zur Beurteilung des Wohlbefindens aufzeigen. Wölfe (*Canis lupus*) sind die größten Vertreter der *Canidae*, sie kommen in weiten Teilen Europas, Nordamerika und Asiens vor. Der Polarfuchs (*Alopex lagopus*) besiedelt Bereiche um das nördliche Polargebiet, der Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) ist als Vertreter der *Vulpini* in Mitteleuropa vorhanden, der kleinste Vertreter ist der aus Nordafrika stammende Fennek (*Vulpes zerda*). Weitere *Canidae*

sind der Afrikanische Wildhund (*Lycaon pictus*), welcher die Savannen bewohnt und im Rudel jagt. Hingegen lebt der Löffelhund (*Otocyon megalotis*) in Südafrika und ernährt sich überwiegend von Termiten (ESTES et al. 2012; ESTES et al. 1992). Der Maikong (*Cerdocyon thous*) stammt aus Südamerika und ist der dort am häufigsten anzutreffende Wildhund. Der größte Vertreter der *Canidae* in Südamerika ist der Mähnenwolf (*Chrysocyon brachyurus*), welcher unter anderem im Zoo Leipzig gehalten wird.

Body Condition Scores (BCS):

Bei domestizierten Hunden ist Übergewicht ein häufiges Problem und Spätfolgen wie Diabetes, Knochen- und Gelenkerkrankungen sind nicht selten (GERMAN 2006; FOSSUM 2007). Eine bedarfsgerechte Ernährung und die Überwachung des BCS ist in tierärztlicher Praxis und bei Rassehunden in menschlicher Obhut gehaltener *Canidaen* wichtig (LAFLAMME 1997; MELLOR et al. 2015; MELLOR 2015). Die Verwandtschaft und ein ähnlicher Phänotyp STRAUS (1946) lassen Übertragungen von etablierten BCS vom Haushund (*Canis lupus familiaris*) auf andere in menschlicher Obhut gehaltener *Canidaen* zu. LAFLAMME 1997 etablierte ein Body Condition Score für den Haushund (*Canis lupus familiaris*) von eins (dünn) bis neun (adipös). Seine Skalierungen und Einteilungen sind in Abbildung 17 zu sehen.

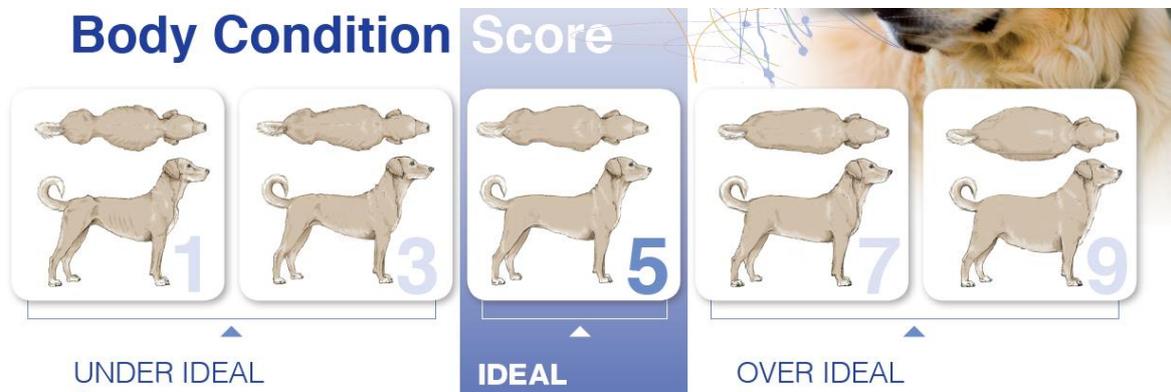


Abbildung 17: BCS Haushund (*Canis lupus familiaris*) von 2013 nach <https://www.wsava.org/> Stand Juli 2019

Für den Polarfuchs (*Alopex lagopus*) beschreibt KEMPE et al. (2009) eine BCS-Einteilung von eins (dünn) bis fünf (adipös). Vergleichende Abbildung von BCS eins (sehr dünn) und dem BCS fünf (adipös) siehe Abbildung 18.

Score	Description
1 Very thin	BCS: General appearance of the animal is pinched and bony. Muscle mass has decreased. Ribs, shoulder and pelvic bones are easily felt and there is no palpable fat. Abdomen is tucked up when viewed from the side. BCS2: Conjunctiva covering the muscles is visible through a thin fat layer. Very little fat over the shoulder blades and ribs.
5 Extremely fat	BCS: General appearance of the animal is extremely fat, massive and round. Massive fat deposits over ribs, shoulders and pelvic area. Noticeable abdominal distension. Fat deposits on face and limbs. BCS2: Massive fat deposits over thorax, shoulders, spine and pelvic area. Body form is very wide because of heavy fat layer in the abdominal and rib areas. Extremely thick (up to 5 cm) fat layer over the rib area. Rolls of fat forming in the body.



Abbildung 18: BCS eins und fünf von Polarfuchs (*Alopex lagopus*) nach KEMPE et. al. 2009

Wölfe (*Canis lupus*) und andere frei lebende *Canidae* sind dem Haushund (*Canis lupus familiaris*) vom Körperbau ähnlich STRAUS (1946), somit könnten BCS-Beurteilungen vom Hund LAFLAMME (1997) bei der Etablierung weiterer BCS herangezogen werden. Der Polarfuchs (*Alopex lagopus*) ähnelt dem Rotfuchs (*Vulpes vulpes*) und dem Graufuchs (*Urocyon cinereoargenteus*), in Anlehnung an die BCS-Einteilung von KEMPE et al. (2009) sind Übertragungen möglich. Andere *Vulpini* sind mit Anpassung beurteilbar, sollten dennoch mit Skizzen (vgl. *Bovidae*) und / oder Fotomaterial (vgl. Polarfuchs KEMPE et al. (2009)) zur besseren Anschauung und Vergleichbarkeit weiterführend ergänzt werden.

Cortisolmetabolite in Kot (**F**aecal **C**ortisol **M**etabolite- FCM), Urin (**U**rinary **C**ortisol **M**etabolite- UCM), Speichel (**S**alivary **C**ortisol **M**etabolite-SCM) und Haaren (**H**air **C**ortisol **M**etabolite-HCM):

FCM: Bei einer Vielzahl der *Canidae* wurden FCM-Erhöhungen durch ACTH-Stimulationstests, welcher einer Reaktion auf einen Stressor gleichzusetzen ist, nachgewiesen (YOUNG 2004; SHERIFF et al. 2010). FCM-Untersuchungen beim Haushund (*Canis lupus familiaris*) wurden von SCHATZ et al. (2001) zur Stressbeurteilung durchgeführt. Am Beispiel der Untersuchungen an Haushunden (*Canis lupus familiaris*) lassen sich Versuche zur Stressbeurteilung durchführen und auf andere Vertreter übertragen (Umwelt, Soziale Interaktionen u.v.m.). Es existierte eine Vielzahl an Studien, alle zu nennen würde den Rahmen sprengen. Eine Liste ausgewählter Literaturverweise zum Haushund (*Canis lupus familiaris*) und dessen Studien befinden sich in (YOUNG 2004; SCHWARZENBERGER 2007; KEAY et al. 2006). Daraus geht hervor, dass Kot, Speichel, Urin und Haare als Nachweis von Cortisolmetaboliten genutzt werden können. Hervorzuheben ist, dass einzeln gehaltene Hunde (*Canis lupus familiaris*), welche nur einen Bezugspartner haben, ähnliche

Cortisolmetaboliteausscheidungen haben wie ihr Bezugspartner „der Mensch“. Diese Studie spricht dafür, dass Tiere direkt den Stress der Bezugsperson ggf. Pfleger wahrnehmen und auf sich selbst übertragen, das sollte beim Umgang beachtet werden SUNDMAN et al. (2019). FCM-Erhöhungen beim Wolf (*Canis lupus*) zeigen in Untersuchungen von CREEL et al. (2002) und SANDS et al. (2004) die Auswirkung von Stress (Umweltstress, Nahrungsknappheit, soziale Interaktionen), ebenfalls kommt es zu erhöhten HCM-Werten (SHAVE et al. 2019). Mit Hilfe der Zuordnung von Kotproben zu diversen Rudelmitgliedern können zoologische Gärten „Stresskurven“ erstellen und sich ggf. zu einer Trennung von Individuen entschließen LYNCH et al. (2002). Eine Identifikation der Einzeltiere kann mittels DNA-Analyse der Kotproben erfolgen siehe AHLERING et al. (2013). FCM-Analysen eignen sich beim Nordamerikanischen Rotwolf (*Canis rufus*) YOUNG (2004), Mähnenwolf (*Chrysocyon brachyurus*) VASCONCELLOS et al. (2011), COELHO et al. (2012a), COELHO et al. (2016), südamerikanischen Maikong (*Cerdocyon thous*) PAZ et al. (2015) und Afrikanischen Wildhund (*Lycaon pictus*) MONFORT et al. (1998), VILLIERS et al. (1997) CREEL et al. (1997). Somit können Rückschlüsse auf stressauslösende Faktoren oder das Wohlbefinden gezogen werden. Zur Validierung von bereits genannten Studien wurde z.B. Immobilisierung, Transport und Blutprobenentnahme eingesetzt. Es handelt sich um notwendige Situationen im Alltag von zoologischen Einrichtungen oder Freilandbeobachtungen. Dabei ist Stress vorhersehbar und dient zeitgleich dafür, eine erhöhte Cortisolmetaboliteausschüttung in Ausscheidungen nachzuweisen.

UCM, SCM: Beim Dingo (*Canis lupus dingo*) wurden UCM- und SCM- Untersuchungen von BEERDA et al. (1996) und SMITH et al. (2016) vorgenommen und zeigen, dass erhöhte Ausscheidungen von Cortisolmetaboliten, wie beim Haushund (*Canis lupus familiaris*), im Urin und Speichel auf Stress hinweisen.

HCM: Haarcortisolbestimmungen sind beim Hund (*Canis lupus familiaris*) und Wolf (*Canis lupus*) BRYAN et al. (2013) beschrieben, für die Entnahme in menschlicher Obhut befindlicher wilder Vertreter ist jedoch eine Narkose nötig.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Verhaltensanalysen sind bei Haushunden (*Canis lupus familiaris*) im Zuge der Domestizierung und Erziehung hinreichend bekannt und beschrieben (SCHATZ et al. 2001; FRITZ et al. 1992; ALTMANN 1974). Diese Untersuchungen bieten Ansätze, einen Verhaltenskatalog für andere Arten der *Canidae* zu erstellen. In zoologischen Einrichtungen richten sich Verhaltensanalysen besonders darauf, Parameter, die das Wohlbefinden beeinflussen, ausfindig zu machen, zu steigern oder zu mindern. Wie zum Beispiel die Förderung der Gehegegestaltung oder die Vermeidung von

unangenehmen Situationen (MELLOR 2016, 2017). Stereotypes Verhalten soll erkannt werden, jedoch ist eine Ursachenfindung nicht immer möglich (KRAUS 2013). Stereotypes Verhalten kann wie beim Haushund (*Canis lupus familiaris*) nach KAULFUSS (2011) klassifiziert werden. Ein Überblick über das Normverhalten und Ethogramme einzelner Arten hilft bei der Einschätzung von Stress oder stereotypem Verhalten. Verhaltensanalysen und vergleichende Betrachtungen vom Wolf (*Canis lupus*), Rothund (*Cuon alpinus*), Afrikanischer Wildhund (*Lycaon pictus*) und dem Waldhund (*Speothos venaticus*) beschreibt BOGUSCH (2002).

MACNULTY et al. (2007) beschreibt Ethogramme beim Wolf (*Canis lupus*) und lehnt sich dahingehend an Verhaltensbeobachtungen einiger anderer *Carnivoren* wie Gepard (*Acinonyx jubatus*), Dingo (*Canis lupus dingo*), Koyote (*Canis latrans*), Tüpfelhyäne (*Crocuta crocuta*), Löwe (*Panthera leo*) und Afrikanischer Wildhund (*Lycaon pictus*) an. Überwiegend handelt es sich um Feldbeobachtungen, bei denen vor allem das Jagd- und Beuteverhalten betrachtet wird, welches wiederum in menschlicher Obhut eine untergeordnete Rolle spielt, aber dennoch in freier Wildbahn einen enormen Zeit- und Beschäftigungsfaktor darstellt. Der Einfluss von Besuchern auf den Waldhund (*Speothos venaticus*) und den Mähnenwolf (*Chrysocyon brachyurus*) wurde betrachtet und zeigte, dass diese Arten sich nur wenig durch Besucher beeinflussen lassen (QUEIROZ et al. 2018). COELHO et al. (2016) zeigt bei Mähnenwölfen (*Chrysocyon brachyurus*) Verhaltensänderung nach Umweltanreicherung, Beschäftigungsmaßnahmen und Gehegegestaltung. Dadurch konnte deutlich erhöhte Aktivität provoziert werden, was nach COELHO et al. (2016) das Wohlbefinden der Mähnenwölfe (*Chrysocyon brachyurus*) verbesserte.

FAZIT:

BCS-Beurteilungen bei Hund und Fuchs bieten Möglichkeiten den Ernährungszustand und die Gewichtsentwicklung in Bezug auf adäquate Ernährung und Erkrankungen zu beurteilen. Darüber hinaus ergeben sich Möglichkeiten, BCS von genannten Arten zu nutzen, um für noch ausstehende *Canidae* BCS-Einteilungen zu etablieren. z.B. Mähnenwölfe (*Chrysocyon brachyurus*) und andere. Alle Studien zu Cortisolmetaboliten nachweisen der Vertreter der *Canidae* in diesem Kapitel zu nennen ist nicht möglich, ich verweise daher bezüglich der Cortisolmetaboliteanalysen auf die Aufnahmen von (SCHATZ et al. 2001; YOUNG et al. 2004; TOUMA et al. 2005; SCHWARZENBERGER 2007; MALIKOVA et al. 2017). Aus vorliegenden Studien ergibt sich, dass bei *Canidae* aller Kontinente FCM-Erhöhungen nach ACTH-Stimulationstest oder durch Stress nachgewiesen werden konnten und zeigen die Praktikabilität bei dieser Gruppe auf. Zum Teil konnten UCM-, SCM- und HCM-Analysen erfolgen. Weitere Untersuchungen zu UCM-, SCM- und HCM-Analysen sind somit in Hinblick auf Praktikabilität und bei den Betrachtungen von Kurzzeit-

und Langzeitstress bei ausstehenden Vertretern der *Canidae* nach Validierung denkbar. Verhaltensanalysen bieten in Zusammenhang mit Cortisolmetaboliteanalysen eine gute Möglichkeit, Wohlbefinden und Stress zu identifizieren und Maßnahmen zur Verbesserung des Wohlbefindens vorzunehmen und deren Erfolg zu registrieren.

5.3.4 Bären (*Ursidae*)

Zu den Bären (*Ursidae*) werden fünf Gattungen mit acht Arten gezählt. Alle Bären sind in freier Wildbahn Einzelgänger. Vertreter jeder Art der *Ursidae* sind in deutschen zoologischen Einrichtungen anzutreffen. Eisbären (*Ursus maritimus*) sind die größten und am nördlichsten vorkommenden Vertreter der *Ursidae*. Der Amerikanische Schwarzbär (*Ursus americanus*) kommt in Nordamerika vor, der Braunbär (*Ursus arctos*) in Teilen Nordamerikas, Europas und Teilen Russlands. Der Kragenbär (*Ursus thibetanus*) ist in Südostasien, Taiwan und Japan beheimatet. Der Lippenbär (*Melursus ursinus*) lebt in Sri Lanka und Indien. Die Malaienbären (*Helarctos malayanus*) kommen in Südostasien und der Große Panda (*Ailuropoda melanoleuca*) kommt in China vor. Einen anderen Lebensraum besiedeln die Brillenbären (*Tremarctos ornatus*), sie bewohnen die tropischen Teile der Anden Südamerikas. Abbildung 19 zeigt die Verbreitungsgebiete und die Größenverhältnisse zueinander. Aus Abbildung 19 ist ebenfalls zu entnehmen, dass die Morphologie aller Arten ähnlich ist.



Abbildung 19: Bärenarten dieser Welt, Übersicht vom Zoo Nyiregyhaza, Stand 23.09.2019

Body Condition Scores (BCS):

STIRLING et al. (2008) nimmt für den Eisbär (*Ursus maritimus*) ein BCS-Einteilung in fünf Stufen von „skinny“ dünn bis „very fat“ adipös vor siehe Abbildung 20. Einige Bärenarten, wie der Grizzlybär (*Ursus arctos horribilis*), halten in freier Wildbahn eine Winterruhe. Diese dient dazu, die nahrungsknappe Zeit zu überbrücken. Hingegen begeben sich Eisbären (*Ursus maritimus*) circa einen Monat vor der Geburt ihrer Jungtiere in eine Geburtshöhle. Dort halten sie Winterruhe und gebären ihre Jungtiere. Eisbären (*Ursus maritimus*) verlassen diese Höhle erst drei bis vier Monate nach der Geburt der Jungtiere. In Beobachtungen sanken während der Winterruhe und Jungtieraufzucht die BCS-Werte der Eisbärin (*Ursus maritimus*), da die Fettreserven verbraucht wurden. Im Gegensatz waren die Eisbärinnen (*Ursus maritimus*) vor der Winterruhe eher überkonditioniert, da sie tragend waren und Fett für die Jungtieraufzucht aufbauen mussten. In menschlicher Obhut kommt eine Winterruhe aufgrund des permanenten Nahrungsangebots bei den Bären (*Ursidae*) nicht vor. Deshalb ist es umso wichtiger den BCS zu überwachen um eine bedarfsgerechte Ernährung, Adipositas und damit verbundene gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden (MELLOR 2016, 2017; CATTET et al. 2002).

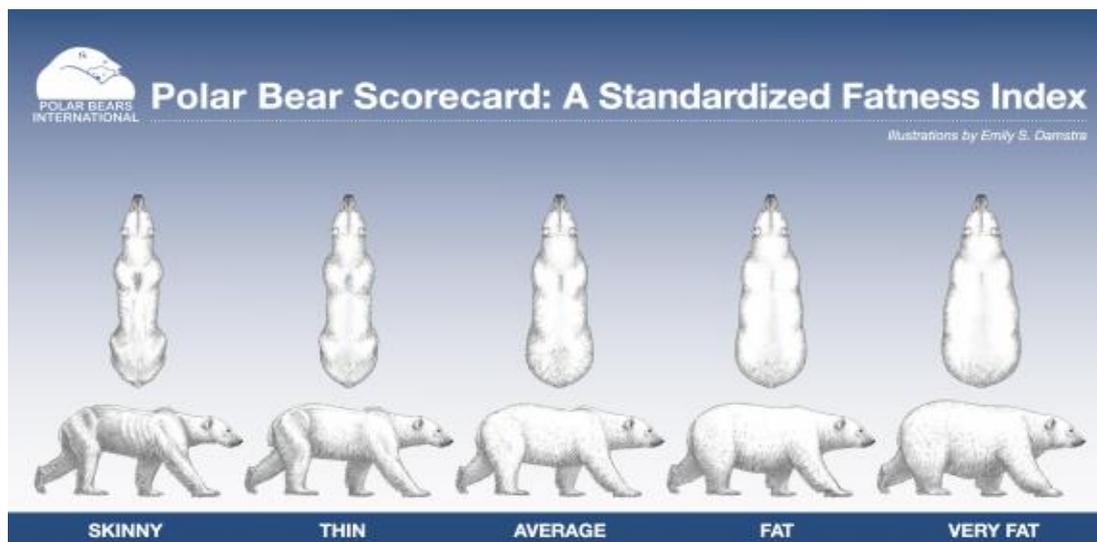


Abbildung 20: BCS- Eisbären (*Ursus maritimus*) nach STIRLING et al. 2008

Nachfolgende Abbildung 21 bis Abbildung 23 sollen anhand von Bildmaterial verdeutlichen, dass eine BCS-Einteilung auch bei Individuen mit viel Fellanhang und von weiter Entfernung mit Hilfe von Fotoaufnahmen möglich ist. Es kann deutlich zwischen BCS-Stufen unterschieden werden. Solche Auswertungen sind objektiv durch Fotomaterial aus zoologischen Gärten möglich und geben bei regelmäßiger Dokumentation Rückschluss auf die BCS-Entwicklung (SCHIFFMANN et al. 2017).



Abbildung 21: BCS fünf nach STIRLING et al. (2008) Bild von <https://www.br.de/radio/bayern2/sendungen/iq-wissenschaft-und-forschung/eisbaeren-klimawandel-100.html> Stand 01.10. 2019



Abbildung 22: BCS drei nach STIRLING et al. (2008) Bild von <https://www.tagesschau.de/ausland/norilsk-eisbaer-103.html> Stand: 19.06.2019



Abbildung 23: BCS eins nach STIRLING et al. (2008) von <http://www.pi-news.net/2019/06/die-bild-maer-vom-sterbenden-eisbaeren/> Kerstin Langenberger Stand Juni 2019

BCS-Einteilungen für den Kragenbär (*Ursus thibetanus*) werden von eins (dünn) bis neun (fett) vorgenommen und bieten durch die neun BCS-Einstufungen eine genauere Einteilung als die von STIRLING et al. (2008) und sind zum Vergleich in Abbildung 24 näher erläutert.

Number	Term	Description
1	Emaciated	Ribs, spine, pelvic bones prominent from a distance. No visible palpable body fat. Obvious loss of muscle mass across entire body.
2	Very Thin	Ribs, spine, pelvic bones easily visible. No visible palpable body fat. Minimal loss of muscle mass across entire body.
3	Thin	Ribs easily palpated and may be visible with slight palpable fat deposits. Spine, pelvic bones visible. Obvious waist and abdominal tuck when viewed from above.
4	Moderately Thin	Ribs easily palpable with minimal fat covering. Slight ridge along back, slight rounding over pelvic bones. Neck not obviously thin.
5	Moderate	Ribs palpable without excess fat covering. Back is flat (no crease or ridge), rounding over pelvic bones. Animal appears well-muscled, waist and abdominal tuck evident.
6	Moderately Fleshy	Ribs palpable with slight excess fat covering. Waist discernible when viewed from above. Minimal axial, inguinal, abdominal, and gluteal fat deposition. Minimal fat deposition along neck.
7	Fleshy	Ribs palpable with moderate pressure, covered by fat. Waist absent. Noticeable fat deposits over hindquarters. Moderate axial (slight "cleavage"), inguinal, and abdominal fat deposition. Moderate fat deposition along neck. Gluteal fat evidenced by small pouches along inner thighs.
8	Fat	Ribs palpable with heavy pressure. Covered by fat. Heavy fat deposits over hindquarters, deposits jiggle as animal walks. Heavy axial (seen as "cleavage"), inguinal, and abdominal fat deposition. Heavy fat deposition along neck. Gluteal fat evidenced by clearly discernible pouches along inner thighs.
9	Obese	Ribs under heavy fat covering. Massive fat deposits over hindquarters; deposits jiggle as animal walks. Massive axial, inguinal, and abdominal fat deposition. Excessive fat deposition along neck. Gluteal fat evidenced by clearly discernible pouches along inner thighs, extending past knees.

Abbildung 24: BCS Beurteilung Kragenbär (*Ursus thibetanus*) nach AZA Bear Taxon Advisory Group 2019

CATTET et al. (2002) etablierte für Braun- und Eisbären (*Ursus maritimus*) einen Body Condition Index. Dieser gibt durch die Messung der Körperlänge Rückschluss auf die Körpermaße. Es besteht ein lineares Verhältnis zwischen Körperlänge und Körpergewicht. In zoologischen Einrichtungen ist diese Methode mit Vorsicht zu verwenden. In menschlicher Obhut tragen exogene Faktoren wie Fütterung und Bewegungseinschränkungen dazu bei, dass dieser Index nicht ohne weiteres angewendet werden kann. Deshalb sollten BCS-Protokolle für die Überwachung der *Ursidae* in menschlicher Obhut verwendet werden (STIRLING et al. 2008). Training und Konditionierung der Bären (*Ursidae*), um diese zu wiegen, ist mit Sicherheit möglich siehe „stressfreie Blutentnahme beim Braunbären“ (JOYCE-ZUNIGA et al. 2016).

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite-FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite-UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**):

FCM: Stressbedingte FCM-Ausscheidungen konnten beim Eisbären (*Ursus maritimus*), in europäischen zoologischen Gärten von STEPHAN (2006) nachgewiesen werden. Beim Kragenbär (*Ursus thibetanus*) konnte durch ACTH-Stimulationstests von YOUNG (2004) und MALCOLM et al. (2013) die Nachweisbarkeit erhöhter FCM-Werte bestätigt werden. Bei Malaienbären (*Ursus*

malayanus) wurden von WASSER et al. (2000) und KEAY et al. (2006), wie auch beim Lippenbär (*Melursus ursinus*) von YOUNG et al. (2004) ACTH-Stimulationstests durchgeführt um eine Erhöhung der FCM-Werte nachzuweisen und die Methoden zu validieren. Beim Braunbären (*Ursus arctos*) konnten Veränderungen von Umwelteinflüssen, wie Nahrungsarmut und soziale Interaktionen von OHE et al. (2004), ISHIKAWA et al. (2002) und KEAY et al. (2006) Veränderungen im FCM-Profil widerspiegeln. WASSER et al. (2004) zeigte durch experimentelle Untersuchungen beim Schwarzbären (*Ursus americanus*) Erhöhungen der FCM-Werte auf. Beim Brillenbären (*Tremarctos ornatus*) wiesen BECHSTEIN et al. (2015) erhöhte FCM-Werte nach Stresseinwirkung nach. Als künstlich induzierter Stressor wurde der Lärm einer Motorsäge eingesetzt vgl. *Felidae* (BONIER et al. 2004). Der Nachweis von Erhöhungen der Cortisolspiegel nach Stresswirkung und dem Absinken nach dem Weglassen des Motorsägenlärms in den Folgetagen diente zur Validierung der Methode. Die Studie sollte helfen, Hinweise auf stressbedingte Ursachen des „Andenbären-Alopezieproblem“ in menschlicher Obhut zu erhalten. Begleitsymptome sind Haarausfall und Juckreiz, diese führen zu Sekundärinfektionen und sind ein tierschutzrelevantes Problem. Nach VAN HORN et al. (2019) beeinflusst diese Problematik das Wohlbefinden, der aus den tropischen Anden Südamerikas stammenden Brillenbären (*Tremarctos ornatus*). Der Haarausfall und die Sekundärinfektionen machen den tierärztlichen Einsatz nötig (BECHSTEIN et al. 2015; JÄGER et al. 2013). Somit können Langzeit FCM-Analysen helfen, eine Basallinie für Brillenbären (*Tremarctos ornatus*) mit genannter Problematik zu untersuchen. So kann das Wohlbefinden der Individuen beurteilt, Schmerz und beginnende Erkrankungen werden so ggf. frühzeitig erkannt werden.

HCM: BRYAN et al. (2013) konnte beim Braunbären (*Ursus arctos*) die Einflüsse von Nahrungsknappheit und Stress durch Hunger mit erhöhten HCM-Werten nachweisen. Überschneidungen zu den Ergebnissen von CATTET et al. (2014) zeigen ebenfalls, dass Braunbären (*Ursus arctos*) mit niedrigen BCS höhere HCM-Werte hatten. Erfolgreiche Untersuchungen zu HCM-Werten bei Eisbären (*Ursus maritimus*) wurden von BECHSHØFT et al. (2011) durchgeführt. Probenentnahme durch Personal ggf. durch (Immobilisierung) sind zusätzlich mit Stress verbunden vgl. *Cervidae* (WEILNBÖCK 2013; BELEW et al. 1999).

UCM: Beim Großen Pandabären (*Ailuropoda melanoleuca*) konnte der stressauslösende Effekt von Lärm anhand erhöhter UCM-Werte ermittelt werden, ebenso beim Brillenbären mittels FCM-Analysen im Kot (*Tremarctos ornatus*) BECHSTEIN et al. (2015). Somit können Urinalysen genutzt werden, um eine Reaktion auf Stress kurze Zeit nach Belastung nachzuweisen und zu quantifizieren (POWELL et al. 2006; OWEN et al. 2018). Im Rahmen der Fragestellung, ob Konditionierung zur Blutprobenentnahme Einfluss auf das Stresslevel von Bären (*Ursidae*) in

menschlicher Obhut hat, untersuchte JOYCE-ZUNIGA et al. (2016) Grizzlybären (*Ursus arctos horribilis*). Erhöhte Cortisolmengen im Plasma konnten bei nicht konditionierten Grizzlybären (*Ursus arctos horribilis*) im Gegensatz zu trainierten Individuen festgestellt werden. Da diese für die Probengewinnung immobilisiert werden mussten, was mit erhöhtem Stress für die Einzeltiere einherging und nachweisbar war vgl. WATTERS et al. (2009). Somit bieten nicht invasive Verfahren der Stressbeurteilung bei den *Ursidae* Vorteile, bedürfen keines langen Trainierens der Tiere und Kotproben können ohne viel Aufwand gesammelt werden (MÖSTL et al. 2002b; JOYCE-ZUNIGA et al. 2016). Es wurden keine Studien zu SCM gefunden.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Ausreichende Beschäftigung und Gehegegestaltung sind wichtig, um das Wohlbefinden der Arten zu beeinflussen und sollte sich an das Säugetiergutachten des BMEL anlehnen. Hinweise der WAZA zu den „Five Domains“ von MELLOR (2015), MELLOR (2017) helfen bei der bedarfsgerechten Einrichtung und Überwachung des Wohlbefindens von in zoologischer Obhut gehaltenen Vertretern der *Ursidae*. Verhaltensanalysen geben wichtige Rückschlüsse auf Teilaspekte der „Five Domains“ wie Einfluss der Umwelt auf die Tiere, Verhaltensänderungen bis hin zu Beeinflussungen der geistigen Auslastung der Tiere (MELLOR et al. 2015; MELLOR 2016, 2017). Zur Beurteilung des Beschäftigungsbudgets und dem Vorhandensein von Stereotypen können folgende Untersuchungen genutzt werden. Verhaltensuntersuchungen zur Familie der *Ursidae* nahm SHIH et al. (2016) vor. Beobachtungen beim Eisbären (*Ursus maritimus*) machte SHEPHERDSON et al. (2013) und CLESS et al. (2017) bei den Untersuchungen des Einflusses von Gehegegestaltungen und „Enrichment“ Maßnahmen. RICHTER (2004), MAŚLAK et al. (2016) und JOYCE-ZUNIGA et al. (2016) nahmen Untersuchungen zu stereotypem Verhalten und dem Verhalten vor und während der Konditionierungen für Probenentnahmen vor. Beim Kragenbären (*Ursus thibetanus*), Brillenbären (*Tremarctos ornatus*) und Malaienbären (*Ursus malayanus*) können Studien von VAN HORN et al. (2019) herangezogen werden. TAN et al. (2013) beschreibt Ethogramme in Hinblick auf die Gehegegestaltung durch Verhaltensaufnahmen an Lippen- und Malaienbären, welche in Anlehnung an die Aufnahmen der Studie der AZA Bear Taxon Advisory Group (2019) und VICKERY et al. (2004) helfen, das Verhalten genannter Arten zu evaluieren und zu beurteilen. Anhand der Untersuchungen können Ethogramme für gezielte Fragestellungen verwendet werden. Ausgewählte Stereotypen und Therapieansätze erläutert RICHTER (2004) anhand der Untersuchungen zu Braunbären (*Ursus arctos*) im Bärenpark Worbis. Darüber hinaus lassen sich Ideen für die Anpassung anderer Haltung entnehmen. Wie genannt geben Studien Rückschlüsse auf das Vorhandensein von stereotypem Verhalten in Zusammenhang mit Stress und erhöhten Cortisolspiegeln vgl. *Felidae* (SCHWARZENBERGER 2007). So führen ebenfalls Faktoren wie

erhöhte Lärmpegel zur Unruhe, gestörtem Verhalten, was auf Stress hinweist und mit FCM-Messungen belegt werden kann z.B. Panda (*Ailuropoda melanoleuca*) OWEN et al. (2018) und Brillenbären (BECHSTEIN et al. 2015).

FAZIT:

Body Condition Score Beurteilungen sind für einige Arten beschrieben und können für weitere Bärenarten etabliert werden und geben bei regelmäßiger Kontrolle Rückschluss auf den Ernährungszustand und dessen Entwicklung. Freilandbeobachtungen sind im Hinblick auf die saisonalen Schwankungen und Physiologie, wie Schwangerschaft und Winterruhe, zu bewerten. Cortisolmetabolite lassen sich bei unterschiedlichen Arten der *Ursidae* im Kot, Harn und Haar nachweisen. Sie bieten eine praktikable Möglichkeit, erhöhte Cortisolausscheidungen, die auf Stress hinweisen, festzustellen. Somit sind kurzzeitige als auch langfristig zurückliegende Anstiege der Cortisolspiegel quantifizierbar. Verhaltensuntersuchungen zeigen stereotypes Verhalten bei verschiedenen Vertretern der *Ursidae* auf und können registriert werden (wie dem wiederholten stereotypen Hin- und Herwandern im Gehege). Somit lassen sich Verbesserungen oder Verschlechterungen in der Ausprägung der Verhaltensmuster mit vorliegenden Untersuchungsmethoden/Ethogrammen einschätzen und mit Cortisolmetaboliteuntersuchungen unterstützend beurteilen vgl. (DORNBUSH 2018).

5.4 Unpaarhufer (*Perissodactyla*)

5.4.1 Pferde (*Equidae*)

Im Bereich der zoologischen Gärten liegt der Fokus bei der Equidenhaltung im Bereich einiger Arten. Dazu zählen: Zebras (*Hippotigris*), Przewalskipferde (*Equus ferus przewalskii*), Afrikanischer Esel (*E. africanus*) und die Nominatform des Esels (*Equus asinus*). Die Krankheitsbilder der im Zoo gehaltenen Equiden ähneln denen der Hauspferde. Domestizierte Rassen sind besser händelbar, als oben genannte Vertreter (WIEDNER et al. 2012). Bei Pferden hat sich die Beurteilung des Ernährungszustands als Wohlfühlparameter und zur Überwachung einer optimalen Haltung etabliert (DUGDALE et al. 2012).

Body Condition Scores (BCS):

Body Condition Scores bei Equiden sollen bei der Beurteilung des Ernährungszustandes helfen. Diese Beurteilung kann aus gewisser Entfernung mit Hilfe eines Fernglases und mit Fotoaufnahmen aus verschiedenen Perspektiven erfolgen. Bei anderen Tierarten und freilebenden Vertretern finden diese Methoden zur Bewertung aus der Entfernung mittels Fernglas etc. ebenfalls Anwendung (FERNANDO et al. 2009; BRAY et al. 1999; REGAN et al. 2014).

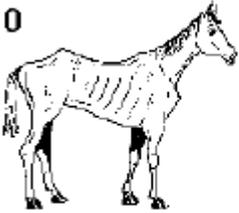
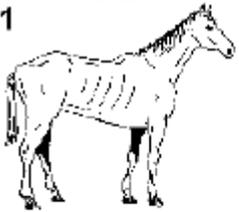
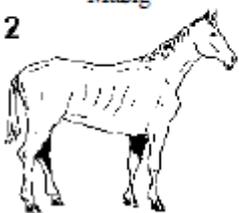
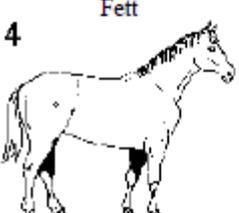
BCS	Hals	Widerrist	Rücken, Kruppe	Rippen	Hinterhand
0 Sehr dünn 	Knochenstrukturen leicht zu fühlen, keine Muskulatur, Axthieb am Übergang vom Hals zur Schulter	Knochenstruktur leicht zu fühlen	Dornfortsätze und Querfortsätze leicht zu fühlen	Jede Rippe leicht zu fühlen	Schweifansatz und Hüfthöcker vorstehend 
1 Dünn 	Knochenstrukturen fühlbar, leichter Axthieb am Übergang vom Hals zur Schulter	Knochenstruktur fühlbar	Dornfortsätze leicht zu fühlen, leichte Fettschicht über Querfortsätzen	Leichte Fettschicht, aber noch leicht zu fühlen	Hüfthöcker fühlbar 
2 Mäßig 	Fettschicht über Knochenstrukturen	Fettdepots über Widerrist, je nach Körperbau	Fett über Dornfortsätzen	Rippen nicht sichtbar, aber noch fühlbar	Fettschicht über Hüfthöckern 
3 Gut 	Fließender Übergang vom Hals zur Schulter	Hals rundet den Widerrist ab	Der Rücken ist eben	Fettschicht über den Rippen	Hüfthöcker nicht fühlbar 
4 Fett 	Fettansatz entlang des Halses	Fettpolster um den Widerrist	Rinne entlang des Rückens	Schwammiges Fett über und zwischen den Rippen	Hüfthöcker nicht fühlbar 
5 Sehr fett 	Fettpolster	Fettpolster	Tiefe Rinne	Fettpolster	Fettpolster 

Abbildung 25: BCS beim Pferd (*Equus caballus*) nach WRIGHT et. al. 1998

Erkrankungen, Schmerz, Unwohlsein und damit verbundene verminderte Nahrungsaufnahme führt zur Gewichtsreduktion (MAY 2007). Abnahme von Körperfett und Muskeln und dadurch hervortretende Knochenpunkte, sind gut sichtbar und führen zur Absenkung des BCS (DUGDALE et al. 2010; DUGDALE et al. 2012). In Abbildung 25 zeigt und beschreibt WRIGHT et. al 1998 die BCS-Einteilung beim Pferd (*Equus caballus*) von eins (dünn) bis fünf (sehr fett). Eine fortlaufende

Dokumentation der Entwicklung des BCS kann Rückschlüsse auf die bedarfsgerechte Ernährung und den Energieumsatz geben (MELLOR 2015; DUGDALE et al. 2010; BRAY et al. 1999). Beim Przewalski Pferd (*Equus ferus przewalskii*) wurde der BCS frei lebender Pferdegruppen betrachtet (BRABENDER et al. 2016). Durch verschiedene Stressoren und Umweltbedingen (Nahrungsarmut) konnten saisonale Schwankungen festgestellt werden. In menschlicher Obhut sollte ein konstanter BCS angestrebt werden. Sollte sich der BCS verändern, dann sollten Ursachen gesucht werden. Erkrankungen können das Wohlbefinden beeinflussen und das Pferd verliert an Fett und Muskelsubstanz (MAY 2007). Bei chronischem Stress kommen häufiger Parasitosen vor ABBOTT et al. (2003), vergleichende Erkenntnisse gibt es beim Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) SAPOLSKY (1992) und der *Bovidae* (SCHERPENHUIZEN et al. 2016). Für andere in zoologischen Einrichtungen vorkommenden *Equiden* beschreibt BRAY et al. (1999) BCS-Einteilungen von eins (schlecht) bis neun (sehr fett). BRAY et al. (1999) orientiert sich an BCS-Einteilungen von domestizierten Pferden (*Equus caballus*).

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite- FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite- UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**):

Stress, körperliche Belastung und stereotypes Verhalten, die in Zusammenhang mit Cortisolausschüttungen beim Pferd (*Equidae*) stehen, wurden mehrfach betrachtet (MONK et al. 2014; FAZIO et al. 2003). Erhöhungen der Cortisolspiegel bei akuten Erkrankungen von Pferden (*Equus caballus*) wurden bereits durch HOFFSIS et al. (1970) beschrieben. MAY (2007) evaluierte verlässliche Stressparameter in der Pferdeklinik Leipzig mittels Analysen von Cortisolkonzentrationen aus Blutproben. Diese Parameter (Erhöhungen der Cortisolkonzentrationen) korrelierten mit Verschlechterungen des Wohlbefindens und Gesundheitszustandes bei diversen Erkrankungen von Pferden (*Equus caballus*). Signifikante Unterschiede stellte MAY (2007) bei transportierten Pferden fest. Durch den Transport konnten sehr hohe und einige niedrigere Cortisolwerte bei den Klinikpferden festgestellt werden. Daraus schlussfolgerte MAY (2007), dass der ungewohnte Transport und damit verbundene Stress bei einigen Patienten zu erhöhter Belastung und Ausschüttung von Cortisol führten. Andere Pferde (*Equus caballus*) waren hingegen an den Transport gewöhnt. Diese Erfahrungen decken sich mit anderen Studien, bei denen Cortisol und deren Ausscheidungen beim Transport zu einem neuen Standort untersucht wurden (vgl. Kapitel Elefant, Nashorn und Primaten). Weitere Studien bestätigen die Übereinstimmung von freiem Cortisol im Plasma und ansteigenden FCM, SCM, UCM und HCM Werten (BOHÁK et al. 2013; WASSER et al. 2000; MÖSTL et al. 2002b; KÖNIG V. BORSTEL et al. 2017). Somit ist bei Pferden (*Equus caballus*) ein enger Zusammenhang zwischen Serumcortisolkonzentration und Konzentration der Cortisolmetabolite in Ausscheidungen

zu erwarten. Deshalb können die Untersuchungsergebnisse von MAY (2007) für nicht invasive Methoden genutzt werden. Chronisch erkrankte Pferde (*Equus caballus*) zeigen niedrigere Basalwerte und hier wird eine Depression der Cortisolausscheidung vermutet (DONALD et al. 1995; ASHLEY et al. 2011; EDES et al. 2018).

FCM: TRAPP (2011) betrachtete die FCM-Konzentrationen von Böhm's Zebra (*Equus burchellii boehmi*) und Grevy Zebras (*Equus grevyi*) vor, während und nach dem Umzug in neue Gehege. Nur bei den subdominanten Tieren konnte sie FCM-Konzentrationserhöhungen feststellen. Schlussendlich ging TRAPP (2011) von einer Vielzahl von Faktoren aus, die die Ergebnisse beeinflussten. Dennoch konnten bereits vier Wochen nach der Umsetzung bei den Böhm Zebras (*Equus burchellii boehmi*) eine Verringerung der FCM-Konzentrationen verzeichnet werden. FRANCESCHINI et al. (2008) untersuchte die Auswirkungen der Umsetzung von 20 freilebenden Grevy Zebras (*Equus grevyi*) in ein Gehege in menschlicher Obhut. Anstiege der FCM-Konzentrationen bis zum Zeitpunkt der Freilassung waren messbar. Nach dem Freilassen in ein Reservat fielen nach einigen Wochen die FCM-Konzentrationen wieder ab. Damit konnte er den Anstieg der FCM dem Stress des Fangens und der vorübergehenden Gehegehaltung in Gefangenschaft zuordnen. Gehegehaltung für Wildfänge stellte eine deutliche Einschränkung dar und war mit erhöhtem Stress für die Grevy Zebras (*Equus grevyi*) verbunden. Das Ausmaß an verminderten Wohlbefinden korrelierte mit den FCM- Werten.

SCM: BOHÁK et al. (2013) nahm im Intervall von 2 Stunden über die Zeitdauer von 24 Stunden Blut- und Speichelproben bei Pferden (*Equus caballus*). Untersuchungen der SCM-Proben dienten dazu, die Speichelcortisoltagessrhythmik beim Pferd (*Equus caballus*) darzustellen. Stressauslösende Faktoren können durch SCM nach ca. 20 bis 30 Minuten im Speichel durch Erhöhungen der Cortisolmetabolite nachgewiesen werden.

HCM: Langfristige Erhöhungen der Basalcortisolwerte sind über FCM und HCM zu bestimmen (PÉRIQUET et al. 2017; KÖNIG V. BORSTEL et al. 2017; TRAPP 2011; FRANCESCHINI et al. 2008). Es wurden keine UCM Untersuchungen gefunden.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Verhaltensauffälligkeiten sind weitreichend in Form von stereotypen Verhalten bei Pferderassen beschrieben. Dazu gehören Weben, Holzfressen, Selbsttraumatisierung und Koppen. Auf diese wird ausführlich in der Dissertation von THELEN (2014) im Zusammenhang zwischen Haltungsformen, Verhaltensstörungen und Erkrankungen bei Pferden (*Equus caballus*) unterschiedlicher Verwendungsrichtung eingegangen.

Ethogramme und Verhaltenskataloge sind für Pferde (*Equus caballus*) und Esel (*Equus asinus asinus*) etabliert (GLATTHAAR 2009; REGAN et al. 2014). Ethogramme für Zebras, Przewalskipferde (SOURIS et al. 2007) und Wildformen des Esels können anhand der Ethogramme der Nutztierarten Pferd und Esel angepasst und angefertigt werden. Somit kann eine Grundaufnahme unter verschiedenen Fragestellungen erfolgen. WIEDNER et al. (2012) weist auf das Verletzungsrisiko für das Personal beim Umgang mit Zebras (*Hippotigris*) hin. Das Ausleben natürlicher Verhaltensweisen und die Zeit der Beschäftigung mit der Futtersuche bietet Rückschluss auf das Wohlbefinden von Zebras (*Hippotigris*) und sollte bei Beobachtungen bewertet werden (MELLOR 2015). Bei Zebras (*Hippotigris*) wurde das Wachsamkeits- und Futtersuchverhalten während der Anwesenheit von Löwen (*Panthera leo*) in näherer Umgebung in Afrika beurteilt. Das Leben von Jäger und Beute auf engen Raum führte zu gesteigerten Wachsamkeitsverhalten der Zebras (*Hippotigris*). Neben erhöhter Zeit der Wachsamkeit konnten korrelierend erhöhte FCM-Werte nachgewiesen werden (PÉRIQUET et al. 2017).

FAZIT:

Die ähnliche Morphologie der Equiden macht eine Übertragung von etablierten BCS möglich. Untersuchungen zu BCS von domestizierten Equiden sind praktikabel (Schramme et al. 2003). Die Dokumentation des BCS ist sinnvoll, da chronische Erkrankungen einen schleichenden Verlauf haben können, welche sich im Abfall des BCS abzeichnen (MAY 2007) und auch Hinweise auf Veränderung der Sozialstruktur geben kann vgl. Primaten. Eine alleinige Aussage von Cortisolmetabolitwerten in Bezug auf Wohlbefinden ist aufgrund der vielfältigen Stimulation der Ausschüttung nicht möglich (HOFFSIS et al. 1970; HONESS et al. 2006). Stress ist eine individuelle Wahrnehmung, vom Charakter abhängig und es kann eine Gewöhnung einsetzen (ALEXANDER et al. 1998; ALEXANDER et al. 1988; TRAPP 2011). Die Überwachung des Wohlbefindens von Equiden in zoologischen Einrichtungen sollte mit mindestens zwei Methoden erfolgen. Es wurden keine UCM Untersuchungen gefunden.

Verhaltensanalysen bieten nach der Etablierung von Ethogrammen die Möglichkeit der Bewertung von abnormalen Verhaltensweisen bei in menschlicher Obhut gehaltener *Equidae*.

5.4.2 Tapire (*Tapiridae*)

Es sind fünf Tapirarten (*Tapiridae*) bekannt: der Flachland- (*Tapirus terrestris*), Berg- (*Tapirus pinchaque*), Kabomani- (*Tapirus kabomani*) und der mittelamerikanische Tapir (*Tapirus bairdii*). Diese stammen aus Mittel- und Südamerika. Der Schabrackentapir (*Tapirus indicus*) kommt aus Südostasien. Typische Erkrankungen und Hinweise zur Haltung erläutert THOISY et al. (2014) im Handbuch über Tapire (*Tapiridae*). Nicht invasive Verfahren zur Beurteilung von Wohlbefinden und

zur Früherkennung von gesundheitlichen Problemen werden im Folgenden erläutert und sollen Ansätze für eine Überwachung der Gesundheit und des Wohlbefindens bieten. Die äußere Beurteilung des Gesundheitszustands kann wichtige Informationen geben, um weiterführende Untersuchungen oder Maßnahmen einzuleiten (MANGINI et al. 2012). In menschlicher Obhut ist auf die bedarfsgerechte Ernährung zu achten, da einige Zootierarten in zoologischen Einrichtungen überwiegend adipös sind vgl. Studien zu Elefanten (*Elephantidae*) in Großbritannien (HARRIS et al. 10.11.2008). Erkrankungen wie Tuberkulose können zu Gewichtsabnahmen führen (BONAR et al. 2006; THOISY et al. 2014).

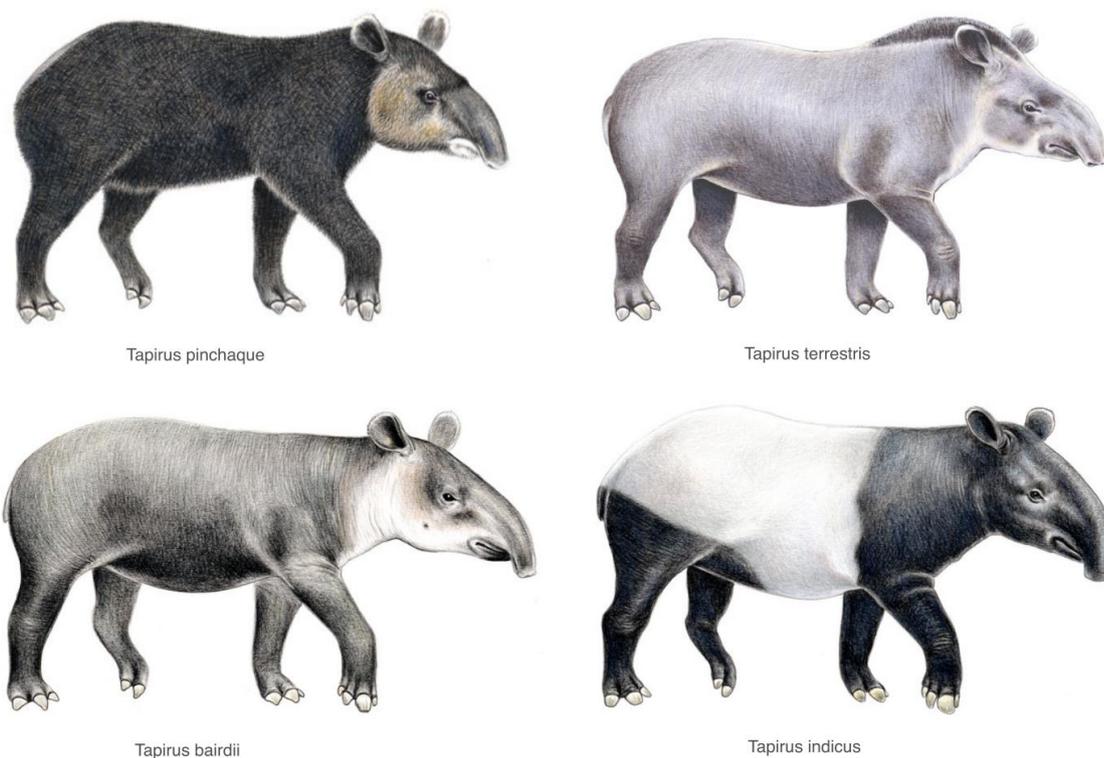


Abbildung 26: links oben Bergtapir, rechts oben Flachlandtapir, links unten mittelamerikanischer Tapir und rechts unten Schabrackentapir nach THOISY et al. 2014

Wie in der Abbildung 26 zu sehen ist, ist der Körperaufbau der Tapirunterarten ähnlich und somit eine BCS Einteilung einer Unterart auf die anderen Unterarten anwendbar.

Body Condition Scores (BCS):

Eine Einteilung des BCS beim Schabrackentapir (*Tapirus indicus*) und Flachlandtapir (*Tapirus terrestris*) wurde von eins (dünn) bis fünf (adipös) vorgenommen. CLAUSS et al. (2002) zeigt in Abbildung 27, welche Knochenpunkte in den verschiedenen BCS-Stufen deutlich sichtbar sein sollten. Diese kann bei der Beurteilung und Einteilung der BCS-Stufe helfen (MANGINI et al. 2012; THOISY et al. 2014; CLAUSS et al. 2009; KRAUSE et al. 2017).

BCS	General	Ribs	Back	Neck/shoulder	Hip/tailhead
1	Bony, skeletal	Very prominent and easily visible	T.i.: prominent ridge, T.t.: very prominent ridge	Emaciated, bony structure of shoulders and neck extremely visible	Prominent tailhead, hip, and pelvic bones
2	Thin	Prominent	T.i.: ridge defined, T.t.: prominent ridge	Thin neck and shoulders	Flat tailhead, hip, and pelvic bones
3	Moderate/fit	Not visible	T.i.: flat, no crease evident, T.t.: ridge present	Moderately thick neck, shoulders flat	Moderate fat around tailhead, flat pelvic and hip bones
4	Fat, plump	Not visible	T.i.: inverted crease, T.t.: slight ridge present	Thick neck, shoulders slightly rounded, fat deposits evident	Fat around tailhead, hips rounded
5	Obese	Not visible	T.i.: prominent inverted crease, T.t.: no crease/ridge evident	Thick neck, rounded shoulders, fat deposits extremely evident	Excessive fat around tailhead, hips, and pelvic bones very rounded, rotund

Abbildung 27: BCS Einteilung Schabrackentapir (*Tapirus indicus*) und Flachlandtapir (*Tapirus terrestris*) nach CLAUSS et al. 2009



Abbildung 28: BCS vom mittelamerikanischen Tapir (*Tapirus bairdii*) nach PÉREZ-FLORES et al. (2016)

MANGINI et al. (2012) nimmt bei einer Gesundheitsbeurteilung von 65 Tapiren eine Einteilung des BCS von eins (dünn) bis drei (adipös) vor, da diese für MANGINI et al. (2012) besser umsetzbar war, als die Einteilung von eins bis fünf von (CLAUSS et al. 2009; KRAUSE et al. 2017). In Abbildung 28 wurden vom mittelamerikanischen Tapir (*Tapirus bairdii*) PÉREZ-FLORES et al. (2016) Fotoaufnahmen von Wildkameras und von in Auffangstationen befindlicher Tiere

nebeneinander gestellt. Ein deutlicher Unterschied ist zwischen Bild A, links oben adipös und Bild E, rechts unten, dünn zu sehen. Beim adipösen Tier ist das Schulterblatt kaum zu sehen, hingegen beim kachektischen Tapir ist der Knochen in seiner Kontur abzugrenzen. Falsche Ernährung in menschlicher Obhut ist häufige Ursache für einen zu hohen BCS, Adipositas kann bei Tapiren zu kardiovaskulären Problemen führen (THOISY et al. 2014). Kalorienarme Nahrung wie Gemüse wird nicht gerne gefressen, lieber wird Obst verspeist (CLAUSS et al. 2009; YOUNG 2004; THOISY et al. 2014).

Cortisolmetabolite in Kot (**F**aecal **C**ortisol **M**etabolite- FCM), Urin (**U**riinary **C**ortisol **M**etabolite- UCM), Speichel (**S**alivary **C**ortisol **M**etabolite-SCM) und Haaren (**H**air **C**ortisol **M**etabolite-HCM):

Der Nachweis von Cortisolmetaboliten in Ausscheidungen ist geeignet, aber bisher nicht validiert und erprobt. Ein Umgang mit Tapiren ist nach Konditionierung gut möglich und bietet die Möglichkeiten der nicht invasiven Probenentnahme z.B. von Kot, Speichel, Urin oder Haaren. Direkte Blutentnahme kann bei konditionierten Tapiren (*Tapiridae*) an der Vena saphena mehrmals wöchentlich ohne Narkose erfolgen (BROWN et al. 1994). Somit bietet sich die Möglichkeit an, oben genannte nicht invasive Methoden durch einen ACTH-Stimulationstest zu validieren. Die Passagezeit von Chymus kann zum Beispiel durch Lebensmittelfarbe evaluiert werden, siehe Kapitel *Cebidae* (WARK et al. 2016).

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Bisher wurden keine Verhaltensstudien zur Einwirkung von Stress und zur Beurteilung des Wohlbefindens bei Tapiren (*Tapiridae*) vorgenommen.

FAZIT:

Eine Beurteilung des BCS bei den Tapiren (*Tapiridae*) ist bei der Beurteilung der Gewichtsentwicklung gut nutzbar und kann hinweisend auf gesundheitliche Probleme und Fehlernährung sein. Wie zum Beispiel beschriebene Zahnerkrankungen, Abszesse im Mund und Rachenraum, die im fortgeschritten Stadium zur verminderten bis eingestellten Nahrungsaufnahme wegen Schmerzen führen (TJØRNELUND et al. 2015; DUTRA et al. 2015). Überwachung von Wohlbefinden in Hinblick auf Validierung von Nachweismethoden zur Beurteilung von FCM, UCM; SCM und HCM sind sinnvolle Ergänzungen. Die Kombination von Langzeitaufnahmen des Verhaltens unter Einfluss von Stressoren (wie eine Umsetzung in ein neues Gehege) können bei einer Validierung genutzt werden, falls kein ACTH-Stimulationstest genutzt werden kann, um eine erhöhte Ausscheidung von Cortisolmetaboliten zu provozieren. Abnormale Verhaltensweisen sind nicht beschrieben.

5.4.3 Nashörner (*Rhinocerotidae*)

Nashörner (*Rhinocerotidae*) gehören wie die Equiden (*Equidae*) und die Tapire (*Tapiridae*) zu den Unpaarhufern (*Perissodactyla*) und sind die größten Vertreter der Gattung. In Afrika kommen das Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*) und das Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*) vor. In Asien sind das Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*), Javanashorn (*Rhinoceros sondaicus*) und das Sumatranashorn (*Dicerorhinus sumatrensis*) beheimatet.

In zoologischen Einrichtungen stellt Fettleibigkeit der Nashörner (*Rhinocerotidae*) neben anderen Erkrankungen wie gastrointestinale Erkrankungen, Pulmonien und Hautläsionen Probleme dar (DORSEY et al. 2010; HEIDEGGER et al. 2016). Nicht invasive Verfahren zur Beurteilung von Wohlfinden sind Hilfsmittel bei der Früherkennung von Gesundheits- und Verhaltensproblemen. Zahlreiche Informationen zu den Nashörnern (*Rhinocerotidae*) sind in der Literartursammlung des Rhino Rescue Centers vorhanden (www.rhinoresourcecenter.com).

Body Condition Scores (BCS):

Vom äußeren Erscheinungsbild ähneln sich die Nashornarten vom Körperaufbau. Eine Einteilung eines BCS beim Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*), Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*) und Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*) wurde von eins (dünn) bis fünf (adipös) vorgenommen (HEIDEGGER et al. 2016; KEEP 1971; VAN DEN HOUTEN 2011; ADCOCK et al. 2013). Das Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*), ist durch seine Hautfalten (Panzer) schwieriger zu beurteilen als die anderen Vertreter der *Rhinocerotidae*. Dieser „Panzer“ überlagert Knochenpunkte im Bereich der Schulter und Hüfte und erschwert die Skalierung. Geringe Unterschiede konnten zwischen männlichen und weiblichen Panzernashörnern bei der Beurteilung der Körperregionen im Vergleich zum Gesamt-BCS gemacht werden. Bullen zeigten geringfügig höhere Teilwerte im Bereich des Nackens und der Schulter auf. Weibliche Panzernashörner hingegen wiesen im Bereich des Abdomens geringgradig höhere BCS-Teilwerte auf. Bei einer geringen Anzahl von beobachteten Tieren konnte eine Erhöhung der BCS beim Vorliegen eines Leiomyoms festgestellt werden (HEIDEGGER et al. 2016). Abbildung 29 zeigt die Möglichkeit der Auswertung des BCS anhand von Fotomaterial am Beispiel des Panzernashorns (*Rhinoceros unicornis*). Fotoserien dienen der Dokumentation und zur späteren Auswertung. Nachfolgend in Abbildung 9 ist eine BCS Skalierung beim Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*) eins (dünn) dem BCS fünf (fettleibig) entgegengestellt (ADCOCK et al. 2013).

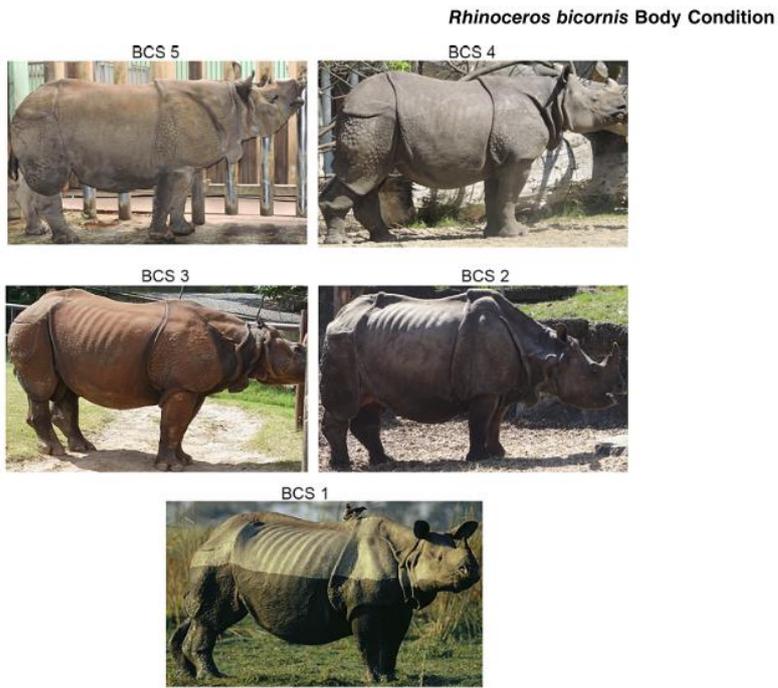


Abbildung 29: BCS eins bis fünf des Panzernashorns (*Rhinoceros unicornis*) nach HEIDEGGER et. al. 2016

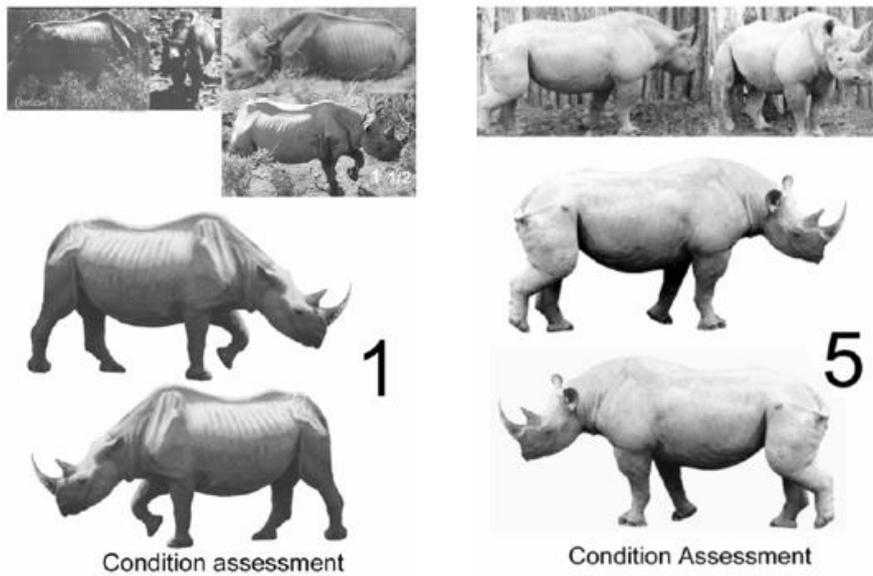


Abbildung 30: BCS eins (dünn) rechts fünf (adipös) für Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*) nach ADCOCK und EMSLIE 2013

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite- FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite- UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**):

FCM, UCM: CAPIRO et al. (2014) führte einen ACTH-Stimulationstest zur Validierung seiner Nachweismethode von Cortisolmetaboliten im Kot und Harn beim Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*) durch. Es wurde ein 3,5-facher Anstieg im Kot und ein 38-facher Anstieg im Harn nach Stimulation festgestellt. Eine ACTH-Stimulation ähnelt einer Reaktion auf einen Stressor und kann somit zur Validierung von Nachweismethoden auf Stressoren genutzt werden (SHERIFF et al. 2010). Eine Erhöhung mit stetigem Abfall der FCM-Werte konnte nach einer Umsiedlung von Panzernashörnern (*Rhinoceros unicornis*) festgestellt werden (CAPIRO et al. 2014). Vergleichende Betrachtungen sind beim Zebra zu verzeichnen, sobald ein Stressor entfällt, fallen die Cortisolspiegel wieder. RIATO (2007) validierte den Nachweis von FCM als nicht invasive Methode zum Stressmonitoring beim Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*). FCM-Veränderungen weisen beim Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*) auf eine veränderte Nebennierenaktivität im Zusammenhang mit ulzerativen Hautläsionen hin. Bei der Beobachtung von DORSEY et al. (2010) sind starke individuelle Unterschiede in der FCM Basallinien möglich und sollten bei der Beurteilung berücksichtigt werden. Weitere Stressantworten wurden bei der Umsetzung vom Spitzmaulnashörnern (*Diceros bicornis*) von TURNER et al. (2002) beschrieben. Durch Stress und erhöhte Cortisolspiegel werden Leukocytose und Lymphopenie bei Spitzmaulnashörnern (*Diceros bicornis*) hervorgerufen KOCK et al. (1999), diese Stressantwort geht mit einer Immunsuppression einher und die Tiere sind anfälliger für Erkrankungen und müssen beobachtet werden. Diese Aussagen decken sich mit den Erfahrungen zu Hautläsionen von (DORSEY et al. 2010). Immunsuppression durch Stress und erhöhter Cortisolsekretion ist hinreichend bekannt CHROUSOS et al. (1992) und wird bei anderen Arten mit erhöhter Anfälligkeit für Parasiten beschrieben. Langzeitstressmonitoring beim Spitzmaulnashorn (*Diceros bicornis*) und beim Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*) wurde mit Hilfe von FCM-Monitoring und Verhaltensanalysen durchgeführt. Erhöhte Besucherbelastungen nach Winterpausen mit niedrigen Besucherzahlen und Revierkämpfe unter den Nashörnern lassen auf chronischen Stress schließen. Minimierung von negativen Stress ist ein wichtiger Schritt um das Wohlbefinden zu steigern und die Mortalität beim Schwarzen Nashorn (*Diceros bicornis*) durch Spätfolgen zu minimieren (CARLSTEAD et al. 2005; EDES et al. 2018).

SCM: MENARGUES et al. (2008) zeigte bei asiatischen Elefanten (*Elephas maximus*) und Panzernashörnern (*Rhinoceros unicornis*) bei der Untersuchung von Speichelproben erhöhte Cortisolmetabolite auf. Seine Untersuchungen lagen der Eröffnung des Terra Natura Zoologischen Parks in Spanien nach dem eingeschränkten Winterbetrieb ohne Besucheröffnungszeiten zu Grunde.

Nachfolgend war eine Gewöhnung an den Besucherverkehr mit Abfall der Cortisolmetabolitwerte zu verzeichnen.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Bei der Beurteilung des Verhaltens ist ein Ethogramm über das Verhaltensrepertoire beim Nashorn vorauszusetzen. Ethogramme werden von WATTERS et al. (2009), MUELLER (2008) erläutert. CAPIRO et al. (2014) etablierte ein Ethogramm zur Beurteilung des Verhaltens beim Panzernashorn (*Rhinoceros unicornis*) bei seiner Studie zur Konditionierung an eine transrektale Ultraschalluntersuchung. Es wurden zwei Panzernashörner (*Rhinoceros unicornis*) während einer fünf-monatigen Konditionierung beobachtet. Beide Nashornkühe wurden an einen Kastenstand gewöhnt, in dem die Tiere 15 Minuten bei einer transrectalen Ultraschalluntersuchung stehen mussten. Eine Konditionierung wirkte sich nicht nachteilig auf die transrektale Untersuchung aus. MILLER et al. (2016) beschreibt die Verhaltensänderung von 94 Breitmaulnashörnern (*Ceratotherium simum*) nach dem Einfangen und Umsiedeln in ein neues Reservat. Stressbedingt nennt MILLER et al. (2016) einen kritischen Zeitraum von 10 Tagen nach dem Transport. Einige Tiere zeigten während dieser Eingewöhnung Anorexie und mussten besonders beobachtet und versorgt werden. Breitmaulnashörner (*Ceratotherium simum*) sind ca. 49 % des Tages mit der Nahrungsaufnahme beschäftigt. Eine Ad libitum Fütterung ist wichtig, dennoch sollte der Energiegehalt überwacht werden, um Adipositas zu vermeiden. Stereotypes Verhalten konnte (CARLSTEAD et al. 2005) in seiner einjährigen Studie beim Breitmaulnashorn (*Ceratotherium simum*) beschreiben, somit korrelierten erhöhte FCM-Werte mit stereotypem Verhalten.

FAZIT:

Für Nashörner (*Rhinocerotidae*) sind BCS Beurteilungen eine einfache Methode, um die Kondition zu überwachen und somit Rückschlüsse auf Erkrankungen und/oder das Wohlbefinden schließen zu können. Jedoch sollte eine zweite Methode zusätzlich genutzt werden. Cortisolmetaboliten im Kot, Harn und Speichel sind beschrieben und können zur nicht invasiven Stressbeurteilung herangezogen werden. Veränderung durch Stressoren wie z.B. Schmerz oder Auswirkungen von Besuchern auf das Verhalten können durch erhöhte Cortisolmetabolitausscheidungen nachgewiesen werden. Studien zeigen die Gewöhnung ansteigende Besucherzahlen nach einer Winterpause. Insbesondere die Kombination von Cortisolmetabolitbestimmung in Verbindung mit Verhaltensanalysen hat eine hohe Aussagekraft. Zum Javanashorn (*Rhinoceros sondaicus*) und zum Sumatranashorn (*Dicerorhinus sumatrensis*) sind keine Studien über nicht invasive Verfahren bekannt. Durch die erfolgreiche Anwendung der genannten nicht invasiven Methoden bei verwandten Vertretern der Gattung (*Rhinocerotidae*) ist eine Übertragung der Methoden nach Validierung mit Sicherheit beim

Java- und Sumatranashorn möglich. HCM Analysen sind bei (*Rhinocerotidae*) nicht bekannt und scheinen auch aufgrund der Haarlosigkeit und des schlechten Handlings nur begrenzt praktikabel. Ethogramme und abnormale Verhaltensweisen gilt es weiter zusammenzutragen um die in menschlicher Obhut befindlichen (*Rhinocerotidae*) besser überwachen zu können.

5.5 Paarhufer (*Artiodactyla*)

5.5.1 Schweine (*Suidae*) und Pekaris (*Tayassuidae*)

In europäischen zoologischen Einrichtungen sind folgende Arten der *Suidae* von Bedeutung: Wildschwein (*Sus scrofa*), Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*), Barbirusas (*Babyrousa ssp.*) und verschiedene Zuchtformen des Hausschweines (*Sus scrofa domesticus*). Im Zoo Leipzig wird unter anderem das bedrohte Visayas-Pustelschwein (*Sus cebifrons*) gehalten. Nah verwandt mit der Familie der Schweine (*Suidae*) sind die Pekaris (*Tayassuidae*). Die drei vorkommenden Arten sind das Weißbartpekari (*Tayassu pecari*), Halsbandpekari (*Pecari tajacu*) und Chaco – Peakari (*Catagonus wagneri*). Pekaris (*Tayassuidae*) sind in Mittel- und Südamerika beheimatet. In menschlicher Obhut ist überwiegend das Halsbandpekari (*Pecari tajacu*) anzutreffen. Bei Nutztieren, wie Hausschweinen (*Sus scrofa domesticus*), wurden bereits umfangreiche Studien zu nicht invasive Methoden durchgeführt (MÖSTL et al. 2002a; MÖSTL et al. 2002b). Auf verwandte Rassen des Hausschweins können solche Methoden zum Teil angewendet werden (BERGER et al. 2006). Anhand von Untersuchungen zur Früherkennung von Gesundheits- und Verhaltensproblemen bei Schweinen (*Suidae*) ist dies ersichtlich (MARTÍNEZ-MIRÓ et al. 2016). Cortisolmetabolite- und Verhaltensuntersuchungen werden zur Thematik des Schwanzbeissens, sowie zur Stressbelastung der betäubungslosen Kastration untersucht und sind somit tierschutzrelevant (LECHNER et al. 2016; SUTHERLAND et al. 2004).

Body Condition Scores (BCS):

Tierschutzrelevante Überwachung des BCS ist nach MARTÍNEZ-MIRÓ et al. (2016) bei den *Suidae* in menschlicher Obhut wichtig. Am Beispiel des Hängebauchschweines (*Sus ssp.*) zeigt eindrucksvoll, wie wichtig die Überwachung des BCS ist. Das Hängebauchschwein (*Sus ssp.*) stammt aus Südostasien und ist eine Zuchtform des eurasischen Wildschweins (*Sus scrofa*) und erfreut sich in menschlicher Obhut großer Beliebtheit. Beim Hängebauchschwein (*Sus ssp.*) ist eine BCS-Skalierung von eins (dünn) bis fünf (adipös) vorzunehmen. Im adipösen Zustand (BCS fünf) kann das Hängebauchschwein kaum noch sehen. Überlappende Haut und Fetteinlagerungen in der Stirnregion engen das Sichtfeld stark oder ganz ein, was das Wohlbefinden stark einschränken kann siehe Abbildung 31 von (WILBURS 2005).

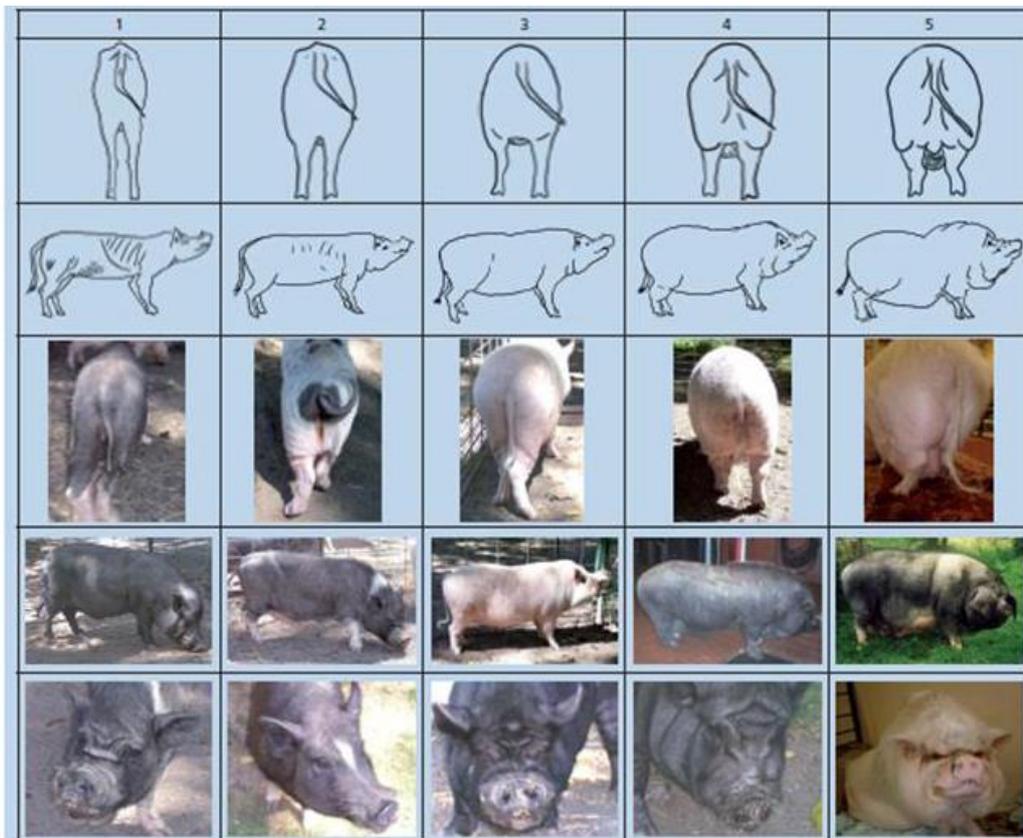


Abbildung 31: BCS für Hängebauchschweine WILBURS 2005 <https://cochonsminiatures.com/en/final-size/> am 20.05.2019

Im Nutztierbereich wird der BCS beim Hausschwein (*Sus domesticus*) eingesetzt, um die Leistungsbereitschaft in Bezug auf Fruchtbarkeit und Milchleistung der Sauen abzuschätzen (ERHARD 2018). Im Nutztiersektor hat sich die Rückenspeckdickenmessung gegenüber der BCS-Beurteilung durchgesetzt. SPRANGLING (2011) stellte deutlich fest, dass die Rückenspeckdicke und der BCS bei Sauen während der Ferkelaufzucht durch die erhöhte Energiebereitstellung für die Laktation absank. Dabei sollte sorgfältig auf die Versorgung der Sau geachtet werden, damit sie keine Stoffwechselerkrankungen bekommt vgl. BCS-Überwachung beim Rind. Auf der anderen Seite führt Adipositas zu hohen BCS und zu Gestationsproblemen, Aborten und Geburtsproblemen (MARTÍNEZ-MIRÓ et al. 2016). Gezielte Züchtung von Mastschweinen auf höhere Muskelfleischanteile und weniger Fett schränkt die normale BCS-Beurteilung bei Nutztieren ein. Daher gibt die Messung der Rückenspeckdicke mittels Ultraschall Aufschluss über Fettdepots und Energiereserven. Ebenfalls dient diese Messung zur Eingruppierung der Güteklasse des Schlachtkörpers (TILGER 2005). Ultraschallmessungen sind bei anfangs genannten *Suidae* und *Tayassuidae* nicht oder nur schlecht möglich. Eine starke Behaarung der Tiere und Verschmutzung führt dazu, dass keine adäquate Kopplung des Ultraschallkopfes möglich ist. Des Weiteren ist das Handling der Tiere nur schwer oder gar nicht möglich. Somit ist bei den in zoologischen Gärten vorkommenden Vertretern die BCS-Beurteilung vorzuziehen. In Abbildung 32 ist die BCS-Einteilung von eins (dünn) bis fünf (adipös) bei Sauen nach KLAUSING (2003) zu sehen. Für diese

Einteilung wird die Ansicht mehrerer Tiere von caudal gewählt, da hier alle Tiere nebeneinander am Futtertrog gut beurteilt werden konnten. Ein optimaler BCS ist auch in Hinblick auf eine adäquate Jungtierversorgung zu überwachen (SPRANGLING 2011). Da zu dünne Elterntiere aufgrund mangelnder Reserven nicht in der Lage sind ihre Jungen optimal zu versorgen.

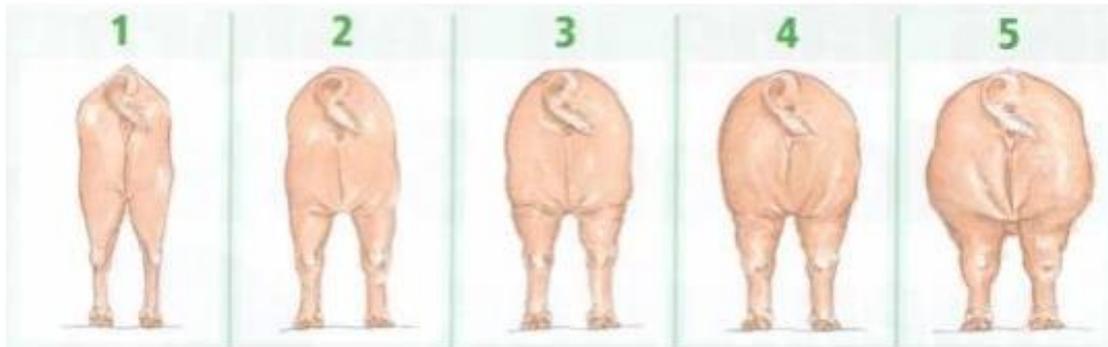


Abbildung 32: BCS SAUEN von Caudal nach KLAUSING 2003

FISCHER et al. (2005) etablierte für den Hirscheber (*Babyrousa*) einen BCS von eins (dünn) bis fünf (adipös). Diese Konditionsbeurteilung dient der Beurteilung der Gewichtsentwicklung und kann als Indikator für Parasitosen, Überfütterung, Stoffwechselproblemen oder Anzeichen von chronischem Stress genutzt werden (HEIDEGGER et al. 2016; ADCOCK et al. 2013; VAN DEN HOUTEN 2011; KRAUSE et al. 2017; FERNANDO et al. 2009).

Keine BCS Einteilungen wurde für Wildschwein (*Sus scrofa*), Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*), Visaya-Pustelohrschwein (*Sus cebifrons*) und Pekaris (*Tayassuidae*) gefunden. Die genannten Vertreter, für die kein BCS in der Literatur gefunden wurde, sind eng mit dem Hausschwein (*Sus scrofa domesticus*), Hängebauchschwein (*Sus ssp.*) und Hirscheber (*Babyrousa*) verwandt. Eine Übertragung der etablierten BCS beziehungsweise die Erweiterung dieser BCS-Beurteilungen sind mit Anpassungen möglich (ERHARD 2018; FISCHER et al. 2005). Folgende Abbildungen zeigen Vertreter der *Suidae* und der *Tayassuidae* im Vergleich. Beginnend von links nach rechts mit dem Wildschwein (*Sus scrofa*), dem Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), dem Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*), dem Barbirusa (*Babyrousa ssp.*) und verschiedenen Zuchtformen des Hausschweines (*Sus scrofa domesticus*). Dabei ist eine deutliche Ähnlichkeit im Körperaufbau zu erkennen. Die Ähnlichkeit des Phänotyps lässt sich bei der Anpassung und Nutzung von BCS verwandter Arten nutzen.



Abbildung 33: Wildschwein (*Sus scrofa*)



Abbildung 34: Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*) von Paul Mannix 16.02.2007



Abbildung 35: Hirscheber (*Babyousa celebensis*) von Masteraah 28.1.2007



Abbildung 36: Pinselehrschein (*Potamochoerus porcus*) im Zoo Duisburg Foto eingefügt am 10.05.2019



Abbildung 37: Halsband Pekari (*Pecari tajacu*) von I. Chrumps am 24.06.2007



Abbildung 38: Visaya Pustelschwein (*Sus cebifrons*) aus der Berliner Tageszeitung von 12.04.2018, 11:50 Uhr <https://www.tagesspiegel.de/gesellschaft/berliner-schnauzen-visayas-pustelschwein-berlin-hat-poldi-gutgetan/21146762.html>

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite- FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite- UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**):

FCM: Für das Hausschwein (*Sus scrofa domesticus*) erbrachte MÖSTL et al. (2002b) Belege, dass sich FCM als Nachweis der Aktivität der ACTH-Achse und als Stressnachweis eignet (SHERIFF et al. 2010). Der Einsatz von künstlich induzierten Stressoren wurde bereits im Kapitel Elefant, Pferd, Tapir und Nashorn erläutert. Stressoren führen zur Stimulierung der ACTH-Achse und zur vermehrten Cortisolausscheidung (SHERIFF et al. 2010). Parallelen in der Familie der *SUIDEN* sind zu erwarten (RUIS et al. 1997; WIRTHGEN et al. 2017; MARTÍNEZ-MIRÓ et al.). CORADELLO et al. (2012) untersuchte die FCM-Konzentrationen bei 12 männlichen Halsbandpekari (*Pecari tajacu*). Hierfür wurde bei sechs Individuen ein ACTH-Stimulationstest durchgeführt und die verbleibenden sechs männlichen Tiere bekamen Kochsalzlösung injiziert. Es konnte die erhöhte Ausscheidung von FCM-Werten nach Stimulationstest nachgewiesen werden. Diese ist mit einer Antwort auf einen Stressor gleichzusetzen (SHERIFF et al. 2010).

SCM: ERLER (2010) zeigt auf, dass stressauslösende Faktoren beim Wildschwein (*Sus scrofa*) ebenso durch erhöhte FCM und SCM bestimmt werden können. Diese Messungen geben Rückschluss auf das Wohlbefinden von Wildschweinen im Sozialverband (WALD et al. 2015). ERLER (2010) zeigt deutliche Anstiege von SCM beim Wildschwein (*Sus scrofa*). Dabei wurden 18 Wildschweine (*Sus scrofa*) in einem Schwarzwildgatter untersucht. Ebenfalls betrachtete er die Jagdhundausbildung im Schwarzwildgatter und welchen Einfluss diese auf das Wohlbefinden der Wildschweine hat. Die Isolation einzelner Individuen aus der Rotte weist auf induzierten Stress hin und wurde zur Validierung der SCM Analyse genutzt. Wildschweine (*Sus scrofa*) empfanden Jagdhunde zu Ausbildungszwecken im Wildgatter nicht als Stressor. Schweine (*Suidae*) sind gut durch Futter zu konditionieren und eine Entnahme von Speichel ist mit wenig Aufwand verbunden, kostengünstig und oft wiederholbar (KIRSCHBAUM et al. 1989; RUIS et al. 1997; FUENTES et al. 2011; GRIMBERG-HENRICI et al. 2016). Beim Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), beim Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*), beim Barbirusa (*Babyrousa*) und beim Visayas-Pustelschwein (*Sus cebifrons*) wurden keine FCM- oder SCM-Untersuchungen gefunden. BERGER et al. 2016 untersuchte aber Steroidhormonmetabolite im Kot als Nachweis einer Trächtigkeit beim Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), beim Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*) und beim Barbirusa (*Babyrousa*). Da Cortisol ebenfalls ein Steroidhormon ist sollten dessen Metabolite in den Ausscheidungen wie Kot, Harn und Speichel zu erwarten sein (WIRTHGEN et al. 2017). Basalcortisolwerte für das Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), welche bei einer Validierung von FCM zur Plausibilitätskontrolle genutzt werden können, werden von (KEFFEN et al. 1987; MILLER et al. 2014) aufgeführt.

HCM: Weitere Studien beim Hausschwein zeigen, dass HCM zur Beurteilung von zurückliegendem Stress genutzt werden können. Der Versuchsaufbau und die Validierung stellen sich jedoch als schwierig heraus. Als Beispiel muss die Haarwuchsgeschwindigkeit ermittelt werden, um eine Aussage über zurückliegende Stressoren treffen zu können (XIANG et al. 2016; MEYER et al. 2017; HEIMBÜRGE et al. 2018). Im Versuch wird hierfür ein definierter Bereich am Tier rasiert und regelmäßig erneut geschoren, um die Wuchsgeschwindigkeit der Haare zu bestimmen. In menschlicher Obhut und in offenen Haltungen kommen Faktoren wie Sonne, Regen und Verunreinigung bei der Beurteilung von Haarcortisolwerten als Störgrößen hinzu. Diese können zu Konzentrationsschwankungen führen. Akuter Stress kann die Schweiß- und Talgbildung steigern und somit ebenfalls die Messergebnisse im Haar beeinflussen (CATTET et al. 2014). Es wurden keine UCM-Untersuchungen für wildlebende *Suidae* in menschlicher Obhut gefunden.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Das Verhalten gibt Rückschluss auf das Wohlbefinden. Schmerzen in Gliedmaßen werden durch Lahmheit, verlängerte Liegezeiten oder Schmerzäußerungen deutlich (HOBY et al. 2015). Ethogramme zur Beurteilung des Verhaltens bei Hausschweinen liegen von (KITTAWORNRAT et al. 2011; RUIS et al. 1997)) vor. Videoanalysen sind bei Verhaltensbeobachtungen nützlich, da ein Beobachter Einfluss auf die Tiere und das gezeigte Verhalten haben kann (SICILIANO-MARTINA et al. 2018). Ethogramme beim Wildschwein (*Sus scrofa*) werden von ERLER (2010) beschrieben. In Verbindung mit Cortisolmetaboliteanalysen und Verhaltensbeobachtung wurde das Wohlbefinden in Wildgattern beurteilt (ERLER 2010). Dabei konnten deutliche Verhaltensänderungen mit vermindertem Wohlbefinden in Verbindung gebracht werden. Zur Unterstützung der Aussagen wurden SCM-Erhöhungen nachgewiesen. Es wurden einzelne Wildschweine von der Rotte isoliert, dabei konnten geändertes Verhalten und Erhöhungen von SCM-Werten registriert werden. Die SCM-Werte sanken nach dem Zurücklassen in die Rotte wieder ab (ERLER 2010; KEULING und STIER 2006). Wildschweine (*Sus scrofa*) haben eine feste Sozialstruktur. Diese Untersuchungen zeigen, dass Isolation in ein Nachbargehege sich negativ auf das Wohlbefinden einzelner Tiere auswirken kann vgl. *Cebidae* und *Cervidae*. Untersuchungen von Lautäußerungen können Rückschlüsse auf Stress, Schmerz und Angst geben und werden in der Studie von SCHÖN et al. (2004) erwähnt. Noch nicht publizierte Studien zum Hausschwein führt das Leibniz-Institut für Nutztierbiologie (FBN) in Dummerdorf durch. Studien über Lautäußerungen können ggf. weitere nicht invasive Möglichkeiten der Beurteilung des Wohlbefindens bei einzelnen Vertretern der *Suidae* in Zukunft darstellen. NOGUERA et al. (2017) untersuchte das Sozialverhalten des Halsbandpekaris (*Pecari tajacu*) und etablierte ein Ethogramm. Dieses ist nach BYERS et al. (1981) modifiziert. Damit kann das Verhaltensrepertoire beurteilt

werden. Angst vor/oder die Meidung bestimmter Areale im Gehege wurden somit während wechselnden Besucheraufkommens untersucht. Dieser Rückzug während des Besucherverkehrs kann weiterführend durch Beobachtungen siehe Kapitel Verhaltensanalysen und WEHNELT et al. (2002) betrachtet und durch Heat Maps aufgezeigt werden. Beim Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), beim Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*) und beim Visayas-Pustelschwein (*Sus cebifrons*) sind keine Ethogramme bekannt, um ein Verhalten auswerten zu können. In Anlehnung an das Hausschwein und das Wildschwein sind Ethogramme für diese Rassen anzulegen und zu nutzen. Das Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), das Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*) und der Hirscheber (*Babirusa*) sollten nach der Mindestanforderung an die Haltung von Säugetieren vom 7. Mai. 2014 als Paar oder im Familienverband gehalten werden. Bei diesen Arten ist eine Rottenstruktur wie beim Wildschwein jedoch nicht üblich (Säugetiergutachtem BMEL).

FAZIT:

Für die Familie der *Suidae* wurden keine BCS-Einteilungen für Wildschwein (*Sus scrofa*), Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*), Visaya-Pustelohrschwein (*Sus cebifrons*) und Pekaris (*Tayassuidae*) gefunden. Starker Haaranhang kann die Beurteilung erschweren, vgl. Orang-Utan (*Pongo*). Beim Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), beim Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*), beim Barbirusa (*Babyrousa*) und beim Visayas-Pustelschwein (*Sus cebifrons*) wurden keine FCM- oder SCM-Untersuchungen gefunden. Bei den Schweinen (*Suidae*) und Pekaris (*Tayassuidae*) kann der BCS Rückschluss auf den Gesundheitszustand und das Wohlbefinden geben. Aufgrund dichter und langer Behaarung ist die Beurteilung bei einigen *Suidae*, wie dem Wildschwein, erschwert. Cortisolmetaboliteschwankungen im Kot oder Speichel sind bei der Beurteilung und Einordnung von akuten oder chronischen Stress nutzbar (YUN et al. 2017; LECHNER et al. 2016). UCM Untersuchungen wurden nicht gefunden, da die Urinsammlung sich unpraktikabel gestaltet. Unter Versuchsbedingungen scheinen die Analysen von HCM möglich. In zoologischen Einrichtungen sind diese nur schwer umsetzbar (SALABERGER et al. 2016; CARLITZ et al. 2014). Die Kombination von Verhaltensaufnahmen und paralleler Bestimmung von Cortisolausscheidungen im Kot oder Speichel gibt eindeutige Hinweise auf akuten oder chronischen Stress und Einflussfaktoren auf das Wohlbefinden. Beim Warzenschwein (*Phacochoerus africanus*), beim Pinselohrschwein (*Potamochoerus porcus*) und beim Visayas-Pustelschwein (*Sus cebifrons*) sind keine Ethogramme bekannt, um ein Verhalten auswerten zu können. Ethogramme sind für das Hausschwein und das nah verwandte Wildschwein vorhanden, somit können Verhaltenskataloge bei der Etablierung für weitere *Suidae* helfen.

5.5.2 Hirsche (*Cervidae*)

Hirsche (*Cervidae*) gehören zu den Paarhufern (*Artiodactyla*) und sind mit drei Unterfamilien, 19 Gattungen und 51 Unterarten vertreten. Cerviden zählen zu den Wiederkäuern. Eines der Hauptkennzeichen von *Cerviden* ist das Geweih der männlichen Tiere. Dieses Merkmal machte Arten dieser Gattung in der Vergangenheit und heutzutage zur beliebten Jagdtrophäe. Bei Rentieren (*Rangifer tarandus*) haben beide Geschlechter ein Geweih. Beim Wasserreh (*Hydropotes inermis*) sind beide Geschlechter geweihlos. Im europäischen Raum kommen der Rothirsch (*Cervus elaphus*), das Damwild (*Dama dama*) und das Rehwild (*Capreolus capreolus*) vor. Asiatische Vertreter der *Cervidae* sind der Muntjak (*Muntjacus*) und das Sikawild (*Cervus nippon*). Nordamerikanische Vertreter, welche in europäischen zoologischen Einrichtungen anzutreffen sind, sind die Weißwedelhirsche (*Odocoileus virginianus*) und der Wapiti (*Cervus canadensis*). Vertreter der nördlichen Gebiete in Amerika und Eurasien sind Elche (*Alces alces*) und Rentiere/Karibu (*Rangifer tarandus ssp.*).

Body Condition Scores (BCS):

Beim Rotwild (*Cervus elaphus*) wird der BCS von eins (dünn) bis fünf (adipös) von MATTIELLO et al. (2009) und AUDIGE et al. (1998) eingeteilt. Die Firma Purin Animal Nutrition hat ein BCS-Schema entwickelt. Die Beurteilung erfolgt von der lateralen Ansicht siehe Abbildung 39. Im Zuge der Einteilung des BCS können die Futterrationen in Gatterhaltungen von Rotwild (*Cervus elaphus*) und Wapiti (*Cervus canadensis*) an die Gegebenheiten angepasst werden, z. B. an die Kälberaufzucht oder an die kühleren Wintermonate.

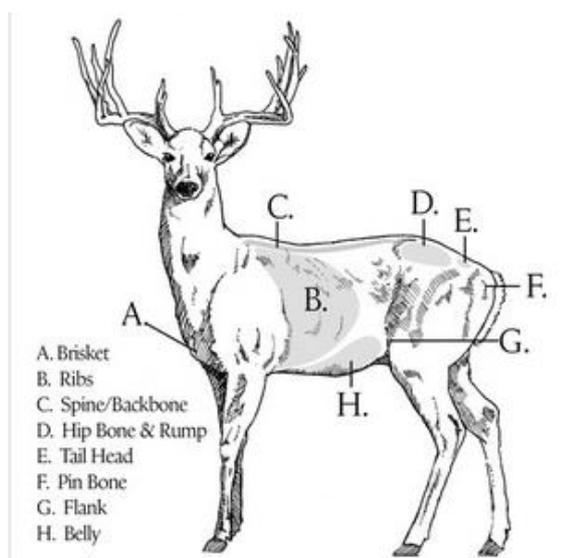


Abbildung 39: BCS Beurteilung Wapiti (*Cervus canadensis*) Purina Animals Stand Februar 2019
<https://www.purinamills.com/deer-feed/education/detail/body-condition-score-for-deer>

Hingegen etablierte AUDIGE et al. (1998) einen BCS in dem nur die Caudalansicht und die Beckenmuskulatur beurteilt wird (Abbildung 41). Bereits 1960 wurde diese Form der Bewertung der Beckenknochenpunkte von RINEY (1960) beim Rotwild (*Cervus elaphus*) beschrieben (Abbildung 40 und Abbildung 41). SIMARD et al. (2014) bewertete den BCS bei Weißwedelhirschen (*Odocoileus virginianus*). Hirschkühe mit niedrigen BCS hatten schlechtere Aufzuchttraten von Kälbern, somit erlaubt BCS-Einteilung einen Rückschluss auf die Vitalität und Energiereserven der Hirschkühe (vgl. Rind und Schwein). Bei niedrigen BCS, bei den in zoologischen Gärten befindlichen *Cerviden* sollte darauf geachtet werden, dass die Jungtiere ausreichend versorgt und ggf. zugefüttert werden.

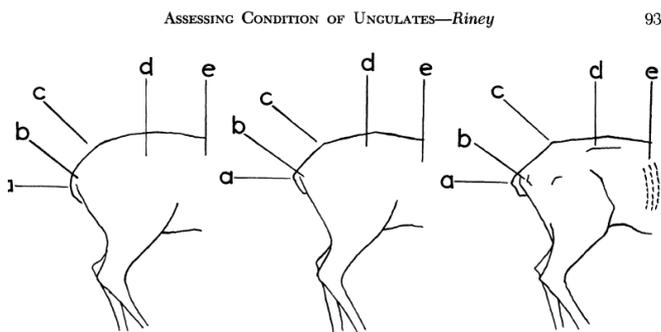


FIG. 1. General appearance of the hind quarters of deer in good, medium, or poor condition.

Abbildung 40: BCS Beurteilung Rotwild (*Cervus elaphus*) nach RINEY 1960

Beim Damwild (*Dama dama*) kann der BCS zur Einschätzung des Gewichtes und zur Abschätzung der Narkosemittelmenge genutzt werden. LOHE (2011) etablierte dazu einen BCS mit Gewichtseinteilungen. Beim Wapiti (*Cervus canadensis*), wie auch beim Rotwild (*Cervus elaphus*) kann die Konditionsbeurteilung und Überwachung des Gewichtes von lateral nach (SHAVE et al. 2019) Abbildung 42 und von caudal nach AUDIGE et al. 1998 und RINEY 1960 Abbildung 40 und Abbildung 42 erfolgen.

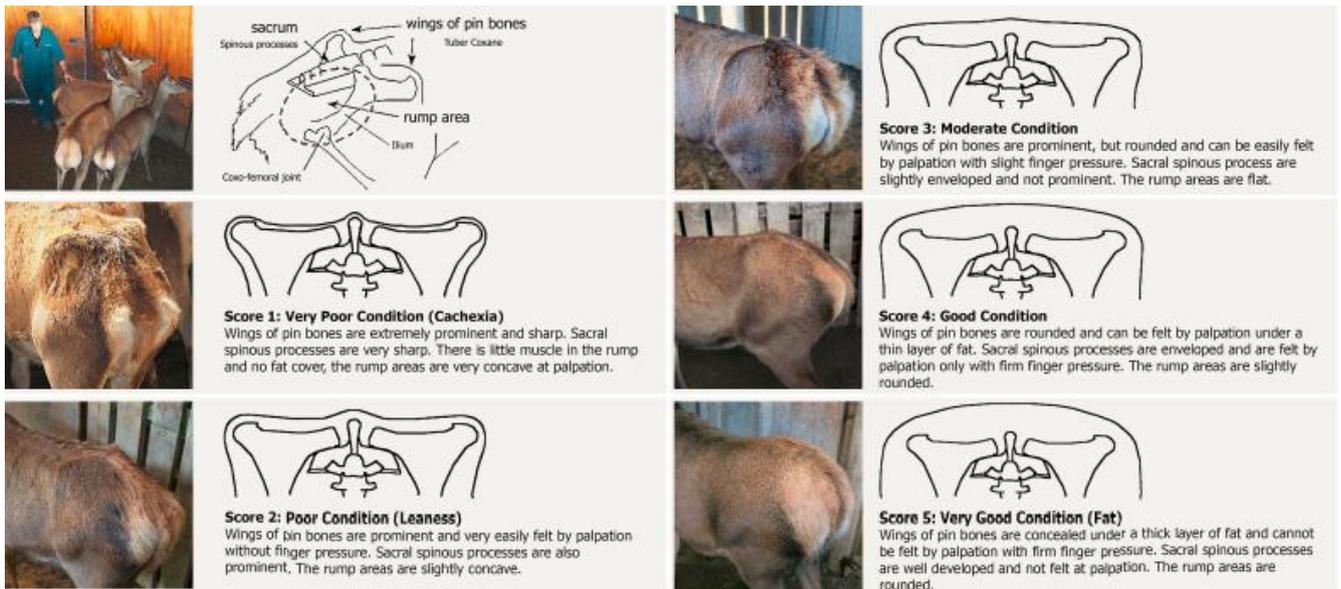


Abbildung 41: BCS Rotwild (*Cervus elaphus*) und Wapiti (*Cervus canadensis*) nach AUDIGE 1998

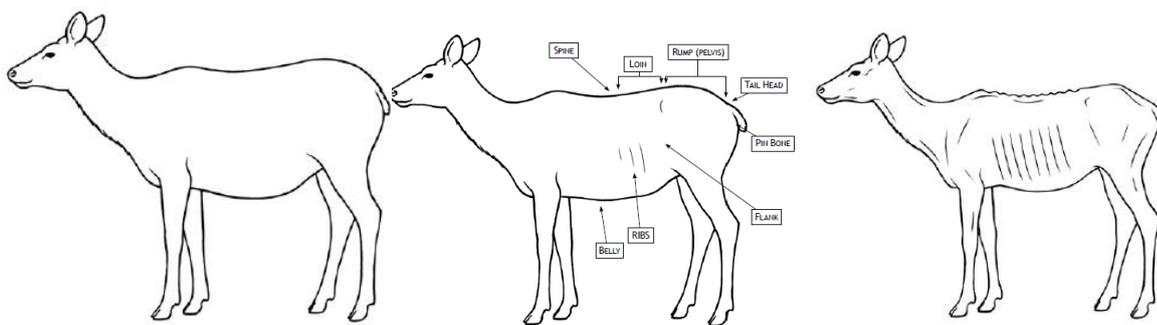


Abbildung 42: BCS Elch (*Cervus canadensis*) 5,3,1 nach Alberta Agriculture and Forestry / Kanada Stand 2019

Cortisolmetabolite in Kot (**F**aecal **C**ortisol **M**etabolite- **FCM**), Urin (**U**riinary **C**ortisol **M**etabolite- **UCM**), Speichel (**S**alivary **C**ortisol **M**etabolite-**SCM**) und Haaren (**H**air **C**ortisol **M**etabolite-**HCM**):

FCM: Verschiedene Vertreter der *Cerviden* zeigen nach Stresseinwirkung geringe bis signifikante Erhöhungen der FCM-Werte. Rehwild (*Capreolus capreolus*) zeigt erhöhte FCM-Werte 10 bis 12 Stunden nach dem Fangen und Fixieren (WEILNBÖCK 2013). Diese Untersuchungen decken sich mit Aussagen zu FCM-Erhöhungen nach Stresseinwirkung mit (DEHNHARD et al. 2001; KONJEVIC et al. 2016). Ebenso scheint die Isolation von Rothirschen (*Cervus elaphus*) vom Rudel zu vermehrten Stress zu führen, was ebenfalls im Kot durch erhöhte FCM-Werte nachweisbar ist (LEINBERGER 2011). Negative Auswirkungen auf das Wohlbefinden bei der Isolation von Einzeltieren wurde ebenfalls beim Wildschwein beschrieben (ERLER 2010). Saisonale Erhöhungen der FCM- Werte im Kot deuten beim Damwild (*Dama dama*) auf Stress in Verbindung mit bedingter Nahrungsknappheit und erschwerten Lebensbedingungen in schneereichen Wintermonaten hin

(KONJEVIC et al. 2016). Ähnliche Beobachtungen auf Umwelteinflüsse machte AHLERING et al. (2013) beim afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*). Dieser hatte in der wasser- und nahrungsarmen Trockenzeit ebenfalls erhöhte FCM-Werte. Beim Wapiti (*Cervus canadensis*) wurden verschiedene Enthornungsverfahren untersucht. Dabei konnte der Anstieg von Plasmacortisol bei akutem Stress aufgezeigt werden. COOK et al. (2002) und SHERIFF et al. (2010) beschrieben den Zusammenhang zwischen Plasmacortisol und ausgeschiedenen FCM-Anstiegen. Somit könnten FCM-Analysen ebenfalls zum Schmerznachweis dienen und Rückschluss auf das Wohlbefinden geben. Stressauslösende Faktoren, wie die Störung in ihrem Habitat durch Schneemobile konnte beim Elch (*Alces alces*) durch erhöhte FCM-Ausscheidung nachgewiesen werden (WASHBURN et al. 2003; MILLSPAUGH et al. 2001). REHBINDER et al. (2006) fand Erhöhungen von Cortisolmetaboliten nach Stresseinwirkung im Kot und Harn beim Waldren (*Rangifer tarandus fennicus*). Ebenfalls waren FCM-Erhöhungen acht Stunden nach ACTH-Stimulation mittels Injektion beim Rentier (*Rangifer tarandus granti* und *R. t. tarandus*) zu verzeichnen. Parallel wurden Haarproben auf HCM untersucht, welche allerdings bei solch kurzzeitiger ACTH-Stimulation und zeitnaher Auswertung keine erhöhten HCM-Werte aufwiesen (ASHLEY et al. 2011).

HCM: Stresseinwirkung in der Vergangenheit oder dauerhafter Stress und die Auswirkungen auf die körperliche Konstitution konnte durch HCM Analysen beim Weißwedelhirsch (*Odocoileus virginianus*) nachgewiesen werden (SHAVE et al. 2019). Unterschiede an HCM-Konzentrationen bei vom Wolf (*Canis lupus*) und vom Jäger erlegten Weißwedelhirsche (*Odocoileus virginianus*) waren nachweisbar. Es war deutlich, dass vom Wolf (*Canis lupus*) getötete Weißwedelhirsche (*Odocoileus virginianus*) höhere HCM Werte hatten. Die meisten vom Wolf (*Canis lupus*) erlegten Tiere hatten einen schlechteren BCS, was in Verbindung mit den erhöhten HCM-Werten auf chronischen Stress oder Vorerkrankungen und eine Schwächung der Tiere hinweist. Bei Rentieren (*Rangifer tarandus*), Rehwild (*Capreolus capreolus*) und Rotwild (*Cervus elaphus*) untersuchte GENTSCH et al. (2018) die Auswirkung der Fixierung bei der Probenentnahme. Dabei zeigte er auf, dass dies für die Tiere offensichtlich einen großen Stress bedeutete. Daneben verglich er die Folge einer Kollision der Tiere mit Fahrzeugen auf den Cortisolhaushalt der genannten Vertreter. Cerviden, die sich in einem Zaun verfangen oder einem Verkehrsunfall erlagen, hatten höhere Cortisolspiegel im Blut als Tiere, die z.B. bei der Jagd geschossen wurden. HCM bietet bei Konditionierung zur Probenentnahme oder post mortem eine Aussage über zurückliegende Cortisolausscheidungen. Dennoch wurde in der Literatur keine Nachweise zu Haarwuchsgeschwindigkeit und Einflussfaktoren auf den Cortisolmetabolitegehalt im Haar bei den *Cervidae* gefunden im Vergleich zu Untersuchungen bei anderen Tierarten, wie Schwein und Rind

(HEIMBÜRGE et al. 2018; SALABERGER et al. 2016). Es wurden **keine** Studien bei Vertretern der *Cervidae* zu **SCM** gefunden. Es gab einen Hinweis zu **UCM** Untersuchungen und wenige Studien zu **HCM**-Analysen.

Verhaltensanalysen zu Beurteilung des Wohlbefindens:

Bei Rehen (*Capreolus capreolus*) konnte stereotypes Verhalten nach dem Einfangen in einer Kastenfalle mit einer Wärmebildkamera registriert werden. Stereotypes Verhalten war in Form von „fence pacing“, einem Hin- und Her laufen am Käfiggitter, Ausdruck von Stress. Die Rehe (*Capreolus capreolus*) beruhigten sich nach einiger Zeit. Am Morgen darauf wurden die Tiere gekennzeichnet, Kotproben wurden aus dem Käfig und von den Tieren rektal für eine FCM- Analyse entnommen. Leichte Erhöhungen von FCM konnte daher registriert werden. WEILNBÖCK (2013) stellte am Verhalten in den Fallen individuelle Unterschiede fest. Wieder eingefangene Rehe (*Capreolus capreolus*) reagierten ruhiger als Tiere, die zum ersten Mal in die Falle liefen. Durch Telemetrie Halsbänder konnte aufgezeigt werden, dass einige Rehe (*Capreolus capreolus*) nach dem Fangen Rückzugsgebiete aufsuchten. In diesem Gebieten verweilten sie einige Zeit, bevor sie sich wieder frei im Revier bewegten. LEINBERGER (2011) untersuchte beim Rotwild (*Cervus elaphus*) das Verhalten in Bezug auf die Isolierung einzelner Tiere. Die Isolierung war für Untersuchungen auf Tuberkulose und Brucellose notwendig. Rotwild (*Cervus elaphus*) reagierte stark auf die Isolierung mit geändertem Verhalten, wie Ausbruchsversuchen, Springen über die Zäune und stereotypes Auf- und Abwandern vgl. Auswirkungen von Isolation von Gruppenmitgliedern beim Wildschwein (*Sus scrofa*) und bei den *Cebidae*. Stress- und Schmerzreaktionen wurden beim Wapiti (*Cervus canadensis*) nach Enthornung mit verschiedenen Betäubungsverfahren analysiert. Das Verhalten (besonders Abwehrbewegungen) nach Enthornung wurde mit einer Kamera festgehalten. Eine mit Lidocain durchgeführte zusätzliche Lokalanästhesie führte zu weniger Stress und Unruhe nach dem Eingriff, was auf die Schmerzausschaltung zurückzuführen ist.

FAZIT:

Alle Cerviden sind miteinander verwandt und unterscheiden sich hauptsächlich in Körpergröße und einigen Merkmalen wie Geweihbildung oder Fellfarbe. Daher ist eine Anwendung von etablierten BCS zur Beurteilung der Körperkondition und zur Überwachung des Wohlbefindens übergreifend denkbar. Proportional ist dies auch auf kleinere Vertreter wie Rehwild (*Capreolus capreolus*) und Muntjak (*Muntiacus*) in Anlehnung übertragbar. Auswirkungen auf das Wohlbefinden wie Fixierung, Isolation, saisonale Bedingungen und Stress konnten im Kot, Speichel und Haar durch Cortisolausscheidungen beurteilt werden. Verhaltensanalysen sind bei Cerviden unter der Fragestellung von Stress- und Schmerznachweis erfolgt und sollten in Kombination mit

den anderen genannten Methoden zur Anwendung kommen. Es wurden wenige Studien bei Vertretern der *Cervidae* zu SCM gefunden. Es gab einen Hinweis zu UCM Untersuchungen und wenige Studien zu HCM. Es liegt nahe, dass die FCM Analysen bei dieser Art am geeignetsten zu sein scheinen. Weitere Ansätze, um das Wohlbefinden zu beurteilen sind die Beurteilung des Komfortverhaltens, des Liegeverhalten und der Wiederkauzeiten (vgl. Boviden). Diese Messungen könnten auch mittels Telemetriebändern, die einmalig angebracht werden, untersucht werden.

5.5.3 Hornträger (*Bovidae*)

Die Gruppe der Hornträger (*Bovidae*) besteht aus acht Unterfamilien, 50 Gattungen und 143 Arten. Zu den *Bovidae* werden ebenfalls die Gruppe der Gabelhorntiere (*Antilocapridae*) gezählt, die aus fünf Unterarten besteht. In menschlicher Obhut sind domestizierte und speziell gezüchtete Rassen der *Bovidae* zur Milchproduktion und Fleischproduktion anzutreffen. Bei Nutztieren wird seit vielen Jahrzehnten das Wohlbefinden überwacht (THOMSEN et al. 2018; VASSEUR 2017; MÖSTL et al. 2002b). Nachfolgend wird auf ausgewählte Studien bei Nutztieren eingegangen. Hauptaugenmerk liegt auf den in zoologischen Einrichtungen gehaltenen *Bovidae*. Dennoch sind etablierte Methoden aus dem Nutztierbereich durch die nahe Verwandtschaft, Ähnlichkeiten im Phänotyp und Übereinstimmungen im Verhalten zu einigen Arten übertragbar oder können Ansätze für weitere Beurteilungsverfahren bieten.

Body Condition Scores (BCS):

Body Condition Scoring dient im Nutztierbereich als ein Parameter für die Leistungsbereitschaft und Energieversorgung von Milchrindern. BCS werden genutzt um Stoffwechselerkrankungen rund um die Geburt vorzubeugen. Der BCS ist Hilfsmittel, um das Gleichgewicht zwischen Energieaufnahme und Verbrauch abschätzen zu können (Milchleistung etc.), somit kann auch die Fütterung angepasst werden. Dieses Gleichgewicht ist wichtig, um eine möglichst frühe und erfolgreiche Trächtigkeit der Kuh bei der nächsten Besamung zu gewährleisten (SELK et al. 1988; D'OCCHIO et al. 2019). Beim domestizierten Rind (*Bos domesticus*) werden Milch- und Fleischnutzungsrasse unterschieden (Schramme et al. 2003). In dieser Arbeit wird sich auf die Milchnutzungsrasse beschränkt. Eine Beurteilung bei den Fleischrindern wird durch die gezielte Züchtung auf gesteigerte Muskelmasse erschwert siehe ROCHE et al. (2009) vgl. Kapitel Schwein (*Suidae*). EDMONSON et al. (1991; WILDMANN et al.; Schramme et al.) teilt den BCS bei Milchkühen von eins (unterkonditioniert) bis fünf (überkonditioniert) ein, siehe Abbildung 43. Ideal wäre ein BCS von drei. Für die Beurteilung werden Knochenpunkte wie beispielsweise Lendenwirbel, Hüfthöcker, Sitzbeinhöcker u.v.m. zur Beurteilung herangezogen siehe Abbildung

44. Zur BCS-Beurteilung im Stall kann ebenfalls ein Zusatzprogramm von der Firma Bayer für das Mobiltelefon heruntergeladen werden.

Body Condition Score	Vertebrae at the middle of the back	Rear view (cross-section) of the hook bones	Side view of the line between the hook and pinbones	Cavity between tailhead and pinbone	
				Rear view	Angled view
1 Severe underconditioning					
2 Frame obvious					
3 Frame and covering well balanced					
4 Frame not as visible as covering					
5 Severe overconditioning					

Abbildung 43: BCS Milchrind (*Bos taurus*) nach EDMONSON 1989

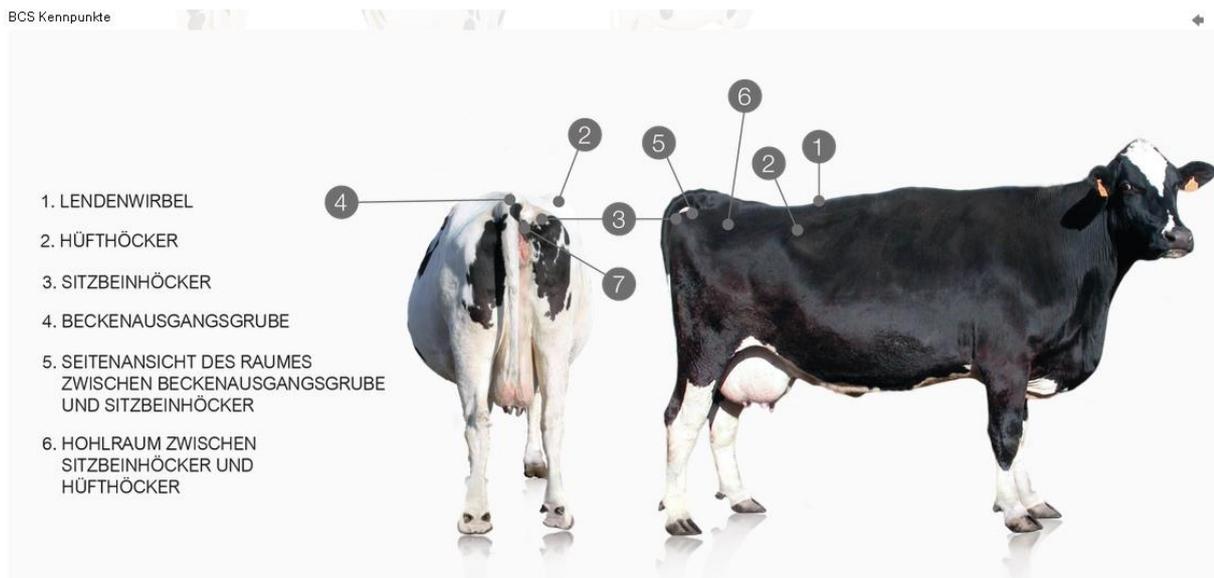


Abbildung 44: BCS Beurteilungspunkte Milchrind (*Bos taurus*) der Firma Bayer, Stand August 2018

Dieselbe Einteilung des BCS von eins (dünn) bis fünf (adipös) wurde beim afrikanischen Kaffernbüffel (*Syncerus caffer*) EZENWA et al. (2009) vorgenommen, wie auch beim Wisent (*Bos bonasus*) ZIELKE et al. (2018), Bison (*Bos bison*) (NORMAN 2019; Alberta Agriculture and Rural Development 2020), Banteng (*Bos javanicus*) PROSSER et al. (2016), Ducker (*Cephalophini*) siehe (Abbildung 46), Bongo (*Tragelaphus eurycerus*) siehe Abbildung 47 und zuletzt Elenantilope (*Taurotragus oryx*) siehe Abbildung 48.

BCS	1	2	3	4	5
long ribs					
rump					
thigh					
spine (backside and profile)					
hips					

Abbildung 45: BCS Bison (*Bos bison*) nach ZIELKE 2018

Score	1: Emaciated	2: Thin	3: Good	4: Fat	5: Obese
Outline Depictions					
Neck & Shoulders	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Bone structure is easily visible No fat 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thin Decreased girth 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thick Shoulders are flat 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thick Fat deposits evident Shoulders slightly rounded 	<ul style="list-style-type: none"> Fat is evident along neck Bulging fat Neck is thick Neck blends into shoulder Shoulders are rounded
Withers	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Bone structure is easily visible No fat 	<ul style="list-style-type: none"> Thin Bone structure is evident 	<ul style="list-style-type: none"> Withers has fat deposits Decreasing visibility of bone structure 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits are evident 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits make withers appear flatter/less discernable
Loin & Back	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Spinous processes are easily identifiable 	<ul style="list-style-type: none"> Spinous processes are not individually identifiable, but spine is still prominent Transverse processes faintly discernable 	<ul style="list-style-type: none"> Back is sloped to withers 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits are present Back appears flatter 	<ul style="list-style-type: none"> Wide back Patchy fat Back is flat
Tailhead & Hips	<ul style="list-style-type: none"> Pelvic bones are very prominent 	<ul style="list-style-type: none"> Pelvic bones at the point of the hip are rounded, but still evident Pelvic bones at rump may be slightly discernable 	<ul style="list-style-type: none"> Fat is present around tailhead Pelvic bones are flat 	<ul style="list-style-type: none"> Hips are rounded 	<ul style="list-style-type: none"> Hips/thighs are very round
Ribs	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Rib spacing appears wide and depressed 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs still discernable, but fat is discernable by touch 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs are not visible, but discernable by touch 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs are not visible Fat deposits may be evident 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits may be present, easily evident

Abbildung 46: BCS Duiker (*Cephalophini*) vom Themenpark Disney's Animal Kingdom 2005

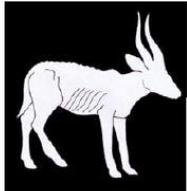
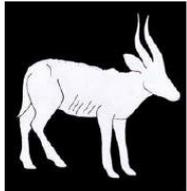
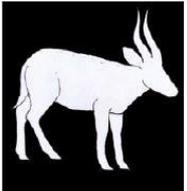
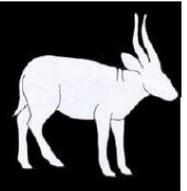
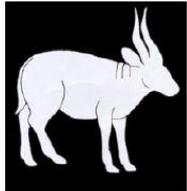
Score	1: Emaciated	2: Thin	3: Good	4: Fat	5: Obese
Outline Depictions					
Neck & Shoulders	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Bone structure is easily visible No fat 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thin Decreased girth 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thick Shoulders are flat 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thick Fat deposits evident Shoulders slightly rounded 	<ul style="list-style-type: none"> Fat is evident along neck Bulging fat Neck is thick Neck blends into shoulder Shoulders are rounded
Withers	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Bone structure is easily visible No fat 	<ul style="list-style-type: none"> Thin Bone structure is evident 	<ul style="list-style-type: none"> Withers has fat deposits Decreasing visibility of bone structure 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits are evident 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits make withers appear flatter/ less discernable
Loin & Back	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Spinous processes are easily identifiable 	<ul style="list-style-type: none"> Spinous processes are not individually identifiable, but spine is still prominent Transverse processes faintly discernable 	<ul style="list-style-type: none"> Back is sloped to withers 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits are present Back appears flatter 	<ul style="list-style-type: none"> Wide back Patchy fat Back is flat
Tailhead & Hips	<ul style="list-style-type: none"> Pelvic bones are very prominent 	<ul style="list-style-type: none"> Pelvis bones at the point of the hip are rounded, but still evident Pelvic bones at rump may be slightly discernable 	<ul style="list-style-type: none"> Fat is present around tailhead Pelvic bones are flat 	<ul style="list-style-type: none"> Hips are rounded 	<ul style="list-style-type: none"> Hips/thighs are very round
Ribs	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Rib spacing appears wide and depressed 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs still discernable, but fat is discernable by touch 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs are not visible, but discernable by touch 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs are not visible Fat deposits may be evident 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits may be present, easily evident

Abbildung 47: BCS Bongo (*Tragelaphus eurycerus*) vom Themenpark Disney's Animal Kingdom 2005

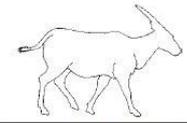
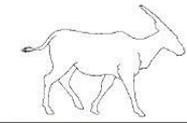
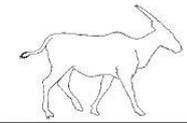
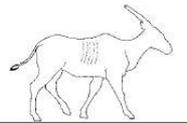
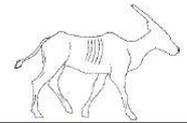
Score	5	4	3	2	1
Outline Depictions					
Neck & Shoulders	<ul style="list-style-type: none"> Fat is evident along neck Bulging fat Neck is thick Neck blends into shoulder Shoulders are rounded 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thick Fat deposits evident Shoulders slightly rounded 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thick Shoulders are flat 	<ul style="list-style-type: none"> Neck is thin Decreased girth 	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Bone structure is easily visible No fat
Withers	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits make withers appear flatter/ less discernable 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits are evident 	<ul style="list-style-type: none"> Withers has fat deposits Decreasing visibility of bone structure 	<ul style="list-style-type: none"> Thin Bone structure is evident 	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Bone structure is easily visible No fat
Loin & Back	<ul style="list-style-type: none"> Wide back Patchy fat Back is flat 	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits are present Back appears flatter 	<ul style="list-style-type: none"> Back is sloped to withers 	<ul style="list-style-type: none"> Spinous processes are not individually identifiable, but spine is still prominent Transverse processes faintly discernable 	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Spinous processes are easily identifiable
Tailhead & Hips	<ul style="list-style-type: none"> Hips/thighs are very round 	<ul style="list-style-type: none"> Hips are rounded 	<ul style="list-style-type: none"> Fat is present around tailhead Hips are flat 	<ul style="list-style-type: none"> Hooks are rounded, but still evident Pins may be slightly discernable 	<ul style="list-style-type: none"> Hooks and pins are very prominent
Ribs	<ul style="list-style-type: none"> Fat deposits may be present, easily evident 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs are not visible Fat deposits may be evident 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs are not visible, but discernable by touch 	<ul style="list-style-type: none"> Ribs still discernable, but fat is discernable by touch 	<ul style="list-style-type: none"> Emaciated Rib spacing appears wide and depressed

Abbildung 48: BCS Elenantilope (*Taurotragus oryx*) vom Themenpark Disney's Animal Kingdom 2005

Für das Arabische Oryx (*Oryx leucoryx*) gibt ALQAMY (2013) eine BCS-Einteilung von null bis fünf an. Anhand der BCS-Beurteilungen von verschiedenen Arten sind Übertragungen auf ähnliche Vertreter möglich. Dennoch sollte Bildmaterial aus dem Freiland und in menschlicher

Obhut gesammelt werden, um eine BCS-Beurteilung bei noch fehlenden Arten zu vervollständigen und für externe Begutachter besser anschaulich zu machen.

Cortisolmetabolite in Kot (**Faecal Cortisol Metabolite- FCM**), Urin (**Urinary Cortisol Metabolite- UCM**), Speichel (**Salivary Cortisol Metabolite-SCM**) und Haaren (**Hair Cortisol Metabolite-HCM**):

FCM: FCM Analysen konnten erfolgreich zur Beurteilung von Wohlbefinden und/oder Stress bei folgenden Arten genutzt werden. Im Nutztierbereich sind Cortisolmetabolitebestimmungen im Kot, Urin und der Milch erfolgreich. Unter anderem zur Überprüfung des Wohlbefindens in unterschiedlichen Haltungformen und dem Einsatz von Melkrobotern (Weiss D. et al. 2004). Transportstress führt bei Rindern zu erhöhten FCM-Werten (MÖSTL et al. 2002b; MITCHELL et al. 1988; REES 2009). Bei den in zoologischen Gärten gehaltenen *Bovidae* können Cortisolmetabolite im Kot, Harn und Haar Aufschluss über das Wohlbefinden geben.

HCM: SHAVE et al. (2019) stellte beim Bison (*Bos bison*) fest, dass Tiere, die vom Wolf (*Canis lupus*) getötet wurden, schlechtere BCS-Werte und höhere HCM-Werte aufwiesen. Somit schlussfolgerte er, dass chronisch gestresste Tiere anfälliger für Raubtiere sind. Zudem können FCM-Analysen bei Bisonbullen als Anzeichen einer anstehenden Brunst Erhöhungen aufweisen. Für zoologische Gärten ergibt sich daraus die Notwendigkeit von Vorsichtsmaßnahmen im Umgang mit den Tieren oder für Zuchtvorhaben. Des Weiteren können Rankkämpfe bevorstehen und somit zu erhöhtem Stress innerhalb der Gruppe führen (MOORING et al. 2006). Vergleichende Aufnahmen finden sich für beginnende Musth bei Elefantenbullen. Dass erhöhte FCM-Werte bei Kaffernbüffel (*Syncerus caffer*) als Indikator für erhöhten Stress anzusehen, ist konnte durch einen ACTH-Stimulationstest nachgewiesen werden (BROWN et al. 1991; GANSWINDT et al. 2012b). Dieser ahmt eine Reaktion auf einen Stressor nach (SHERIFF et al. 2010) . Untersuchungen zu Cortisolausscheidungen beim Büffel (*Syncerus sp.*) belegen diese Aussage (VELMURUGAN et al. 2002). Bei Gämsen (*Rupicapra rupicapra*) HADINGER et al. (2015), Dickhornschaf (*Ovis canadensis canadensis*) GOLDSTEIN et al. (2005) und bei Schafen (*Ovis aries*) SCHERPENHUIZEN et al. (2016) wurde die Beurteilung von FCM-Analysen ebenfalls als Stressnachweis bestätigt, unter anderem in Zusammenhang mit Lungenwurmbefall. Anzeichen von verminderten Wohlbefinden zeigt sich auch bei der Untersuchung der Auswirkung von Besuchermengen bei Hirschziegenantilopen (*Antilope cervicapra*). Hier konnten erhöhte FCM-Werte in Verbindung mit erhöhtem Besucheraufkommen und geändertem Verhalten festgestellt werden (RAJAGOPAL et al. 2011). Es wurden keine UCM und SCM für wildlebende *Bovidae* in menschlicher Obhut beschrieben.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Verhaltensbeobachtungen bei Milchrindern (*Bos domesticus*) zur Beurteilung des Wohlbefindens sind möglich. Verhaltensuntersuchungen von Kühen während der Trächtigkeit zeigten, dass diese Abgeschiedenheit und Ruhe suchten. In weiteren Studien wurden Kühe mehrmals die Woche fixiert und es wurde die Reaktionen und das Verhalten nach dem Fixieren beurteilt. Nach dem Lösen der Fixierung verließen die Tiere immer schnell den Bereich. Zudem zeigten sie mehr Abwehrbewegungen im Klauenstand, als im Kippstand (CHEN et al. 2016). Ebenso können bei Kühen das Fortbewegungsverhalten, Komfortverhalten, Fortpflanzungsverhalten, Sozialverhalten und Ruheverhalten als Indikator für Stress genutzt werden (LIEBHART 2009). Gestresste Tiere zeigen weniger Ruhe-, Liege- und Wiederkauzeiten, welche empfindliche und messbare Parameter des Wohlbefindens sind (WOBSCHALL 2017). Eine Übertragung der betrachteten Parameter auf andere Boviden ist aufgrund ähnlicher Verhaltensweisen möglich. Vergleichend beträgt die Wiederkauzeit bei Milchkühen zwischen 8-12 Stunden. Diese nimmt somit einen hohen Anteil am täglichen Verhalten ein und kann auf andere *Bovidae* in Hinblick auf das Komfort- und Ruheverhalten ebenfalls betrachtet werden (WOBSCHALL 2017). Verhaltensmuster und Ethogramme von afrikanischen Antilopen und Boviden erläutert (ESTES et al. 2012). Es wurden keine Studien zur Stressbeurteilung gefunden. Mit Hilfe der Bewertung des Normverhaltens können jedoch Verhaltensabweichungen entdeckt werden. Bei weiteren Arten wie Hirschziegenantilope (*Antilope cervicapra*), Beisa-Oryx (*Oryx beisa*), Nilgaiantilope (*Boselaphus tragocamelus*), Großen Kudu (*Strepsiceros*), Kleiner Kudu (*Ammelaphus imberbis*), Sitatunga (*Tragelaphus spekii*) und Elenantilope (*Taurotragus oryx*) können die Verhaltensbeobachtungen von WALTHER (1958) genutzt werden. Bei der Hirschziegenantilope (*Antilope cervicapra*) änderte sich die Gehegenutzung bei erhöhtem Besucheraufkommen. Die Tiere zogen sich in Areale des Geheges zurück, die den Besuchern weniger Einblick boten (RAJAGOPAL et al. 2011). Dieser Ausdruck von Stress konnte durch die erhöhten FCM-Werte bestätigt werden. Hierzu können auch „Heat Maps“ genutzt werden, welche die Bewegung im Gehege widerspiegeln, siehe Kapitel Verhaltensanalysen (WEHNELT et al. 2002). Das Wälzen im Schlamm stellt beim Bison (*Bos bison*) ein Verhaltensanzeichen für vermehrte Belastung von stechenden Insekten dar und war vermehrt in den Sommermonaten in Freiheit zu beobachten (McMillan et al. 2000).

FAZIT:

Der Body Condition Score konnte bei einer Vielzahl von Boviden und Antilopen gezeigt werden. Eine Übertragung auf noch nicht betrachtete Arten ist mit wenig Anpassung an deren Phänotyp möglich. Somit ist eine Überwachung der Körperkondition in Hinblick auf adäquate Ernährung,

Stoffwechselprobleme und parasitäre Erkrankungen (fortgeschrittenes Stadium) nutzbar und gibt Tierärzten Hinweise für weiterführende Untersuchungen. Die Vielzahl an erfolgreichen FCM Untersuchungen weist darauf hin, dass Kotanalysen bei kleinen und großen Arten der *Bovidae* als Nachweis von erhöhter FCM-Ausscheidung geeignet sind. HCM-Werte eignen sich dagegen nur, um weiter zurückliegende oder andauernde Cortisolserhöhungen festzustellen (SHAVE et al. 2019). Es gab keine Hinweise zu Urin oder Speicheluntersuchungen bei in freier Wildbahn vorkommenden Boviden. Eine Kombination aus Langzeit FCM-Aufnahmen mit Verhaltensaufnahmen bietet die Möglichkeit eine Situation, die das Wohlbefinden beeinflusst, zu identifizieren. Somit kann die Haltung von *Bovidaen* überwacht und stressauslösende Faktoren konnten gezielt beeinflusst oder eliminiert werden. Eine Konditionierung und Vorbereitungen auf bestimmte stressauslösende Faktoren kann dem Tier helfen, besser mit der Situation umzugehen vgl. Blutabnahme beim Bären (*Ursidae*) JOYCE-ZUNIGA et al. (2016), vgl. wenn z.B. junge Affen in der Jugendphase an Stressoren gewöhnt werden, wie Transportboxen etc. siehe Kapitel Primaten. Die Betrachtung des Verhaltens im Hinblick auf das Komfort- und Ruheverhalten sind interessante Ansätze für *Bovidae* in zoologischen Einrichtungen (WOBSCHALL 2017). Verhaltensmuster und Ethogramme von afrikanischen Antilopen und Boviden sind aufgeführt (ESTES et al. 2012). Es wurden keine Studien zur Stressbeurteilung gefunden. Mit Hilfe der Bewertung des Normverhaltens können jedoch Verhaltensabweichungen entdeckt werden. Bei weiteren Arten wie Hirschziegenantilope (*Antilope cervicapra*), Beisa-Oryx (*Oryx beisa*), Nilgaiantilope (*Boselaphus tragocamelus*), Großen Kudu (*Strepsiceros*), Kleiner Kudu (*Ammelaphus imberbis*), Sitatunga (*Tragelaphus spekii*) und Elenantilope (*Taurotragus oryx*) können die Verhaltensbeobachtungen von WALTHER (1958) genutzt werden.

5.5.4 Giraffen und Okapis (*Giraffidae*).

Giraffen (*Giraffa*) gehören zu den Paarhufern (*Artiodactyla*) und sind mit einigen Unterarten in den offenen Baum- und Buschsavannen Ost- und Südafrikas beheimatet. Das Okapi (*Okapia johnstoni*), auch als „Waldgiraffe“ bezeichnet, ist in den tropischen Regenwäldern Zentralafrikas beheimatet (WOLF et al. 2018). Die Überwachung des Wohlbefindens und des Gesundheitszustands spielt bei Giraffen eine wichtige Rolle und ist nicht einfach. Eine Narkose und das damit verbundene Ablegen und Aufstehen der Tiere ist aufgrund der langen Gliedmaßen und des Halses mit einem hohem Verletzungsrisiko verbunden. Somit können nicht invasive Verfahren zur Beurteilung des Wohlbefindens und zur Überwachung des Gesundheitszustands genutzt werden.

Body Condition Scores (BCS):

Für die Giraffen (*Giraffa*) gibt es eine BCS-Bewertung von eins (dünn) bis fünf (adipös) (WOLF et al. 2018; KEARNEY et al. 2001). Dieselbe Einteilung kann für das Okapi (*Okapia johnstoni*) verwendet werden siehe Abbildung 49.

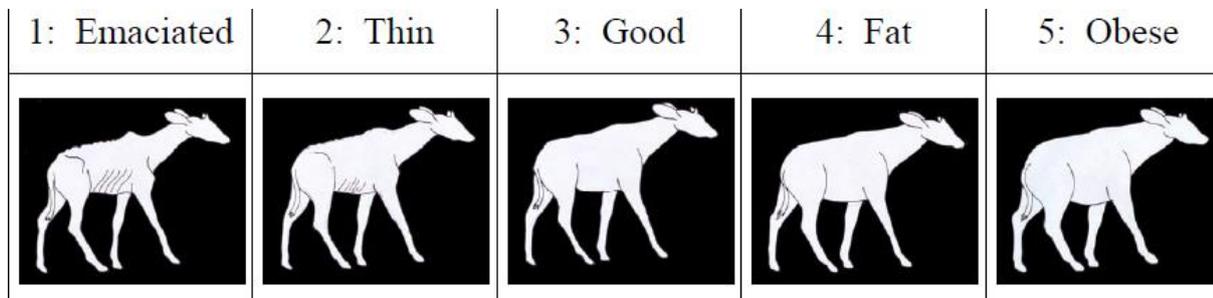


Abbildung 49: BCS Okapi (*Okapia johnstoni*) Themenpark Disney's Animal Kingdom Florida 2005

Cortisolmetabolite in Kot (Faecal Cortisol Metabolite- FCM), Urin (Urinary Cortisol Metabolite- UCM), Speichel (Salivary Cortisol Metabolite-SCM) und Haaren (Hair Cortisol Metabolite-HCM):

FCM: Bei Rotschildgiraffen (*Giraffa camelopardalis*) untersuchte BASHAW et al. (2016) FCM-Analysemethoden, um Stress beim Transport aufzuzeigen zu können. Er konnte deutliche Anstiege nach dem Transport feststellen. Ein Absinken der FCM-Werte war nach einiger Zeit und Eingewöhnung der Tiere zu verzeichnen. Beim Okapi (*Okapia johnstoni*) untersuchte CHRISTENSEN et al. 2000 FCM-Werte und kam ebenfalls zu dem Schluss, dass sich diese als Nachweis erhöhter Cortisolausscheidung und als Nachweis von Stressoren eignen. Eine Validierung der FCM-Analyse beim Okapi nahm BENNETT et al. (2008) mittels ACTH-Stimulationstest vor. Die nachgewiesene Erhöhung an FCM-Werten nach Injektion ist einer Reaktion auf einen Stressor gleichzusetzen (WASSER et al. 2000; SHERIFF et al. 2010). Es wurden keine Untersuchungen zu UCM und HCM gefunden.

Verhaltensbeobachtungen zur Beurteilung des Wohlbefindens:

Um die Auswirkung von Handaufzuchten auf das Verhalten von Rotschildgiraffen (*Giraffa camelopardalis*) zu untersuchen, nutzte SICILIANO-MARTINA et al. (2018) ein Ethogramm. Dabei wurde gezielt auf die Untersuchung von stressauslösenden Faktoren Wert gelegt. Schlussendlich wurden vermehrt stereotypes Verhalten und nicht soziale Verhaltensweisen bei Handaufzuchten beobachtet. SICILIANO-MARTINA et al. (2018) heben hervor, dass Beobachter bei der Etablierung und Auswertung von Ethogrammen das gezeigte Verhalten stark beeinflussen

können. Der „menschliche Störfaktor“ ist bei Verhaltensbeobachtungen und dessen Aussagekraft zu berücksichtigen. Videoüberwachung zur Verhaltensbeurteilung bieten in solchen Fällen ein wichtiges Hilfsmittel. Stereotypes Verhalten, wie vermehrtes Zungenspielen trat bei Beobachtungen von SICILIANO-MARTINA et al. (2018) besonders bei kühleren Temperaturen auf. Daraus schlussfolgerte er, dass sich Giraffen bei wärmeren Temperaturen wohler fühlen. Kalte Außentemperaturen hingegen lösen Stress und gehäuftes stereotypes Verhalten aus. Ebenfalls kann die längere Verweildauer in den Innengehgen und mangelnde Reize zu stereotypen Verhalten führen. Andere Studien beziehen sich darauf, dass das Zungenrollen mit der richtigen Fütterungsmethode reduziert werden kann (FERNANDEZ et al. 2008). Zeit, in der die Tiere reduziertes Verhalten zeigen und apathisch scheinen, kann auf Stress hinweisen und in einigen Fällen stereotypes Verhalten ersetzen (MASON et al. 2007; CLUBB et al. 2003).

FAZIT:

Bei Giraffen (*Giraffa*) und Okapi (*Okapia johnstoni*) bieten sich die Beurteilung des BCS zur Konditionsüberwachung an. Eine Sammlung von Fotomaterial für verschiedene BCS-Einteilungen wäre für Giraffen (*Giraffa*) und Okapi (*Okapia johnstoni*) wünschenswert und sollte durch andere Studien ergänzt werden. Somit können Untersucher leichter und besser Vergleiche zwischen den BCS Stufen treffen (siehe Kapitel Elefant, Nashorn, Tapir). FCM-Analysen geben retrospektive Aussagen über Cortisolserhöhungen wieder. Sie bieten einen praktikablen Lösungsansatz zur Überwachung des Wohlbefindens. In Kombination mit BCS-Beurteilung und Verhaltensanalysen sind FCM- und SCM-Analysen in der Lage, eine Verschlechterung des Wohlbefindens aufzuzeigen. Zum Beispiel durch Schmerz, Erkrankungen, Umwelt etc. Es wurden keine Untersuchungen zu UCM und HCM gefunden. Gegeben falls bietet Target-Training und Konditionierung die Möglichkeit regelmäßig Speichel- oder Urinproben zur Etablierung von Analysen bei Giraffen (*Giraffa*) und Okapi (*Okapia johnstoni*) zu erhalten. Verhaltensanalysen können stereotypes Verhalten aufzeigen und ggf. ihre Ursachen, welche es hervorrufen und verstärken, aufzeigen. Erhöhtes stereotypes Verhalten wurde vermehrt bei handaufgezogenen Individuen beobachtet und im Zusammenhang mit veränderten klimatischen Bedingungen gesehen.

6. Diskussion

Es wurden fünf Tierartengruppen, mit über 60 Arten und deren Unterarten untersucht. Dabei sind die Gruppen der Elefanten (*Elephantidae*), Herrentiere (*Primates*), Raubtiere (*Carnivora*), Unpaarhufer (*Perissodactyla*) und Paarhufer (*Artidactyla*) näher aufgeführt.

Einen Goldstandard zur nicht invasiven Beurteilung des Wohlbefindens und Tierschutzaspekten bei Zoo-, Haus-, Wild- und Labortieren gibt es nicht.

Eine Kombination von mehreren Methoden hat eine höhere Aussagekraft und ist sinnvoll. Somit können gezielt stressauslösende Faktoren herausgefunden und Maßnahmen zu deren Vermeidung ergriffen werden. Langzeitstress und dessen Folgen können registriert werden. Jedoch ist zu sagen, dass jedes Individuum Stress unterschiedlich intensiv wahrnimmt und die „Antworten“ auf einen Stressor unterschiedlich ausgeprägt ausfallen können (HOBY et al. 2015; SHERIFF et al. 2011; CHROUSOS et al. 1992). Adaptionen und Gewöhnung an unangenehme Situationen werden in der Jugend- und Prägungsphase bei Hunden angewendet, um den Hunden im Erwachsenenalter Angst und Stress vor Alltagssituationen zu nehmen. Ebenso werden Affen im Versuchstierbereich an Versuche und Handling herangeführt, wobei einige Individuen eine Gewöhnung an für andere Artgenossen stressbehaftete Situationen haben und hingegen einige nach wie vor die Versuche mit erhöhter Cortisolausschüttung entgegenen. In der vorliegenden Arbeit werden drei Kategorien für nicht invasive Überwachung von Tierschutzaspekten und Wohlbefinden beschrieben und verknüpft. Die Kategorien sind **Body Condition Score**, **Cortisolmetaboliteuntersuchungen** und **Verhaltensanalysen (Behavior)**. Kurz zusammengefasst nachfolgend als **BBC** der nicht invasiven Beurteilung von Tierschutzaspekten und Wohlbefinden bei Zoo- und Wildtieren bezeichnet.

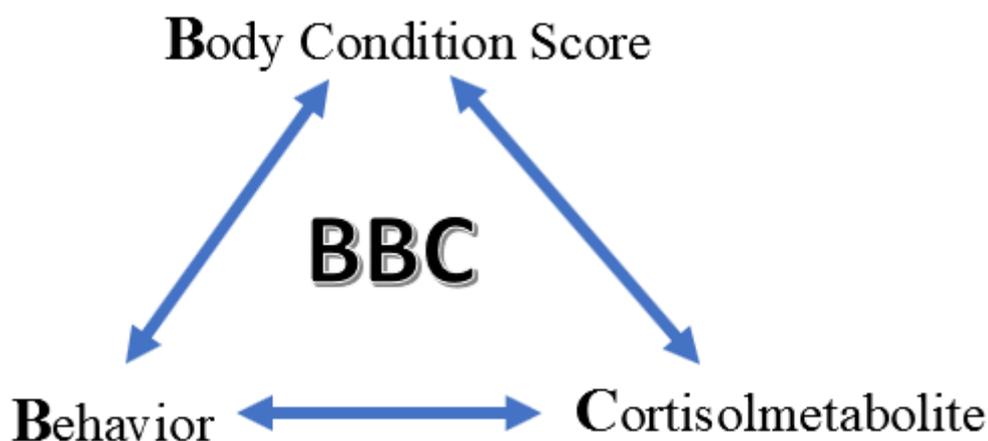


Abbildung 50: BBC nach Baßler 2021

Body Condition Scores (BCS):

Body Condition Scores sind für fast jede untersuchte Tierartengruppe aufgeführt. Nicht immer finden alle Unterarten Betrachtung, können aber unter Umständen in Anlehnung an etablierte BCS erfolgen und/ oder durch Transponierung von etablierten Haustier-BCS vergleichend betrachtet werden.

Nicht gefundene BCS: Orang-Utan (*Pongo*), Gruppe der *Cebidae*, freilebende Vertreter der *Suidae*, einige wildlebende Vertreter der *Cervidae* und *Bovidae*. Zum Teil sind Übertragungen von Vertretern mit ähnlichem Körperbau denkbar.

Gründe für das nicht Vorliegen von BCS Untersuchungen können sein:

Schlechte Beurteilung durch viel Fell, wie beim Orang-Utan (*Pongo*) und Wildschwein (*Sus scrofa*). Hingegen weisen *Cebidae* nicht so langes Fell auf, sind jedoch meistens recht klein und durch ihre geduckte und verborgene Lebensweise schlecht zu beurteilen. In solchen Fällen ist das Wiegen des Tieres zur Überwachung des Gewichts sensitiver. Es ist auch bei großen Tieren empfehlenswert, doch ist nicht überall die nötige Technik vorhanden. Die Tiere müssen von allein auf die Waage gehen, was nicht immer möglich sein wird. Bei kleinen Individuen spielt die Überwachung des Gewichts eine entscheidende Rolle, da diese mehr Körperoberfläche im Verhältnis zum Gewicht haben und somit mehr Energie für die Aufrechterhaltung der Körpertemperatur benötigen (ENGELHARDT et al. 2005). Sinkende BCS können hinweisend auf chronische Erkrankungen KONJEVIC et al. (2016) und/ oder Parasitosen SCHERPENHUIZEN et al. (2016) (2016), Erkrankungen MAY (2007) und damit verbundenen Stress sein.

Hormonelle jahreszeitliche Schwankungen können zu Anpassungen im Gewicht führen, sowie Nahrungsknappheit in der Trockenzeit AHLERING et al. (2013) und Rangordnung (vgl. Paviane und Herrentiere). Jungtieraufzucht und steigender Energieverbrauch kann zum Abfall der BCS führen vgl. Eisbär STIRLING et al. (2008).

Auf der anderen Seite können steigende BCS-Werte Ausdruck von saisonalen Gegebenheiten sein, wie Vorbereitung auf den Winter und Winterruhe beim Braunbären (*Ursus arctos horribilis*). Des Weiteren können sie auch auf Krankheiten wie Tumore (Leiomyom Nashorn) hinweisen. Fettleibigkeit ist bei erhöhter Futterraufnahme und/oder mangelnder Bewegung bei BCS-Zunahmen wahrscheinlich. Bei Menschenaffen und Pavianen ist es üblich, dass die Ranghöchsten zuerst das Futter für sich beanspruchen, so kann es in menschlicher Obhut zu Adiposität der Alphiatiere kommen, hingegen bauen die anderen Individuen der Gruppe fortlaufend ab. Bei Studien zu Elefanten HARRIS et al. (10.11.2008) und Nashörnern wird auf die Fettleibigkeit der in menschlicher Obhut gehaltener Tiere hingewiesen, und dass ein hoher Prozentsatz übergewichtig

ist. Somit kann es vermehrt zu Erkrankungen des Bewegungsapparates, Multiorganversagen und Fruchtbarkeitsproblemen kommen. Steigende BCS sind bei Schwangerschaften zu verzeichnen und tangieren somit nicht das Wohlbefinden. Folgen von verminderter Nahrungskapazität zeigen sich in freier Wildbahn bei diversen Aufnahmen mit erhöhten Stresshormonspiegeln AHLERING et al. (2013), was sich auf in menschlicher Obhut befindliche Tiere übertragen lässt. Folgen sind in Haltungseinrichtungen erhöhte Anfälligkeit für Erkrankungen wie Parasitosen z.B. Paviane. Freilandaufnahmen und sehr geringe BCS korrelieren mit erhöhten Stresshormonspiegel, Erkrankungen und mangelndem Wohlbefinden SHAVE et al. (2019), Tiere waren oft Opfer von Prädatoren, was drauf hinweist, dass die Tiere geschwächt waren. Bei vielen Arten gibt es Foto und/oder Skizzen zur Beurteilung des BCS, ergänzend werden meistens die Körperpartien beschrieben und welche Knochenpunkte in welchen BCS-Stufen deutlich sichtbar und/oder durch Fett verdeckt sind. Fotoaufnahmen und Skizzen bilden eine gute Kombination. Jedoch muss das Tier dafür von der Seite und von hinten fotografiert werden. Ergänzungen von Fotos und Skizzen bieten Vorzüge für eine objektivere Betrachtung von BCS. Vergleichende Aufnahmen und/oder Skizzen sind gut durch Digitalisierung für eine Vielzahl von Untersuchern nutzbar siehe <https://nagonline.net/>. Eine Etablierung einer App unterstützten Beurteilung für einzelne Tierarten, wie für Kühe, von der Firma Bayer sind Ideen für internationale Standardisierungen in diesem Wissenschaftsfeld. BCS-Beurteilungen stellen eine subjektive Einschätzung dar und nur durch definierte Standards und Anschauungsmaterial wird die Spannweite bei Untersuchern geringer. Somit bieten Verlaufsanalysen und Dokumentation eine gute Möglichkeit. Diese sind jedoch für rapide Krankheitsverläufe nicht so sensitiv, wie das Wiegen der Tiere. Einige Tiere können aufgrund ihres Gewichtes (Elefant) oder ihres Verhaltens nicht einfach gewogen werden (Nashorn, Cervidae, div. Bovidae). Da bieten sich BCS als Alternative an. Abschließend ist zu sagen, dass starke Abfälle von BCS auf vermindertes Wohlbefinden und Erkrankungen hinweisen können. Hingegen sollen steigende BCS immer in Kontext mit der derzeitigen Haltung/Fütterung und/oder anderen Methoden betrachtet werden. Vorteile von BCS Untersuchungen sind, dass sie kostengünstig, ohne viel Materialaufwand und mit wenig Zeitaufwand angefertigt werden können. Als Nachteile hingegen zu nennen sind: schlechte Beurteilung bei Fellanhang, schlechte Beurteilung bei ungünstigem Blickwinkel, subjektiv Wahrnehmung, Foto und Skizzen können sich unterscheiden und die geringere Sensitivität

Cortisolmetabolite: Cortisolmetaboliteuntersuchungen sind für viele Tierarten beschrieben, siehe nachfolgende Übersichtsarbeiten (YOUNG 2004; SCHWARZENBERGER 2007; KEAY et al. 2006). Die Einschätzung eines Stressors in der Praxis anhand alleiniger Bewertungen von Ausscheidungen ist mit Vorsicht zu genießen. Da die Ausscheidungen von Cortisol, auch bei

vielen anderen Körperfunktionen benötigt werden (siehe Kapitel Cortisol) als nur bei negativem Stress. So ist Jagd, Balz, Brunst, Hunger, Langeweile, Erkrankungen, Schmerz, Paarungsverhalten, Revierkämpfe, körperliche Belastung, Hitze als auch Kälte zu nennen. Somit sind die Möglichkeiten der Auslöser einer erhöhten Ausschüttung dementsprechend hoch und können sich auch summieren. Daher liegt die Kunst der Untersuchungen darin, eine geeignete Methode für sein Vorhaben zu finden und den Stressor durch weitere Methoden wie Verhaltensanalysen zuzuordnen oder mit den Werten diskutieren zu können. Analysen aus Kot sind einfach, oft beschrieben, dennoch müssen auch Zersetzungsprozesse beachtet werden, was eine zeitnahe Sammlung und Bearbeitung mit Ethanol sinnvoll macht. Ob im Rahmen der Ausscheidungen nicht einzelne Proben vernachlässigt werden, die der Peak gewesen wären, ist möglich. So ergeben sich Lücken und verfälschte Werte. Folglich ist ersichtlich, je mehr Proben pro Tag gesammelt werden, desto genauer werden die Basallinien. Bei Kotaufnahmen ist die Passagezeit bei der Auswertung zu beachten oder muss vorher ermittelt werden (z.B. Lebensmittelfarbe).

FCM: Nach MALIKOVA et al. (2017) sind Kotanalysen kostengünstig und leicht zu sammeln. Zum Nachteil kann die Zuordnung der Kotproben werden, deshalb ist es möglich in Gruppen durch DNA-Analysen AHLERING et al. (2013) oder Farbstoffe und/oder Glitzer siehe Primaten den Proben zuzuordnen. Je öfter Kotproben gesammelt werden, desto besser werden die Basallinien, da Lücken in der Ausscheidung und in Kotproben, die nicht untersucht wurden, vermieden werden. Sammelkotproben über den Tag zu sammeln ist zeitaufwendig und kaum umsetzbar, da die Proben gleich bearbeitet werden sollten, um mikrobielle Zersetzungsprozesse zu vermeiden.

UCM: Urinproben müssen aufgefangen werden oder die Tiere müssen auf das Verfahren konditioniert werden und das ist mit Personal- und Arbeitsaufwand verbunden. Ausscheidungen sind bereits wenige Stunden nach Stresseinwirkung messbar. Urinuntersuchungen sind für kurzfristige Anstiege praktikabel. Nachteilig kann das Probenauffangen sein. Hier stellen sich die Fragen wie oft muss ein Tier Urin absetzen, und bedarf es einer Konditionierung der Tiere vorab. Bei den Felidae wurden keine Aufnahmen für UCM gefunden.

SCM: Speichel spiegelt kurzfristige Erhöhungen des Cortisolhaushaltes wider. Die Ausscheidung über die Speicheldrüsen wird in Studien mit ca. 30 Minuten nach Stressor Einwirkung angegeben. In akuten Stressphasen können Tiere verminderten Speichelfluss haben. Nicht immer sind Tiere zur Probenentnahme unter Stress bereit. Vorteile: Schnellmonitoring, Ideen zur Entnahme ohne Konditionierung siehe Primaten und Wildschweine. Nachteile: Bei einer Vielzahl von Tieren ist die Konditionierung zur Entnahme notwendig. Speichelmenge, Verunreinigung mit Futter oder Verdünnungen sind zu beachten.

HCM: Weiterführende Studien und der Versuchsaufbau werden in einigen Studien beschrieben (HEIMBÜRGE et al. 2018; CARLITZ et al. 2015; RUSSELL et al. 2012). Haare als Marker für chronischen Stress und Ausscheidungen haben viele Nachteile und sind in Freiland und Zoologischen Gärten nur begrenzt anwendbar. Es ist eher eine Variante für das Labor. Interessanterweise lassen sich bei Ermittlung von Wuchsgeschwindigkeiten von Haaren Rückschlüsse ziehen, wann Stress auf das Tier eingewirkt hat (bei Schweinen wurde dieses unter Laborbedingungen getestet). Jedoch sind für Wildtiere keine Wachstumsgeschwindigkeiten von Haaren evaluiert, auf der anderen Seite sind Stagnationen im Haarwachstum bei Eisbären beschrieben. Was eine Beurteilung und Aussage auch kritisch in Frage stellt. Einige Studien weisen auf die unterschiedlichen Cortisolmetabolitegehalte in verschiedenen Körperregionen hin. Auf der anderen Seite werden Einflussfaktoren wie Wasser, Verunreinigung, Sonne, Haarfarbe und weitere Einflüsse aufgezählt, welche die Konzentrationen in den Haaren beeinflussen. Bei den *Cebidae* und *Pavianen* wurden keine HCM Studien gefunden. Für Zoo- und Wildtiere sind es interessante Ansätze für ein Langzeitstressbeurteilung jedoch ist die Schwierigkeit der Evaluierung dieser Methoden und Störgrößen nicht von der Hand zu weisen. Bei fraktionierter Aufteilung der Haare ist auch eine zeitliche Einordnung möglich, wenn die Wuchsgeschwindigkeiten für die jeweilige Art untersucht wurden. Das ist unter Zoo- und Freilandbedingungen kaum bis gar nicht möglich und eher Versuchstierhaltungen vorbehalten. Der Versuchsaufbau ist näher im Kapitel Cortisolmetabolite unter HCM beschrieben (HEIMBÜRGE et al. 2018; TERWISSEN et al. 2013). Von daher sind HCM-Analysen für zoologische Gärten eher von untergeordneter Rolle. Wie sollen für Haare Wachstumsgeschwindigkeiten unter Alltagsbedingungen gemessen und Areale auf Zootieren freigeschoren werden? Was sagen Besucher dazu? Wieviel Stress bedeutet dieses Handling oder Narkosen für das Tier? Sind diese Form der Versuche zum Teil Verstöße gegen das Tierschutzgesetz, da kein vernünftiger Grund für solche Untersuchung vorliegt? Solche Untersuchungen und Personal kosten Zeit und Geld ggf. ein „Labeling“ in Kooperation mit Firmen, wenn gezielte Zonen freigeschoren werden? z.B. Puma Logo, Red Bull Logo etc. Jegliche Versuche und Probenentnahmen bedürfen in Deutschland eines Versuchstierantrags, der akribisch geprüft wird. Daher sollte im Vorfeld die Fragestellung stehen, ob Basalwertanalysen, Stressmonitoring, circadianer Rhythmus usw. untersucht werden sollen. Danach erfolgt die Auswahl des Labors und des Assay`s wie im Kapitel Cortisolmetabolite beschrieben. Es stehen RIA und EIA zur Auswahl. Hinzu kommt die korrekte Auswahl der Antikörper. Danach ist die Frage der Validierung, wird diese künstlich und/oder durch eine Injektion und ACTH-Stimulation durchgeführt. Eine Injektion und das Handling können bereits Stress verursachen. Auf der anderen Seite können Stressoren eingesetzt werden, wie Fixation, Radio, Motorsägenlärm, Isolation uvm. siehe Ergebniskapitel. Oder es werden vorhersehbare Ereignisse wie ein Transport, Umgruppierung, Trennung von den Elterntieren etc.

genutzt. Danach folgt die Interpretation, wobei eine alleinige Interpretation ohne weitere Aufnahmen, wie das Verhalten und/oder BCS eine verminderte Aussagekraft hat. Steigende Cortisolwerte sind nicht nur durch Stress, sondern auch durch körperliche Anstrengung und in anderen Lebenssituation zu verzeichnen. Darunter fallen auch Zeiten bevorstehender Brunst siehe Wiesent und die Musth bei Elefanten. Stressige Situationen können durch Konditionieren entspannter werden und helfen das Wohlbefinden der Tiere in solchen Situationen zu steigern z.B. Transporte Pferde, Untersuchungen Nashorn (Quelle), Medical Training, z.B. das Anlegen von Zwangsjacken bei Versuchsaffen etc. Die Auswirkungen von Stress auf Sozialverbände ist speziesübergreifend beschrieben wie bei Primaten, Kapuzinerartigen, Wildscheinen und Rotwild. Nicht immer waren für jede Probenart Ergebnisse vorhanden. Das kann daran liegen, dass einige Proben nicht gewinnbar waren, ohne den Tieren Stress auszusetzen wie Fixation und/oder Narkosen vgl. *Cervidae* Speichel und Urin. Oder es muss vorher eine Konditionierung erfolgen, wobei auch hier nicht jederzeit die Probenentnahme gelingen kann, siehe Primaten Speichel- und Urinanalysen.

Verhalten:

Verhaltensanalysen sind ein sehr weites Feld und sind durch das subjektive Empfinden, Erfahrung und durch die Aufnahmeverfahren schwierig. Nachweislich ist bekannt, dass stereotypes Verhalten, egal bei welcher Art, Ausdruck von vermindertem Wohlbefinden und mangelnder Auslastung bzw. Überforderung sein kann. Somit ist das Wissen über der Normalverhalten, wie aus Freilandbeobachtungen wertvoll, um Rückschlüsse auf abnormales Verhalten ziehen zu können. Außerdem kann uns der Blick in die Natur helfen, Gehege und Beschäftigungsmöglichkeiten artgerecht zur Verfügung zu stellen. Wie auch die artgerechte Haltung zeigt, dass Räuber und Beute nicht nebeneinander im Zoo leben sollten vgl. Zebra. Einige Tiere meiden Bereiche, wenn Besucher da sind (NOGUEIRA et al. 2010; RAJAGOPAL et al. 2011), und manche Tiere, wie Primaten, betrachten die Besucher als Beschäftigung und beobachten diese, somit dienen Besucher auch zur Vermeidung von Langeweile und steigern das Wohlbefinden dieser Arten (Hosey.G.R. 2000). Nashörner waren nach der besucherarmen Winterruhe der zoologischen Einrichtung durch den Besucheransturm gestresst und haben sich jedoch schnell wieder daran gewöhnt. Verhaltensaufnahmen haben den Nachteil, dass sich einige Tiere durch den Untersucher beeinflusst fühlen, in dem Fall sind Beobachtungen über Kameras vorzuziehen (SICILIANO-MARTINA et al. 2018). Verhaltensanalysen sind witterungsabhängig und auch für Beobachter anstrengend. Bsp. Zungenspiel Giraffe bei Kälte, (VICKERY et al. 2003; MASON et al. 2007; CLUBB et al. 2003). Chronischer Stress kann hinweisend auf Depression sein und führt zur Bewegungsunlust, was anhand eines Bewegungsindex /Heat Map (bei Leoparden), Heat Map (bei Boviden) (CHROUSOS et al. 1992) oder Spielindex IPI vgl. Elefanten bewertet werden kann. Eine Überwachung ist bei

einigen Arten mit Telemetrie möglich und gibt Rückschlüsse über Komfortverhalten (Liege- und Wiederkauzeiten). Die Auswirkungen von Stress auf Sozialverbände ist speziessübergreifend beschrieben wie Unruhe, Panik, Verunsicherung. Rudeltiere haben im Sozialverband weniger Stress, da sich die Rudelmitglieder gegenseitig unterstützen (siehe Kapitel: Primaten, Cebidae, Cervidae, Suidae). Artgerechte Haltung und der Konflikt mit dem Tierschutzgesetz ist bei den meisten Raubtieren sichtbar. Wie soll Jagdverhalten von *Canidae* etc. kompensiert werden? Bei Hyänen und Affen werden Futterschleudern (siehe Zoo Antwerpen) eingesetzt, um das Futtersuchverhalten täglich zu fördern. Bei Geparden werden z.B. Zugleinen (Zoo Erfurt), an denen das Futter befestigt wird, eingesetzt, um ein Jagdverhalten nachzuahmen. Verhaltensanalysen sind zeitintensiv und auch subjektiv und je nach Fragestellung nicht immer leicht, ohne weitere nicht invasive Methoden im Hinblick von Stresseinwirkung und Wohlbefinden zu beweisen. Besseres Wissen über das Verhalten in freier Wildbahn hilft die Umwelt der Tiere artgerecht bereichern zu können und somit Abwechslung zu schaffen, um Wohlbefinden zu gewährleisten und Stress zu vermeiden. **Somit** hat jede Methode allein betrachtet ihr Vor- und Nachteile und die alleinige Aussage muss kritisch hinterfragt werden. Aus der vorliegenden Arbeit geht hervor, dass die Kombination von mindestens zwei, besser allen drei Methoden des **BBC** nach Baßler 2021 siehe Abbildung 50 sich eignen. Somit können Tierschutzaspekte und Wohlbefinden auf nicht invasiven Weg beurteilt und eine bestmögliche Optimierung der Haltung in menschlicher Obhut gewährleistet werden.

7. Zusammenfassung

Enrico Baßler

Nicht-invasive Methoden zur Beurteilung von Tierschutzaspekten und Wohlbefinden bei Wildtieren

Institut für Tierhygiene und Öffentliches Veterinärwesen, Veterinärmedizinische Fakultät,
Universität Leipzig

Eingereicht Juni 2021

94 Seiten, 50 Abbildungen, 240 Literaturangaben

Schlüsselwörter: Nicht-invasiv, Wohlbefinden, Stress, Cortisol, Cortisolmetabolite, Body Condition Score, Verhalten und stereotypes Verhalten

Einleitung: Wohlbefinden und Tierschutzaspekte spielen in der modernen Zootierhaltung eine entscheidende Rolle und werden von vielen Seiten diskutiert und kritisiert. Die Überwachung des Wohlbefindens ist eine Herausforderung, da nicht alle in menschlicher Obhut gehaltene Tiere leicht untersucht werden können. Probenentnahmen zur Gesundheitsüberwachung stellen zusätzlichen Stress dar. Dass Stress maßgeblich das Wohlbefinden tangiert, ist umfassend bereits beschrieben. Möglichkeiten des Einsatzes nicht invasiver Methoden bieten zoologischen Einrichtungen den Handlungsspielraum, eine Überwachung ihrer Tiere, ohne sie fangen zu müssen, möglich zu machen. Das bedeutet weniger Stress für die Tiere, weniger Gefährdungspotential für das Pflegepersonal und den Tierarzt. Im Rahmen der nicht invasiven Überwachung können bereits erste Hinweise zu weiterführenden Untersuchungen veranlassen und helfen den zoologischen Einrichtungen bei der Überwachung und Verbesserung des Wohlbefindens.

Ziel der Untersuchung: Ziel war es, nicht invasive Methoden zur Beurteilung des Wohlbefindens in menschlicher Obhut gehaltener Wildtiere retrospektiv zu betrachten. Hierzu wurden Tierarten, als Wildformen und domestizierte Formen, aus fünf Säugetierordnungen, die in Zoos gehalten werden, untersucht. Evaluierete und erprobte Verfahren wurden zusammengetragen und vergleichend aufgezeigt. Dabei wurden stets der Body Condition Score, Cortisolmetabolite und Verhaltensstudien betrachtet. Wesentlich war es Parallelen und Möglichkeiten zwischen den Tierartengruppen darzustellen und die Praktikabilität der Kombination der Methoden zu betrachten. Weiterhin war es Ziel, Grenzen und Lücken aufzuzeigen und weiterführende Untersuchungen anzuregen.

Material und Methoden: In einer Literaturrecherche wurden ca. 1200 Literaturstellen auf die Nutzbarkeit für nicht invasive Überwachung von Wohlbefinden und Tierschutzaspekten sondiert.

Im Rahmen der Fokussierung und Eingrenzung wurden fünf Säugetierordnungen mit ausgewählten Familien betrachtet, dafür wurde ein Suchkatalog angelegt. Dieser wurde in den Datenbanken Pub Med, Web of Science und dem Leibniz Institut für Zoo und Wildtierforschung recherchiert.

Ergebnisse: Rüsseltiere (*Proboscidea*), Herrentiere (*Primates*), Raubtiere (*Carnivora*), Unpaarhufer (*Perissodactyla*) und Paarhufer (*Artiodactyla*) mit weit über 60 Vertretern wurden betrachtet. Um eine Vereinheitlichung zur Bewertung des Wohlbefindens bei genannten Wildtieren aufzustellen habe ich das BBC-Schema (**B**ody Condition Score, **B**ehavior und **C**ortisolmetabolite) entworfen.

Somit können bei den *Proboscidea* alle Bereiche der BBC angewendet werden. Hingegen bei den *Primates* scheinen besonders Cortisolmetabolite und Verhaltensanalysen zielführend zu sein. Bei den *Carnivora* bieten BBC-Betrachtungen gute Ansätze, jedoch bedarf es weiterer Body Condition Score Erweiterungen für kleinere Vertreter. Bei den *Perissodactyla* sind BBC in allen Bereichen anwendbar, jedoch sind bisher für die *Tapiridae* keine Ethogramme zur Verhaltensevaluierung beschrieben. Für *Artiodactyla* ist das BBC-Schema eine gute Möglichkeit zur Beurteilung von Wohlbefinden und Stress. Der Unterbereich der *Bovidae* bedarf bei vielen Vertretern weiterer Evaluierungen von Cortisolmetaboliten und Verhaltensaufnahmen. Mit dem BBC-Schema konnte für jede Gruppe eine geeignete Kombination zur nicht invasiven Beurteilung von Wohlbefinden und Tierschutzaspekten aufgezeigt werden. Darüber hinaus war es möglich tierartübergreifende Parallelen, Unterschiede, Lücken, als auch Vor- und Nachteile herauszuarbeiten.

Schlussfolgerung: Die Untersuchungen zeigen, dass eine einzelne Methode nicht immer eine absolute Aussagekraft hat. Desto wichtiger ist eine tierartspezifische, nach Fragestellung und Untersuchungsmöglichkeiten angepasste Auswahl zu nutzen. Anhand meiner betrachteten Methoden lassen sich die „5 Domains“ (Ernährung, Umwelt, Gesundheit, Verhalten, und geistige Gesundheit) mit den nachfolgend genannten Methoden als Bestandteil des BBC Schemas überwachen und beurteilen. Body Condition Scores bieten die Möglichkeit zur langfristigen Überwachung des Ernährungszustandes. Verringerungen oder Steigerungen des BCS, können Ausdruck von Faktoren, die das Wohlbefinden beeinflussen, sein. Ausgewählte Verhaltensweisen (**B**ehavior) sind pathognomonisch für mangelndes Wohlbefinden und lassen sich mit Verhaltensaufnahmen beurteilen und quantifizieren. Analysen helfen, Verbesserungen nach Anpassungen der Haltungsbedingungen und/oder Elimination eines Stressors aufzuzeigen. Ebenfalls kann abnormales Verhalten Hinweise auf Erkrankungen geben. Das Stresshormon Cortisol, welches bei Stress vermehrt ausgeschieden wird, kann kurzfristig in Speichel und Harn, mittelfristig im Kot und langfristig in den Haaren nachgewiesen werden. Es kann Rückschlüsse auf die Stressoren, Erkrankungen oder mangelndes Wohlbefinden im Allgemeinen geben.

8. Summary

Non-invasive methods for assessing animal welfare and welfare issues concerning wild animals

Institute of Animal Hygiene and Veterinary Public Health, University of Leipzig

Submitted: June 2021

94 pages, 50 illustrations, 240 references

Key words: non-invasive, well-being, stress, cortisol, cortisol metabolite, body condition score and behavior, stereotypic behavior

Introduction: Aspects of well-being and animal welfare play a decisive role in modern zoo animal husbandry. That is why they are discussed and criticized from many sides. The observation of well-being is challenging, because not all animals kept in human care, can be easily examined. Moreover, sampling for health monitoring leads to additional stress. The fact of stress influencing well-being negatively is already proofed. Using non-invasive methods zoos get the possibility to monitor the animals without catching them. That leads to both, less stress for the animals and less hazard potential for staff and veterinarian. As part of the non-invasive observation it is possible to use first indications for further investigations. Moreover, that process helps zoos to monitor and improve the animals' well-being.

Aim of the study: The study aims to look retrospectively at non-invasive methods for assessing the well-being of human-cared wild animals. For this purpose, five animal species groups, their subspecies and the domesticated related races were examined. Evaluated and tested procedures were compiled and compared. Therefore the Body Condition Score, cortisol metabolite and behavioral studies were always considered. An important aspect was to show parallels and possibilities between the animal groups as well as to consider the practicality of the combination of methods. Another aim of that study was to show limits and gaps and to encourage further studies.

Material and methods: In a literature search about 1200 references were sounded out for their usefulness for non-invasive monitoring of well-being and animal welfare aspects. To focus and limit the topic, five genera and species were examined more closely. As a result, a search catalog was created. That catalog has been processed in three databases: "Pub Med", "Web of Science" and "Zoological Record from Leibniz Institute für Zoo- und Wildliferesearch".

Results: Elephants (Elphantidae), male animals (Primates), carnivores (Carnivora), unpaired ungulates (Perissodactyla) and artiodactyla (Artiodactyla) with well over 60 representatives were

considered. To set up a standardization to assess the well-being with said wildlife I designed the BBC scheme (**B**ody Condition Score, **B**ehavior and **C**ortisolmetabolite). Thus, the Elephantidae can be used to apply all areas of the BBC. On the other hand, cortisolmetabolites and behavioral analysis seem to be target-oriented for the primates. Referring to Carnivora, BBC considerations offer good approaches, but further Body Condition Score extensions are needed for smaller representatives. Referring to Perissodactyla, BBC is applicable in all areas, but previously, no ethograms for behavioral evaluation are described for the Tapiridae. For artiodactyla, the BBC scheme is a great way to assess well-being and stress. The sub-sector of Bovidae requires many representatives of further evaluations of cortisolmetabolites and behavioral shots. With the BBC scheme, a suitable combination for non-invasive assessment of well-being and animal protection aspects was shown for each group. In addition, it was possible to work out cross- species parallels, differences, gaps, as well as advantages and disadvantages.

Conclusion: The investigations show that a single method does not always have an absolute meaningfulness. That is why it is more important to use an animal-specific selection, which is adapted according to both question and examination options. Based on my considered methods, "5 domains" (nutrition, environment, health, behavior, and mental health) can be monitored and assessed with the methods mentioned below as part of the BBC scheme. Body Condition Scores offer the opportunity for long-term monitoring of nutritional state. Reductions or increases in BCS may be an expression of factors that influence well-being. Selected behaviors (Behavior) are pathognomonic for a lack of well-being and can be assessed with behavioral shots and quantifying. Analyzes help to show improvements according to adjustments of attitude conditions and/ or elimination of a stressor. Furthermore, abnormal behavior can give indications of diseases. The stress hormone Cortisol, which is increasingly excreted in stress, can be detected in saliva and urine (short term), in the feces (medium term) and in the hair (long term). There can be conclusions on the stressors, diseases or lack of well-being in general.

9. Literatur

Abbott D, Keverne E, Bercovitch F, Shively C, Mendoza S, Saltzman W, Snowdon C, Ziegler T, Banjevic M, Garland T, Sapolsky R. Are subordinates always stressed? a comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Horm Behav.* 2003; (43):67–82.

Adcock, K., Emslie, R. *Monitoring African Rhino. Trainee`s guide.* Pietermaritzburg, 2013.

Aeberhard K, Bruckmaier R, Kuepfer U, Blum J. Milk yield and composition, nutrition, body conformation traits, body condition scores, fertility and diseases in high-yielding dairy cows. *J Vet Med A.* 2001; (48):97–110.

Ahlering M, Maldonado J, Eggert L, Fleischer R, Western D, Brown J. Conservation outside protected areas and the effect of human-dominated landscapes on stress hormones in Savannah elephants. *Conserv Biol.* 2013; (27):569–75.

Alberta Agriculture and Rural Development, 2020. What's the Score: Bison - Body Condition Scoring (BCS) Guide. Online im WWW: <https://nagonline.net/3877/body-condition-scoring/> (4.9.2019).

Alexander S, Irvine C. The effect of social stress on adrenal axis activity in horses. The importance of monitoring corticosteroid-binding globulin capacity. *J Endocrinol.* 1998; (157):425–32.

Alexander S, Irvine C, Livesey J, Donald R. Effect of isolation stress on concentrations of arginine vasopressin, alpha-melanocyte-stimulating hormone and ACTH in the pituitary venous effluent of the normal horse. *J Endocrinol.* 1988; (116):325–34.

Alqamy H. Body Condition Score evaluation for Arabian Oryx. *Gnusletter.* 2013; (31):7–8.

Altmann J. Observational Study of Behavior: Sampling Methods. *Behav.* 1974; (49):227–67.

Anestis S. Behavioral style, dominance rank, and urinary cortisol in young chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Behav.* 2005; (142):1245–68.

Anestis S. Urinary cortisol responses to unusual events in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Stress.* 2009; (12):49–57.

Ashley N, Barboza P, Macbeth B, Janz D, Cattet M, Booth R, Wasser S. Glucocorticosteroid concentrations in feces and hair of captive caribou and reindeer following adrenocorticotrophic hormone challenge. *Gen Comp Endocrinol.* 2011; (172):382–91.

Audige L, Wilson P, Morris R. A body condition score system and its use for farmed red deer hinds. *New Zealand J Agric Res.* 1998; (41):545–53.

- AZA Bear Taxon Advisory Group. Sun & Sloth Bear Care Manual. Silver Spring, MD., 2019.
- Bahr N, Pryce C, Döbeli M, Martin R. Evidence from urinary cortisol that maternal behavior is related to stress in gorillas. The collection of behavioral data and urine samples from the gorillas at Zoo Zürich. *Physiol Behav.* 1998; (64):429–37.
- Bairrà, R. EAZA husbandry guidelines for the Callitrichidae. 3.1 Edition. Saint Aignan sur Cher, 2017.
- Bales K, French J, Hostetler C, Dietz J. Social and reproductive factors affecting cortisol levels in wild female golden lion tamarins (*Leontopithecus rosalia*). *Am J Primatol.* 2005; (67):25–35.
- Barber J. Programmatic approaches to assessing and improving animal welfare in zoos and aquariums. *Zoo Biol.* 2009; (28):519–30.
- Bashaw M, Sicks F, Palme R, Schwarzenberger F, Tordiffe A, Ganswindt A. Non-invasive assessment of adrenocortical activity as a measure of stress in giraffe (*Giraffa camelopardalis*). *BMC veterinary research.* 2016; (12):235.
- Bechshøft T, Sonne C, Dietz R, Born E, Novak M, Henchey E, Meyer J. Cortisol levels in hair of East Greenland polar bears. *Sci Total Environ.* 2011; (409):831–4.
- Bechstein N, Gottschalk, J., Kolter, L., Langguth, S., Bernhard A, Grün, V., Reiter, J., Einspanier, A, 2015. Assessment of faecal glucocorticoid metabolites in healthy and alopecic andean bears (*Tremarctos ornatus*) in germany. *Conf Dis Zoo Wild Anim:*6–7.
- Beehner J, Whitten P. Modifications of a field method for fecal steroid analysis in baboons. *Physiol Behav.* 2004; (82):269–77.
- Beerda B, Schilder M, Janssen N, Mol J. The Use of Saliva Cortisol, Urinary Cortisol, and Catecholamine Measurements for a Noninvasive Assessment of Stress Responses in Dogs. *Horm Behav.* 1996; (30):272–9.
- Behringer V, Deschner T. Non-invasive monitoring of physiological markers in primates. *Horm Behav.* 2017; (91):3–18.
- Behringer V, Stevens J, Hohmann G, Möstl E, Selzer D, Deschner T. Testing the effect of medical positive reinforcement training on salivary cortisol levels in bonobos and orangutans. *PloS one.* 2014; (9):1-9.
- Behringer, V. Ethophysiologische Untersuchung zu haltungsbedingten Einflüssen auf das Verhalten und die Stresssituation von Westlichen Flachlandgorillas (*Gorilla g. gorilla*), Sumatra Orang-Utans

- (*Pongo abelii*) und Bonobos (*Pan paniscus*) unter Zoobedingungen. Inaugural Dissertation. Leipzig, 2011.
- Belew A, Barlett T, Brown S. Evaluation of the White-Coat Effect in Cats. *J Vet Intern Med.* 1999;13 (2):134–42.
- Benhaiem S, Dehnhard M, Bonanni R, Hofer H, Goymann W, Eulenberger K, East M. Validation of an enzyme immunoassay for the measurement of faecal glucocorticoid metabolites in spotted hyenas (*Crocuta crocuta*). *Gen Comp Endocrinol.* 2012;178 (2):265–71.
- Benhaiem S, Hofer H, Dehnhard M, Helms J, East M. Sibling competition and hunger increase allostatic load in spotted hyaenas. *Biol Lett.* 2013; (9):1–4.
- Bennett C, Fripp D, Othen L, Jarsky T, French J, Loskutoff N. Urinary corticosteroid excretion patterns in the okapi (*Okapia johnstoni*). *Zoo Biol.* 2008; (27):381–93.
- Bentson K, Capitano J, Mendoza S. Cortisol responses to immobilization with Telazol or ketamine in baboons (*Papio cynocephalus/anubis*) and rhesus macaques (*Macaca mulatta*). *J Med Primatol.* 2003;32 (3):148–60.
- Berger A. Activity patterns, chronobiology and the assessment of stress and welfare in zoo and wild animals. *Int Zoo Yb.* 2011; (45):80–90.
- Berger E, Leus K, Vercammen P, Schwarzenberger F. Faecal steroid metabolites for non-invasive assessment of reproduction in common warthogs (*Phacochoerus africanus*), red river hogs (*Potamochoerus porcus*) and babirusa (*Babirusa babirusa*). *Anim Reprod Sci.* 2006; (91):155–71.
- Berk S, McGettrick J, Hansen W, Breuner C. Methodological considerations for measuring glucocorticoid metabolites in feathers. *Conserv Physiol.* 2016; (4):1-11.
- Berry D, Lee J, Macdonald K, Roche J. Body condition score and body weight effects on dystocia and stillbirths and consequent effects on postcalving performance. *J Dairy Sci.* 2007; (90):4201–11.
- Bezerra B, Barnett A, Souto A, Jones G. Ethogram and Natural History of Golden-backed Uakaris (*Cacajao melanocephalus*). *Int J Primatol.* 2011; (32):46–68.
- Birmelin I, Albonetti T, Bammert W. Können sich Löwen an die Haltungsbedingungen von Zoo und Zirkus anpassen? BbT Amtstierärztlicher Dienst und Lebensmittelkontrolle. 2013;20 (4).
- Bogusch, C. Zum Sozialverhalten rudellebender Wildcaniden in Gefangenschaft. Vergleichende Untersuchungen an *Canis lupus*, *Cuon alpinus*, *Lycaon pictus* und *Speothos venaticus*. Dissertation. Marburg / Lahn, 2002.

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

Bonar C, Trupkiewicz J, Toddes B, Lewandowski A. Iron storage disease in tapirs. *J Zoo Wildl Med.* 2006; (37):49–52.

Bonier F, Quigley H, N. Austed. Steven. A Technique for Non-Invasively Detecting Stress Response in Cougars. Allen Press. 2004; (32):711–7.

Boudreau D, Arterburn D, Bogart A, Haneuse S, Theis M, Westbrook E, Simon G. Influence of body mass index on the choice of therapy for depression and follow-up care. *Obesity (Silver Spring, Md.).* 2013; (21):303-313.

Boudreau L, Benkel B, Astatkie T, Rouvinen-Watt K. Ideal body condition improves reproductive performance and influences genetic health in female mink. *Anim Reprod Sci.* 2014; (145):86–98.

Boyle S, Roberts B, Pope B, Blake M, Leavelle S, Marshall J, Smith A, Hadicke A, Falcone J, Knott K, Kouba A. Assessment of Flooring Renovations on African Elephant (*Loxodonta africana*) Behavior and Glucocorticoid Response. *PloS one.* 2015; (10):1-19.

Brabender K, Zimmermann W, Hampson B. Seasonal Changes in Body Condition of Przewalski's Horses in a Seminatural Habitat. *J Equine Vet Sci.* 2016; (42):73–6.

Brand C, Boose K, Squires E, Marchant L, White F, Meinelt A, Snodgrass J. Hair plucking, stress, and urinary cortisol among captive bonobos (*Pan paniscus*). *Zoo Biol.* 2016; (9999):1–6.

Bray R, Edwards M. Body Condition Scoring of Captive (Zoo) Equids. *REBray.* 1999; (1):1–7.

Brown J, Citino S, Shaw J, Miller C. Endocrine profiles during the estrous cycle and pregnancy in the Baird's tapir (*Tapirus bairdii*). *Zoo Biol.* 1994; (13):107–17.

Brown J, Wildt D, Raath J, Vos V de, Howard J, Janssen D, Citino S, Bush M. Impact of season on seminal characteristics and endocrine status of adult free-ranging African buffalo (*Syncerus caffer*). *J Reprod Fertil.* 1991; (92):47–57.

Bryan H, Darimont C, Paquet P, Wynne-Edwards K, Smits J. Stress and reproductive hormones in grizzly bears reflect nutritional benefits and social consequences of a salmon foraging niche. *PloS one.* 2013; (8):1-10.

Burgener N, Gusset M, Schmid H. Frustrated appetitive foraging behavior, stereotypic pacing, and fecal glucocorticoid levels in snow leopards (*Uncia uncia*) in the Zurich Zoo. *J Appl Anim Welf Sci.* 2008; (11):74–83.

- Burkholder W. Use of body condition scores in clinical assessment of the provision of optimal nutrition. *J Am Vet Med Assoc.* 2000; (217):650–4.
- Busato A, Faissle D, Küpfer U, Blum J. Body condition scores in dairy cows: associations with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows. *J Vet Med A Physiol Pathol Clin Med.* 2002; (49):455–60.
- Byers J, Bekoff M. Social, Spacing, and Cooperative Behavior of the Collared Peccary, *Tayassu tajacu*. *J Mammal.* 1981; (62):767–85.
- Cabana F, Jayarajah P, Oh P, Hsu C-D. Dietary management of a *Hamadryas* baboon (*Papio hamadryas*) troop to improve body and coat condition and reduce parasite burden. *J Zoo Aquar Res.* 2018; (6):16–21.
- Campbell, C. J. *Primates in perspective.* 2. Aufl. New York, 2011.
- Capiro J, Stoops M, Freeman E, Clawson D, Schook M. Effects of management strategies on glucocorticoids and behavior in Indian rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*). Translocation and operant conditioning. *Zoo Biol.* 2014; (33):131–43.
- Carlitz E, Kirschbaum C, Miller R, Rukundo J, van Schaik C. Effects of body region and time on hair cortisol concentrations in chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Gen Comp Endocrinol.* 2015; (223):9–15.
- Carlitz E, Kirschbaum C, Stalder T, van Schaik C. Hair as a long-term retrospective cortisol calendar in orang-utans (*Pongo* spp.). New perspectives for stress monitoring in captive management and conservation. *Gen Comp Endocrinol.* 2014; (195):151–6.
- Carlstead K, Brown J. Relationships between patterns of Fecal corticoid excretion and behavior, reproduction, and environmental factors in captive black (*Diceros bicornis*) and white (*Ceratotherium simum*) rhinoceros. *Zoo Biol.* 2005; (24):215–32.
- Carlstead K, Brown J, Seidensticker J. Behavioral and adrenocortical responses to environmental changes in leopard cats (*Felis bengalensis*). *Zoo Biol.* 1993; (12):321–31.
- Carlstead K, Mench J, Meehan C, Brown J. An epidemiological approach to welfare research in zoos. The Elephant Welfare Project. *J Appl Anim Welf Sci.* 2013; (16):319–37.
- Casares M, Silván G, Carbonell M, Gerique C, Martinez-Fernandez L, Cáceres S, Illera J. Circadian rhythm of salivary cortisol secretion in female zoo-kept African elephants (*Loxodonta africana*). *Zoo Biol.* 2016; (35):65–9.

- Castell R, Heinrich B. Rank order in a captive female squirrel monkey colony. *Folia Primatol.* 1971; (14):182–9.
- Cattet M, Caulkett N, Obbard M, Stenhouse G. A body-condition index for ursids. *Can J Zool.* 2002; (80):1156–61.
- Cattet M, Macbeth B, Janz D, Zedrosser A, Swenson J, Dumond M, Stenhouse G. Quantifying long-term stress in brown bears with the hair cortisol concentration. A biomarker that may be confounded by rapid changes in response to capture and handling. *Conserv Physiol.* 2014; (2):1–15.
- Chan-McLeod A, White R, Holleman D. Effects of protein and energy intake, body condition, and season on nutrient partitioning and milk production in caribou and reindeer. *Can J Zool.* 1994; (72):938–47.
- Chen Y, Stookey J, Arsenault R, Scruten E, Griebel P, Napper S. Investigation of the physiological, behavioral, and biochemical responses of cattle to restraint stress. *J Anim Sci.* 2016; (94):3240–54.
- Christensen B, Olivia M., Andra K., Penfold L. Non-invasive monitoring of stress in non pregnant and pregnant okapi (*Okapia johnstoni*). *J Zoo Wildl Med.* 2000; (30):497–503.
- Chrousos G, Gold P. The concepts of stress and stress system disorders. Overview of physical and behavioral homeostasis. *J Am Med Assoc.* 1992; (267):1244–52.
- Clark F, Fitzpatrick M, Hartley A, King A, Lee T, Routh A, Walker S, George K. Relationship between behavior, adrenal activity, and environment in zoo-housed western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biol.* 2012; (31):306–21.
- Clauss M, Kienzle E, Wiesner H. Fütterungspraxis in der Haltung von Elchen (Alecs alces). *Tierarztl Prax Ausg G.* 2002; (30):404–18.
- Clauss M, Wilkins T, Hartley A, Hatt J-M. Diet composition, food intake, body condition, and fecal consistency in captive tapirs (*Tapirus spp.*) in UK collections. *Zoo Biol.* 2009; (28):279–91.
- Clay A, Crane M, Merino R. Management of weight and body condition for captive adult and aging chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Am J Primatol.* 2016; (80):1–6.
- Cless I, Lukas K. Variables affecting the manifestation of and intensity of pacing behavior: A preliminary case study in zoo-housed polar bears. *Zoo Biol.* 2017; :307–15.
- Clingerman K, Summers L. Development of a body condition scoring system for nonhuman primates using *Macaca mulatta* as a model. *Lab Anim.* 2005; (34):31–6.
- Clubb, R., Mason, G. *A Review of the Welfare of Zoo Elephants in Europe.* Oxford, 2003.

Coe C, Mendoza S, Davidson J, Smith E, Dallman M, Levine S. Hormonal response to stress in the squirrel monkey (*Saimiri sciureus*). *Neuroendocrinology*. 1978; (26):367–77.

Coelho C, Azevedo C de, Guimarães M, Young R. Environmental Enrichment Effect on Fecal Glucocorticoid Metabolites and Captive Maned Wolf (*Chrysocyon brachyurus*) Behavior. *J Appl Anim Welf Sci*. 2016; (4):353–62.

Coelho C, Azevedo C de, Young R. Behavioral responses of maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*, Canidae) to different categories of environmental enrichment stimuli and their implications for successful reintroduction. *Zoo Biol*. 2012a; (31):453–69.

Coelho G, Nicole L., Silva H, Sousa M de. The influence of sex and relatedness on stress response in common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Am J Primatol*. 2012b; (74):819–27.

Cook N, Schaefer A. Stress responses of wapiti (*Cervus elaphus canadensis*) to removal of velvet antler. *Can J Zool*. 2002; (82):11–7.

Coradello M, Morais R, Roper J, Spencoski K, Massuda T, Nogueira S, Nogueira-Filho S. Validation of a fecal glucocorticoid metabolite assay for collared peccaries (*Pecari tajacu*). *J Zoo Wildl Med*. 2012; (43):275–82.

Creel S. Social dominance and stress hormones. *Trends Ecol Evol*. 2011; (16):491–7.

Creel S, Christianson D, Schuette P. Glucocorticoid stress responses of lions in relationship to group composition, human land use, and proximity to people. *Conserv Physiol*. 2013; (1):1-9.

Creel S, Creel N, Monfort S. Radiocollaring and Stress Hormones in African Wild Dogs. *Conserv Biol*. 1997; (11):544–8.

Creel S, Fox J, Hardy A, Sands J, Garrott B, Peterson R. Snowmobile Activity and Glucocorticoid Stress Responses in Wolves and Elk. *Conserv Biol*. 2002; (16):809–14.

Crockford C, Wittig R, Whitten P, Seyfarth R, Cheney D. Social stressors and coping mechanisms in wild female baboons (*Papio hamadryas ursinus*). *Horm Behav*. 2008; (53):254–65.

Dantzer R. Behavioral, physiological and functional aspects of stereotyped behavior. A review and a re-interpretation. *J Anim Sci*. 1986; (62):1776–86.

Dathe H, Kuckelkorn B, Minnemann D. Salivary cortisol assessment for stress detection in the Asian elephant (*Elephas maximus*): A pilot study. *Zoo Biol*. 1992; (11):285–9.

Davidian E, Benhaiem S, Courtiol A, Hofer H, Höner O, Dehnhard M, Fisher D. Determining hormone metabolite concentrations when enzyme immunoassay accuracy varies over time. *Methods Ecol Evol*. 2015; (6):576–83.

- Dehnhard M, Clauss M, Lechner-Doll M, Meyer H, Palme R. Noninvasive monitoring of adrenocortical activity in roe deer (*Capreolus capreolus*) by measurement of fecal cortisol metabolites. *Gen Comp Endocrinol*. 2001; (123):111–20.
- Del Hoyo, J., Anandam, M. Handbook of the mammals of the world. Handbook of the mammals of the world. Barcelona, 2013.
- Dembiec D, Snider R, Zanella A. The effects of transport stress on tiger physiology and behavior. *Zoo Biol*. 2004; (23):335–46.
- Dierenfeld, E., Fuller, L., Meeks, K., 2007. Development of a standardized body condition score for cheetahs (*Acinonyx jubatus*). Online im WWW: www.nangoline.net (26.4.2019).
- D'Occhio M, Baruselli P, Campanile G. Influence of nutrition, body condition, and metabolic status on reproduction in female beef cattle: A review. *Theriogenology*. 2019; (125):277–84.
- Donald R, Alexander S, Ellis M, Evans M, Livesey J, Espiner E. Regulation of corticotrophin secretion. *Clin Sci*. 1995; (88):4–7.
- Dornbush T. Untersuchungen zu Sterotypien bei Elefanten. *Elefanten in Zoo und Circus. Das Elefanten Magazin*. 2018; (1):36–7.
- Dorsey C, Dennis P, Guagnano G, Wood T, Janine L. Brown. Decreased Baseline Fecal Glucocorticoid Concentrations Associated with Skin and Oral Lesions in Black Rhinoceros (*Diceros bicornis*). *J Zoo Wildl Med*. 2010; (41):614–25.
- Dugdale A, Curtis G, Cripps P, Harris P, Argo C. Effect of dietary restriction on body condition, composition and welfare of overweight and obese pony mares. *Equine Vet J*. 2010; (42):600–10.
- Dugdale A, Grove-White D, Curtis G, Harris P, Argo C. Body condition scoring as a predictor of body fat in horses and ponies. *Vet J*. 2012; (194):173–8.
- Dutra L, Young R. Can enrichment make Brazilian tapir spend more time on view to the public? *J Appl Anim Welf Sci*. 2015; (18):74–81.
- Eckhardt R. The relative body weights of Bornean and Sumatran orangutans. *Am J Primatol*. 1975; (3):349–50.
- Edes A, Wolfe B, Crews D. Assessing Stress in Zoo-Housed Western Lowland Gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) Using Allostatic Load. *Int J Primatol*. 2016; (37):241–59.
- Edes A, Wolfe B, Crews D. Evaluating allostatic load: A new approach to measuring long-term Stress. *J Zoo Wildl Med*. 2018; (49):272–82.

- Edmonson A, Lean I, Weaver L, Farver T, Webster G. A Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 1991; (72):1–3.
- Engelhardt, W. v., Breves, G., Ahrens, F. *Physiologie der Haustiere.* 2. Aufl. Stuttgart, 2005.
- Erhard M. Themenheft zum „Tierschutz beim Schwein“. *Tierarztl Prax.* 2018; (46):281.
- Erler, R. Untersuchungen zur Stressbelastung von Wildschweinen bei der Ausbildung von Hunden zur Verhaltensanpassung im Schwarzwildgatter. Dissertation. Hannover, 2010.
- Estes, R., Otte, D. *The behavior guide to african mammals. including hoofed mammals, carnivores, primates.* 8. Aufl. Berkeley, 1992.
- Estes, R., Otte, D. *The behavior guide to african mammals. including hoofed mammals, carnivores, primates.* 20. Aufl. Berkeley, 2012.
- Ezenwa V, Jolles A, O'Brien M. A reliable body condition scoring technique for estimating condition in African buffalo. *Afr J Ecol.* 2009; (47):476–81.
- Fazio, E., Ferlazzo, A. *Evaluation of stress during transport.* 27. Aufl. Kluwer Netherlands, 2003.
- Fernandez L, Bashaw M, Sartor R, Bouwens N, Maki T. Tongue twisters: feeding enrichment to reduce oral stereotypy in giraffe. *Zoo Biol.* 2008; (27):200–12.
- Fernando P, Janaka H, Ekanayaka S, Nishantha H, Pastorini J. A simple method for assessing elephant body condition. *Gajah.* 2009; (31):29–31.
- Field A, Jones C, Kelly R, Marko S, Kern S, Rico P. Measurement of fecal corticosterone metabolites as a predictor of the habituation of rhesus macaques (*Macaca mulatta*) to jacketing. *J Am Assoc Lab Anim Sci.* 2015; (54):59–65.
- Fischer, M., Dierenfeld, E., Manning, C., 2005. Babirusa Body Condition Scoring. Online im WWW: <https://nagonline.net/3877/body-condition-scoring/> (8.4.2019).
- Foley C, Papageorge S, Wasser S. Noninvasive Stress and Reproductive Measures of Social and Ecological Pressures in Free-Ranging African Elephants. *Conserv Biol.* 2001; (15):1134–42.
- Fossum, T. W. *Chirurgie der Kleintiere.* 1. Aufl. München, 2007.
- Franceschini M, Rubenstein D, Low B, Romero L. Fecal glucocorticoid metabolite analysis as an indicator of stress during translocation and acclimation in an endangered large mammal, the Grevy's zebra. *Animal Conservation.* 2008; (11):263–9.
- Fraser D. Assessing animal welfare. Different philosophies, different scientific approaches. *Zoo Biol.* 2009; (28):507–18.

- Fritz J, Nash L, Alford P, Bowen J. Abnormal behaviors, with a special focus on rocking, and reproductive competence in a large sample of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Am J Primatol.* 1992; (27):161–76.
- Fuentes M, Tecles F, Gutiérrez A, Otal J, Martínez-Subiela S, Cerón J. Validation of an automated method for salivary alpha-amylase measurements in pigs (*Sus scrofa domesticus*) and its application as a stress biomarker. *J Vet Diagn Invest.* 2011; (23):282–7.
- Galdikas, B. M. F. *Meine Orang-Utans. Zwanzig Jahre unter den scheuen "Waldmenschen" im Dschungel Borneos.* 3. Aufl. Bern, 1996.
- Gansloßer, U., Knezevic, K., Kolkmeier, C. A. *Säugetierverhalten.* 2. Aufl. Fürth, 2020.
- Ganswindt A, Muilwijk C, Engelkes M, Muenscher S, Bertschinger H, Paris M, Palme R, Cameron E, Bennett N, Dalerum F. Validation of noninvasive monitoring of adrenocortical endocrine activity in ground-feeding aardwolves (*Proteles cristata*): exemplifying the influence of consumption of inorganic material for fecal steroid analysis. *Physiol Biochem Zool.* 2012a; (85):194–9.
- Ganswindt A, Rasmussen H, Heistermann M, Hodges J. The sexually active states of free-ranging male African elephants (*Loxodonta africana*). Defining musth and non-musth using endocrinology, physical signals, and behavior. *Horm Behav.* 2005; (47):83–91.
- Ganswindt A, Tordiffe A, Stam E, Howitt M, Jori F. Determining Adrenocortical Activity as a Measure of Stress in African Buffalo (*Syncerus caffer*) Based on Faecal Analysis. *Afr Zool.* 2012b; (47):261–9.
- Gentsch R, Kjellander P, Röken B. Cortisol response of wild ungulates to trauma situations: hunting is not necessarily the worst stressor. *Eur J Wildl Res.* 2018; (64):163.
- German A. The growing problem of obesity in dogs and cats. *J Nutr.* 2006; (136):1940–1946.
- Gesquiere L, Learn N, Simao M, Onyango P, Alberts S, Altmann J. Life at the top: rank and stress in wild male baboons. *Science.* 2011; (333):357–60.
- Glatthaar, A. *Ethogram of the horse.* 1. Aufl. Berlin, 2009.
- Glenk L, Kothgassner O, Stetina B, Palme R, Kepplinger B, Baran H. Salivary cortisol and behavior in therapy dogs during animal-assisted interventions. *J Vet Behav.* 2014; (9):98–106.
- Goldstein E, Millspaugh J, Washburn B, Brundige G, Raedeke K. Relationships among fecal lungworm loads, fecal glucocorticoid metabolites, and lamb recruitment in free-ranging Rocky Mountain bighorn sheep. *J Wildl Dis.* 2005; (41):416–25.

- Goodwin T, Broederdorf L, Burkert B, Hirwa I, Mark D, Waldrip Z, Kopper R, Sutherland M, Freeman E, Hollister-Smith J, Schulte B. Chemical signals of elephant musth. Temporal aspects of microbially-mediated modifications. *J Chem Ecol.* 2012; (38):81–7.
- Goymann W, Möstl E, Van't Hof T, East M, Hofer H. Noninvasive fecal monitoring of glucocorticoids in spotted hyenas, *Crocuta crocuta*. *Gen Comp Endocrinol.* 1999; (114):340–8.
- Goymann W, Wingfield J. Allostatic load, social status and stress hormones. The costs of social status matter. *Anim Behav.* 2004; (67):591–602.
- Graham L, Brown J. Cortisol metabolism in the domestic cat and implications for non-invasive monitoring of adrenocortical function in endangered felids. *Zoo Biol.* 1996; (15):71–82.
- Grimberg-Henrici C, Vermaak P, Bolhuis J, Nordquist R, van der Staay F. Effects of environmental enrichment on cognitive performance of pigs in a spatial holeboard discrimination task. *Anim Cogn.* 2016; (19):271–83.
- Hadinger U, Haymerle A, Knauer F, Schwarzenberger F, Walzer C. Faecal cortisol metabolites to assess stress in wildlife: evaluation of a field method in free-ranging chamois. *Methods Ecol Evol.* 2015; (6):1349–57.
- Harris, M., Sherwin, C., Harris, S. *The welfare, housing and husbandry of elephants in UK.* 1. Aufl. Bristol, 2008.
- Häusser J, Kattenstroth M, van Dick R, Mojzisch A. “We” are not stressed: Social identity in groups buffers neuroendocrine stress reactions. *J Exp Soc Psychol.* 2012; (48):973–7.
- Heidegger E, Houwald F von, Steck B, Clauss M. Body condition scoring system for greater one-horned rhino (*Rhinoceros unicornis*). Development and application. *Zoo Biol.* 2016; (35):432–43.
- Heimbürge S, Kanitz E, Otten W. The use of hair cortisol for the assessment of stress in animals. *Gen Comp Endocrinol.* 2018; (270):10–7.
- Heistermann M, Palme R, Ganswindt A. Comparison of different enzyme-immunoassays for assessment of adrenocortical activity in primates based on fecal analysis. *Am J Primatol.* 2006; (68):257–73.
- Higham J, Vitale A, Rivera A, Ayala J, Maestriperi D. Measuring salivary analytes from free-ranging monkeys. *Physiol Behav.* 2010; (101):601–7.
- Hoby S, Schwarzenberger F, Doherr M, Robert N, Walzer C. Steroid hormone related male biased parasitism in chamois, *Rupicapra rupicapra rupicapra*. *Vet Parasitol.* 2006; (138):337–48.

- Hoby, S. et al. Afrikanische Elefanten (*Loxodonta africana*) auf der Baustelle: Auswirkungen auf die Serum-Eiweiß-Zusammensetzung und andere metabolische Parameter. Rapperswil, 2015.
- Hofer H, East M. Biological Conservation and Stress. *Adv Study Behav.* 1998; (27):405–525.
- Hofer, H., East, M. Stress and immunosuppression as factors in the decline and extinction of wildlife populations. Concepts, evidence and challenges. New York, 2012.
- Hoffsis G, Murdick P.W., Thrap V, Ault K. Plasma concentrations of cortisol and corticosterone in the normal horse. *Am J Vet Res.* 1970; (31):1379–87.
- Holdgate M, Meehan C, Hogan J, Miller L, Rushen J, Passillé A de, Soltis J, Andrews J, Shepherdson D. Recumbence Behavior in Zoo Elephants. Determination of Patterns and Frequency of Recumbent Rest and Associated Environmental and Social Factors. *PloS one.* 2016; (11):1-19.
- Holekamp K, Dloniak S. Intraspecific Variation in the Behavioral Ecology of a Tropical Carnivore, the Spotted Hyena. *Adv Study Behav.* 2011; (1):189–229.
- Holekamp K, Smale L. Behavioral Development in the Spotted Hyena. *BioScienc.* 1998; (48):998–1005.
- Honess P, Marin C. Behavioural and physiological aspects of stress and aggression in nonhuman primates. *Neurosci Biobehav Rev.* 2006; (30):390–412.
- Hosey G, Skyner L. Self-injurious Behavior in Zoo Primates. *Int J Primatol.* 2007; (28):1431–7.
- Hosey.G.R. Zoo Animals and Their Human Audiences: What is the Visitor Effect? *Anim Welf.* 2000; (9):343–57.
- Howell S, Schwandt, Melanie, Fritz, Jo, Walker S. From Laboratory to More Natural Enclosures: Maintaining the Well-Being of Captive Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Laboratory Primate Newsletter.* 2002; (1):1–22.
- Huck M, Lttker P, Heymann E, Heistermann M. Characterization and Social Correlates of Fecal Testosterone and Cortisol Excretion in Wild Male *Saguinus mystax*. *Int J Primatol.* 2005; (26):159–79.
- Hulsman A, Dalerum F, Ganswindt A, Muenscher S, Bertschinger H, Paris M. Non-invasive monitoring of glucocorticoid metabolites in brown hyaena (*Hyaena brunnea*) feces. *Zoo Biol.* 2011; (30):451–8.
- Immelmann, K., Ekkehard, P., Sossinka, R. Einführung in die Verhaltensforschung. 4. Aufl.13. Berlin, 1996.

- Ishikawa A, Kikuchi S, Katagiri S, Sakamoto H, Takahashi Y. Efficiency of fecal steroid hormone measurement for assessing reproductive function in the Hokkaido brown bear (*Ursus arctos yesoensis*). *Jpn J Vet Res.* 2002; (50):17–27.
- Jäger K, Langguth S, Einspanier A, Schachtner M, Bechstein N, Schoon H-A. The Alopecia-Syndrome of Spectacled Bears (*Tremarctos ornatus*) – What Do We Know, What Can We Do? *J Comp Pathol.* 2013; (148):90.
- Joyce-Zuniga N, Newberry R, Robbins C, Ware J, Jansen H, Nelson O. Positive Reinforcement Training for Blood Collection in Grizzly Bears (*Ursus arctos horribilis*) Results in Undetectable Elevations in Serum Cortisol Levels: A Preliminary Investigation. *J Appl Anim Welf Sci.* 2016; (19):210–5.
- Kaplan G, Pines M, Rogers L. Stress and stress reduction in common marmosets. *Appl Anim Behav Sci.* 2012; (3-4):175–82.
- Kappeler, P. M. *Verhaltensbiologie.* 4. Aufl. Heidelberg, 2017.
- Kaulfuss, P. *Untersuchungen zur Klassierung von abnormal-repetitiven Verhaltensweisen bei Hunden.* Dissertation. Gießen, 2011.
- Kearney C, Ball C. Body Scoring System for Captive Giraffe (*Giraffa camelopardalis*). *J Zoo Wildl Med.* 2001; (1):358–9.
- Keay J, Singh J, Gaunt M, Kaur T. Fecal glucocorticoids and their metabolites as indicators of stress in various mammalian species: a literature review. *J Zoo Wildl Med.* 2006; (37):234–44.
- Keep M. Observable criteria for assessing the physical condition of the white rhinoceros *Ceratotherium simum* in the field. *Lammergeyer.* 1971; (13):25–8.
- Keffen R, van Heerden J, Dauth J, Dreyer M. Blood chemical parameters in the warthog *Phacochoerus aethiopicus*. *J S Afr Vet Assoc.* 1987; (3):137–42.
- Kempe R, Koskinen N, Peura J, Koivula M, Strandén I. Body condition scoring method for the blue fox (*Alopex lagopus*). *Anim Sci.* 2009; (59):85–92.
- Khan M, Altmann J, Isani S, Yu J. A matter of time: evaluating the storage of fecal samples for steroid analysis. *Gen Comp Endocrinol.* 2002; (128):57–64.
- Kirschbaum C, Hellhammer D. Salivary Cortisol in Psychobiological Research. *Neuropsychobiology.* 1989; (22):150–69.
- Kittawornrat A, Zimmerman J. *Toward a better understanding of pig behavior and pig welfare.* Cambridge University Press. 2011; (1):25–32.

- Klausing, H. K., 2003. Body Condition Scoring Sauen. Online im WWW: <http://www.klausing.com> (14.4.2022).
- Kock R, Mihok S, Wambua J, Mwanzia J, Saigawa K. Effects of translocation on hematologic parameters of free-ranging black rhinoceros (*Diceros bicornis michaeli*) in Kenya. *J Zoo Wildl Med.* 1999; (30):389–96.
- König v. Borstel U, Visser E, Hall C. Indicators of stress in equitation. *Appl Anim Behav Sci.* 2017; (190):43–56.
- Konjevic D, Janicki Z, Slavica A, Severin K, Krapinec K, Želježić D, Božić F. Monitoring cortisol metabolites in the faeces of captive fallow deer (*Dama dama L.*). *Vet Arhiv.* 2016; (86):363–71.
- Kraus, N. Stereotypien und Enrichment bei in Zoos gehaltenen Brillenbären. Dissertation. Wien, 2013.
- Krause J, Perez J, Meddle S, Wingfield J. Effects of short-term fasting on stress physiology, body condition, and locomotor activity in wintering male white-crowned sparrows. *Physiol Behav.* 2017; (177):282–90.
- Krebs, E. Primatenhaltung im Zoo. 1. Aufl. Fürth, 2008.
- Kruuk H. The spotted hyena: a study of predation and social behavior. University of Chicago Archiv. 1972; (2):335.
- Kruuk H. Feeding and social behaviour of the striped hyaena (*Hyaena vulgaris Desmarest*). *Afr J Ecol.* 1976; (14):91–111.
- Kumar V, Palugulla Reddy V, Kokkiligadda A, Shivaji S, Umaphathy G. Non-invasive assessment of reproductive status and stress in captive Asian elephants in three south Indian zoos. *Gen Comp Endocrinol.* 2014; (201):37–44.
- Kurt F., Garai ME. Stereotypies in Captive Asian Elephants. A Symtome of Social Isolation. *Pro Rep.* 2001; (1):5–10.
- Laflamme D. Development and validation of a body condition score system for dogs. *Canine Practice.* 1997; (1):10–5.
- Laws N, Ganswindt A, Heistermann M, Harris M, Harris S, Sherwin C. A Case Study. Fecal Corticosteroid and Behavior as Indicators of Welfare During Relocation of an Asian Elephant. *Journal of Applied Animal Welfare Science.* 2007; (10):349–58.
- Lechner M, Prof. Dr. Dr. habil. Reiner, Gerald, 2016. Es ist nicht nur die Haltung. Deutsche Landwirtschaftliche Gesellschaft. 2016:81–3.

Leinberger, P. M. Untersuchung zur Stressbelastung von Rothirschen (*Cervus elaphus*) im Rahmen tierseuchenrechtlicher Eingriffe. Dissertation. München, 2011.

Less E, Kuhar C, Lukas K. Assessing the prevalence and characteristics of hair-plucking behaviour in captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Anim Welf.* 2013; (22):175–83.

Levine P. A "D-like" antigen in rhesus monkey, human Rh positive and human Rh negative red blood cells. *J Immunol.* 1961; (1):747–52.

Liebhart, S. Auswirkungen einer Änderung der Haltungsumwelt auf ethologische, morphologische und hygienische Parameter einer Milchviehherde. Dissertation. München, 2009.

Ludwig C, Wachter B, Silinski-Mehr S, Ganswindt A, Bertschinger H, Hofer H, Dehnhard M. Characterisation and validation of an enzyme-immunoassay for the non-invasive assessment of faecal glucocorticoid metabolites in cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Gen Comp Endocrinol.* 2013; (180):15–23.

Lutz C. A cross-species comparison of abnormal behavior in three species of singly-housed old world monkeys. *Appl Anim Behav Sci.* 2018; (199):52–8.

Lutz C, Tiefenbacher S, Jorgensen M, Meyer J, Novak M. Techniques for collecting saliva from awake, unrestrained, adult monkeys for cortisol assay. *Am J Primatol.* 2000; (52):93–9.

Lutz C, Well A, Novak M. Stereotypic and self-injurious behavior in rhesus macaques: a survey and retrospective analysis of environment and early experience. *Am J Primatol.* 2003; (60):1–15.

Lutz C, Williams P, Sharp R. Abnormal behavior and associated risk factors in captive baboons (*Papio hamadryas* spp.). *Am J Primatol.* 2014; (76):355–61.

Lynch J, Ziegler T, Strier K. Individual and seasonal variation in fecal testosterone and cortisol levels of wild male tufted capuchin monkeys, *Cebus apella nigratus*. *Horm Behav.* 2002; (41):275–87.

Macedo, R. Behavioral ecology of tropical animals. *Advances in the Study of Behavior.* Brasilia, 2010.

MacNulty D, Mech L, Smith D. A Proposed Ethogram of Large-Carnivore Predatory Behavior, Exemplified by the Wolf. *J Mammal.* 2007; (88):595–605.

Malcolm K, McShea W, van Deelen T, Bacon H, Liu F, Putman S, Zhu X, Brown J. Analyses of fecal and hair glucocorticoids to evaluate short- and long-term stress and recovery of Asiatic black bears (*Ursus thibetanus*) removed from bile farms in China. *Gen Comp Endocrinol.* 2013; (185):97–106.

- Malikova M, Voslarova E, Vecerek V. Non-invasive faecal monitoring of stress in captive and free-ranging wild animals. *Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*. 2017; (131):150-158.
- Mangini P, Medici E, Fernandes-Santos R. Tapir health and conservation medicine. *Integrative zoology*. 2012; (7):331–45.
- Marinath L, Vaz J, Kumar D, Thiyagesan K, Baskaran N. Drivers of stereotypic behaviour and physiological stress among captive jungle cat (*Felis chaus* Schreber, 1777) in India. *Physiol Behav*. 2019; (210):1–10.
- Markham A, Gesquiere L, Alberts S, Altmann J. Optimal group size in a highly social mammal. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2015; (48):14882–7.
- Martínez-Miró S, Tecles F, Ramón M, Escribano D, Hernández F, Madrid J, Orengo J, Martínez-Subiela S, Manteca X, Cerón J. Causes, consequences and biomarkers of stress in swine: an update. *BMC veterinary research*. 2016; (12):171.
- Maślak R, Sergiel A, Bowles D, Paško Ł. The Welfare of Bears in Zoos. A Case Study of Poland. *J Appl Anim Welf Sci*. 2016; (19):24–36.
- Mason G, Clubb R, Latham N, Vickery S. Why and how should we use environmental enrichment to tackle stereotypic behaviour? *Appl Anim Behav Sci*. 2007; (102):163–88.
- Mattiello S, Andreoli E, Stefanelli A, Cantafora A, Bianchi A. How to evaluate body conditions of red deer (*Cervus elaphus*) in an alpine environment? *Ital J Anim Sci*. 2009; (4):555–65.
- May, A. Evaluierung von Stressparametern beim Pferd im Zusammenhang mit dem Klinikaufenthalt. Dissertation. München, 2007.
- McCallister J, Smith T, Elwood R. Validation of urinary cortisol as an indicator of hypothalamic-pituitary-adrenal function in the bearded emperor tamarin (*Saguinus imperator subgriseus*). *Am J Primatol*. 2004; (63):17–23.
- McLennan M, Howell C, Bardi M, Heistermann M. Are human-dominated landscapes stressful for wild chimpanzees (*Pan troglodytes*)? *Biol Conserv*. 2019; (233):73–82.
- McMillan, Brock, Cottom, Michael, Kaufman, Donald. Wallowing Behavior of American Bison (*Bos bison*) in Tallgrass Prairie: an Examination of Alternate Explanations. *Am Midl Nat*. 2000; (1):159–67.
- Mellor D. Positive animal welfare states and reference standards for welfare assessment. *N Z Vet J*. 2015; (63):17–23.

- Mellor D. Updating Animal Welfare Thinking: Moving beyond the “Five Freedoms” towards “A Life Worth Living”. *Animals*. 2016; (6):21.
- Mellor D. Operational Details of the Five Domains Model and Its Key Applications to the Assessment and Management of Animal Welfare. *Animals*. 2017; (7):1–20.
- Mellor D, Hemsworth P, Cronin G, Tilbrook A. Scientific assessment of animal welfare. *N Z Vet J*. 2015; (63):24–30.
- Menargues A, Urios V, Mauri M. Welfare assessment of captive Asian elephants (*Elephas maximus*) and Indian rhinoceros (*Rhinoceros unicornis*) using salivary cortisol measurement. *Anim Welf*. 2008; (17):305–12.
- Mesa-Cruz J, Brown J, Kelly M. Effects of natural environmental conditions on faecal glucocorticoid metabolite concentrations in jaguars (*Panthera onca*) in Belize. *Conserv Physiol*. 2014; (2):1-11.
- Meyer J, Novak M. Application of hair cortisol methodology to animal models. Assessment of long-term HPA activity and chronic stress. *Psychoneuroendocrinology*. 2017; (83):2–3.
- Miller M, Kruger M, Kruger M, Olea-Popelka F, Buss P. A scoring system to improve decision making and outcomes in the adaption of recently captured white rhinoceroses (*Ceratotherium simum*) to captivity. *J Wildl Dis*. 2016; (52):78-85.
- Miller, R. E., Fowler, M. E. *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine*. ST. Louis, 2014.
- Millspough J, Rami J. Woods, Kathleen E. Hunt, Kenneth J. Raedeke, Gary C. Brundige, Brian E. Washburn, Samuel K. Wasser. Fecal Glucocorticoid Assays and the Physiological Stress Response in Elk. *Wildl Soc Bull*. 2001; (3):899–907.
- Mitchell G, Hattingh J, Ganhao M. Stress in cattle assessed after handling, after transport and after slaughter. *Vet Rec*. 1988; (8):201–5.
- Monfort S, Mashburn K, Brewer B, Creel S. Evaluating adrenal activity in African wild dogs (*Lycaon pictus*) by fecal corticosteroid analysis. *J Zoo Wildl Med*. 1998; (29):129–33.
- Monk C, Hart K, Berghaus R, Norton N, Moore P, Myrna K. Detection of endogenous cortisol in equine tears and blood at rest and after simulated stress. *Vet Ophthalmol*. 2014; (17):53–60.
- Mooring M, Patton M, Lance V, Hall B, Schaad E, Fetter G, Fortin S, McPeak K. Glucocorticoids of bison bulls in relation to social status. *Horm Behav*. 2006; (49):369–75.

- Morfeld K, Meehan C, Hogan J, Brown J. Assessment of Body Condition in African (*Loxodonta africana*) and Asian (*Elephas maximus*) Elephants in North American Zoos and Management Practices Associated with High Body Condition Scores. *PloS one*. 2016; (11):1-20.
- Möstl E, Maggs J, Schrötter G, Besenfelder U, Palme R. Measurement of cortisol metabolites in faeces of ruminants. *Vet Res Commun*. 2002a; (26):127–39.
- Möstl E, Messmann S, Bagu E, Robia C, Palme R. Measurement of glucocorticoid metabolite concentrations in faeces of domestic livestock. *Zentralblatt für Veterinärmedizin. Reihe A*. 1999; (10):621–31.
- Möstl E, Palme R. Hormones as indicators of stress. *Domest Anim Endocrinol*. 2002b; (1):67–74.
- Mueller, R. A. Seasonal changes in behavior and exhibit use of captive African elephants (*Loxodonta africana*) and black rhinoceroses (*Diceros bicornis*). Masterthesis. Cleveland, 2008.
- Naguib, M. *Methoden der Verhaltensbiologie*. Springer-Lehrbuch. Berlin, Heidelberg, 2006.
- Neal Webb S, Hau J, Lambeth S, Schapiro S. Differences in Behavior Between Elderly and Nonelderly Captive Chimpanzees and the Effects of the Social Environment. *J Am Assoc Lab Anim Sci*. 2019; (58):783–9.
- Nogueira S, Silva M, dos S Dias C, Pompeia S, Cetra M, Nogueira-Filho S. Social behaviour of collared peccaries (*Pecari tajacu*) under three space allowances. *Anim Welf*. 2010; (19):243–8.
- Noguera J, Kim S-Y, Velando A. Family-transmitted stress in a wild bird. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2017; (114):6794–9.
- Norman, A., 2019. Bison Body Condition Score. Online in WWW: <https://nagonline.net/3877/body-condition-scoring/> (4.9.2019).
- Novak M, Hamel A, Kelly B, Dettmer A, Meyer J. Stress, the HPA axis, and nonhuman primate well-being: A review. *Appl Anim Behav Sci*. 2013; (143):135–49.
- Nunamaker A, Lee D, Lammey M. Chronic Disease in Captive Geriatric Female Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Comp Med*. 2012; (2):131–6.
- Ohe C von der, Wasser S, Hunt K, Servheen C. Factors associated with fecal glucocorticoids in Alaskan brown bears (*Ursus arctos horribilis*). *Physiol Biochem Zool*. 2004; (77):313–20.
- Owen M, Ferjak E, Cavinder C, McCarty K, Yankey K, Hart C, Burnett D, Dinh T, Lemley C. Effects of body condition score (BCS) on steroid- and eicosanoid-metabolizing enzyme activity in various mare tissues during winter anoestrus. *Reprod Domest Anim*. 2018; (2):296–303.

- Palme R. Measuring fecal steroids: guidelines for practical application. *Ann N Y Acad Sci.* 2005; (1046):75–80.
- Palme R. Non-invasive measurement of glucocorticoids: Advances and problems. *Physiol Behav.* 2019; (199):229–43.
- Palme R, Rettenbacher S, Touma C, El-Bahr S, Mostl E. Stress hormones in mammals and birds. Comparative aspects regarding metabolism, excretion, and noninvasive measurement in fecal samples. *Ann N Y Acad Sci.* 2005; (1040):162–71.
- Parnell T, Narayan E, Magrath M, Roe S, Clark G, Nicolson V, Martin-Vegue P, Mucci A, Hero J-M. Evaluating physiological stress in Sumatran tigers (*Panthera tigris ssp. sumatrae*) managed in Australian zoos. *Conserv Physiol.* 2014; (2):1-14.
- Patzelt A, Kopp G, Ndao I, Kalbitzer U, Zinner D, Fischer J. Male tolerance and male-male bonds in a multilevel primate society. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2014; (111):14740–5.
- Paz R, Souza N, Brown J. Fecal cortisol metabolites as indicators of stress in crab-eating-fox (*Cerdocyon thous*) in captivity. *Pesqui Vet Bras.* 2015; (35):859–62.
- Peel A, Vogelnest L, Finnigan M, Grossfeldt L, O'Brien J. Non-invasive fecal hormone analysis and behavioral observations for monitoring stress responses in captive western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). *Zoo Biol.* 2005; (24):431–45.
- Pérez-Flores J, Calmé S, Reyna-Hurtado R. Scoring Body Condition in Wild Baird's Tapir (*Tapirus bairdii*) Using Camera Traps and Opportunistic Photographic Material. *Trop Conserv Sci.* 2016; (4):1-12.
- Périquet S, Richardson P, Cameron E, Ganswindt A, Belton L, Loubser E, Dalerum F. Effects of lions on behaviour and endocrine stress in plains zebras. *Ethology.* 2017; (123):667–74.
- Pfefferle D, Plümer S, Burchardt L, Treue S, Gail A. Assessment of stress responses in rhesus macaques (*Macaca mulatta*) to daily routine procedures in system neuroscience based on salivary cortisol concentrations. *PloS one.* 2018; (13):1-13.
- Pirovino M, Heistermann M, Zimmermann N, Zingg R, Clauss M, Codron D, Kaup F-J, Steinmetz H. Fecal Glucocorticoid Measurements and Their Relation to Rearing, Behavior, and Environmental Factors in the Population of Pileated Gibbons (*Hylobates pileatus*) Held in European Zoos. *Int J Primatol.* 2011; (32):1161–78.

Powell D, Carlstead K, Tarou L, Brown J, Monfort S. Effects of construction noise on behavior and cortisol levels in a pair of captive giant pandas (*Ailuropoda melanoleuca*). *Zoo Biol.* 2006; (25):391–408.

Pribbenow S, Jewgenow K, Vargas A, Serra R, Naidenko S, Dehnhard M. Validation of an enzyme immunoassay for the measurement of faecal glucocorticoid metabolites in Eurasian (*Lynx lynx*) and Iberian lynx (*Lynx pardinus*). *Gen Comp Endocrinol.* 2014; (206):166–77.

Prosser N, Gardner P, Smith J, Goon Ee Wern J, Ambu L, Goossens B. Body condition scoring of Bornean banteng in logged forests. *BMC Zool.* 2016; (1):476.

Queiroz M, Young R. The Different Physical and Behavioural Characteristics of Zoo Mammals That Influence Their Response to Visitors. *Animals.* 2018; (8):1–25.

Rajagopal T, Archunan G, Sekar M. Impact of zoo visitors on the fecal cortisol levels and behavior of an endangered species: Indian blackbuck (*Antelope cervicapra L.*). *J Appl Anim Welf Sci.* 2011; (14):18–32.

Rapp-Santos K, Altamura L, Norris S, Lugo-Roman L, Rico P, Hofer C. Comparison of Saliva Collection Methods for the Determination of Salivary Cortisol Levels in Rhesus Macaques (*Macaca mulatta*), Cynomolgus Macaques (*Macaca fascicularis*), and African Green Monkeys (*Chlorocebus aethiops*). *J Am Assoc Lab Anim Sci.* 2017; (56):181–9.

Rayadin Y, Spehar S. Body mass of wild Bornean orangutans living in human-dominated landscapes: Implications for understanding their ecology and conservation. *Am J Phys Anthropol.* 2015; (157):339–46.

Rees P. Activity budgets and the relationship between feeding and stereotypic behaviors in Asian elephants (*Elephas maximus*) in a Zoo. *Zoo Biol.* 2009; (28):79–97.

Regan F, Hockenull J, Pritchard J, Waterman-Pearson A, Whay H. Behavioural repertoire of working donkeys and consistency of behaviour over time, as a preliminary step towards identifying pain-related behaviours. *PloS one.* 2014; (9):1-14.

Rehbinder C, Hau J. Quantification of cortisol, cortisol immunoreactive metabolites, and immunoglobulin A in serum, saliva, urine, and feces for noninvasive assessment of stress in reindeer. *Can J Vet Res.* 2006;70 (2):151–4.

Riato, L. Evaluation of faecal glucocorticoid monitoring as a non-invasive assesment of stress in capitve whtie rhinoceros (*Ceratotherium simum*) after ACTH stimulation. *Magister Scientiae.* Pretoria, 2007.

Richter, U. Komplexität und Reduzierbarkeit von Stereotypen bei ehemals depriviert gehaltenen Braunbären im Bärenpark Worbis. Dissertation. Bielefeld, 2004.

Riney T. Assessing Condition of Ungulates. *J Wildl Manag.* 1960; (24):92–4.

Roche J, Friggens N, Kay J, Fisher M, Stafford K, Berry D. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *J Dairy Sci.* 2009; (12):5769–801.

Ruis M, Brake J, Engel B, Ekkel E, Buist W, Blokhuis H, Koolhass J. The circadian rhythm of salivary cortisol in growing pigs: effects of age, gender and stress. *Physiol Behav.* 1997; :623–30.

Russell E, Koren G, Rieder M, van Uum S. Hair cortisol as a biological marker of chronic stress: current status, future directions and unanswered questions. *Psychoneuroendocrinology.* 2012; (37):589–601.

Salaberger T, Millard M, Makarem S, Möstl E, Grünberger V, Krametter-Frötscher R, Wittek T, Palme R. Influence of external factors on hair cortisol concentrations. *Gen Comp Endocrinol.* 2016; (233):73–8.

Sands J, Creel S. Social dominance, aggression and faecal glucocorticoid levels in a wild population of wolves, *Canis lupus*. *Anim Behav.* 2004; (67):387–96.

Sapolsky R. Cortisol concentrations and the social significance of rank instability among wild baboons. *Psychoneuroendocrinology.* 1992; (17):701–9.

Sapolsky R, Romero L, Munck A. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. *Endoc Rev.* 2000; (1):55–89.

Schatz S, Palme R. Measurement of faecal cortisol metabolites in cats and dogs: a non-invasive method for evaluating adrenocortical function. *Vet Res Commun.* 2001; (25):271–87.

Scherpenhuizen J, Quinn J, Narayan E. Optimising non-invasive cortisol measurement in sheep (*Ovis aries*). *Anim Prod.* 2016; (1):1–3.

Schiffmann C, Clauss M, Hoby S, Hatt J-M. Visual body condition scoring in zoo animals – composite, algorithm and overview approaches. *J Zoo Aquar Res.* 2017; (5):1–10.

Schlabritz-Loutsevitch N, Howell K, Rice K, Glover E, Nevill C, Jenkins S, Bill Cummins L, Frost P, McDonald T, Nathanielsz P. Development of a system for individual feeding of baboons maintained in an outdoor group social environment. *J Med Primatol.* 2004; (33):117–26.

Schön P, Puppe B, Manteuffel G. Automated recording of stress vocalization as a tool to document impaired welfare in pigs. *Anim Welf.* 2004; (13):105–10.

- Schramme, Stephanie, C. Body Condition Scores und biometrische Daten zur Abschätzung des Körpergewichts bei Warmblutpferden. Dissertation. München, 2003.
- Schwarzenberger F. The many uses of non-invasive faecal steroid monitoring in zoo and wildlife species. *Int Zoo Yb.* 2007; (41):52–74.
- Schwinn A-C, Knight C, Bruckmaier R, Gross J. Suitability of saliva cortisol as a biomarker for hypothalamic-pituitary-adrenal axis activation assessment, effects of feeding actions, and immunostimulatory challenges in dairy cows. *J Anim Sci.* 2016; (94):2357–65.
- Selk G, R. P. Wettemann, K. S. Lusby, R. J. Rasby. The importance of body condition at calving on reproduction in beef cows. *J Anim Sci.* 1988; (66):3153-3159.
- Shave J, Derocher A, Cherry S, Thiemann G. Chronic stress and body condition of wolf-killed prey in Prince Albert National Park, Saskatchewan. *Conserv Physiol.* 2019; (7):1-10.
- Shepherdson D, Lewis K, Carlstead K, Bauman J, Perrin N. Individual and environmental factors associated with stereotypic behavior and fecal glucocorticoid metabolite levels in zoo housed polar bears. *Appl Anim Behav Sci.* 2013; (147):268–77.
- Sheriff M, Bosson C, Krebs C, Boonstra R. A non-invasive technique for analyzing fecal cortisol metabolites in snowshoe hares (*Lepus americanus*). *J Comp Physiol Biochem Syst Environ Physiol.* 2009; (179):305–13.
- Sheriff M, Dantzer B, Delehanty B, Palme R, Boonstra R. Measuring stress in wildlife: techniques for quantifying glucocorticoids. *Oecologia.* 2011; (166):869–87.
- Sheriff M, Krebs C, Boonstra R. Assessing stress in animal populations. Do fecal and plasma glucocorticoids tell the same story? *Gen Comp Endocrinol.* 2010; (166):614–9.
- Shih H-Y, Yu J-F, Wang L-C. Stereotypic behaviors in bears. *Taiwan Vet J.* 2016; (1):11–7.
- Shutt K, Setchell J, Heistermann M. Non-invasive monitoring of physiological stress in the Western lowland gorilla (*Gorilla gorilla gorilla*): validation of a fecal glucocorticoid assay and methods for practical application in the field. *Gen Comp Endocrinol.* 2012; (179):167–77.
- Siciliano-Martina L, Martina J. Stress and social behaviors of maternally deprived captive giraffes (*Giraffa camelopardalis*). *Zoo Biol.* 2018; (37):80–9.
- Simard A, Huot J, Bellefeuille S de, Côté S. Influences of habitat composition, plant phenology, and population density on autumn indices of body condition in a northern white-tailed deer population. *Wildl Monogr.* 2014; (1):1–28.

Smiley, R. A. Beyond Capture: Development and Validation of a Method to Assess Body Condition in Mule Deer (*Odocoileus hemionus*) Using Camera Traps. Masterthesis. University of Connecticut, 2017.

Smiley T, Spelman L, Lukasik-Braum M, Mukherjee J, Kaufman G, Akiyoshi D, Cranfield M. Noninvasive saliva collection techniques for free-ranging mountain gorillas and captive eastern gorillas. *J Zoo Wildl Med.* 2010; (41):201–9.

Smith A, Birnie A, French J. Social isolation affects partner-directed social behavior and cortisol during pair formation in marmosets, *Callithrix geoffroyi*. *Physiol Behav.* 2011; (104):955–61.

Smith B, Flavel M, Simpson B. Quantification of salivary cortisol from captive dingoes (*Canis dingo*) in relation to age, sex, and breeding season: implications for captive management. *Aust Mammal.* 2016; (38):21.

Souris A-C, Kaczensky P, Julliard R, Walzer C. 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. *Appl Anim Behav Sci.* 2007; (107):307–21.

Sprangling, P. Schwein - Zuchtkonditionierung. Dissertaion. Dresden, 2011.

Stalder T, Kirschbaum C. Analysis of cortisol in hair--state of the art and future directions. *Brain Behav Immun.* 2012; (26):1019–29.

Stephan, U. Untersuchungen an Eisbären in europäischen zoologischen Gärten: Verhalten und Veränderungen von Stresshormon-Konzentrationen unter Berücksichtigung der Gehegegröße und Gruppenzusammensetzung. Dissertation. Karlsruhe, 2006.

Stevens, J. et al. Scatterfeeder Enrichment to Improve Animal Welfare? Case Study of Two Captive Hyenas. Poster. 14 th Annual BIAZA Research Symposium. Antwerpen, 2012.

Stevenson M, Poole T. An ethogram of the common marmoset (*Calithrix jacchus jacchus*): General behavioural repertoire. *Anim Behav.* 1976; (24):428–51.

Stirling I, Thiemann G, Richardson E. Quantitative Support for a Subjective Fatness Index for Immobilized Polar Bears. *J Wildl Manage.* 2008; (72):568–74.

Straus W. The principles of classification and a classification of Mammals. By George Gaylord Simpson. *Bull. Am J Phys Anthropol.* 1946; (4):243–8.

Summers L, Clingerman K, Yang X. Validation of a body condition scoring system in rhesus macaques (*Macaca mulatta*): assessment of body composition by using dual-energy X-ray absorptiometry. *J Am Assoc Lab Anim Sci.* 2012; (51):88–93.

- Sundman A-S, van Poucke E, Svensson Holm A-C, Faresjö Å, Theodorsson E, Jensen P, Roth L. Long-term stress levels are synchronized in dogs and their owners. *Sci Rep*. 2019; (1):1–7.
- Sutherland W, Pullin A, Dolman P, Knight T. The need for evidence-based conservation. *Trends Ecol Evol*. 2004;19 (6):305–8.
- Tan H, Ong S, Langat G, Bahaman A, Sharma R, Sumita S. The influence of enclosure design on diurnal activity and stereotypic behaviour in captive Malayan Sun bears (*Helarctos malayanus*). *Res Vet Sci*. 2013;94 (2):228–39.
- Taylor J, Mustoe A, Hochfelder B, French J. Reunion behavior after social separation is associated with enhanced HPA recovery in young marmoset monkeys. *Psychoneuroendocrinology*. 2015; (57):93–101.
- Terio K, Citino S, Brown J. Fecal cortisol metabolite analysis for noninvasive monitoring of adrenocortical function in the cheetah (*Acinonyx jubatus*). *J Zoo Wildl Med*. 1999; (30):484–91.
- Terwissen C, Mastromonaco G, Murray D. Influence of adrenocorticotrophin hormone challenge and external factors (age, sex, and body region) on hair cortisol concentration in Canada lynx (*Lynx canadensis*). *Gen Comp Endocrinol*. 2013; (194):162–7.
- Thelen, A. Zusammenhang zwischen Haltungsformen, Verhaltensstörungen und Erkrankungen bei Pferden unterschiedlicher Verwendungsrichtung. Dissertation. Gießen, 2014.
- Thoisy, B. et al. Tapir Veterinary Manual 2nd Edition. Antwerpen, 2014.
- Thomsen P, Houe H. Cow mortality as an indicator of animal welfare in dairy herds. *Res Vet Sci*. 2018; (1):239–43.
- Tilson. AZA Tiger Species Survival Plan. Tiger Care Manual. Association of Zoo and Aquariums. Silver Spring, MD., 2016.
- Tjørnelund K, Jonsson L, Kortegaard H, Arnbjerg J, Nielsen S, Bertelsen M. Dental Lesions in the lowland Tapir (*Tapirus terrestris*). *J Zoo Wildl Med*. 2015; (2):363–6.
- Touma C, Palme R. Measuring fecal glucocorticoid metabolites in mammals and birds: the importance of validation. *Ann N Y Acad Sci*. 2005; (1046):54–74.
- Trapp, J. Einfluss von Haltungsbedingungen im Zoo auf endokrine Stressparameter bei Zebras. Dissertation. Leipzig, 2011.
- Turner J, Tolson P, Hamad N. Remote assessment of stress in white rhinoceros (*Ceratotherium simum*) and black rhinoceros (*Diceros bicornis*) by measurement of adrenal steroids in feces. *J Zoo Wildl Med*. 2002; (33):214–21.

- van den Houten, T., 2011. International Elephant and Rhino Conservation and Research Symposium. Online im WWW: <https://nagonline.net/3877/body-condition-scoring/> (29.3.2019).
- van Horn R, Sutherland-Smith M, Bracho Sarcos A, Thomas G, Shanks J, Owen M. The Andean bear alopecia syndrome may be caused by social housing. *Zoo Biol.* 2019; (38):434–41.
- van Meter P, French J, Dloniak S, Watts H, Kolowski J, Holekamp K. Fecal glucocorticoids reflect socio-ecological and anthropogenic stressors in the lives of wild spotted hyenas. *Horm Behav.* 2009; (55):329–37.
- Vasconcellos A, Chelini M-O, Palme R, Guimarães M, Oliveira C, Ades C. Comparison of two methods for glucocorticoid evaluation in maned wolves. *Pesqui Vet Bras.* 2011; (31):79–83.
- Vasseur E. Optimizing outcome measures of welfare in dairy cattle assessment. *J Anim Sci.* 2017; (95):1365–71.
- Vaz J, Narayan E, Dileep Kumar R, Thenmozhi K, Thiyagesan K, Baskaran N. Prevalence and determinants of stereotypic behaviours and physiological stress among tigers and leopards in Indian zoos. *PloS one.* 2017; (12):1-27.
- Velmurugan S, Prabhakar S, Ghuman S. Effect of dexamethasone administration on cortisol concentration and biochemical profile in buffaloes suffering from dystocia. *Anim Reprod Sci.* 2002; (2):233–9.
- Vicino G, Marcacci E. Intensity of play behavior as a potential measure of welfare. A novel method for quantifying the integrated intensity of behavior in African elephants. *Zoo Biol.* 2015; (34):492–6.
- Vickery S, Mason G. Behavioral Persistence in Captive Bears: Implications for Reintroduction. *JSTOR.* 2003; (14):35–53.
- Vickery S, Mason G. Stereotypic behavior in Asiatic black and Malayan sun bears. *Zoo Biol.* 2004; (23):409–30.
- Villiers M de, van Jaarsveld A, Meltzer D, Richardson P. Social dynamics and the cortisol response to immobilization stress of the African wild dog, *Lycaon pictus*. *Horm Behav.* 1997; (31):3–14.
- Vitale A, R. Calisi, C. Carere T, J. C. Ha, R. Hubrecht, D. Jennings, N. Metcalfe, A. T, A. Smith and L. Sneddon. Guidelines for the treatment of animals in behavioural research and teaching. *Anim Behav.* 2018; (135):1–10.
- Wade C, Ortiz R. Urinary excretion of cortisol from rhesus monkeys (*Macaca mulatta*) habituated to restraint. *Contemp Top Lab Anim Sci.* 1997; (5):55–7.

- Wald R, Pauka I, Viehmann M, Möstl E. Speichelcortisolmessungen bei Absetzferkeln nach zwei Stressoren. *Praktische Tierarzt*. 2015; (96):822–6.
- Walther F. Zum Kampf- und Paarungsverhalten einiger Antilopen. *Zeitschrift für Tierpsychologie*. 1958; (15):340–80.
- Wark J, Amendolagine L, Lukas K, Kuhar C, Dennis P, Snowdon C, Schoffner T, Schook M. Fecal glucocorticoid metabolite responses to management stressors and social change in four species of callitrichine monkeys. *J Primatol*. 2016; (57):267–77.
- Washburn B, Millspaugh J, Schulz J, Jones S, Mong T. Using fecal glucocorticoids for stress assesment in mourning doves. *Condor*. 2003; (105):696.
- Wasser S, Davenport B, Ramage E, Hunt K, Parker M, Clarke C, Stenhouse G. Scat detection dogs in wildlife research and management: application to grizzly and black bears in the Yellowhead Ecosystem, Alberta, Canada. *Can J Zool*. 2004; (82):475–92.
- Wasser S, Hunt K, Brown J, Cooper K, Crockett C, Bechert U, Millspaugh J, Larson S, Monfort S. A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. *Gen Comp Endocrinol*. 2000; (120):260–75.
- Watters J. Searching for behavioral indicators of welfare in zoos. *Uncovering anticipatory behavior*. *Zoo Biol*. 2014; (33):251–6.
- Watters J, Margulis S, Atsalis S. Behavioral monitoring in zoos and aquariums: a tool for guiding husbandry and directing research. *Zoo Biol*. 2009; (28):35–48.
- Wehnelt, S., Beyer, P.-K. *Ethologie in der Praxis*. 1. Aufl. Fürth, 2002.
- Weilnböck, G. Zur Stressbelastung des Rehwilds (*Capreolus capreolus*) beim Fang mit der Kastenfalle. Dissertation. München, 2013.
- Weingrill T, Gray D, Barrett L, Henzi S. Fecal cortisol levels in free-ranging female chacma baboons: relationship to dominance, reproductive state and environmental factors. *Horm Behav*. 2004;45 (4):259–69.
- Weiss D., Helmreich S., Mostl E., Dzidic A., Bruckmaier R. M. Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking. *J Anim Sci*. 2004; (85):563–70.
- Wells D. A note on the influence of visitors on the behaviour and welfare of zoo-housed gorillas. *Appl Anim Behav Sci*. 2005; (93):13–7.
- Whilde J, Marples N. The behavior of a zoo-housed infant orangutan after the death of its mother. *Zoo Biol*. 2011; (30):205–11.

Whitten P, Stavisky R, Aureli F, Russell E. Response of fecal cortisol to stress in captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Am J Primatol.* 1998; (44):57–69.

Wiedner E, Lindsay W, Isaza R. Management of Zebras and Zebra Hybrids (Zebroids). *Compend Contin Educ Vet.* 2012; (34):9.

Wielebnowski N, Fletchall N, Carlstead K, Busso J, Brown J. Noninvasive assessment of adrenal activity associated with husbandry and behavioral factors in the North American clouded leopard population. *Zoo Biol.* 2002; (21):77–98.

Wilburs, A., 2005. Potbellied Pig Body Score. Pigs Symposium in Knoxville Tennessee. Online im WWW: <https://nagonline.net/3877/body-condition-scoring/> (6.5.2019).

Wildmann E, Jones G, Wagner P, Boman R, Troutt Jr. H, Lesch T. A Dairy Cow Body Condition Scoring System and Its Relationship to Selected Production Characteristics. *Diary Sci.* 1982; (65):495–501.

Wirthgen E, Kunze M, Goumon S, Walz C, Höflich C, Spitschak M, Brenmoehl J, Kanitz E, Tuchscherer M, Otten W, Gimsa U, Schön P, Manteuffel C, Tuchscherer A, Pfuhl R, Metges C, Stabenow B, Erdmann S, Schluricke K, Faucitano L, Hoeflich A. Interference of stress with the somatotrophic axis in pigs - lights on new biomarkers. *Sci Rep.* 2017; (7):1–13.

Wobschall, A. Sensorbasierte Analyse des Fress- und Wiederkauverhaltens von Kühen. Dissertation. Berlin, 2017.

Wolf T, Valades G, Simelane P, Bennett N, Ganswindt A. The relationship between physical injury, body condition and stress-related hormone concentrations in free-ranging giraffes. *Wildlife Biol.* 2018; (1):1–8.

Wudy S, Schuler G, Sanchez-Guijo A, Hartmann M. The art of measuring steroids: Principles and practice of current hormonal steroid analysis. *J Steroid Biochem Mol Biol.* 2018; (179):88–103.

Xiang L, Sunesara I, Rehm K, Marshall G. Hair Cortisol Concentrations Are Associated with Hair Growth Rate. *Neuroimmunomodulation.* 2016; (23):287–94.

Yamanashi Y, Morimura N, Mori Y, Hayashi M, Suzuki J. Cortisol analysis of hair of captive chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Gen Comp Endocrinol.* 2013; (194):55–63.

Yamanashi Y, Teramoto M, Morimura N, Hirata S, Inoue-Murayama M, Idani G. Effects of Relocation and Individual and Environmental Factors on the Long-Term Stress Levels in Captive Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Monitoring Hair Cortisol and Behaviors. PloS one.* 2016; (11):1-22.

- Yamanashi Y, Teramoto M, Morimura N, Nogami E, Hirata S. Social relationship and hair cortisol level in captive male chimpanzees (*Pan troglodytes*). *J Primatol.* 2018; (59):145–52.
- Yeates J, Main D. Assessment of positive welfare. A review. *Vet J.* 2008; (175):293–300.
- Young K, Walker S, Lanthier C, Waddell W, Monfort S, Brown J. Noninvasive monitoring of adrenocortical activity in carnivores by fecal glucocorticoid analyses. *Gen Comp Endocrinol.* 2004; (137):148–65.
- Young, S. *Zoo and Wild Animal Medicine.* Melbourne, 2004.
- Yun J, Bjorkman S, Poytakangas M, Peltoniemi O. The effects of ovarian biopsy and blood sampling methods on salivary cortisol and behaviour in sows. *Res Vet Sci.* 2017; (114):80–5.
- Zaragoza F, Ibáñez M, Mas B, Laiglesia S, Anzola B. Redalyc. Influence of environmental enrichment in captive chimpanzees (*Pan troglodytes* spp.) and gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*): behavior and faecal cortisol levels. *Rev Cient.* 2011; (5):447–56.
- Zhang S, Cui Z, Zhang Y, Wang B, Zhu M, Lu J, Wang Z. Low-ranking individuals present high and unstable fecal cortisol levels in provisioned free-ranging adult male rhesus macaques (*Macaca mulatta*) during the birth season in a mountain area of northern China. *J Primatol.* 2018; (6):517–22.
- Zielke L, Wrage-Mönnig N, Müller J. Development and Assessment of a Body Condition Score Scheme for European Bison (*Bison bonasus*). *Animals.* 2018; (8):1–10.

10. Danksagung

Zunächst möchte ich herzlich Herrn Prof. Dr. Uwe Truyen für die Vermittlung des Themas und seine Unterstützung bei der Planung und Durchführung meiner Dissertation danken.

Besonderer Dank gilt Herr Prof. Dr. Jörg Junhold und Dr. Andreas Bernhard für die Idee der Thematik, die Geduld und das offene Ohr. Ohne die finanzielle Unterstützung des Zoo Leipzig in Kooperation mit dem Freundeskreis Tiermedizin wäre die Anfertigung meiner Arbeit nicht möglich gewesen.

Mein Dank gilt Frau Dr. Stephanie Speck für die Kontaktvermittlung zum Leibniz Institut für Zoo- und Wildtierforschung Berlin, welcher wichtig für die Literaturbeschaffung war.

Zudem Danke ich Herrn Dr. Gerd Möbius, der mir den Kontakt zu Herrn Dr. Udo Ganßloser ermöglichte. Dr. Ganßloser ermöglichte mir den Einblick in die theoretische und praktische Ethologie.

Nicht zuletzt möchte ich mich bei meiner Familie und meinen Freunden aufrichtig bedanken, die mich seit Beginn meines Studiums begleitet haben.

Dank gilt meiner verstorbenen Großmutter, die zeit ihres Lebens an meinem Traum Tierarzt zu werden geglaubt und mich immer unterstützt hat.