

**Paradoxer Schlaf als Parameter zur  
Messung der Stressbelastung bei  
Giraffen (*Giraffa camelopardalis*)**

**Dissertation**

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaften

vorgelegt beim Fachbereich Biowissenschaften  
der Johann Wolfgang Goethe-Universität  
in Frankfurt am Main

von  
Florian Sicks  
aus Bad Homburg

Frankfurt 2012  
D 30

Vom Fachbereich Biowissenschaften der  
Johann Wolfgang Goethe-Universität als Dissertation angenommen.

Dekan: Prof. Dr. Anna Starzinski-Powitz

Gutachter: Prof. Dr. Günther Fleissner, Prof. Dr. Manfred Kössl,  
Dr. Klaus Scheibe

Tag der Disputation: 7. Februar 2013

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>1</b>
1.1 FRAGESTELLUNG UND ZIELE.....	3
<b>2. STAND DER FORSCHUNG .....</b>	<b>5</b>
2.1 ANGEWANDTE CHRONOBIOLOGIE IN DER ZOOTIERHALTUNG.....	5
2.2 SCHLAF UND SCHLAFSTADIEN .....	7
2.3 STRESS .....	12
2.4 STRESS UND SCHLAF .....	16
2.5 DIE BIOLOGIE DER GIRAFFE.....	20
2.5.1 Taxonomie und Phylogenie .....	21
2.5.2 Morphologie .....	23
2.5.3 Physiologie.....	27
2.5.4 Verbreitung und Lebensraum .....	28
2.5.5 Nahrung und Nahrungsaufnahme .....	29
2.5.6 Verhalten .....	32
2.5.7 Fortpflanzung.....	36
2.5.8 Giraffen in Menschenobhut.....	40
2.6 DIE GIRAFFE ALS MODELLTIER FÜR NON-INVASIVE SCHLAF- UND STRESSUNTERSUCHUNGEN.....	41
2.6.1 Schlaf von Giraffen .....	41
2.6.2 Stress bei Giraffen.....	46

---

<b>3. MATERIAL UND METHODE .....</b>	<b>49</b>
3.1. BEOBACHTETE GIRAFFEN.....	49
3.2. BEOBACHTUNGSORTE.....	51
3.3. BEOBACHTUNG DES SCHLAFVERHALTENS .....	62
3.3.1 Infrarot-Videoüberwachungsanlage .....	62
3.3.2 Registrierte Verhaltensweisen.....	66
3.3.3 Beobachtungsmethode .....	68
3.3.4 Auswertung.....	69
3.3.5 Beobachtungszeiträume.....	69
3.4. HORMONANALYSEN .....	75
3.4.1 Probensammlung und Aufbewahrung .....	76
3.4.2 Probenanalyse.....	77
3.4.3 Biologische Validierung.....	77
3.4.4 Zuordnung der Schlaf- und Liegedauer mit der 11,17-DOA-Konzentration im Kot einer Giraffe.....	78
3.5. STATISTISCHE AUSWERTUNG UND DIAGRAMME .....	78
<b>4. ERGEBNISSE .....</b>	<b>80</b>
4.1. ALLGEMEINE BEOBACHTUNGEN ZUM LIEGE- UND SCHLAFVERHALTEN DER GIRAFFE .....	80
4.1.1 Juvenile Giraffen.....	80
4.1.2 Subadulte Giraffen.....	85
4.1.3 Adulte Giraffen .....	90
4.1.4 Gealterte Giraffen.....	92
4.1.5 Vergleich der Altersgruppen.....	94
4.2. VERGLEICH DES SCHLAF- UND LIEGEVERHALTENS VON JG UND JG DNS.....	100
4.3. LIEGE- UND SCHLAFVERHALTEN NACH TRANSPORTEN.....	108



---

4.3.1 Liegeverhalten von Giraffen vor und nach einem Transport.....	108
4.3.2 Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot von Giraffen vor und nach deren Transport.....	118
4.3.3 Vergleich der 11,17-DOA-Konzentrationen mit dem Liege- und Schlafverhalten der Giraffen vor und nach den jeweiligen Transporten.....	127
4.4 EINFLUSS VON VERÄNDERUNGEN IN DER HERDENSTRUKTUR AUF DAS SCHLAF- UND LIEGEVERHALTEN.....	138
4.4.1 Einfluss des Todes einer Giraffe auf das Liege- und Schlafverhalten der übrigen Herdenmitglieder.....	138
4.4.2 Reaktionen des Muttertieres auf die Separierung ihres Jungtieres .....	151
4.4.3 Reaktionen der Herdenmitglieder auf die Geburt eines Jungtieres .....	157
4.5 EINFLUSS DER GEBURT EINES JUNGTIERES AUF DAS SCHLAF- UND LIEGEVERHALTEN DES MUTTERTIERES.....	167
4.6 EINFLUSS SONSTIGER STRESSOREN AUF DAS LIEGE- UND SCHLAFVERHALTEN DER GIRAFFE GREGOR.....	170
<b>5. DISKUSSION .....</b>	<b>177</b>
5.1 SCHLAF- UND LIEGEVERHALTEN VON GIRAFFEN UNTER NORMALBEDINGUNGEN.....	177
5.1.1 „Normalbedingungen“ als Referenzwerte .....	177
5.1.2 Das circadiane Aktivitätsmuster von Giraffen unter Normalbedingungen.....	177
5.1.3 Die Liegedauer von Giraffen unter Normalbedingungen.....	178
5.1.4 Paradoxe Schlaf von Giraffen unter Normalbedingungen .....	180
5.2 VERGLEICHENDE BETRACHTUNG DES PARADOXEN SCHLAFS BEI GESUNDEN UND KRANKEN JUVENILEN GIRAFFEN.....	184
5.3 STRESS- UND SCHLAFVERHALTEN VON GIRAFFEN NACH TRANSPORTEN....	189
5.3.1 Anstieg der 11,17-Dioxoandrostan-Konzentration im Kot der Giraffen in Folge eines Transports.....	189
5.3.2 Verändertes Liege- und Schlafverhalten nach Transporten.....	192

5.4	EINFLUSS VON VERÄNDERUNGEN DER HERDENSTRUKTUR AUF DAS LIEGE- UND SCHLAFVERHALTEN VON GIRAFFEN .....	200
5.4.1	Reaktionen der Herdenmitglieder auf den Tod des Giraffenbullens George.....	201
5.4.2	Reaktionen eines Muttertieres auf die Separierung ihrer Jungtiere.....	204
5.4.3	Reaktionen der Herdenmitglieder auf die Geburt eines Jungtieres .....	206
5.5	EINFLUSS DER GEBURT EINES JUNGTIERES AUF DAS LIEGE- UND SCHLAFVERHALTEN DES MUTTERTIERES.....	207
5.6	EINFLUSS ZUSÄTZLICHER STRESSOREN AUF DAS LIEGE- UND SCHLAFVERHALTEN VON GIRAFFEN .....	209
5.7	DISKUSSION DER METHODE .....	212
5.7.1	Eignung des Beobachtungszeitraums und der Beobachtungsmethode.....	212
5.7.2	In der PS-Stellung haben Giraffen paradoxen Schlaf.....	215
5.7.3	Sammelprozedere und Analyse der Kotproben.....	217
5.7.4	Zuordnung der 11,17-Dioxoandrostan-Konzentration zu den Verhaltensdaten.. ..	218
<b>6.</b>	<b>ABSCHLIEßENDE DISKUSSION .....</b>	<b>220</b>
6.1	VOR- UND NACHTEILE DES PARADOXEN SCHLAFS ALS PARAMETER ZUR BESTIMMUNG VON STRESS BEI GIRAFFEN .....	220
6.2	DIFFERENZIERUNG UNTERSCHIEDLICHER STRESSTYPEN MIT HILFE DES PARADOXEN SCHLAFS.....	224
6.3	DER PARADOXE SCHLAF – EIN UNIVERSELLER PARAMETER ZUR BESTIMMUNG VON STRESS? .....	227
<b>7.</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>230</b>
<b>8.</b>	<b>LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>232</b>
<b>9.</b>	<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>256</b>
<b>10.</b>	<b>DANKSAGUNG .....</b>	<b>258</b>
<b>11.</b>	<b>LEBENS LAUF .....</b>	<b>260</b>

# 1. Einleitung

Tierhaltung ist ein zentraler Bestandteil der menschlichen Kultur. Derzeit werden nach Angaben der United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) weltweit etwa 19 Milliarden Nutztiere gehalten (zitiert nach HILL & BROOM 2009). Vergleichsweise klein erscheint dagegen mit etwa 1,8 Millionen Tieren die Anzahl der Individuen, die in Zoologischen Gärten gepflegt werden. Während in der Nutztierhaltung jedoch nur einige wenige, in der Regel domestizierte Tierarten zu finden sind, werden in den Zoos der Welt etwa 10.000 verschiedene Spezies mit ganz unterschiedlichen Haltungsansprüchen gezeigt (WAZA 2005a).

Die wesentlichen rechtlichen Vorschriften für die Haltung von Tieren sind im Deutschen Tierschutzgesetz festgeschrieben. Dieses hat den Zweck „aus der Verantwortung des Menschen für das Tier als Mitgeschöpf dessen Leben und Wohlbefinden zu schützen“ (§1 TierSchG). Neben diesen rechtlichen Vorgaben hat sich in der Zootierhaltung gezeigt, dass nur ein hohes Maß an Wohlbefinden die Grundlage für ein langes und gesundes Leben der Individuen bilden kann, was wiederum für den Aufbau zukunftsfähiger Teilpopulationen unabdingbar ist. Daher fordert der Weltverband der Zoos und Aquarien (WAZA) in der Welt-Zoo- und Aquarium-Naturschutzstrategie seine Mitglieder auf, sie sollen „ständig das Wohlbefinden der gehaltenen Tiere überprüfen und verbessern“ (WAZA 2005b)<sup>1</sup>.

Der in beiden Texten wichtige Begriff des „Wohlbefindens“<sup>2</sup> bezeichnet nach BROOM (1986) die Fähigkeit eines Individuums, auf Herausforderungen seiner Umwelt zu reagieren. Diese, wenn auch sehr allgemein gehaltene aber weitgehend akzeptierte Definition besagt, dass das Wohlbefinden eines Individuums zufriedenstellend ist, wenn es sich mit geringem Aufwand an seine Umwelt anpassen kann. Gelingt ihm dies nicht, so ist sein Wohlbefinden gering. Die wissenschaftliche Messung des Wohlbefindens ist

---

<sup>1</sup> Englischer Originaltext: „continually reviewing and improving the welfare of captive animals“ (WAZA 2005a).

<sup>2</sup> In der englischsprachigen Fachliteratur meist als „animal welfare“ bezeichnet

problembehaftet. Da die verschiedenen Tierarten und Individuen ganz unterschiedliche Bedürfnisse haben und somit kein für alle Tiere universell gültiger Zustand des Wohlbefindens beschrieben werden kann, kann es auch keine universelle Reaktion auf eine Bedrohung des individuellen Wohlbefindens geben (DAWKINS 2001). Aus diesem Grund ist es notwendig, möglichst viele Parameter bei der Beurteilung des Wohlbefindens eines Individuums einzubeziehen (DAWKINS 2006).

Zur Beurteilung des Wohlbefindens wird oft die Messung der Stressbelastung eines Tieres herangezogen. Hierbei spielen sowohl physiologische Parameter als auch Verhaltensbeobachtungen eine wichtige Rolle: Der in Zoologischen Gärten am häufigsten untersuchte physiologische Parameter ist die non-invasive Messung der Glucocorticoidmetaboliten-Konzentration im Kot der Tiere (BROOM & JOHNSON 2000). Glucocorticoide, allgemein auch als Stresshormone bezeichnet, sind in der Lage, die Reaktion eines Tieres auf einen bestimmten Stressor abzubilden (PALME 1997). Jedoch ist bekannt, dass Glucocorticoide nur einen kleinen Ausschnitt eines komplexen Systems der hormonellen Stressantwort darstellen und darüber hinaus in einer Vielzahl allgemein als positiv bewerteter Situationen ausgeschüttet werden, beispielsweise bei der Paarung oder beim Spiel (MANSER 1992). So kann sich Stress sowohl positiv als auch negativ auf das Wohlbefinden auswirken. Um positiven Stress (Eustress) von negativem Stress (Distress) unterscheiden zu können, ist es notwendig, weitere Parameter zur Bewertung des Wohlbefindens bzw. der Stressbelastung eines Tieres heranzuziehen und zu entwickeln.

Das Verhalten eines Tieres und insbesondere die Fähigkeit, sich Veränderungen in der Umwelt anzupassen, bilden einen regulativen Mechanismus, der dem Tier hilft, die Homöostase seiner physiologischen Parameter aufrechtzuerhalten und stellen somit eine wichtige Stressbewältigungs-Strategie dar. Es ist daher zielführend Verhaltensstudien durchzuführen, die Änderungen im Verhalten des Tieres als Reaktion auf Änderungen in seiner Umwelt erfassen (HILL & BROOM 2009). Die Chronoethologie verfolgt diesen Ansatz, indem sie Änderungen des Zeitmusters im Verhalten eines Tieres registriert und nach Kriterien der Befindlichkeit bewertet (FLEISSNER 2003, BENESCH ET AL. 2005b, SICKS 2005, SCHUBERT 2006, BENESCH ET AL. 2008). Neben Reaktionen auf

Umweltreignisse erfasst sie auch endogen bedingte Veränderungen wie z.B. bei einer Schwangerschaft oder bei der Entwicklung krankhafter Prozesse. Das Schlafverhalten könnte bei diesen Untersuchungen eine herausragende Rolle spielen, denn schon länger sind vielschichtige Wechselwirkungen zwischen Schlafrhythmik, Stressbelastung und Wohlbefinden bei Mensch und Tier bekannt (KANT ET AL. 1995, SANFORD ET AL. 2003a, Steiger 2007). Umso erstaunlicher ist es, dass der Schlaf bislang kaum für die Beurteilung des Wohlbefindens von Zoo- und Nutztieren herangezogen worden ist (RUSHEN 2000). Dies ist nicht zuletzt auf die Schwierigkeit zurückzuführen, Schlaf bzw. Schlafstadien mit Hilfe von Verhaltensbeobachtungen zeitlich exakt zu erfassen, ohne dabei auf Messungen des Elektroenzephalogramms (EEG) zurück zu greifen.

Die Giraffe erscheint aufgrund ihrer charakteristischen Schlafposition und ihrer hohen Sensibilität gegenüber Umweltveränderungen als ein geeignetes Modelltier, um die Wechselwirkungen von Schlafverhalten und Stressbelastung zu erforschen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher zu hinterfragen, inwiefern die Chronoethologie des Schlafverhaltens als ergänzender Parameter dienen kann, um Stress und Wohlbefinden von zoolebenden Giraffen zu erkennen.

## **1.1 Fragestellung und Ziele**

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es zu überprüfen, ob paradoxer Schlaf (PS) als Parameter zur Bestimmung von Stress bei Giraffen dienen kann. Aufgrund ihrer einzigartigen Anatomie nimmt die Giraffe während des PS eine charakteristische Schlafstellung ein, die mit Hilfe von Videotechnik zeitlich exakt und ohne Beeinträchtigung der Tiere erfasst werden kann. Da die Giraffe zudem als stressempfindlich gilt, eignet sie sich in idealer Weise als Modelltier der skizzierten Fragestellung.

Um stressbedingte Veränderungen im PS-Muster erkennen zu können, sollen die Giraffen zunächst unter Normalbedingungen beobachtet werden, um hieraus Referenzwerte für Giraffen unterschiedlichen Alters zu generieren. Anschließend werden

unterschiedliche als stressintensiv einzustufende Situationen wie Nahrungsmangel, Transport, Veränderungen in der Herdenstruktur, Auswirkungen einer Geburt auf das Muttertier sowie verschiedene singuläre Ereignisse hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das PS-Muster der Giraffen untersucht und den Referenzwerten gegenübergestellt.

Da die PS-Dauer als Parameter zur Bestimmung von Stress bislang weitgehend unerforscht ist, wird eine weitere in der Stressforschung seit Jahren etablierte Methode, die Messung der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot mittels eines Enzymimmunoassays, angewendet, um die Ergebnisse zur PS-Dauer in ihrer Aussagekraft bewerten zu können. Diese bereits bei verschiedenen Wiederkäuern erfolgreich angewandte Methode wird im Rahmen dieser Arbeit erstmalig für Giraffen getestet.

## 2. Stand der Forschung

### 2.1 Angewandte Chronobiologie in der Zootierhaltung

Leben ist Rhythmus. Die periodische Bewegung der Planeten um die Sonne unterteilt die Zeit auf der Erde in regelmäßig wiederkehrende Jahre, Monate und Tage. Diese Periodizitäten vorauszuahnen stellt für Organismen einen großen Selektionsvorteil dar, der wohl die Evolution der „inneren Uhr“ bewirkte (ASCHOFF 1981, populärwissenschaftlich bei SPORK 2004). Die inneren Uhren machen den Organismus weitgehend unabhängig von externen Stimuli und bereiten ihn auf periodisch wiederkehrende Veränderungen in seiner Umwelt vor (DUNLAP ET AL. 2003). Daher findet man innere Uhren in allen eukaryotischen Lebewesen. Sie steuern als genetisch definiertes Programm physiologische Prozesse auf allen organisatorischen Ebenen – von der zellulären (HONG & TYSON 1997) über die neuronale (FLEISSNER & FLEISSNER 1978) bis hin zur Ebene des Verhaltens (DAAN & ASCHOFF 1975, ZWICKY 1970).

Unter konstanten Umweltbedingungen laufen innere Uhren mit einer endogen gesteuerten Periodenlänge. Diese Periodenlänge umfasst bei circadianen Rhythmen immer nur ungefähr (lat. *circa*) die Dauer eines Tages (lat. *dies*), weicht also auf eine für jede Tierart und jedes Individuum typische Weise von 24 Stunden ab. Daher haben die circadianen Rhythmen für Organismen nur dann einen Nutzen, wenn sie mit der Umwelt synchronisiert werden können (ASCHOFF 1958, 1981, BÜNNING 1977, WINFREE 1988). Verschiedene Umwelteinflüsse bestimmen somit als synchronisierende Zeitgeber die Phasenlage der endogenen Rhythmen (ASCHOFF 1954). Als Zeitgeber können alle periodisch auftretenden Reize wie täglicher Hell-Dunkel-Wechsel, Mondphase, Temperaturänderungen, aber auch soziale Zeitgeber wie z.B. regelmäßig wiederkehrende Aktivitäten oder sogar Lautäußerungen von Artgenossen oder künstliche Zeitgeber wie regelmäßige Fütterungen dienen. Im Zusammenhang mit dem Wechsel von Ruhe- und Aktivitätsphasen vieler Tiere, der einem circadianen Rhythmus folgt, wird Licht als der wirksamste Zeitgeber betrachtet (PITTENDRIGH & MINIS 1960). Dabei sind weniger die Größen der Lichtintensitätsstufen als vielmehr die

dämmerungsartigen Übergänge zwischen Hell und Dunkel relevant. Man kann hier von "natürlichen Zeitgebern" sprechen (FLEISSNER & FLEISSNER 1993, LÜTTGEN 1993, FLEISSNER & FLEISSNER 1998, BOULOS ET AL. 2002). Häufig treten neben einem solchen phasenbestimmenden aktuellen Zeitgeber weitere latente Zeitgeber in der Umwelt auf, die bei ähnlichen Reizintensitäten einen regelrechten „Wettstreit der Zeitgeber“ auslösen können (ASCHOFF 1958). Dies macht es oftmals schwierig, den synchronisierenden Zeitgeber eindeutig zu identifizieren. Ein Charakteristikum der Zeitgeber ist, dass ihr Effekt häufig nicht schon beim ersten Auftreten erkennbar ist, sondern der Organismus mehrere Perioden benötigt, um entsprechende Reaktionen zu zeigen. Der zeitgebende Effekt bleibt über das Ende des Zeitgebers hinaus erhalten (ASCHOFF 1960). Auf diese Weise lässt sich ein Zeitgeber gut von einem Reiz unterscheiden, der eine sogenannte „Maskierung“ bewirkt. Im Falle einer Maskierung tritt die auf den auslösenden Reiz erfolgende Reaktion meist unmittelbar ein, verschwindet jedoch auch sofort wieder mit dem Ausbleiben des Maskierungsfaktors, ohne einen phasenverschiebenden Effekt zu hinterlassen. Somit kann eine Maskierung im Gegensatz zum Zeitgeber nicht vom Organismus antizipiert werden (RIETVELD ET AL. 1993). Bei Tieren in Menschenobhut treten Maskierungen bedingt z.B. durch das Pflegemanagement und die Aktivitäten von Besuchern relativ häufig auf (SCHUBERT 2006, BENESCH 2007).

„Die“ innere Uhr ist in Wirklichkeit ein Gefüge aus zahlreichen inneren Uhren, die als Multioszillatorsystem zusammenwirken. Gerät dieses System aus seinem normalen zeitlichen Bezug zwischen den einzelnen Rhythmen, dann spricht man von „interner Desynchronisation“. Im Alltag taucht dieses Phänomen häufig im Zusammenhang mit dem so genannten Jetlag auf, beispielsweise nach Interkontinentalflügen oder bei Schichtarbeit. Zwar stellt sich der Schlaf-Wachrhythmus relativ schnell, innerhalb von Tagen, auf die neuen Bedingungen ein, doch kann es mehrere Wochen dauern, bis sich die circadianen Rhythmen anderer physiologischer Vorgänge wie Blutdruck, Körpertemperatur oder Leberaktivität an die neuen Umweltbedingungen angepasst haben (LEMMER ET AL. 2002, REINBERG 2007). Häufige Desynchronisation durch wiederholte Phasenverschiebungen vermindert das Wohlbefinden und führte z.B. bei Fliegen zu einer um 25% verringerten Lebenserwartung (ASCHOFF 1971).



### ***Chronoethologie***

So wie eine Instabilität des Gefüges innerer Uhren Unwohlsein und Krankheiten zur Folge haben kann, so spiegeln sich Krankheit und Stress in veränderten Rhythmen wider. Ziel der Chronoethologie ist es anhand veränderter Verhaltensrhythmen wie beispielsweise dem des Schlaf-Wach-Rhythmus, der Futteraufnahme oder des Komfortverhaltens, Rückschlüsse auf das Wohlbefinden bzw. den Gesundheitszustand eines Tieres zu ziehen. Bei der Beurteilung von Rhythmusänderungen wird als Vergleich das sogenannte „Referenzaktogramm“ zugrunde gelegt, das dem ungestörten Aktogramm eines Tieres unter den gegebenen Haltungsbedingungen entspricht. Abweichungen vom Referenzaktogramm konnten bislang Krankheiten, sozial- und managementbedingten Stress, Trächtigkeiten sowie Geburtstermine frühzeitig anzeigen (SEBISCH ET AL. 1997, SCHEIBE ET AL. 1999, SEIDEL ET AL. 1999, BERGER ET AL. 2003, FLEISSNER 2003, BENESCH ET AL. 2005a, BENESCH ET AL. 2005b, SICKS 2005, SCHUBERT 2006, BLAUM 2007, BENESCH ET AL. 2008).

Dem Schlafverhalten, das insbesondere von endogenen Faktoren mit typischem Zeitmuster gesteuert wird und somit von den Tieren selbst nur begrenzt beeinflussbar ist, kann bei der Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren eine besonders wichtige Rolle zukommen.

## **2.2 Schlaf und Schlafstadien**

Schlaf ist definiert über bestimmte Wellen im EEG (und den dabei typischerweise unterscheidbaren Phasen wie z.B. REM-Schlaf, Delta-Schlaf etc.). Darüber hinaus umfasst er weitere Charakteristika wie eine typische Schlafposition, eingeschränkte Beweglichkeit, eine erhöhte Weckschwelle und eine verzögerte Rückkehr in den Wachzustand (FLANIGAN 1972). TOBLER (1985) fügte dem noch weitere Eigenschaften hinzu u.a. einen Rebound-Effekt, der nach Schlafentzug („Schlafdeprivation“) auftritt, d.h. im Folgeschlaf wird der zuvor verloren gegangene Schlaf nachgeholt („Schlafkompensation“). Legt man diese Kriterien zu Grunde, so konnte bislang bei allen untersuchten Tierarten Schlafverhalten beobachtet werden. Wie lebenswichtig Schlaf für die Körperfunktionen und das Wohlbefinden ist, zeigen Experimente mit

Schlafentzug: Dieser führte z.B. bei Ratten zu schwerwiegenden physiologischen Folgen und nach einem Zeitraum von zwei bis drei Wochen sogar zum Tod (RECHTSCHAFFEN ET AL. 1983, EVERSON ET AL. 1989).

Dabei ist Schlaf kein statischer Zustand, sondern ein rhythmisch organisierter Prozess. Der Mensch durchläuft während des Schlafs fünf verschiedene Schlafphasen, die gemeinsam einen Schlafzyklus bilden, der etwa alle 90 Minuten von vorne beginnt. Die Zusammensetzung der Schlafphasen innerhalb eines Schlafzyklus variiert im Laufe einer Nacht und ist zusätzlich von Faktoren wie Alter oder Müdigkeit abhängig (FLEISSNER 2001).

Mit Hilfe des Elektroenzephalogramms (EEG) unterscheidet man heute zwischen Rapid-Eye-Movement-Schlaf (REM-Schlaf) und Non-REM-Schlaf (NREM-Schlaf). Der NREM-Schlaf wird für klinische Zwecke in vier verschiedene Schlafstadien zunehmender Schlaftiefe eingeteilt, die einander jedoch überlappen (RECHTSCHAFFEN & KALES 1968): Als „leichter Schlaf“ (engl.: light sleep) werden dabei das Einschlafstadium 1 (engl.: quiet sleep, Q) und das Schlafstadium 2 zusammengefasst. Letzteres ist ein überaus wichtiges Schlafstadium, da es mehr als die Hälfte der gesamten Schlafzeit einnimmt. Light sleep zeichnet sich durch hochfrequente Wellen aus und wird dem Tiefschlaf, Schlafstadium 3 und 4, gegenübergestellt, der durch niederfrequente Deltawellen (engl.: slow-wave sleep, SWS) im Stadium 4 charakterisiert ist (BORBÉLY 1984, STAUNTON 2005). Das typischste Merkmal des REM-Schlafs sind die namensgebenden schnellen Augenbewegungen (engl.: rapid eye movement) hinter geschlossenen Lidern (ASERINSKY & KLEITMANN 1953). Darüber hinaus ist der REM-Schlaf aber durch viele weitere Merkmale gekennzeichnet. So ist die Willkürmuskulatur während der REM-Schlafphasen weitgehend entspannt (Atonie), jedoch tritt sporadisches Zucken in verschiedenen Muskeln auf. Die durchschnittliche Herz- und Atemfrequenz sowie der systolische Blutdruck sind erhöht, und die Atmung ist unregelmäßig (SNYDER & HOBSON 1964, PHILLIPSON & BOWES 1986). Zusätzlich verliert der Organismus vorübergehend die Fähigkeit zur Thermoregulation, was zu auftretenden Körpertemperaturschwankungen führt (GLOTZBACH & HELLER 1976). Das EEG des REM-Schlafs gleicht mit seinen hochfrequenten, desynchronisierten Theta-Wellen den Wellen des Schlafstadiums Q und

dem EEG des Wachzustandes (W) und ist leicht von den niederfrequenten, synchronisierten Theta- und Delta-Wellen des SWS zu unterscheiden (BORBÉLY 1984). Die Schlafstruktur ist durch einen ultradianen Rhythmus gekennzeichnet. Gesunde Testpersonen im Alter von 20-30 Jahren erreichten bald nach dem Einschlafen den Tiefschlaf. Nach etwa 90 Minuten trat dann die erste verhältnismäßig kurze REM-Schlafphase auf und im weiteren Verlauf der Nacht wechselten sich REM-Schlaf und NREM-Schlaf ab. In der zweiten Nachthälfte trat Tiefschlaf dann nur noch selten auf und es überwog das Schlafstadium 2. Da die Länge der REM-Schlafphasen im Verlauf der Nacht zunimmt, findet sich der größte REM-Schlafanteil in der zweiten Schlafhälfte (BORBÉLY 1984).

### ***Schlaf der Säugetiere***

Diese Hauptcharakteristika für Schlaf sind in dieser oder ähnlicher Weise auch bei allen anderen untersuchten Säugetieren gefunden worden (BORBÉLY 1984, SIEGEL & HARPER 1996, STAUNTON 2005). Allerdings unterscheidet man bei Säugetieren in der Regel nur die beiden Schlafstadien SWS und REM-Schlaf und differenziert zwei Wachzustände: erhöhte Wachsamkeit (engl. alert wakefulness) und Dösen (engl. drowsiness) (RUCKEBUSCH 1972). Tiere, die dösen, sind in der Regel unbeweglich, relativ unempfindlich für äußere Reize und haben ihre Augen zumindest teilweise geöffnet (LIMA ET AL. 2005); ihr EEG gleicht einer Mischung aus Wach- und Tiefschlaf-EEG (RUCKEBUSCH 1972).

REM-Schlaf, der auch häufig Paradoxe Schlaf (PS) genannt wird, konnte bislang bei Pferden, Kühen, Schafen, Schweinen (RUCKEBUSCH 1972), Ratten, Meerschweinchen (JOUVET-MOUNIER ET AL. 1969), Hasen (PIVIK ET AL. 1986) und Affen (BERT ET AL. 1970, FREEMON ET AL. 1971) nachgewiesen werden. Abgesehen von leichten Variationen im Ausmaß der Augenbewegungen, der Muskelatonie oder der sporadischen Zuckungen zeigten bislang alle untersuchten Säugetiere REM-Schlaf (STAUNTON 2005). Nur der Große Tümmler (*Tursiops truncatus*) sowie der Amazonas-Süßwasserdelphin (*Inia geoffrensis*) bilden hier eine Ausnahme von der Regel (MUKHAMETOV ET AL. 1977, MUKHAMETOV 1987). Die im Wasser lebenden, aber Luft atmenden Säugetiere, zeigen ein unilaterales Schlafmuster. Das heißt, die Gehirnhälften können sich zeitgleich in

unterschiedlichen Aufmerksamkeitszuständen befinden. Während eine Gehirnhälfte ein synchronisiertes EEG zeigt und sich demnach im Tiefschlaf befindet, kann zeitgleich die andere Gehirnhälfte ein desynchronisiertes EEG-Muster aufweisen. Ob letztgenanntes als REM-Schlaf oder als Wachsamkeit zu deuten ist, musste jedoch bisher ungeklärt bleiben (MUKHAMETOV ET AL. 1977).

Die Architektur des Schlafes sowie die Dauer, die ein Tier schlafend verbringt, variiert von Tierart zu Tierart beträchtlich. Dabei scheint zwischen Schlafdauer und REM-Schlafanteil kein direkter Zusammenhang zu bestehen. So verbringen Fledermaus und Opossum etwa 18 bis 19 Stunden pro Tag schlafend, wovon erstere einen Anteil von vier Stunden REM-Schlaf zeigte und letzteres etwa 6,5 Stunden im REM-Schlaf verbrachte. Hingegen schlafen Pferde täglich nur etwa drei bis vier Stunden, wovon etwa eine halbe Stunde auf den REM-Schlaf entfällt. Meerschweinchen und Paviane schlafen jeweils etwa 9,5 Stunden täglich. Der REM-Schlafanteil beider Arten liegt bei etwa einer Stunde (SIEGEL 2001). Es gilt jedoch für die Tiere wie für den Menschen, dass das REM-Schlafaufkommen im frühen Lebensalter hoch ist und im Laufe der Ontogenese abnimmt. Die Höhe des REM-Schlafanteils zu Beginn des Lebens scheint dabei negativ mit dem Entwicklungszustand des Organismus zum Zeitpunkt der Geburt zu korrelieren (BORBÉLY 1984).

Wie viel Zeit ein Tier schlafend verbringt, hängt von verschiedenen Faktoren ab: Vergleichende Untersuchungen zeigten, dass Tiere mit hohem Stoffwechsel und niedriger Lebenserwartung täglich mehr Zeit schlafend verbringen als Tiere mit niedrigem Stoffwechsel und langer Lebensdauer (BORBÉLY 1984). Auch das Risiko, einem Raubtier zum Opfer zu fallen, spielt sowohl für die Länge als auch die Struktur des Schlafs eine wichtige Rolle (LIMA ET AL. 2005). Da die Weckschwelle während des REM-Schlafs sowie während des Tiefschlafs besonders hoch liegt, sind potentielle Beutetiere in diesen Schlafphasen am stärksten gefährdet. Darüber hinaus müssen sich beispielsweise Huftiere ablegen, um REM-Schlaf machen zu können, da im REM-Schlaf die Willkürmuskulatur erschlafft und die Tiere infolgedessen nicht mehr stehen können. In der liegenden Position sind sie eine noch leichtere Beute für Raubtiere (RUCKEBUSCH 1972). Die Wahl eines geeigneten Schlafplatzes kann hier schützend wirken. Sie ist von

Faktoren wie Sicherheit, Temperatur, Erreichbarkeit ertragreicher Nahrungsplätze sowie der Schlafplatzwahl anderer Tiere (Raubfeinde oder Gruppenmitglieder) abhängig. Jedoch bietet ein sicherer Schlafplatz nicht notwendigerweise auch die Möglichkeit zum tiefsten Schlaf. So kann eine weite offene Fläche zwar sicher sein, da sich nähernde Raubtiere frühzeitig erkannt werden, jedoch erlaubt ein solcher Schlafplatz überwiegend nur leichten Schlaf mit niedriger Weckschwelle. Hier kann das gemeinsame Schlafen in einer Herde mit unter den Herdenmitgliedern zeitlich aufgeteiltem Wächterdienst dem Individuum trotz relativ langem und tiefem Schlaf zusätzlichen Schutz vor Raubtieren bieten (LIMA ET AL. 2005).

Tiere können in monophasische und polyphasische Schläfer eingeteilt werden. Während monophasische Schläfer, wie der Mensch und die meisten anderen Primaten, den mit Abstand größten Teil ihres Schlafes in einer einzigen durchgehenden Schlafepisode zusammenfassen, schlafen polyphasische Schläfer, wie die Ratte oder viele andere Nagetiere, in mehreren ähnlich langen Schlafepisoden, die über den ganzen Tag verteilt liegen können. Andere Arten, wie beispielsweise viele Huftierspezies, zeigen wiederum keine klare Zugehörigkeit zu einer dieser beiden Gruppen (TOBLER 1989).

Sowohl an Labortieren (BALZAMO ET AL. 1998, STORCH ET AL. 2004) als auch an Nutztieren (HÄNNINEN ET AL. 2008) und Zootieren (TOBLER 1992, TOBLER & SCHWIERIN 1996) konnten die Aufmerksamkeitszustände Wach, REM- und NREM-Schlaf mit Hilfe von Verhaltensbeobachtungen identifiziert werden. BALZAMO ET AL. (1998) zeigten in vergleichenden Untersuchungen an Rhesusaffen (*Macaca mulatta*), dass sie mit Hilfe von Videozeitraffer-Verhaltensbeobachtungen die drei Aktivitätsphasen Wach, NREM- und REM-Schlaf, die zeitgleich per EEG-Messung bestimmt wurden, mit einer hohen Treffsicherheit erkennen konnten. Zeitrafferaufzeichnungen mit einem Bild pro Sekunde reichten hierfür aus. Auch HÄNNINEN ET AL. (2008) führten vergleichende Untersuchungen von Verhaltensbeobachtungen mit gleichzeitigen EEG-Messungen durch. In ihrer Arbeit an Kälbern erkannten sie anhand der Körperhaltung der Tiere die Gesamtzeit, die ein Kalb schlafend verbrachte, und konnten zudem zwischen REM- und NREM-Schlaf differenzieren. Bei Zootieren halfen Verhaltensbeobachtungen, die Stadien Wach, REM- und NREM-Schlaf zu unterscheiden (TOBLER 1992, TOBLER & SCHWIERIN

1996). Die Schlafphasen 1 bis 4 des NREM-Schlafs konnten bislang in keiner der genannten Studien mit Hilfe von Verhaltensbeobachtungen identifiziert werden.

## 2.3 Stress

Stress wird im Allgemeinen als eine „starke körperliche und seelische Belastung, die zu Schädigungen führen kann“, betrachtet (DUDEN 1991). Bereits 1936 beschrieb SELYE noch unter dem Namen „general adaption syndrome“ einen solchen Zustand bei Ratten. Diese Ratten zeigten aufgrund von Belastungen aus der abiotischen Umwelt wie Kälte oder Elektroschocks organische Veränderungen. Heute existieren zwar zahlreiche Definitionen des Wortes Stress, eine allgemeingültige wissenschaftliche Definition gibt es jedoch nicht (CLARK ET AL. 1997). Daher wird zwischen kurzzeitigem Stress, dem sogenannten „Eustress“, der sogar positive Wirkung haben kann (SEGERSTROM & MILLER 2004), und chronischem Stress, sogenanntem „Distress“, der beispielsweise auch nach traumatischen Ereignissen auftritt und Gesundheitsrisiken birgt, differenziert (GLASER & KIECOLT-GLASER 2005, REICHE ET AL. 2006). Stressoren, die auf den Körper einwirken und die Homöostase beeinflussen, haben Reaktionen zur Folge, durch die das Gleichgewicht wieder hergestellt werden soll (GOLDSTEIN & MCEWEN 2002). Solche Reaktionen können mit Hilfe verschiedener Kriterien wie z.B. mit Verhaltensbeobachtungen, immunologischen Kennwerten und diverser Parameter des neuroendokrinen Systems sowie des vegetativen Nervensystems quantifiziert werden (LADEWIG 1994, MOBERG 2000). Im Folgenden sollen Teile der neuroendokrinen Stressantwort näher betrachtet werden:

Unter den zahlreichen verschiedenartigen Stressantworten ist eine der bekanntesten die „fight or flight“-Antwort. Hierbei werden über eine sympathische Aktivierung des vegetativen Nervensystems die Catecholamine Noradrenalin und Adrenalin aus dem Nebennierenmark ins Blut sezerniert (DE KLOET ET AL. 2005), was eine Erhöhung des Blutdrucks sowie der Herzfrequenz zur Folge hat. Während die Catecholamine bei Stress schnell freigesetzt werden, werden die allgemein als Stresshormone bezeichneten Glucocorticoide langsam ins Blut sezerniert und stehen am Ende einer dreigliedrigen

Kaskade – der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren-Achse (engl.: hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA)-axis).

### ***Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden (HPA)-Achse***

Die Aktivierung der Nebennierenrinde war eine der ersten Stressantworten, die bei der Untersuchung von Stress auffiel (SELYE 1939). Ausgelöst durch einen Stressor setzt der Hypothalamus die dreigliedrige Kaskade in Gang: Zunächst wird im Hypothalamus das hypothalamische Peptidhormon Corticotropin-Releasing Hormone (CRH) freigesetzt. Die Sekretion des CRH hat wiederum im Hypophysenvorderlappen die Freisetzung des Adrenocorticotropen-Hormons (ACTH) zur Folge (HARRIS 1948). Dieses hypophysäre Peptidhormon gelangt über das Blut zur Nebennierenrinde, wo es die Freisetzung der Glucocorticoide (Cortisol und Corticosteron) bewirkt. Während bei den meisten Säugetieren das Cortisol dominiert, überwiegt bei Nagetieren das Corticosteron (MATTERI ET AL. 2000).

Die Glucocorticoide spielen, wie der Name bereits verrät, eine wichtige Rolle bei der Gluconeogenese, indem sie die Leber stimulieren, Fette und Proteine zu Kohlenhydraten umzuwandeln. Somit werden Protein- und Lipiddepots abgebaut und zur Energiegewinnung eingesetzt. Dies wird zusätzlich dadurch verstärkt, dass die Glucocorticoide die Synthese und Ausschüttung von Adrenalin verstärken, das daraufhin ebenfalls seine lipolytische Wirkung entfaltet und Energiespeicher mobilisiert. Eine chronische Erhöhung des Glucocorticoid-Spiegels kann zu Proteinabbau und Hyperglykämie (Überzuckerung) führen. Zudem kann es das Wachstum hemmen, den Östrus-Zyklus und somit die Fortpflanzung stören sowie das Immunsystem unterdrücken (POTTINGER & CARRICK 1999, WINGFIELD & RAMENOFKY 1999). Letzteres hat eine erhöhte Anfälligkeit gegenüber Krankheiten und Depressionen zur Folge (BLECHA 2000, MATTERI ET AL. 2000). Um diese bei chronischer Ausschüttung für den Organismus schädlichen Wirkungen zu minimieren, hemmen die Glucocorticoide in einer negativen Rückkopplung die weitere Stressantwort der HPA-Achse sowohl auf der Ebene des Gehirns als auch auf der Ebene der Hypophyse (MCEWEN 1979, AXELROD & REISINE 1984).

## ***Cortisol***

Das häufigste Glucocorticoid der Säugetiere ist das Cortisol (MATTERI ET AL. 2000). In zahlreichen Untersuchungen wurde der Cortisolgehalt des Blutes herangezogen, um Effekte verschiedener Stressoren zu evaluieren (BROOM & JOHNSON 2000). Dabei kann jedoch die Methode der Blutgewinnung bereits Stress für die Tiere bedeuten und somit die Ergebnisse verfälschen (Palme & Möstl 2001). Darüberhinaus ist bei Zoo- und Wildtieren die Gewinnung von Blut oft ausgeschlossen oder gefährlich. Daher wurden verschiedene non-invasive Methoden zur Probengewinnung entwickelt: So konnten Cortisol bzw. dessen Metaboliten bereits erfolgreich in Urin (HAY & MORMÈDE 1998, BAHR ET AL. 2000, DITTAMI ET AL. 2008), Speichel (FELL ET AL. 1985, COOPER ET AL. 1989, SCHÖNREITER ET AL. 1999, BEHRINGER 2008), Milch (WAKI ET AL. 1987, Verkerk ET AL. 1998), Haaren (DAVENPORT ET AL. 2006) oder gar im umgebenden Wasser (RUANE & KOMEN 2003) quantifiziert werden. All diese Methoden bringen jedoch verschiedene Nachteile mit sich: Teils ist die Probenentnahme nur zeitlich begrenzt durchführbar, teils technisch aufwendig oder erst nach vorherigem Training der Tiere anwendbar. Besonders einfach und ohne Beunruhigung der Tiere kann jedoch deren Kot zur Quantifizierung von Cortisolmetaboliten herangezogen werden (PALME & MÖSTL 1997, PALME ET AL. 2000, GOYMANN ET AL. 2001, MÖSTL ET AL. 2002, RETTENBACHER ET AL. 2004), wobei aber die Zuordnung des Kotes zu dem defäkierenden Individuum ein gewisses Unsicherheitsrisiko einschließt.

Im Kot finden sich Cortisolmetaboliten, da Cortisol sowohl in der Leber als auch im Darm metabolisiert, teilweise über den enterohepatischen Kreislauf rückresorbiert oder über den Harn sowie den Kot ausgeschieden wird. Hierbei ist zu beachten, dass nach einem „Stressevent“ die maximale Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot zeitverzögert auftritt. Diese Zeitverzögerung entspricht der Darmpassagezeit des Dünndarms, die beim Wiederkäuer etwa zwölf Stunden beträgt (LINDNER 1972, PALME ET AL. 1996). Zwar fanden sich im Kot bislang keine Spuren von reinem Cortisol oder Tetrahydrocortisol (PALME & MÖSTL 1997), jedoch konnten im Kot von Wiederkäuern bisher 21 verschiedene Cortisolmetaboliten nachgewiesen werden, die aufgrund ihres Molekulargewichtes als C<sub>19</sub>- bzw. C<sub>21</sub>-Metaboliten charakterisiert werden konnten (MÖSTL ET AL. 2002). Eine Gruppe dieser Cortisolmetaboliten sind die 11,17-



Dioxoandrosterone (11,17-DOA), die nach Abspaltung der Seitenkette aus Cortisol entstehen (PALME & MÖSTL 1997). Um unterschiedliche Cortisolmetabolite im Kot nachweisen zu können, wurden verschiedene Enzymimmunoassays (EIA) etabliert (PALME & MÖSTL 1997, MÖSTL ET AL. 2002, GANSWINDT ET AL. 2003). Für Wiederkäuer hat sich der 11-Oxoätiocholanolon-EIA bewährt, um 11,17-DOA im Kot nachzuweisen (PALME & MÖSTL 1997, PALME ET AL. 2000, DEHNHARD ET AL. 2001, HUBER ET AL. 2003). So wurde dieser EIA in vielen Wiederkäuer-Studien angewandt, um beispielsweise die Stressbelastung des Europäischen Rothirsches in Bezug zur Jahreszeit und zum Geschlecht (HUBER ET AL. 2003), den Einfluss von Schur und Transport auf Schafe (LEXEN ET AL. 2008) sowie verschiedene Parameter in der kommerziellen Rinderhaltung zu evaluieren (WEISS ET AL. 2004, PESENHOFER ET AL. 2006, LEXER ET AL. 2009, MONTANHOLI ET AL. 2010). PALME ET AL. (2000) konnten zudem zeigen, dass nach einem Transport von Rindern die 11,17-DOA-Konzentration zwölf Stunden nach dem Transport um das fünf- bis 39-fache höher war als vor dem Transport. Dass Transporte für Rinder großen Stress bedeuten, konnten auch bereits TARRANT (1990) und GRANDIN (1997) nachweisen. Für Giraffen wurden bislang einmalig mit Hilfe eines Corticosteron-Radioimmunoassays Glucocorticoide im Kot von Giraffen nachgewiesen, wobei ein Anstieg der Glucocorticoidkonzentration während der Trockenzeit gegenüber der Regenzeit festgestellt werden konnte (CHINNADURAI ET AL. 2009, SCHWARZENBERGER 2007).

### ***Hypothalamus-Hypophysen-Somatotropin (HPS)-Achse***

Eine weitere Stressachse ist die Hypothalamus-Hypophysen-Somatotropin-Achse (engl.: Hypothalamic-pituitary-somatotrophic (HPS)-axis). Diese wird beispielsweise bei Fehl- oder Unterernährung in Gang gesetzt (VANCE ET AL. 1992, STRAUS 1994). Das zentrale Hormon dieser Stressachse ist das Wachstumshormon oder Somatotropin (engl. growth hormone, GH), das von den  $\alpha$ -Zellen des Hypophysenvorderlappens gebildet und freigesetzt wird. Diese Freisetzung des GHs wird von zahlreichen anderen Hormonen gesteuert. Die beiden wichtigsten GH-regulierenden Hormone werden aus dem Hypothalamus sezerniert: das Wachstumshormon-Releasing-Hormon (engl. Growth hormone releasing hormone, GHRH) sowie das Somatostatin (SS). Während das GHRH die hypophysäre Freisetzung von GH stimuliert, wirkt das SS inhibitorisch auf die Sekretion von GH (MATTERI ET AL. 2000). Einer der Wirkungsorte von GH ist die Leber,

wo es die Produktion und Freisetzung des Insulinähnlichen-Wachstumsfaktors-1 (engl.: insulin-like growth factor-1, IGF-1) stimuliert. IGF-1 spielt ebenso wie das GH selbst eine wichtige Rolle beim Wachstum und der Entwicklung zahlreicher Gewebe (HOLLY & WASS 1989). Während Stress bei Ratten sowohl eine verminderte IGF-1 als auch eine reduzierte GH-Ausschüttung zur Folge hatte, wurde bei anderen Wirbeltieren die IGF-1-Freisetzung ebenfalls gehemmt, jedoch die GH-Sekretion stimuliert (FARMER ET AL. 1991, RUSHEN ET AL. 1993, KETELSLEGERS ET AL. 1995). Ziel dieser Reaktion auf einen meist mit Unter- oder Fehlernährung in Zusammenhang stehenden Stressor ist es, Energie vom Wachstum auf überlebensnotwendige Prozesse umzuleiten. Dies gelingt durch die Hemmung des für das Wachstum notwendigen IGF-1. Hierdurch wird während der Stressphasen das Wachstum eingeschränkt und somit Energie zum Überleben gespart. Ein Anstieg des im Blut zirkulierenden GH hat zur Folge, dass die Glykogenolyse hemmende Wirkung von Insulin eingeschränkt wird. Bei der daraufhin vermehrt stattfindenden Glykogenolyse wird das Glykogen der Leber- und Muskelzellen zu Glucose umgebaut, was einen Anstieg des Blutzuckerspiegels und somit eine Bereitstellung von Energie zur Folge hat (MATTERI ET AL. 2000). In der Gruppe der Wiederkäuer wurden GH und IGF-1 bisher nur an Rindern untersucht. Während akuter Hitzestress die GH-Konzentration bei Rindern erhöhte (MITRA & JOHNSON 1972), wurde sie durch chronischen Hitzestress gesenkt (MITRA ET AL. 1972). HÄNNINEN ET AL. (2006) konnten in ihren Untersuchungen keinen Einfluss von Transporten oder unterschiedlichen Bodenbelägen auf die GH-Konzentration bei Rindern messen.

Da die GH- sowie die IGF-1-Konzentration derzeit nur über das Blut und nicht non-invasiv über den Kot bestimmt werden kann, ist eine Quantifizierung dieser Hormone, aufgrund der zuvor genannten Probleme bei der Gewinnung von Blut, bei vielen Zootieren nur schwer oder gar nicht möglich.

## **2.4 Stress und Schlaf**

Die Cortisolausschüttung ebenso wie die Wachstumshormon (GH)-Sekretion unterliegt einem circadianen Rhythmus, der vom Suprachiasmatischen Nucleus kontrolliert wird (MOORE & EICHLER 1972). In den ersten Stunden des nächtlichen Schlafes ist beim

Menschen die Cortisolkonzentration niedrig und erreicht gegen Mitternacht ihr Minimum (Nadir). Hingegen wird in der ersten Nachthälfte der Großteil des täglichen GH freigesetzt, und zwar zeitlich nah an der ersten SWS-Phase (STEIGER ET AL. 1987). Umgekehrt liegen die Verhältnisse in der zweiten Schlafhälfte: Während die GH-Konzentration dann niedrig ist, steigt zwei bis drei Stunden nach dem Schlafbeginn der Cortisolspiegel bis zu den Morgenstunden an und erreicht sein Maximum gegen 9:00 Uhr. Im weiteren Tagesverlauf nimmt die Cortisolkonzentration wieder kontinuierlich ab, bis erneut Schlaf einsetzt und ein neuer Nadir erreicht wird (WEITZMAN 1976). Dabei ist der circadiane Rhythmus des Cortisols relativ unabhängig vom Schlaf und passt sich bei Untersuchungen zum sieben-stündigen Jetlag nach Interkontinentalflügen erst nach zwei Wochen an die neuen Verhältnisse an (DESIR ET AL. 1981). Im Gegensatz dazu scheint die circadiane GH-Konzentration weitgehend abhängig vom Schlaf zu sein, denn der Anstieg in der GH-Konzentration im Laufe der ersten Nachthälfte ist bei Schlafentzug nicht festzustellen (SASSIN ET AL. 1969). Vergleicht man den circadianen Rhythmus des Cortisols bzw. des GHs mit dem ultradianen Rhythmus des Schlafs (siehe auch 2.2), der in der ersten Nachthälfte durch SWS charakterisiert ist, während in der zweiten Hälfte REM-Schlaf und Schlafstadium 2 dominieren, so liegt die Vermutung nahe, dass zwischen dem Schlafrhythmus und der nächtlichen Hormonausschüttung der HPS- und HPA-Achse eine Verbindung besteht (STEIGER 2007). Tatsächlich konnte in zahlreichen Untersuchungen ein bidirektionaler Zusammenhang zwischen Stress und Schlaf dargestellt werden: So hat zum einen die Veränderung des Schlaf-Wach-Zyklus eine veränderte Hormonausschüttung zur Folge, während zum anderen eine veränderte Hormonkonzentration auch das Schlafmuster beeinträchtigt. Obwohl noch viele Unklarheiten hinsichtlich des Zusammenspiels von Hormonen und Schlaf bestehen, scheinen die Schlüsselhormone der HPS-Achse sowie der HPA-Achse (Wachstumshormon-Releasing Hormon (GHRH) sowie Corticotropin-Releasing Hormon (CRH)) bei der Schlafregulierung eine besonders wichtige Rolle zu spielen (STEIGER 2007).

### ***Der Effekt der Hypothalamus-Hypophysen-Somatotropin-Achse auf Schlaf***

Verschiedene Untersuchungen an Ratten (EHLERS ET AL. 1986, ZHANG ET AL. 1999), Kaninchen (OBÁL ET AL. 1988) und dem Menschen (STEIGER ET AL. 1992) haben gezeigt,

dass eine Injektion von GHRH einen Anstieg von SWS zur Folge hat. OBÁL ET AL. (1991, 1992) konnten zudem in Versuchen nachweisen, dass die Injektion eines GHRH-Rezeptor-Antagonisten bzw. die Injektion von Antikörpern gegen GHRH den NREM-Schlaf von Ratten verringerten. Darüberhinaus fördert GHRH den Schlaf nach Schlafentzug (STEIGER 2007). Eine Injektion von GH oder des Insulinähnlichen-Wachstumsfaktors-1 (IGF-1) reduzierte, vermutlich aufgrund ihrer negativen Feedback-Hemmung auf GHRH, den NREM-Schlaf (OBÁL ET AL. 1999, OBÁL & KRUEGER 2004). Desweiteren stieg nach einer GH-Injektion das REM-Schlafaufkommen sowohl bei Katzen (STERN ET AL. 1975) und Ratten (DRUCKER-COLIN ET AL. 1975) als auch beim Menschen (MENDELSON ET AL. 1980) an.

### ***Der Effekt der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-Achse auf den Schlaf***

Untersuchungen konnten zeigen, dass das Schlüsselhormon der HPA-Achse, das CRH, die EEG-Frequenzen erhöht und somit zu Wachsamkeit und leichterem Schlaf führt (EHLERS ET AL. 1986, HOLSBOER ET AL. 1988, TSUCHIYAMA ET AL. 1995). Unklarheit besteht über den Effekt von CRH auf den REM-Schlaf. Während manche Autoren vermuten, dass CRH das REM-Schlafaufkommen erhöht (GONZALES & VALATX 1998, MÜLLER-PREUSS ET AL. 2005), kommen HOLSBOER ET AL. (1988) zu dem Schluss, dass CRH den REM-Schlaf unterdrückt.

Im Gegensatz zu CRH erhöhten Cortisol-Infusionen die Tiefschlafdauer und verringerten die Zeit, die mit REM-Schlaf zugebracht wurde (FRIESS ET AL. 1994). Möglicherweise wurde der REM-Schlaf sekundär, durch die Erhöhung des SWS, verringert (FRIESS 2004).

Zum Einfluss des Adrenocorticotropen-Hormons (ACTH) auf die Schlafrhythmik liegen bislang nur wenige, widersprüchliche Daten vor (STEIGER 2007).

### ***Schlaf als Indikator für Stress***

Der Effekt von Stress auf das Schlafmuster wurde an Menschen bereits intensiv erforscht. So korrelierte bei gesunden Probanden die Cortisolkonzentration positiv mit dem REM-Schlafanteil (VGONTZAS ET AL. 1997), und Menschen mit chronisch erhöhter HPA-Achsen-Aktivität litten an Schlafstörungen: Ein typisches Charakteristikum der Depression ist ein erhöhter Cortisolspiegel. Damit einher gehen eine Verkürzung der

Latenzzeit bis zur ersten REM-Schlafphase, eine Verlängerung der ersten REM-Schlafphase sowie eine dichtere Abfolge von REM-Schlafphasen. Hinzu kommt eine erhöhte Anzahl an Aufwachphasen (BERGER & RIEMANN 2009). Patienten mit dem Cushing-Syndrom leiden an körperlichen Veränderungen, die auf einen krankhaft erhöhten Cortisolspiegel zurückgeführt werden. Auch sie haben einen ähnlichen REM-Schlaf-Ablauf, wie er sich bei depressiven Patienten findet (SHIPLEY ET AL. 1992). Vor einer Hormontherapie schliefen diese Patienten zudem weniger und zeigten vermehrt nächtliche Aufwachphasen (KRIEGER & GLICK 1974).

Untersuchungen an Tieren zeigten, dass unter chronischem Stress die Schlafdauer insgesamt abnimmt und mehr Schlafunterbrechungen auftraten (KANT ET AL. 1995, CHEETA ET AL. 1997, DUGOVIC ET AL. 1999). So verringerte sich die Gesamtschlafdauer ebenso wie der SWS-Anteil unter chronischem Hitzestress signifikant, während akuter Hitzestress sowohl den SWS-Anteil als auch die Gesamtschlafdauer verlängerte (SINHA & RAY 2006). KANT ET AL. (1995) konnten nachweisen, dass Elektroschocks die anschließende REM-Schlafdauer sowie die Gesamtschlafdauer reduzierten. Dies wurde durch Versuche von PALMA ET AL. (2000), SANFORD ET AL. (2003a, 2003b), CUI ET AL. (2007) sowie TANG ET AL. (2007) bestätigt. Es zeigte sich, dass trainierte Mäuse, denen bei jedem Elektroschock ein Ton vorgespielt wurde, auch dann mit einer Verringerung des REM-Schlafaufkommens reagierten, wenn nur noch das Signal ertönte, jedoch kein Elektroschock folgte (SANFORD ET AL. 2003b). Besonders milde Stressoren, wie ein Gehegewechsel, ein neuer Gegenstand im bekannten Gehege, kurzzeitiger Schlafentzug oder das Fangen und kurzzeitige Fixieren, führten bei Mäusen in der ersten Stunde zu einer Verringerung der Gesamtschlafdauer sowie des REM-Schlafaufkommens und anschließend zu einem Rebound-Effekt, d.h. zu einer Verlängerung des gesamten Schlafaufkommens insbesondere des REM-Schlafs (SANFORD ET AL. 2003c, TANG ET AL. 2005A, 2005B, 2007, DURAN ET AL. 2006). Untersuchungen aus der Lernforschung, deren Experimente besonders schonend und möglichst ohne Stressbelastung der Versuchstiere durchgeführt wurden, kamen zu dem Ergebnis, dass Objekte, die neu in das Gehege eingebracht wurden, die Anzahl der REM-Schlafphasen in der ersten Hälfte der folgenden Nacht sogar erhöhten (SCHIFFELHOLZ & ALDENHOFF 2002). Es zeigte sich, dass Mäusestämme, die in verschiedenen Verhaltenstests besonders ängstlich waren,

stärker mit Schlafreduzierung auf einen Stressor reagierten als weniger ängstliche Mäusestämme (TANG ET AL. 2005A, 2005B, 2007). Aus ihren Versuchen folgerten TANG ET AL. (2007) daher, dass das Ausmaß der Schlafveränderung sowohl vom Individuum als auch von der Stärke des Stressors abhängig ist. PAPALE ET AL. (2005) kamen nach dem Test verschiedener Stressoren an Ratten ebenfalls zu dem Ergebnis, dass das Ausmaß der Schlafveränderungen vom Stressor abhängig ist. Eine Einteilung in physischen und psychischen Stress ergab, dass beide Stresstypen gegensätzliche Veränderungen der Schlafstruktur zur Folge haben: Während physischer Stress den REM-Schlaf reduzierte, erhöhte er sich nach psychischem Stress. Dabei ist zu bemerken, dass begleitende Corticosteronmessungen eine Erhöhung der Corticosteronkonzentration nur bei den physisch gestressten Ratten nachweisen konnten (CUI ET AL. 2007).

Aufgrund dieser vielfältigen Zusammenhänge wurde in jüngerer Zeit diskutiert, das Schlafverhalten als Indikator für Wohlbefinden bei Tieren zu verwenden (RUSHEN 2000, ABOU-ISMAIL 2007, HÄNNINEN ET AL. 2008). Erste Untersuchungen hierzu führten HÄNNINEN (2005) und ABOU-ISMAIL ET AL. (2007) durch. So wiesen letztere durch non-invasive Beobachtungen des Schlafverhaltens nach, dass bei Ratten die Schlaflänge negativ mit dem Gewicht der Nebenniere, jedoch positiv mit der Gewichtsentwicklung korreliert. Zwar konnten sie keine Korrelation des Schlafs mit Stresshormonen nachweisen, was aber möglicherweise darauf zurückzuführen ist, dass nur ein einziges Mal Blut zwecks Hormonanalyse entnommen wurde. Während HÄNNINEN ET AL. (2005) wichtige Untersuchungen zum Zusammenhang von Schlaf-EEG und Schlafverhalten bei Kühen anstellten (siehe 2.2), gelang es ihnen vorerst nicht, die Tiere, die gut an den täglichen Umgang mit Menschen gewöhnt waren, in ausreichender Weise zu stressen, um einen Zusammenhang zwischen Schlafverhalten und Stresshormonkonzentration nachweisen zu können.

## **2.5 Die Biologie der Giraffe**

Die Giraffe, *Giraffa camelopardalis* (LINNÉ 1758), ist das höchste landlebende Säugetier der Welt. Die außergewöhnliche Körpergröße der Giraffe veranlasste Biologen aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen, wie Physiologen, Anatomen oder

Evolutionstheoretiker, diese genauer zu betrachten. Beginnend mit den Pionierarbeiten von DAGG im Jahre 1956, wurde dieses Wissen in den vergangenen 54 Jahren durch Forschungsergebnisse aus dem natürlichen Lebensraum der Giraffe ergänzt. Um das Verhalten der Giraffe im Zoologischen Garten interpretieren zu können, ist es erforderlich mit ihrer Biologie umfassend vertraut zu sein. Das vorhandene Wissen soll daher im Folgenden kurz zusammengefasst werden.

### 2.5.1 Taxonomie und Phylogenie

Momentan wird die Giraffe als eine Art, *Giraffa camelopardalis*, mit neun Unterarten angesehen (FENNESSY & BROWN 2010): *G. c. camelopardalis* (Nubische Giraffe), *G. c. angolensis* (Angola-Giraffe), *G. c. antiquorum* (Kordofan-Giraffe), *G. c. giraffa* (Kap-Giraffe), *G. c. peralta* (Westafrikanische Giraffe), *G. c. reticulata* (Netzgiraffe), *G. c. rothschildi* (Rothschild-Giraffe), *G. c. thornicrofti* (Thornicroft-Giraffe) und *G. c. tippelskirchi* (Masai-Giraffe).

Giraffen zählen zur Ordnung der Paarhufer (Artiodactyla), die über 180 Arten umfasst und eine Vielzahl großer landlebender Säugetiere hervorgebracht hat, die auf allen Kontinenten mit Ausnahme Australiens und der Antarktis zu finden sind. Die Ordnung der Paarhufer wird wiederum in zehn Familien unterteilt, wobei die Giraffe gemeinsam mit dem Okapi (*Okapia johnstoni*) der Familie der Giraffidae zugerechnet wird (WILSON & REEDER 2005). Aufgrund der Größe der Giraffe, ihrer ausgedehnten Streifgebiete und ihrer Verbreitung über große Teile Afrikas wären nur geringe regionale Unterschiede in den Populationen zu erwarten, wie es z.B. bei anderen großen Landsäugetieren wie dem Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) oder dem Afrikanischen Büffel (*Syncerus caffer*) der Fall ist. Bei der Giraffe jedoch finden sich deutliche regionale Unterschiede im Fellmuster, in der Anzahl der Hornzapfen sowie in der mitochondrialen DNA (BROWN ET AL. 2007). Während der vergangenen 100 Jahre gab es daher zahlreiche Bemühungen, diese regionalen Variationen in ein zoologisches System zu übertragen. Je nach Autor wurde die Giraffe in zwei Arten, *Giraffa reticulata* und *Giraffa camelopardalis* unterteilt, wobei letztere noch einmal in zehn Unterarten gegliedert wurde (LYDEKKER 1904). Andere Autoren fassten sie in einer einzigen Art, *Giraffa camelopardalis*, zusammen und unterteilten sie in eine unterschiedliche Anzahl von Unterarten, die bei zehn

(KRUMBIEGEL 1971), neun (DAGG & FOSTER 1982), acht (KINGDON 1997) sechs (EAST 1998) oder fünf (GRUBB 2005) lagen. BROWN ET AL. (2007) kamen aufgrund genetischer Analysen zu dem Ergebnis, dass es mindestens sechs eigenständige Giraffenpopulationen in Afrika gibt, zwischen denen trotz fehlender geographischer Barrieren seit langer Zeit kein genetischer Austausch mehr stattfand. Sie vermuten daher, dass es sich bei den sechs untersuchten Gruppen sogar um eigenständige Arten handeln könnte. GROVES & GRUBB (2011) unterscheiden in ihrer jüngsten Huftiertaxonomie acht eigenständige Giraffenarten.

Als Urahn der Giraffen gilt eine längst ausgestorbene Gruppe aus dem Oligozän (vor ca. 34 bis 23 Mio. Jahren): die Palaeomerycidae (COLBERT 1935). Diese Gruppe stellt ERICH THENIUS (1979, 1980) gemeinsam mit den Familien Giraffidae, Dremomerycidae und Cervidae (Hirschartige) in die Überfamilie der Cervoidea. Demnach sind die nächsten heute lebenden Verwandten der Giraffen die Zwerghirsche und Hirsche.

Die ältesten Fossilien aus der Familie der Giraffidae wurden in Nordafrika gefunden und stammen aus der untersten Schicht des Jungtertiärs, dem unteren Miozän (vor ca. 24 bis 16 Mio. Jahren). Sie werden den Gattungen *Prolibytherium* und *Canthumeryx* zugerechnet (HAMILTON 1978). Während die Entwicklung ersterer vermutlich in eine Sackgasse führte und die Gattung ausstarb, gingen von letzterer alle Unterfamilien der Giraffidae aus. Die Anzahl der Unterfamilien ist umstritten und schwankt je nach Autor zwischen drei und fünf, jedoch gilt es als bewiesen, dass die Kurzhalsgiraffen den Langhalsgiraffen zeitlich vorausgingen (RIEDL-DORN 2008).

Eine Unterfamilie der Kurzhalsgiraffen bilden die Palaeotraginae, zu denen das rezente Okapi gerechnet wird. Diese war im oberen Miozän (vor ca. 10,5 bis 5 Mio. Jahren) mit mehreren Gattungen vertreten. Im darauffolgenden Pliozän (vor ca. 5 bis 1,5 Mio. Jahren) entwickelte sich eine bis dahin nicht dagewesene Vielfalt an riesenhaften Kurzhalsgiraffen, die zur Unterfamilie der Sivatheriinae (Rindergiraffen) zusammengefasst werden. Diese massigen Giraffen waren noch bis ins Pleistozän (vor ca. 1,7 Mio. bis 11.000 Jahren) vom indischen Subkontinent bis nach Griechenland und Afrika verbreitet. Ihr bekanntester Vertreter ist das *Sivatherium*, das etwa elefantengroß



wurde, eine elchähnliche Statur hatte und ein elchartiges Geweih trug. Das *Sivatherium* war ein Pflanzenfresser und ernährte sich von gemischter Kost (FRANZ-ODENDAAL & SOLOUNIAS 2004).

Etwa zur gleichen Zeit, in der sich die Kurzhalsgiraffen in Afrika ausbreiteten, trafen dort auch Giraffen im engeren Sinne mit verlängertem Hals ein, die zur Unterfamilie der Giraffinae gezählt werden und meist zur Gattung *Giraffa* gehörten. Während ihre Stammform, *Bohlinia attica*, vermutlich aus Griechenland kam, erreichten die Giraffinae ihre größte Artenvielfalt in den Vorbergen des Himalayas. Nach den Eiszeiten blieben jedoch von der Vielfalt der Giraffidae nur die beiden Gattungen *Okapia* und *Giraffa* erhalten (RIEDL-DORN 2008).

### **2.5.2 Morphologie**

Die Giraffe ist das höchste rezente, landlebende Tier der Welt. Adulte Männchen können in Ausnahmen eine Höhe von 5,80 m erreichen und werden im Durchschnitt etwa 5,30 m groß, während die Weibchen mit durchschnittlich 4,30 m etwa einen Meter kleiner bleiben (DAGG & FOSTER 1982). Insbesondere die Längenentwicklung des Halses und der Beine, wobei die Vorderbeine länger sind als die Hinterbeine, tragen zu dieser außergewöhnlichen Höhe bei. Das Gewicht der adulten Männchen lag bei Untersuchungen zwischen 849-1395 kg, adulte Weibchen brachten 636-950 kg auf die Waage (HALL-MARTIN 1977). Der einzigartige Körperbau verteilt die große Masse so geschickt, dass eine relativ große Oberfläche entsteht. Eine solch große Oberfläche ermöglicht es der Giraffe, bei hohen Temperaturen ausreichend Wärme abzugeben, so dass sie nicht überhitzt (SCHREIDER 1950).

Über die Entstehung des langen Halses wurde in der Geschichte vielfältig diskutiert. Sowohl LAMARCK (zitiert in GOULD 2002) als auch DARWIN (1872) veranschaulichten ihre jeweilige Artveränderungs- bzw. Artentstehungstheorie am Beispiel der Giraffe. Während sowohl LAMARCK als auch DARWIN voraussetzten, der lange Hals sei aufgrund des Vorteils entstanden, besser an Nahrung in den Baumkronen zu gelangen, die für andere Tiere nicht erreichbar waren, diskutierten SIMMONS & SCHEEPERS (1996) die Theorie einer sexuellen Selektion. Demnach sollten adulte Bullen mit einem langen Hals

bei den ritualisierten Kämpfen, dem sog. „Necking“ (Abb. 2.1), Vorteile gegenüber ihren Konkurrenten haben. Neueste Untersuchungen sprechen jedoch gegen diese Theorie und für eine evolutiv treibende Kraft des monopolistischen Nahrungserwerbs (CAMERON & DU TOIT 2007, MITCHELL ET AL. 2009).



**Abb. 2.1: Zwei männliche Angola-Giraffen beim „Necking“.**

Lange Zeit galt es als gesichert, dass sieben Halswirbel das Gerüst des langen Halses bilden. Zwar wird allgemein derjenige Wirbel als erster Brustwirbel (Th1) betrachtet, der den ersten Rippenansatz aufweist, doch gibt es zusätzlich noch zahlreiche andere eindeutige Differenzierungsmerkmale zwischen Brust- und Halswirbeln. LANKESTER (1908) erkannte bereits, dass der erste Brustwirbel der Giraffe (also der erste Wirbel mit Rippenansatz) stark einem Halswirbel des Okapis glich, und beschrieb ihn daher als „cervicalized“ (engl.: cervical vertebrae = Halswirbel). SOLOUNIAS (1999) konnte an verschiedenen anatomischen Parametern nachweisen, dass dieser achte Wirbel der Giraffe (von LANKESTER als Th1 bezeichnet) in vielen Merkmalen mit dem siebten Wirbel des Okapis sowie anderer Säugetiere übereinstimmte. Zudem zeigte der siebte Wirbel der Giraffe eine erstaunliche Ähnlichkeit mit dem sechsten Halswirbel des Okapis. Es folgte daher, dass die Halswirbel sechs und sieben bei der Giraffe um eine Position nach hinten verschoben wurden, was wiederum bedeutete, dass im Laufe der Evolution zwischen Halswirbel zwei und sechs ein weiterer Wirbel eingeschoben wurde. Der bei anderen Säugetieren morphologisch siebte Halswirbel entspricht also dem achten Wirbel der Giraffe mit dem Unterschied, dass am achten Wirbel der Giraffe bereits die

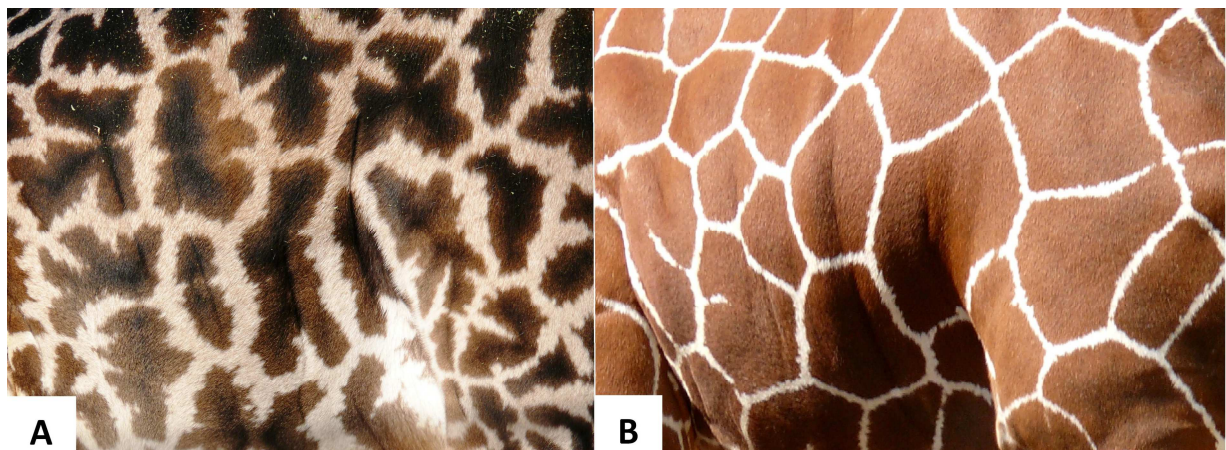
erste Rippe ansetzt (SOLOUNIAS 1999). Morphologisch hat die Giraffe somit acht Halswirbel. Legt man jedoch die Definition zu Grunde, dass der erste Brustwirbel den ersten Rippenansatz trägt, so hat die Giraffe sieben Halswirbel.

Eines der Merkmale, das eine systematische Verwandtschaft zwischen Okapi und Giraffe nahelegt, sind die speziellen Hörner (engl. ossicones). Bei diesen Hörnern handelt es sich weder um Hörner, wie sie bei der Kuh oder beim Schaf zu finden sind, da das Giraffidenhorn keine Keratinhülle trägt, noch ist es ein Geweih, das im Gegensatz zum Giraffenhorn einem zeitlichen Wachstumsrhythmus unterworfen ist (GANEY ET AL. 1990). Während bei der Giraffe beide Geschlechter Hörner tragen, hat das weibliche Okapi keine. Je nach Giraffen-Unterart kann die Anzahl der Hörner von zwei oder drei bis zu fünf Hörnern variieren. Die beiden auffälligsten Hörner sind morphologisch betrachtet ein Paar Scheitelbeinhörner (Parietalhörner). Zudem tragen viele Tiere ein unpaares Stirnhorn (Frontalhorn), und bei manchen Unterarten ist zusätzlich ein Paar Hinterhaupthörner (Occipitalhörner) zu finden. Giraffenhörner weisen mitunter perlartige Vorsprünge auf, die als Rudimente alter Verzweigungen angesehen werden, wie sie bei Geweihen auftreten (KRUMBIEGEL 1971). So weit bekannt, ist die Giraffe das einzige Tier, das mit Hörnern geboren wird. Dabei liegen die Hornknorpel zunächst flach und gegeneinander zeigend dem Kopf an, richten sich aber bald nach der Geburt auf und beginnen alsdann zu verknöchern (DAGG & FOSTER 1982). Giraffenhörner sind mit Fell bedeckt und tragen jeweils am Ende einen schwarzen Haarschopf. Dieser ist bei den männlichen Tieren aufgrund der Einsätze beim „Necking“ in der Regel abgewetzt, so dass die Hornenden der adulten Männchen meist haarlos sind.

Giraffenbullen lagern im Laufe ihres Lebens Knochenmasse auf der Schädeloberfläche ab. Dies hat zur Folge, dass ihr Schädelgewicht erhöht wird und sie somit gegenüber Jungbullen über eine stärkere Schlagkraft verfügen, was beim „Necking“ hilfreich sein kann. So wiegt der Schädel eines Bullen durchschnittlich zehn Kilogramm, während der eines Weibchens lediglich 3,5 kg schwer wird.

Das Gebiss der Giraffe ist ein typisches Wiederkäuergebiss. Eck- und Schneidezähne fehlen im Oberkiefer, die Zahnformel lautet  $0033/3133$ . Die brachydonten (niederkronigen) Backenzähne erinnern an die der Cervidae.

Die Grundfarbe der Giraffe ist weiß, kann aber auch in gräuliche und gelbrötliche Töne übergehen. Sie ist gekennzeichnet durch ein im Tierreich einmaliges Muster aus Flecken von rotbräunlicher Farbe, die mit erhöhtem Lebensalter oftmals dunklere Kernflecken haben, was im Extremfall sogar zu fast schwarzen Flecken führen kann (DAGG & FOSTER 1982). Die Farbe der Flecken eignet sich weniger als systematisches Merkmal als ihre Form (KRUMBIEGEL 1971). Das Fleckenmuster kann je nach Unterart sehr unterschiedlich sein. Es reicht von kontrastreich mit klar abgegrenzten Flecken, wie es bei der Netzgiraffe zu finden ist, bis hin zu sehr unregelmäßigen, scheinbar zerrissenen Flecken, wie sie bei der Massai-Giraffe häufig sind (Abb. 2.2).



**Abb. 2.2: Fleckenmuster einer Massai- (A) und einer Netzgiraffe (B).**

Das charakteristische Fleckenmuster der Giraffe dient vermutlich der Tarnung (Somatolyse). Zwar ist sie in der offenen Savanne leicht zu erkennen, vor einer Ansammlung von Bäumen oder Büschen ist sie jedoch getarnt und selbst aus einer Entfernung von nur zehn Metern leicht zu übersehen (DAGG & FOSTER 1982). Anhand des bei jedem Tier unterschiedlichen Fleckenmusters ist es leicht, die Tiere individuell zu unterscheiden (MOSS 1975).

### 2.5.3 Physiologie

Die enorme Größe der Giraffe stellt insbesondere das Herz-Kreislaufsystem vor besondere physiologische Aufgaben. Zahlreiche Untersuchungen hierzu bearbeiteten unter anderem die Fragen, wie das Blut den hoch gelegenen Kopf erreicht, wie eine Blutunter- und Überversorgung des Gehirns verhindert wird, wenn sich die Giraffe erhebt oder bückt, und wie der venöse Rückfluss des Blutes aus den Beinen oder dem Kopf reguliert wird. Diesen Fragen soll im Folgenden nachgegangen werden.

Damit kein venöses Blut auf dem Weg von den Beinen zum Herzen mit der Schwerkraft zurückfließt, besitzen Giraffen besonders viele Venenklappen (AMOROSO ET AL. 1947). Auch die Drosselvene besitzt zahlreiche Klappen. Nach MITCHELL & SKINNER (2009) haben diese den Zweck, das voluminöse venöse Blut, das über die *Vena cava inferior* aus dem Körper zum Herzen zurückfließt, daran zu hindern, in die Drosselvene zu fließen statt in den rechten Herzvorhof. Senkt die Giraffe ihren Kopf, beispielsweise um zu trinken, besteht die Gefahr, dass das Gehirn vom einströmenden Blut überflutet wird. Die sogenannten Wundernetze (*Rete mirabile*) in der Nähe des Kopfes verhindern dies. Solch ein Wundernetz ist die Verzweigung einer Arterie in ein Geflecht aus zahlreichen sehr feinen Arterien, die sich anschließend wieder zu einer Arterie vereinigen. Beugt sich die Giraffe herunter, können die Wundernetzte Blut aufnehmen und bilden somit einen Puffer, um eine Überversorgung des Gehirns zu verhindern. Ebenso geben diese Wundernetzte Blut an das Gehirn ab, wenn sich die Giraffe wieder aufrichtet, um einer zwischenzeitlichen Unterversorgung vorzubeugen (LAWRENCE & REWELL 1948). Dem hohen hydrostatischen Druck, der auf die Blutgefäße in den Beinen einer Giraffe lastet, begegnen diese durch besonders dicke, muskulöse Gefäße mit einem relativ kleinen Lumen (DAGG & FOSTER 1982).

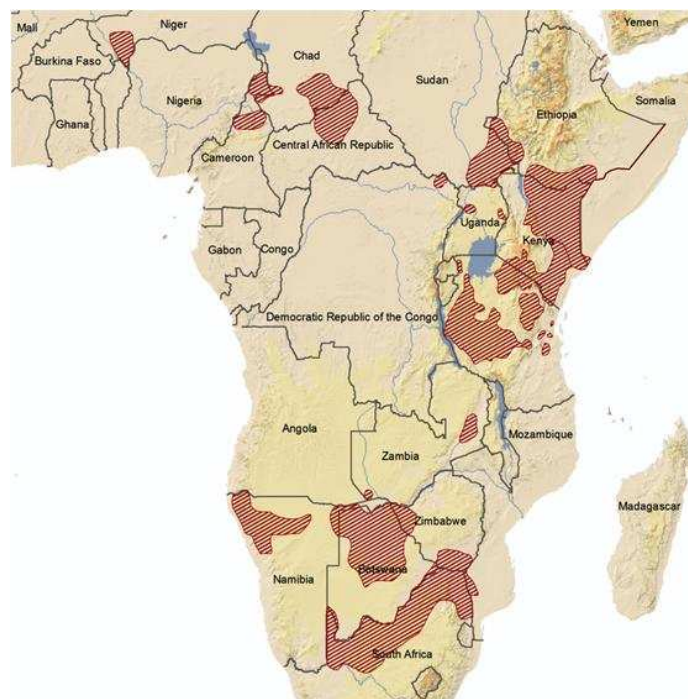
Der Puls der Giraffe liegt im Ruhezustand bei 60 bis 90 Schlägen pro Minute und kann bis auf 175 Schläge pro Minute ansteigen, wenn die Giraffe rennt (MITCHELL & SKINNER 2009). In Abhängigkeit von der Aktivität variiert auch der Blutdruck der Giraffe stark, der allgemein als der höchste im gesamten Tierreich gilt (KRUMBIEGEL 1971). Hält die Giraffe den Kopf in einem 55°-Winkel beträgt der Blutdruck etwa 208 mm Hg und liegt damit doppelt so hoch, wie es aus Berechnungen für ein Säugetiere dieser Größe zu



erwarten wäre (MITCHELL & SKINNER 2009). Während früher angenommen wurde, nur ein besonders großes Herz könnte einen solch hohen Blutdruck erzeugen (GOETZ 1955), ist heute bekannt, dass das Giraffenherz 0,51% der Körpermasse einnimmt und somit im Bereich der Erwartungen liegt. Es ist also nicht ein ungewöhnlich großes, sondern ein besonders muskulöses Herz, das das Blut durch den außergewöhnlichen Giraffenkörper zirkulieren lässt (MITCHELL & SKINNER 2009).

#### 2.5.4 Verbreitung und Lebensraum

Das Verbreitungsgebiet der Giraffe erstreckt sich über weite Teile Afrikas südlich der Sahara (Abb. 2.3). Dort kann sie in semiariden Gebieten mit karger Dornbusch-Vegetation bis hin zu Arealen mit dichtem Pflanzenwuchs angetroffen werden, wie sie im Buschland Südafrikas zu finden sind. In der Wüste oder im Regenwald kommen Giraffen hingegen nicht vor (DAGG & FOSTER 1982). Als Blattfresser bestimmt die Art der Vegetation ihr Vorkommen. So sind Giraffen vorrangig dort anzutreffen, wo ausreichend Akazien-, Commiphora- und Combretum-Arten zu finden sind, doch sind sie auch in der Miombo-Baumsavanne mit ihren charakteristischen *Brachystegia*- und *Isoberlina*-Arten heimisch (FENNESSY & BROWN 2010).



**Abb. 2.3: Die rotschattierten Flächen stellen das heutige Verbreitungsgebiet der Giraffe dar (aus FENNESSY & BROWN 2010).**

Während ihr westafrikanisches Verbreitungsgebiet (*G. c. peralta*) einst vom Senegal bis zum Tschadsee reichte, wurde sie dort im 20. Jahrhundert in weiten Teilen ausgerottet. Heute sind nur noch etwa 220 Westafrikanische Giraffen im Südwesten des Nigers in einem etwa 15.000 km<sup>2</sup> großen Gebiet zu finden (CIOFOLO & LE PENDU 2002), weshalb sie von der IUCN als bedroht eingestuft wurde. Im Norden Kameruns, im südlichen Tschad, in der Zentralafrikanischen Republik sowie im äußersten Nordosten der Demokratischen Republik Kongo, dem Garamba Nationalpark, ist die Kordofan-Giraffe (*G. c. antiquorum*) beheimatet. Dass es im Sudan westlich des Nils noch Giraffen gibt, gilt als unwahrscheinlich, jedoch trifft man im Südosten des Landes noch kleine Populationen der Nubischen Giraffe (*G. c. camelopardalis*) an. Etwa 3000 Netzgiraffen (*G. c. reticulata*) verteilen sich auf den Norden Kenias sowie den Süden Äthiopiens und Somalias. Die von der IUCN als bedroht eingestufte Rothschild-Giraffe (*G. c. rothschildi*) kommt in sehr kleinen Populationen (etwa 650 Tiere) in geschützten Gebieten Ugandas vor. Im südlichen Kenia und Tansania sind noch kopfstärke Herden der Masai-Giraffe (*G. c. tippelskirchi*) anzutreffen (FENNESSY & BROWN 2010). Im südlichen Afrika ist eine isolierte Giraffenpopulation, die Thornicroft-Giraffe (*G. c. thornicrofti*) im Luangwa-Tal in Sambia beheimatet. In anderen Gebieten des südlichen Afrikas wurden Giraffen in früherer Zeit ausgerottet und später wieder eingebürgert. Heute sind sie daher sowohl innerhalb als auch außerhalb geschützter Zonen in Namibia, Botswana, Zimbabwe (Angola-Giraffe, *G. c. angolensis*) und Südafrika (Kap-Giraffe, *G. c. giraffa*) recht häufig. In Angola hingegen ist die Giraffe vermutlich ausgestorben. In Sambia sind Giraffen noch im Sioma-Ngwezi-Nationalpark anzutreffen, und in Mosambik leben sie in Gebieten, die sich direkt an den Kruger-Nationalpark anschließen (FENNESSY & BROWN 2010).

### 2.5.5 Nahrung und Nahrungsaufnahme

Den Großteil des Tages verbringen Giraffen mit der Nahrungsaufnahme. Dafür legen sie weite Strecken zurück, fressen an einer Pflanze meist nur wenige bis maximal 40 Minuten und suchen dann eine andere Futterpflanze auf (LEUTHOLD & LEUTHOLD 1972, CIOFOLO & LE PENDU 2002). Je nach Monat und Verbreitungsgebiet verbringen die Giraffen zwischen 45% und 80% der Hellphase mit der Nahrungsaufnahme (PELLEW 1984, CIOFOLO & LE PENDU 2002). Dabei wenden adulte Giraffenkühe hierfür signifikant mehr Zeit auf als Giraffenbullen, was sich darauf zurückführen lässt, dass geschlechtsreife

Männchen weite Strecken bei der Suche nach fortpflanzungsbereiten Weibchen zurücklegen müssen (PELLEW 1984). Bei beiden Geschlechtern ist die Nahrungsaufnahme streng biphasisch organisiert: Jeweils in den ersten drei Stunden nach Sonnenaufgang und vor Sonnenuntergang fressen die Giraffen am häufigsten. In der Mittagszeit sinkt dieses Verhalten ab und erreicht am frühen Nachmittag, wenn die Temperaturen ihr Maximum erreichen, seinen Tiefpunkt (LEUTHOLD & LEUTHOLD 1978). Während der Dunkelphase fressen Giraffen signifikant weniger als am Tag und verbringen nur etwa 22-34% der Zeit mit der Nahrungsaufnahme. Hingegen ist im Dunkeln das Wiederkäuen mit etwa 40-49% die dominante Verhaltensweise (PELLEW 1984). Während der Trockenzeit werden die reduzierte Qualität sowie die geringe Verfügbarkeit der Futterpflanzen durch eine Verdopplung des Zeitaufwandes für die Nahrungsaufnahme ausgeglichen (PELLEW 1984, CIOFOLO & LE PENDU 2002).



**Abb. 2.4: Angola-Giraffenbulle beim Fressen einer Akazie im Etosha Nationalpark.**



Adulte Giraffenkühe und Jungtiere fressen in einer Höhe von zwei bis vier Metern, adulte Bullen strecken ihren Hals und Kopf vertikal nach oben und fressen somit in deutlich höheren Lagen von vier bis fünf Metern (DU TOIT 1990, GINNETT & DEMMENT 1999, CIOFOLO & LE PENDU 2002). Eine etwa 50 cm lange Zunge hilft der Giraffe, die Blätter von den Ästen zu streifen. Gegen die wehrhaften Dornen ihrer Futterpflanzen sind sie dank starker Behaarung und einer dicken Epidermis der Lippen geschützt (Abb. 2.4). Die große Fraßhöhe ermöglicht es den Giraffen, bis zu 96% ihrer Nahrung als Pflanzenteile von Bäumen und Büschen zu sich zu nehmen. Kräuter machen nur 2,5% ihrer Nahrung aus und Schling- und Kletterpflanzen sogar nur 1,5% (PELLEW 1984). Beim Grasens wurden sie nur selten bis überhaupt nicht beobachtet (OATES 1972, SAUER ET AL. 1977, PELLEW 1984). Je nach Verbreitungsgebiet setzt sich die Nahrung der Giraffen aus unterschiedlich vielen Pflanzenarten zusammen. So konnten im Niger 45 unterschiedliche Futterpflanzenarten ermittelt werden (CIOFOLO & LE PENDU 2002), in Kenia 66 (LEUTHOLD & LEUTHOLD 1972), in Simbabwe 77 Arten (nach LIGHTFOOT in PELLEW 1984), im Nordosten Südafrikas 30 bis 50 Baum- und Buscharten (OATES 1972, SAUER ET AL. 1977) und in Tansania 45 verschiedene Pflanzenarten (PELLEW 1984). In einem Gebiet, in dem Giraffen ursprünglich nicht vorkamen, dort jedoch angesiedelt wurden, nahmen sie nur 14 verschiedene Pflanzenarten auf (PARKER ET AL. 2003). Dabei bilden in den meisten Verbreitungsgebieten Akazien-Arten einen Großteil der Giraffennahrung (LEUTHOLD & LEUTHOLD 1972, HALL-MARTIN 1974, FIELD & ROSS 1976, SAUER ET AL. 1977, 1982, PELLEW 1984, CIOFOLO & LE PENDU 2002, PARKER ET AL. 2003), jedoch gibt es auch Gebiete, in denen Akazien nur eine untergeordnete Rolle für die Ernährung der Giraffen spielen (BACKHAUS 1961, PRATT & ANDERSON 1982).

Das Nahrungsspektrum ist in erster Linie von der Jahreszeit abhängig. Da Giraffen hauptsächlich junge Triebe und Blätter fressen (69-84%), bevorzugen sie bei der Nahrungsaufnahme diejenigen Arten, die aktuell den größten Anteil an jungen Blättern und Trieben aufweisen (SAUER ET AL. 1982, PELLEW 1984, CIOFOLO & LE PENDU 2002). So bestand nach CIOFOLO & LE PENDU (2002) während der Regenzeit, der Zeit, in der die Blätter austreiben, die Nahrung zu 86% aus Blättern und 8,5% aus Rinde, die sie von Bäumen schälten, während Blüten und Früchte nur 5,5% der Nahrung ausmachten. Hingegen setzte sich die Nahrung in der Trockenzeit zu 44% aus Früchten (z.B. *Citrullus*

*lanatus* oder *Citrullus colocynthis*), 11% Blüten und nur noch zu 45% aus Blättern und Rinde zusammen. Gelegentlich konnte beobachtet werden, dass Giraffen an Knochen kauen oder salzhaltige Erde aufleckten (WYATT 1971, LEUTHOLD & LEUTHOLD 1972, CIOFOLO & LE PENDU 2002). Wasser nehmen sie in trockenen Gebieten nur selten auf. Der Wassergehalt der Akazienblätter scheint hoch genug zu sein, um Monate ohne zusätzliche Wasseraufnahme leben zu können (WYATT in CIOFOLO & LE PENDU 2002, FENNESSY 2009).

### 2.5.6 Verhalten

Obwohl Giraffen große Tiere sind, eine tagaktive Lebensweise haben, den Menschen nicht scheuen und anhand ihrer Fellzeichnung leicht individuell identifizierbar sind, gibt es nur sehr wenige Verhaltensstudien zum höchsten landlebenden Tier der Welt (PRATT & ANDERSON 1985). Auch umfasste die längste veröffentlichte Studie aus einem Untersuchungsgebiet in Afrika lediglich vier Jahre (BASHAW 2003), was im Vergleich zu den jahrzehntelangen Sozialstudien an Elefanten oder Menschenaffen sehr gering ist. Dennoch konnte während der letzten fünf Jahrzehnte einiges Wissen zum Verhalten der Giraffe zusammengetragen werden:

Giraffen haben keine festen Reviere, sondern leben in sogenannten Streifgebieten (engl.: Home-Ranges). Je nach Individuum, Region, Jahreszeit und Beobachtungsmethode kann die angegebene Größe einer solchen Home-Range beachtlich schwanken und liegt zwischen 5 km<sup>2</sup> und 1.950 km<sup>2</sup> (VAN DER JEUGD & PRINS 2000, FENNESSY 2009). Die erste Studie, die mit Hilfe von GPS-Halsbändern den Bewegungsraum von Giraffen untersuchte, wurde von FENNESSY (2009) in der Namib-Wüste durchgeführt. Für adulte Bullen konnte dort eine mittlere Home-Range von 513 km<sup>2</sup> nachgewiesen werden (FENNESSY 2009). Dies war mehr als doppelt so groß wie die mittlere Home-Range eines Weibchens, die 200 km<sup>2</sup> maß. Dabei ist davon auszugehen, dass Tiere in solch trockenen Gebieten deutlich größere Gebiete durchstreifen müssen als in Gegenden mit höherem Niederschlag und dichterem Pflanzenwuchs. So waren in anderen Regionen die ermittelten Streifgebiete mit 24,6 km<sup>2</sup> bzw. 68 km<sup>2</sup> deutlich kleiner (LANGMAN 1973, BERRY 1978). Die Streifgebiete der juvenilen Giraffen waren in verschiedenen

Untersuchungen (LANGMAN 1973, FENNESSY 2009) von geringerem Ausmaß als die der adulten Tiere und betragen bei FENNESSY (2009) 20,8 km<sup>2</sup>.

Auch die Strecken, die Giraffen täglich zurück legen, sind geschlechtsspezifisch verschieden lang. Ein adulter Bulle legt je nach Region etwa 2,6 bis 5,9 km und eine Giraffenkuh etwa 1,9 bis 2,9 km pro Tag zurück (INNIS 1958, LANGMAN 1973, BERRY 1978, FENNESSY 2009). Dabei zeigen beide Geschlechter auch hier ein biphasisches Aktivitätsmuster. Am bewegungsfreudigsten sind Giraffen nach Sonnenaufgang am frühen Morgen sowie vor Sonnenuntergang am frühen Abend. Hingegen tritt in der heißen Mittagszeit ein Aktivitätsminimum auf. Die dominierenden Verhaltensweisen der Giraffe sind Fressen und Wiederkauen (INNIS 1958). Im Schnitt verbringen weibliche Giraffen 53% des Tages mit Fressen. Männchen fressen mit 27% der Tagesaktivität nur halb so lang, kauen dafür ihre Nahrung mit 22% signifikant länger wieder als Weibchen (15%) (LEUTHOLD & LEUTHOLD 1979).

### **Sozialsystem**

Giraffen leben in kleinen Gruppen (Abb. 2.5). Eine Giraffenherde als solche zu definieren, stellt die Forscher jedoch bis heute vor Schwierigkeiten. Die gängigste Definition findet sich bei FOSTER (1966): Er zählt alle Giraffen zu einer Herde, die nicht weiter als einen Kilometer entfernt voneinander stehen und in die gleiche Richtung laufen. Dabei ist die Gruppengröße von zahlreichen Faktoren abhängig und variiert in Abhängigkeit vom Lebensraum. Eine ausführliche Auflistung der in der Literatur beschriebenen Gruppengrößen stellten DAGG & FOSTER (1982) zusammen. Adulte Giraffenbullen streifen meist alleine umher, aber auch weibliche Tiere leben zeitweise solitär (DAGG & FOSTER 1982, PRATT & ANDERSON 1985, VAN DER JEUGD & PRINS 2000). Größere Giraffenherden umfassen zwei oder drei bis hin zu zehn Individuen (BACKHAUS 1961, LEUTHOLD 1979, DAGG & FOSTER 1982, LE PENDU ET AL. 2000). Während noch Ende des 19. Jahrhunderts Giraffengruppen mit 100 und mehr Tieren häufig waren, sind heute, aufgrund der rückläufigen Bestandszahlen und den zunehmenden Störungen durch menschliche Eingriffe, große Herden mit über 20 Gruppenmitgliedern selten anzutreffen (DAGG & FOSTER 1982). LE PENDU ET AL. (2000) konnten im Gegensatz zu DAGG & FOSTER (1982) je nach Jahreszeit und Nahrungsvorkommen Schwankungen in der Gruppengröße

feststellen. So bildeten die Giraffen im Niger während der Regenzeit größere Gruppen als in der Trockenzeit. Untersuchungen zum Einfluss der Gruppengröße auf das Wachsamkeitsverhalten von Giraffen ergaben, dass gruppenlebende Giraffen ebenso wachsam sind wie solitär lebende Tiere. Das erhöhte Risiko ohne Gruppe erbeutet zu werden, scheint also nicht die Wachsamkeit zu beeinflussen. Im Gegenteil zeigten bestimmte Individuen, wie adulte Bullen, in der Gruppe eine erhöhte Wachsamkeit. Demnach haben soziale Faktoren einen größeren Einfluss auf die Wachsamkeit der Tiere als Prädatoren (CAMERON & DU TOIT 2005).

Giraffen scheinen nur lose Verbindungen zu anderen Giraffen einzugehen. Die Tiere finden scheinbar zufällig zusammen und die Zusammensetzung einer Herde wechselt häufig (INNIS 1958, FOSTER 1966, COE 1967, LEUTHOLD & LEUTHOLD 1978, DAGG & FOSTER 1982, PRATT & ANDERSON 1982, 1985). Jedoch gibt es Hinweise darauf, dass möglicherweise auch länger anhaltende Bindungen in Form von Mutter-Tochter-Dyaden auftreten. Auch enge soziale Bindungen zwischen Giraffen, wie man sie in Peergroups findet, können über größere Zeiträume andauern (PRATT & ANDERSON 1985, BERRY in BASHAW 2007). Das Vorhandensein von sozialen Bindungen bei Giraffen wird durch die Untersuchungen an Zoo-Giraffen unterstützt. So konnten deutliche Anzeichen einer Stressreaktion wie es auch für andere soziale Säuger, beispielsweise Primaten, typisch ist, im Verhalten der zurückgebliebenen Tiere beobachtet werden, nachdem ein anderes Tier von der Herde abgetrennt wurde (TAROU ET AL. 2000). Zudem konnte in Zoologischen Gärten beobachtet werden, dass einzelne Tiere über große Zeiträume engere Kontakte zu bestimmten Individuen pflegen als zu anderen (BASHAW ET AL. 2007). Diese neueren Untersuchungen legen die Vermutung nahe, dass Giraffen möglicherweise sozialer sind, als bisher gedacht. BASHAW ET AL. (2007) schlagen ein Fission-Fusion-Sozialsystem für Giraffen vor, bei dem sich die einzelnen Gruppenmitglieder von Zeit zu Zeit trennen und wieder zusammen finden.



**Abb. 2.5: Vierköpfige Giraffenherde im Etosha-Nationalpark.**

Innerhalb einer Giraffenherde scheint es weder Alpha-Tiere noch Wachposten zu geben (DAGG & FOSTER 1982). Während unter den weiblichen Gruppenmitgliedern bislang keine Hierarchien beobachtet werden konnten (BASHAW 2003), bilden Giraffenbullen eine Rangordnung aus (BACKHAUS 1961, COE 1967, FOSTER & DAGG 1972, LEUTHOLD 1979), wobei das sogenannte „Necking“ eine wichtige Rolle spielt (COE 1967, LEUTHOLD 1979). Beim „Necking“ wird zwischen „Sparring“ und ernsthaften Kämpfen unterschieden. Beim Sparring stehen die beiden Kombattanten Seite an Seite und schwingen ihre Köpfe und Häuse abwechselnd gegeneinander, wie es von zahlreichen Autoren ausführlich beschrieben wurde (INNIS 1958, COE 1967, DAGG & FOSTER 1982). Diese Verhaltensweise ist insbesondere bei jungen Giraffenbullen zu beobachten und tritt bei Kälbern und adulten Bullen nur selten auf. Häufig sind die beteiligten Bullen unterschiedlich groß, und meist führt das kleinere Tier den ersten Schlag aus. Dominanz oder Unterwürfigkeitsverhalten konnte im Zusammenhang mit Sparring nicht beobachtet werden, weshalb manche Autoren davon ausgehen, dass es sich hierbei um Spielverhalten handelt und nicht den Zweck einer Hierarchiebildung verfolgt. Demnach

ergäbe sich die Hierarchie rein aus dem Alter und der Größe der Tiere (PRATT & ANDERSON 1985).

Ernsthafte Kämpfe wurden in den verschiedenen Langzeit-Giraffenuntersuchungen immer nur vereinzelt beobachtet. Ein Kampf ist dem Sparring vom Ablauf her ähnlich und daher nur schwer von diesem abzugrenzen. Allerdings geht ein Kampf nicht aus einer Steigerung des Sparrings hervor. Im Kampf nähern sich die beiden beteiligten Bullen schnell und beginnen ohne Vorspiel mit maximaler Kraft und so schnell wie möglich auf den Gegner einzuschlagen. Kämpfe dieser Art können zu ernsthaften Verletzungen bis hin zum Tod eines der Kombattanten führen (BACKHAUS 1961, DAGG & FOSTER 1982). Große Bullen mit einem Alter von über zehn Jahren meiden daher meist einander und ziehen alleine umher. Sie schließen sich nur selten einer Herde an und wenn dann nur für kurze Zeit (DAGG & FOSTER 1982). Hingegen sind jüngere Bullen sehr sozial und bilden häufig mit Kühen, Kälbern und gleichalten Bullen eine Herde (PRATT & ANDERSON 1982, LE PENDU ET AL. 2000). Die großen Bullen sind dominant gegenüber kleineren und vertreiben gelegentlich einen rangniederen aus einer Herde, schenken deutlich kleineren Bullen jedoch keine Beachtung. Zu einem ernsthaften Kampf kommt es daher nur selten (PRATT & ANDERSON 1985).

Gelegentlich sind auch Interaktionen zwischen den Kühen einer Herde zu beobachten. Soziale Kontakte können geschlechts- und altersübergreifend in Form von Beschnupern, Belecken, Berühren sowie dem Aneinanderreiben der Häuse auftreten (LEUTHOLD 1979, PRATT & ANDERSON 1985, LE PENDU ET AL. 2000, BASHAW 2003). Eine besondere Form des Sozialverhaltens stellt das Fortpflanzungsverhalten dar, das im Folgenden näher betrachtet werden soll.

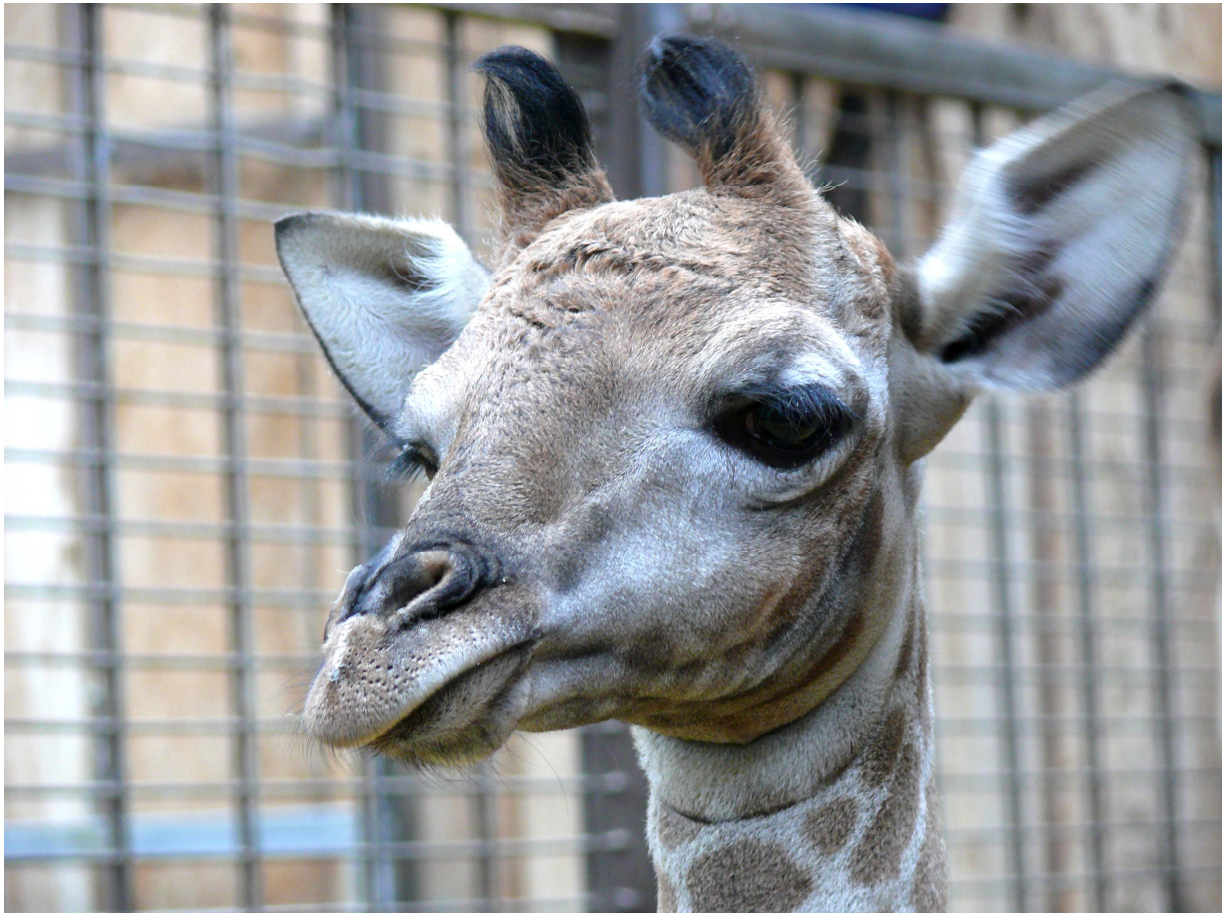
### **2.5.7 Fortpflanzung**

Weibchen werden mit drei bis vier Jahren geschlechtsreif, Bullen mit vier bis fünf Jahren. Hinsichtlich ihrer Fortpflanzung zeigen Giraffen nur eine geringe Abhängigkeit von der Jahreszeit. Die bevorzugte Setzzeit scheint der Übergang von der Trocken- zur Regenzeit zu sein. Da Giraffen sich von Laub ernähren und Baumwurzeln bis tief in den Boden reichen, so dass die Bäume auch in wasserärmeren Zeiten noch Blätter tragen

können, sind Giraffen im Gegensatz zu reinen Grasfressern nicht allzu sehr von den Jahreszeiten abhängig (BACKHAUS 1961, KRUMBIEGEL 1971, DAGG & FOSTER 1982, BERCOVITCH ET AL. 2004). Der Zyklus einer Giraffe beträgt 14,7 Tage. In diesem zeitlichen Fenster ist die Giraffenkühe vier Tage lang fertil. Durch Flehmen erkennt ein Giraffenbulle, ob ein Giraffenweibchen empfängnisbereit ist, und jeglicher sexueller Kontakt beschränkt sich Beobachtungen zufolge auf dieses zeitliche Fenster (BACKHAUS 1961, BERCOVITCH ET AL. 2006). Findet ein Bulle Interesse an einem Weibchen, so wird es meist ein oder zwei Tage lang begleitet, wobei die Tiere beispielsweise Seite an Seite fressen. Zu gegebener Zeit beginnt der Bulle das sogenannte Treiben. Dabei tritt der Bulle so nah wie möglich an das Hinterteil des Weibchens heran und wittert. Daraufhin läuft die Kuh meist einige Schritte nach vorne, worauf der Bulle folgt. Dies wiederholt sich einige Male (BACKHAUS 1961). Bleibt das adulte Weibchen längere Zeit stehen, so vollführt der Bulle einen Laufschiß. Dabei bewegt er seine Hinterbeine ein wenig nach vorne und schwingt sein ausgestrecktes Vorderbein ebenfalls vorwärts, um ihr Hinterbein zu berühren (PRATT & ANDERSON 1985). Um sich zu paaren, reitet der Bulle von hinten auf das Weibchen auf. Aufgrund des enormen Gewichts, das Giraffenkühe in diesem Moment tragen müssen, dauert die Paarung nur wenige Sekunden. Dabei bleiben die Weibchen nur selten an einer Stelle stehen (BERCOVITCH ET AL. 2006, KRUMBIEGEL 1971).

Nach erfolgreicher Paarung wird nach durchschnittlich 448 Tagen (KRUMBIEGEL 1971, DEL CASTILLO 2005) ein einzelnes, zwischen 170 und 190 cm großes Jungtier geboren (Abb. 2.6).





**Abb. 2.6: 20 Tage alte Angola-Giraffe im Zoo Dortmund.**

Während beim nächsten Verwandten der Giraffe, dem Okapi, Zwillingssgeburten häufig sind, bilden diese bei Giraffen eine Ausnahme (KRUMBIEGEL 1971). Giraffenkühe gebären ihre Jungen im Stehen. Zunächst erscheinen die Vorderbeine, dann der Kopf. Nur 15 Minuten nach der erfolgreichen Geburt versucht das Jungtier bereits aufzustehen, während es von der Mutter trocken geleckt und von der Fruchthülle befreit wird. Die Nachgeburt fressen die Mütter in der Regel nicht. Nach etwa einer Stunde steht das Jungtier, kurz darauf beginnt es, bei seiner Mutter die für Huftiere charakteristische protein- und fettreiche Milch zu trinken (ASCHAFFENBURG ET AL. 1962, KRUMBIEGEL 1971, DAGG & FOSTER 1982). Wenige Tage vor und etwa acht bis 30 Tage lang nach der Geburt meiden gebärende Weibchen die Nähe von Artgenossen (LANGMAN 1977, PRATT & ANDERSON 1979, DAGG & FOSTER 1982). Während in manchen Gebieten, wie im Arusha-Nationalpark in Tansania, die Kälber meist in der Nähe ihrer Mutter zu finden sind (PRATT & ANDERSON 1982), verbringt ein Jungtier in anderen Gegenden, wie dem



Timbavati-Naturreservat in Südafrika, 49% des Tages liegend im Gebüsch, solange ihre Mutter auf Nahrungssuche ist (LANGMAN 1977). Die Mutterkuh bewegt sich dabei 20 m bis 3 km weit weg und kehrt etwa zwei- bis viermal täglich zurück, um das Jungtier zu stillen. PRATT & ANDERSON (1979) beobachteten eine erhöhte Stillfrequenz von 1,1 Saugakten pro Stunde innerhalb der ersten Lebenswoche. Diese verringerte sich jedoch im Laufe der Zeit, bis die Frequenz im Alter von vier Monaten nur noch 0,2 Saugakte pro Stunde betrug. Ein Saugakt dauert dabei durchschnittlich 66 Sekunden. Zwar nehmen die Jungtiere schon ab dem ersten Lebensmonat auch feste Nahrung zu sich, doch konnten sie bis zu einem Alter von neun bis zwölf Monaten beim gelegentlichen Trinken am Gesäuge der Mutter beobachtet werden. Nach etwa einem Monat schließen sich die Giraffenkühe mit ihren Jungtieren anderen Mutter-Kind-Paaren an. Die Beständigkeit solcher Gruppen ist sehr unterschiedlich. Die meisten Zusammenschlüsse dauern nur wenige Tage oder Wochen, andere können Monate halten und zu langfristigen Bindungen zwischen den Kälbern führen (PRATT & ANDERSON 1979, 1982). Auch schließen sich Kälber zu sogenannten Peergroups zusammen, verbringen dann mehr Zeit miteinander als mit ihren Müttern und interagieren häufig miteinander. Zudem stehen sie meist enger beieinander als bei ihrer jeweiligen Mutter (PRATT & ANDERSON 1979, 1982). Entgegen früheren Beschreibungen, in denen den Giraffen eine sehr schwach ausgeprägte Mutter-Kind-Bindung nachgesagt wurde (DAGG & FOSTER 1982), weiß man heute, dass die Bindungen bis zu 22 Monate lang halten und sich meist erst lösen, wenn ein neues Jungtier geboren wird. Giraffenmütter sind ausgesprochen aufmerksam (Abb. 2.7), gehen häufig zu ihren Kälbern, um sie zu berühren, und verteidigen diese sogar gegen Raubfeinde wie Löwen (*Panthera leo*) (LANGMAN 1977, PRATT & ANDERSON 1979).



**Abb. 2.7: Giraffenmutter beschützt ihr 20 Tage altes Jungtier im Zoo Dortmund.**

Nach einer erfolgreichen Geburt zeigt eine Giraffenkuh etwa 104 Tage lang keinen Zyklus (DEL CASTILLO 2005). Danach kann sie erneut trächtig werden, obwohl sie noch weiterhin ihr Kalb stillt (DAGG & FOSTER 1982, BERCOVITCH ET AL. 2004). Im natürlichen Lebensraum konnten Giraffenbullen beobachtet werden, die sexuelles Interesse an Kühen zeigten, die ein erst mehrere Monate altes Jungtier führten (DAGG & FOSTER 1982).

### **2.5.8 Giraffen in Menschenobhut**

Giraffen faszinieren die Menschen schon seit Jahrtausenden. So gibt es Belege, dass bereits unter der Pharaonin Hatschepsut (regierte etwa von 1479-1458 v. Chr.) Giraffen aus einer ostafrikanischen Provinz, südlich von Äthiopien, nach Ägypten gebracht wurden (RIEDL-DORN 2008). Die Römer zeigten Giraffen im Kolosseum, und im europäischen Mittelalter sowie in der Renaissance gelangten Giraffen vereinzelt in verschiedene Menagerien wohlhabender Fürstentümer. Danach dauerte es etwa 300 Jahre, bis erneut eine Giraffe in Europa eintraf. Im 19. Jahrhundert erhielten sowohl der König von Frankreich Karl X., König George IV. von England (beide 1827) als auch Kaiser

Franz I. von Österreich (1828) eine Giraffe für ihre Menagerien. Der aufwendige Transport sowie das Ausmaß der Begeisterung in der Bevölkerung über die Ankunft dieser faszinierenden Tiere wurden ausführlich von RIEDL-DORN (2008) und ALLIN (1999) beschrieben. Damals handelte es sich vermutlich um Giraffen aus dem Sudan, die somit der Unterart *G. c. antiquorum* zuzurechnen sind.

Heute leben laut dem „International Species Information System“ (ISIS) weltweit 1594 Giraffen in Zoologischen Gärten. Die am stärksten vertretene Unterart ist die Rothschild-Giraffe mit weltweit 194 Bullen und 279 Weibchen, gefolgt von der Netzgiraffe mit 167 Bullen und 270 Weibchen (Stand: 4. September 2012).

## **2.6 Die Giraffe als Modelltier für non-invasive Schlaf- und Stressuntersuchungen**

Aufgrund ihrer speziellen Schlafposition sowie ihrer Sensibilität gegenüber Veränderungen in ihrer Umwelt eignet sich die Giraffe in besonderem Maße für Untersuchungen zum vergleichenden Schlaf- und Stressverhalten (FLEISSNER 2003).

### **2.6.1 Schlaf von Giraffen**

Schlafuntersuchungen an Giraffen beruhen ausschließlich auf Verhaltensbeobachtungen. Der berühmte Schweizer Zoodirektor HEINI HEDIGER äußerte noch vor etwa 60 Jahren, dass erwachsene Giraffen wahrscheinlich niemals schlafen (IMMELMANN 1958). Erstmals beschrieb GRZIMEK (1956), dass Giraffen beim Schlafen ihren Kopf ablegen. Er bezeichnete diese Schlafphasen als Tiefschlaf. Während einer Nacht lagen die Giraffen seinen Beobachtungen zufolge mit Unterbrechungen etwa 6,5 Stunden. Etwa fünfmal pro Nacht konnten beim erwachsenen Tier diese "Tiefschlafphasen" beobachtet werden, die zwischen 2,5 und sechs Minuten dauerten, was eine Gesamttiefschlafdauer von etwa 21 Minuten ergab. Ein vier Monate altes Jungtier hingegen zeigte 63 bis 70 Minuten "Tiefschlaf" pro Nacht.

BACKHAUS (1961) unterscheidet in seinen detailreichen Beobachtungen zum Verhalten der Giraffe zwischen Dösen und Schlafen. Demnach kann Dösen sowohl im Stehen als auch im Liegen stattfinden. Der Hals ist dabei aufgerichtet und die Augen sind teilweise geschlossen. Die Ohren bewegen sich kaum, und Wiederkauen ist nicht zu beobachten. Hingegen findet Schlafen nach BACKHAUS (1961) nur im Liegen statt. Um zu schlafen, biegt die Giraffe ihren Kopf im Kreisbogen nach hinten. Junge Tiere legen den Kopf auf dem Rücken ab. Wird die Giraffe jedoch größer, rutscht der Kopf meist vom Rücken ab. Erst wenn der Kopf zur Ruhe kommt, schließen die Tiere langsam die Augen. In dieser Position werden Außenreize gesiebt wahrgenommen. Während die Giraffe auf bekannte Geräusche im Schlaf nicht reagiert, reagiert sie auf unbekannte Reize mit Aufwachen. BACKHAUS (1961) beobachtete zudem, dass sich Jungtiere bei geringsten Störungen nicht hinlegten. Beispielsweise blieb eine junge Giraffe entgegen ihrer Gewohnheit vier Stunden lang stehen, als das Giraffenhaus mehrere Tagen nach der Geburt erstmalig wieder für Besucher geöffnet wurde und legte sich erst ab, nachdem das Giraffenhaus wieder geschlossen wurde.

IMMELMANN (1958) sowie IMMELMANN & GEBBING (1962) konnten zeigen, dass Giraffen polyphasische Schläfer sind, die sich bevorzugt in der Nacht ablegen, wobei sich Ruhe- und Aktivitätsperioden abwechseln. In ihren Untersuchungen legten sich die Giraffen drei bis fünfmal pro Nacht für eine Dauer von jeweils elf bis 180 Minuten ab, was sich zu einer durchschnittlichen Gesamtliegedauer von sieben bis neun Stunden summierte. Dabei unterschieden sie zwischen leichtem Schlaf und „Tiefschlaf“. Im leichten Schlaf befanden sich Giraffen demnach, wenn sie lagen, den Hals aufrecht hielten und die Augen langsam schlossen. Dabei konnten sie auch wiederkauen. Über die Dauer des leichten Schlafs konnten IMMELMANN & GEBBING (1962) keine Angaben machen, da sie Anfangs- und Endpunkte dieser Verhaltensweise nicht terminieren konnten. Einmalig konnten sie eine Giraffe beobachten, wie sie mit geschlossenen Augen bewegungslos in einer Ecke stand und schlief. Im „Tiefschlaf“ hingegen biegt die Giraffe nach IMMELMANN & GEBBING (1962) „ihren ungewöhnlich langen Hals henkelförmig ab und legt die Kopfspitze dem Boden auf“. Diese „Tiefschlafphasen“ waren gleichmäßig über die ganze Nacht verteilt, dauerten durchschnittlich drei bis vier Minuten und wiederholten sich etwa fünf bis zehn Mal pro Nacht. Während eine adulte Giraffe weniger als 20 Minuten

pro Nacht in der als „Tiefschlafphase“ bezeichneten Position beobachtet werden konnte, verbrachte ein subadultes etwa vier Jahre altes Weibchen 27 Minuten und ein vier Monate altes Jungtier 70 Minuten in dieser Position (IMMELMANN 1958). IMMELMANN & GEBBING (1962) wiesen darauf hin, dass Giraffen bei unbekanntem Ereignissen und Störungen oft stunden- oder tagelang nicht schliefen.

KRISTAL & NOONAN (1979) beschrieben ausführlich das Ruheverhalten von zwei neun bzw. drei Jahre alten Giraffen. Dabei gehen sie detailliert auf den Vorgang des Ablegens ein und erwähnen, dass sie dabei eine Art Seufzen hören konnten. Ihren Beobachtungen zufolge dauerten die Liegephasen zwischen drei und 75 Minuten und tendierten dazu gegen Ende der Nacht länger zu werden. Dabei zeigte jede Giraffe zwischen drei und acht Liegephasen pro Nacht, mit Ausnahme am Abend der Geburt, an dem sich die Mutterkuh nur ein einziges Mal für etwa eine Stunde ablegte. Anhand einer verringerten Atmungsrate von 15 Atemzügen pro Minute im Vergleich zu 20 Atemzügen pro Minute während des Wachzustands, definierten sie eine als „S-Schlaf“ („slow-wave sleep or light sleep“) bezeichnete Schlafphase. Dieser S-Schlaf trat in fünf bis 30 Minuten dauernden Perioden auf. Nach ihren Beobachtungen befand sich eine Giraffe im „D-Schlaf“ („deep or fast-wave sleep“), wenn sie ihren Kopf auf der Hüfte ablegte. Diese Position nahmen die Tiere ein bis zweimal pro Nacht ein und verharrten so zwischen einer und zehn Minuten. Nur gelegentlich konnten die Tiere in dieser Schlafposition vor 22:00 Uhr beobachtet werden, in der Regel trat dies später, zwischen 2:00 und 5:00 Uhr, auf. KRISTAL & NOONAN (1979) konnten auch eine neugeborene Giraffe beobachten, die bereits im Alter von vier Stunden die Tiefschlafposition einnahm. Während der ersten beiden Lebensstage verbrachte das Jungtier etwa 25% seiner Zeit schlafend, wobei es davon etwa 90% in der beschriebenen Tiefschlafposition verbrachte.

Die bislang ausführlichsten Beschreibungen zum Schlafverhalten der Giraffen dokumentierten die beiden Schlafforscher TOBLER & SCHWIERIN (1996). Sie teilten den Wachsamkeitszustand der Giraffe in vier Kategorien ein: wach, stehender Schlaf, liegender Schlaf (RS) und Paradoxe Schlaf (PS). Demnach war eine Giraffe wach, wenn sie stand oder lag und sich dabei bewegte. Stehender Schlaf wurde aufgenommen, wenn die Tiere regungslos standen, was auch für die Ohren galt, sowie der Hals im Verhältnis

zum Boden einen kleineren Winkel zeichnete, als dies im Wachzustand der Fall war. Liegendes Schlafen zeichnet sich nach TOBLER & SCHWIERIN (1996) dadurch aus, dass der Winkel zwischen Hals und Boden deutlich spitzer ist (zwischen  $30^\circ$  und  $70^\circ$ ) als während der liegenden Wachzustände (Abb. 2.8). Da der Winkel des Halses relativ zum Boden aufgrund des Kamerawinkels nur unzuverlässig bestimmt werden konnte, war ein weiteres wichtiges Kriterium für RS die Reglosigkeit von Hals und Kopf. Die auch von anderen Autoren beschriebene auffällige Schlafposition, in der die Giraffe den Kopf nach hinten biegt und auf der Flanke eines Hinterbeines ablegt (Abb. 2.9), stuften TOBLER & SCHWIERIN (1996) als PS ein, weil in dieser Position eine Atonie der Willkürmuskulatur zu beobachten war, was in Untersuchungen an Menschen und Tieren ein typisches Merkmal für REM-Schlaf ist (siehe 2.2). Somit wurde diese Schlafposition erstmalig nicht als Tiefschlaf, sondern als Paradoxer Schlaf identifiziert. Als Gesamtschlafdauer wurden 4,6 Stunden ermittelt, wovon 4,7% auf den PS entfielen. Dabei dauerte eine PS-Phase meist weniger als drei Minuten. Alte Individuen verbrachten einen größeren Schlafanteil im Stehen als junge Tiere (TOBLER & SCHWIERIN 1996).



**Abb. 2.8: Netzgiraffe im Zoo Rotterdam schläft liegend mit aufrechtem Hals.**





**Abb. 2.9: Die Giraffe biegt in liegender Position den Hals nach hinten und legt ihren Kopf auf der Flanke des Hinterbeins ab. In dieser Position befindet sich die Giraffe nach TOBLER & SCHWIERIN (1996) im paradoxen Schlaf.**

Untersuchungen zum Schlafverhalten im natürlichen Lebensraum der Giraffe gibt es nur wenige, die zudem meist von anekdotischem Charakter sind. So verbringen nach INNIS (1958) Giraffen durchschnittlich zwischen drei und 16% der Hellphase liegend, wobei dieses Verhalten verstärkt zwischen 12:00 und 15:00 Uhr auftrat. Nur ein einziges Mal konnte INNIS (1958) eine Giraffe am Tage beobachten, wie sie liegend den Hals zurückbog und den Kopf auf der Flanke ablegte. Männliche Tiere verbrachten durchschnittlich 9,5% der Hellphase liegend, während Giraffenkühe in dieser Zeit gar nicht bis äußerst selten liegend zu beobachten waren (BACKHAUS 1961, LEUTHOLD & LEUTHOLD 1978). In der Nacht legten sich alle von PELLEW (1984) beobachteten Giraffen ab. Am häufigsten wurden sie spät in der Nacht sowie am frühen Morgen, liegend angetroffen. Während der Liegephasen konnte beobachtet werden, dass die Giraffen ihren langen Hals nach hinten bogen und den Kopf für durchschnittlich 5,5 Minuten auf der Flanke ablegten (PELLEW 1984). Anderen Beobachtungen zufolge verbringen Giraffen etwa zwei bis drei Stunden eines Tages liegend und legen von Zeit zu Zeit für etwa eine Minute den Kopf auf der Flanke ab. Hier wurde als Gesamtschlafdauer pro 24 Stunden eine Zeit von fünf bis 30 Minuten ermittelt (MOSS 1975). Dabei konnte eine graduelle Veränderung der Liegezeiten in Abhängigkeit vom Alter beobachtet werden: Jungtiere (Alter 0 bis 60 Tage) verbrachten 78% des Tages liegend, während juvenile

Giraffen (Alter 60 Tage bis 1,5 Jahre) nur noch 19% des Tages liegend anzutreffen waren (LANGMAN 1977).

### **2.6.2 Stress bei Giraffen**

Giraffen werden von Zooverantwortlichen mit jahrelanger Erfahrung häufig als empfindlich gegenüber Veränderungen beschrieben. So gibt es zahlreiche Berichte, in denen aus menschlicher Sicht das Gehege nur geringfügig verändert wurde, die Giraffen jedoch mit großer Nervosität reagierten und teils nur schwer dazu zu bringen waren, das Gehege wieder zu betreten (pers. Mitt. BERNHARD BLASKIEWITZ, JUDITH WANTIA und GERD FUCHS). FOWLER (1978) berichtet sogar von einer Giraffe, die an Schock starb, nachdem ein Schaf in ihrem Stall auftauchte sowie von einer jungen Giraffe, die durch eine in der Nähe einschlagende Bombe derart erschreckt wurde, dass sie an Entkräftung starb. Auch waren starke Gewitter bereits in der Lage, Giraffen derart zu beunruhigen, dass sie in Folge der Aufregung starben.

Wissenschaftliche Untersuchungen zur Stressbiologie der Giraffe fehlen bislang nahezu vollständig. Eine kleinere Untersuchung führten TAROU ET AL. (2000) im Zoo Atlanta durch. Sie untersuchten, inwieweit die Veränderung der Gruppenstruktur durch den Abtransport des Giraffenbullens Einfluss auf das Verhalten der beiden verbleibenden Giraffenkühe hatte. Es konnte beobachtet werden, dass nach der Separierung sowohl die Aktivität als auch das Auftreten von oralen Stereotypen (wiederkehrendes Lecken am Gehegezaun) signifikant anstieg. Zudem verbrachten die beiden Kühe mehr Zeit in direktem Kontakt miteinander. Nach etwa zehn Tagen sanken alle Werte wieder auf das Ausgangsniveau. Diese Verhaltensänderungen wurden mit denen anderer Säugetiere verglichen und als Stressreaktion bewertet. Während stereotypes Verhalten häufig auch in Zusammenhang mit Stress auftritt, scheinen die oralen Stereotypen der Zoo-Giraffen (Abb. 2.10) ihren Ursprung eher in der ungenügenden Auslastung der Zunge zu haben, was wiederum auf die reduzierte Zeit zurückzuführen ist, die Zoo-Giraffen im Vergleich zu ihren Artgenossen im natürlichen Lebensraum mit der Nahrungsaufnahme verbringen (TAROU 2003).





**Abb. 2.10: Junger Giraffenbulle beim stereotypen Ablecken eines Baumstammes.**

Die einzige mir bekannte Untersuchung zu Stresshormonen bei Giraffen wurde von CHINNADURAI ET AL. (2009) durchgeführt. Sie testeten erfolgreich einen Glucocorticoid-Metaboliten-Assay, den Radioimmun-Assay  $^{125}\text{I}$ -Corticosterone. In der Untersuchung, die lediglich die Validierung des Assays zum Ziel hatte, konnte gezeigt werden, dass Giraffen während der Trockenzeit höhere Glucocorticoid-Metaboliten-Werte aufwiesen als in der Regenzeit. Welche Gründe dafür verantwortlich sind, konnte jedoch nicht ermittelt werden.

In den Giraffen-Haltungsrichtlinien des Australischen Zooverbandes findet sich der Hinweis, dass die Atmungsrate ein guter Indikator für die Stressbelastung einer Giraffe sei, zudem sei Wiederkauen ein Hinweis darauf, dass die Giraffe entspannt ist (JOLLY 2003). Die Vereinigung der Zoologischen Gärten Großbritanniens und Irlands weisen in ihren Haltungsrichtlinien für die Giraffe darauf hin, dass in der Vergangenheit Stress ein häufiger Grund für den Tod von Giraffen war. Der Einfluss von Stress auf Giraffen sollte daher keinesfalls unterschätzt werden (Fowler & Boever 1986). Ursachen für Stress sind

demnach schlechte Haltungsbedingungen, falsche Ernährung oder die Einführung neuer Herdenmitglieder (LEE 1991). FOWLER (1978) kommt daher zu dem Schluss, dass alles versucht werden müsse, um Stress in der Haltung von Giraffen zu minimieren.

### 3. Material und Methode

Teile der in dieser Dissertation verwendeten Daten (vgl. Tab. 3) wurden von Julia Nitsche unter meiner Betreuung und Mitarbeit im Rahmen ihrer Diplomarbeit erhoben (NITSCHKE 2011). Diese Daten haben die Ergebnisteile 4.1; 4.2; 4.4 und 4.5 ergänzt.

**Tab. 3: Auflistung der Giraffen und Beobachtungszeiträume, deren Daten im Rahmen der Diplomarbeit von JULIA NITSCHKE (2011) erhoben wurden.**

Name	Geschlecht	Unterart	Beobachtungsort	Beobachtungszeitraum	eingeflossen in Ergebnisteil
Lectade	1,0	<i>G. c. reticulata</i>	Zoo Frankfurt	25.3.2010-13.4.2010	4.2
Lisa	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Afrika Savanne“	8.5.2009-17.5.2009	4.1 ; 4.2
Kurt	1,0	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Afrika Savanne“	28.4.2009-08.5.2009	4.1 ; 4.2
Julia	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Alt“	5.2.2010-14.3.2010	4.1 ; 4.4
Gregor	1,0	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Afrika Savanne“	22.4.2009-15.5.2009	4.4
Maud	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Afrika Savanne“	21.4.2009-15.5.2009 8.7.2009-26.7.2009	4.1 ; 4.4
Katharina	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Afrika Savanne“	18.4.2009-14.5.2009	4.1 ; 4.4 ; 4.5
Lucie	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Afrika Savanne“	21.4.2009-17.5.2009	4.1 ; 4.4 ; 4.5
Jaqueline	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Alt“	5.2.2010-17.4.2010	4.4
George	1,0	<i>G. c. rothschildi</i>	Opel Zoo „Alt“	21.1.2010-24.2.2010	4.1

#### 3.1. Beobachtete Giraffen

Die Verhaltensbeobachtungen wurden an 17 Giraffen, fünf männlichen und zwölf weiblichen Tieren, durchgeführt. Neun Tiere gehörten der Unterart *Giraffa camelopardalis rothschildi*, sechs der Unterart *G. c. reticulata* und zwei wurden zu der Unterart *G. c. angolensis* gezählt. Alle Giraffen deren Schlafverhalten im Rahmen dieser Studie untersucht wurde, sind in Tabelle 3.1 aufgeführt. Die 17 beobachteten Giraffen

wurden ihrer Entwicklungsphase entsprechend in vier verschiedene Altersgruppen zusammengefasst: Neugeborene Giraffen, die noch kein festes Futter zu sich nahmen, wurden als „juvenil“ bezeichnet. Die „juvenilen Giraffen“ wurden weiterhin in zwei Gruppen unterteilt. Juvenile Giraffen, die älter als 30 Tage alt wurden, galten als „juvenile Giraffen“ (JG), während die Tiere, die vor dem Erreichen des 30. Lebensstages verstarben als „JG DNS“ (juvenile Giraffe – „did not survive“) bezeichnet wurden. Zu den JG zählten die männlichen Tiere Shani und Kurt sowie die Weibchen Nala und Lisa. Als „JG DNS“ wurde die weibliche Giraffe Unk sowie das Männchen Lectade bezeichnet. Ebenfalls noch nicht geschlechtsreife Giraffen, die aber bereits überwiegend bis ausschließlich festes Futter fraßen, wurden als „subadult“ zusammengefasst. Zu den „subadulten Giraffen“ zählten die weiblichen Tiere Julia und Nike sowie das Männchen Gregor. Während Julia und Gregor im hier zu Grunde gelegten Beobachtungszeitraum mit zehn bzw. elf Monaten etwa gleich alt waren, war Nike mit einem Alter von zwei Jahren und elf Monaten etwa dreimal so alt jedoch ebenfalls noch nicht geschlechtsreif. Bereits geschlechtsreife Individuen wurden als „adulte Giraffen“ bezeichnet. Zu den „adulten Giraffen“ zählten die sechs Weibchen Maud, Katharina, Lucie, Himba, Edita und Gambela. Die Altersspanne in dieser Gruppe ist mit 3,5 bis 11,5 Jahren groß. Geschlechtsreife Giraffen, die bereits über 20 Jahre alt waren und somit dem im natürlichen Lebensraum beobachteten Höchstalter von etwa 25 Jahren (FOSTER & DAGG 1972) nahe kamen, wurden von den übrigen adulten Tieren abgegrenzt und als „gealterte Giraffen“ bezeichnet. Zu dieser Altersgruppe wurden die Giraffenkühe Jaqueline sowie der Bulle George gezählt.

**Tab. 3.1: Liste der Giraffen, deren Schlafverhalten in dieser Arbeit untersucht wurde.**

Nr.	Name	Geschlecht	Unterart	Geboren am	Beobachtungsort	Beobachtungszeitraum	Altersgruppe
1	Lectade	1,0	<i>G. c. reticulata</i>	25.3.2010	Zoo Frankfurt	25.3.2010-13.4.2010	juvenil (JG DNS)
2	Unk	0,1	<i>G. c. reticulata</i>	20.8.2008	Zoo Frankfurt	20.8.2008-25.8.2008	
3	Lisa	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	08.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“	8.5.2009-17.5.2009	juvenil (JG)
4	Kurt	1,0	<i>G. c. rothschildi</i>	28.4.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“	28.4.2009-08.5.2009	
5	Shani	1,0	<i>G. c. reticulata</i>	14.5.2008	Zoo Frankfurt	14.5.2008-20.5.2008	
6	Nala	0,1	<i>G. c. reticulata</i>	22.9.2007	Zoo Frankfurt	22.9.2007-29.9.2007	
7	Julia	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	19.3.2009	Opel Zoo „Alt“	5.2.2010-14.3.2010	subadult
8	Gregor	1,0	<i>G. c. rothschildi</i>	7.1.2006	Opel Zoo „Alt“ Opel Zoo „Afrika Savanne“	25.12.2006-23.1.2007 23.1.2007-26.5.2007 22.4.2009-15.5.2009	
9	Nike	0,1	<i>G. c. reticulata</i>	13.9.2005	Kölner Zoo Zoo Karlsruhe	8.8.2008-25.8.2008 25.8.2008-16.10.2008	
10	Maud	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	6.8.2005	Opel Zoo „Afrika Savanne“	21.4.2009-15.5.2009 8.7.2009-26.7.2009	Adult
11	Katharina	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	6.3.2005	Opel Zoo „Afrika Savanne“	18.4.2009-14.5.2009	
12	Lucie	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	18.6.2004	Opel Zoo „Afrika Savanne“	21.4.2009-17.5.2009	
13	Himba	0,1	<i>G. c. angolensis</i>	29.5.1998	Zoo Neunkirchen Zoo Dortmund	24.9.2008-2.10.2008 2.10.2008-17.10.2008	
14	Edita	0,1	<i>G. c. reticulata</i>	10.5.1998	Zoo Frankfurt	06.08.2008-22.08.2008	
15	Gambela	0,1	<i>G. c. angolensis</i>	18.12.1996	Zoo Neunkirchen Zoo Dortmund	24.9.2008-30.9.2008 30.9.2008-2.10.2008	
16	Jaqueline	0,1	<i>G. c. rothschildi</i>	7.7.1987	Opel Zoo „Alt“	22.12.2006-15.2.2007 5.2.2010-17.4.2010	gealtert
17	George	1,0	<i>G. c. rothschildi</i>	30.6.1984	Opel Zoo „Alt“	21.1.2010-24.2.2010	

### 3.2 Beobachtungsorte

Das Schlafverhalten der Giraffen wurde in sechs deutschen Zoos untersucht. Die Giraffenställe unterschieden sich dabei insbesondere hinsichtlich ihrer Größe, Ausstattung und Lichtverhältnisse.

**a) Opel-Zoo „Afrika Savanne“**

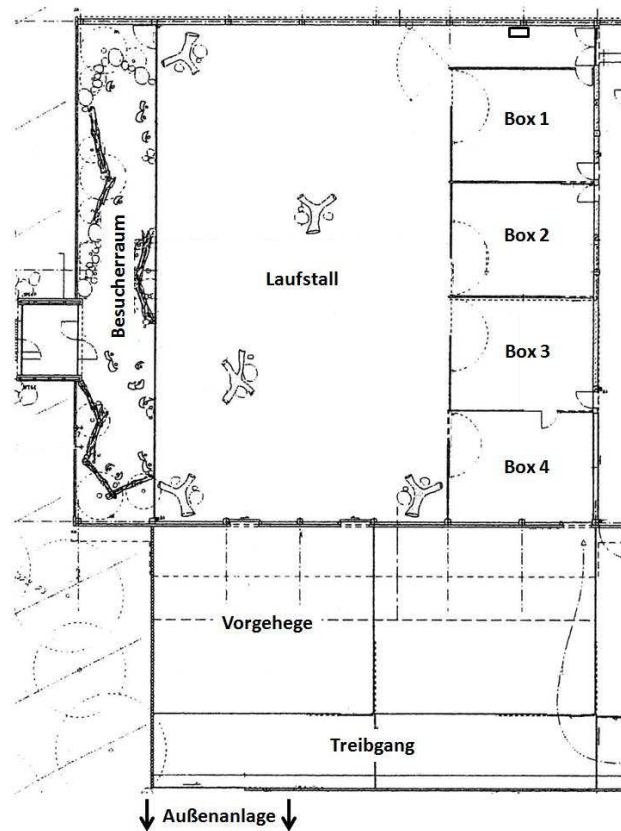
Im Georg von Opel-Freigehege für Tierforschung e.V., Kronberg im Taunus (genannt „Opel-Zoo“) fanden große Teile der Datenaufnahme statt. Dort gab es während des Beobachtungszeitraums zwei Giraffenhaltungen: die „alte Giraffenanlage“ (siehe unten) sowie die im Jahr 2006 eröffnete „Afrika-Savanne“. Die „Afrika-Savanne“ umfasst eine ca. 10.000 m<sup>2</sup> große Außenanlage sowie einen Giraffenstall, der sich aus einem 420 m<sup>2</sup> großen Laufstall sowie vier je 50 m<sup>2</sup> großen Stallboxen zusammensetzt (KAUFFELS 2008) (Abb. 3.1 und 3.2).

Die lichtdurchlässige Dachkonstruktion, sowie die an drei Seiten des Stalls befindlichen Fenster sorgen für nahezu natürliche Lichtverhältnisse im Inneren. Zusätzlich wurde der Stall sowohl im Sommer als auch im Winter von 7:30 Uhr bis 21:00 Uhr mit künstlichem Licht beleuchtet. In den Stallboxen 1, 2 und 3 wurde den Giraffen täglich ein Strohbett mit einer Fläche von etwa 10 m<sup>2</sup> und einer Höhe von 10 bis 15 cm bereitet. Im Laufstall stand ihnen zusätzlich ein etwa 60 m<sup>2</sup> großer und 5 cm hoher Liegeplatz aus Hobelspänen zur Verfügung.



**Abb. 3.1: Blick in den großflächigen Laufstall der „Afrika Savanne“ im Opel-Zoo. Im Hintergrund sind die Stallboxen zu erkennen. Foto: Verena Behringer.**





**Abb. 3.2: Plan des Giraffenstalls „Afrika Savanne“ im Opel-Zoo.**

Während des Beobachtungszeitraums vom 23.1. bis 26.5.2007 bewohnten eine männliche sowie drei weibliche Giraffen (Gregor, Katharina, Lucie und Maud) die „Afrika-Savanne“ des Opel-Zoos. Der Jungbulle Gregor kam dort am 23.1.2007 an. Bis zum 28.1.2007 wurde er zur Eingewöhnung alleine in den Boxen 1-3 gehalten. Während ihm die Stallboxen 1 und 2 tagsüber als Auslauf dienten, verbrachte er die Nächte in Box 3. Da alle Boxen sowie der Laufstall nur durch eine kombinierte Holz-Gitter-Trennwand voneinander getrennt waren, bestand jederzeit Sichtkontakt zwischen Gregor und den weiblichen Tieren der Gruppe. Darüberhinaus konnten sie sich jederzeit hören und riechen. Am 28.1.2007 wurde Gregor erstmalig mit den weiblichen Tieren der Herde für eine Stunde zusammengelassen. Nachdem er am 30.1.2007 erstmalig den großen Laufstall kennengelernt hatte, wurde er ab diesem Tag täglich etwa gegen 9.15 Uhr mit der Gruppe zusammengelassen und gegen 15.10 Uhr wieder separiert (während der Sommerzeit wurde er gegen 16.00 Uhr separiert). Somit verbrachte er die Nächte weiterhin alleine in Box 3 (Abb. 3.2). Am 18.2.2007, knapp einen Monat nach der Ankunft Gregors betraten die Giraffen erstmalig und nur für eine Stunde gemeinsam das

Vorgehege. Die Dauer des Aufenthalts im Außenbereich wurde von diesem Zeitpunkt an allmählich gesteigert, war jedoch in hohem Maße von der Witterung abhängig. So verbrachten sie den Januar und Februar 2007 nahezu vollständig im Stall, während sie von März bis Mai täglich zwischen 10.00 und 16.00 Uhr Zugang zur Außenanlage bzw. dem Vorgehege hatten. Die Nächte verbrachten die Giraffen immer im Stall.

Von April bis Juli 2009 wurden im Giraffen-Stall der „Afrika-Savanne“ drei Jungtiere geboren. Am 28.4.2009 kam das männliche Jungtier Kurt zur Welt. Er verbrachte die ersten Nächte seines Lebens gemeinsam mit seiner Mutter Katharina in Box 1 (Abb. 3.2). Zu diesem Zeitpunkt war Box 1 vollständig mit einer etwa 10-15 cm hohen Schicht Stroh eingestreut, die bereits drei Monate vor der Geburt zu einer festen Matte verfestigt wurde. Auch die Giraffenkuh Lucie wurde nach der Geburt ihrer Tochter Lisa am 8.5.2009 zunächst von der Herde separiert. Lucie und ihr Jungtier Lisa wurden in diesem Zeitraum gemeinsam in Box 2 aufgestellt. Auch diese Box wurde hierfür in gleicher Weise wie Box 1 eingestreut. Die Giraffenkuh Maud wurde aufgrund des frühen Todes ihres Jungtieres (geboren am 19.7.2009, gestorben am 21.7.2009) nur für wenige Tage einzeln in Box 3 aufgestellt. Auch Box 3 wurde in diesem Zeitraum mit einer 10-15 cm dicken Strohmatten eingestreut.

#### **b) Opel-Zoo „alte Giraffenanlage“**

Die „alte Giraffenanlage“ wurde im Untersuchungszeitraum von den beiden gealterten Giraffen Jaqueline und George bewohnt (Tab. 3.1), sowie zeitweise von deren Jungtieren Gregor und Julia. Dieser Stall setzt sich aus zwei Stallboxen mit einer Fläche von je 19 m<sup>2</sup> zusammen (Abb. 3.3). Beide Boxen sind mit einer 4 m<sup>2</sup> großen und ca. 20 cm dicken Strohschicht ausgestattet, die als Liegeplatz dient. Durch zwei Fenster fällt Tageslicht in den Stall. Jedoch sind die Fenster klein, so dass es im Inneren des Stalls dunkler ist als draußen. Daher schalten die Tierpfleger morgens beim Betreten des Stalles gegen 8.30 Uhr künstliches Licht ein, das erst am Abend (im Winter gegen 16.30 Uhr und im Sommer gegen 17:30 Uhr) ausgeschaltet wird.



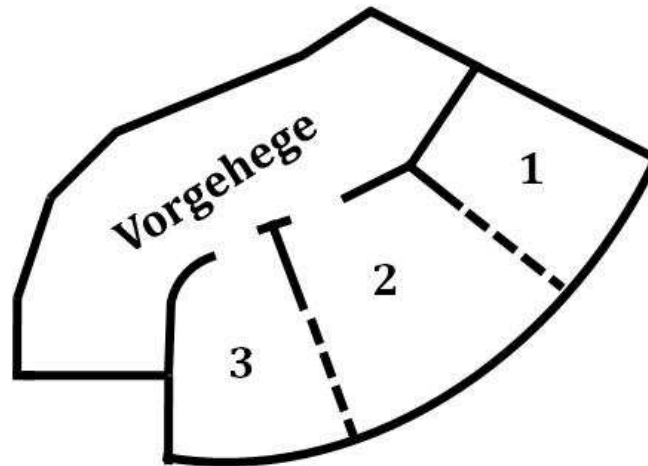


**Abb. 3.3: Box 1 des Giraffenstalls „alte Giraffenanlage“ im Opel-Zoo, Anbringung von Infrarotstrahlern für die Langzeitvideoaufnahmen.**

Die Giraffen verbrachten jede Nacht in diesem Stall. Die Jungtiere teilten sich dabei mit ihrer Mutter Jaqueline Box 1, während dem Giraffenbullen George Box 2 zur Verfügung stand. Im Untersuchungszeitraum der vorliegenden Studie teilte sich die adulte Giraffe Jaqueline vom 25.12.2006 bis zum 23.1.2007 Box 1 mit dem Jungtier Gregor und vom 5.2.2010 bis zum 14.3.2010 teilte sie die gleiche Box mit ihrem Jungtier Julia. Am 24.2.2010 verstarb der Giraffenbulle George, so dass die subadulte Giraffe Julia und ihre Mutter Jaqueline ab dem 14.3.2010 getrennt aufgestellt wurden, wobei Jaqueline in Box 2 abgesperrt wurde und Julia in Box 1 verblieb. In Abhängigkeit der Temperatur und Witterung variierte die Zeit, die die Giraffen im Vorgehege bzw. auf der Außenanlage und somit außerhalb des Stalles verbrachten. In den Wintermonaten Dezember, Januar und Februar 2007 wurden sie täglich gegen 11.30 Uhr abgesperrt und nach einem Zeitraum von 30 Minuten bis vier Stunden wieder eingesperrt. In den Sommermonaten wurden sie täglich gegen 8.30 Uhr abgesperrt und gegen 17.30 Uhr wieder in den Stall geführt.

### c) Zoo Frankfurt

Im Zoo Frankfurt wurden die Geburten von vier Giraffen (Nala, Shani, Unk und Lectade), sowie deren ersten Lebenstage beobachtet. Darüberhinaus wurde das Verhalten des Muttertieres Edita vor und nach der Geburt eines ihrer Jungtiere beobachtet. Alle Geburten fanden in Box 1 des Giraffenhauses im Zoo Frankfurt statt (Abb. 3.4, 3.5 und 3.6), bzw. die Giraffenkühe wurden mit ihren Jungtieren vom Rest der Herde separiert und in Box 1 umgesperrt, nachdem die Geburt entdeckt wurde.



**Abb. 3.4:** Schematische Zeichnung des Giraffeninnengeheges im Zoo Frankfurt. Die einzelnen Stallboxen des Innengeheges sind mit den Ziffern 1-3 nummeriert.

Diese Box verließen die Jungtiere im jeweiligen Untersuchungszeitraum nur für etwa eine halbe Stunde täglich, wenn die Box gereinigt werden musste. Box 1 hat eine Fläche von 32,5 m<sup>2</sup>. Für die bevorstehenden Geburten wurde in einer etwa zwei bis drei Monate langen Prozedur ein „Mistbett“ errichtet. Dafür wurde Box 1 vollständig mit Stroh eingestreut. Während der Kot täglich entfernt wurde, blieb der Urin liegen. Während der Entstehungsphase hatten alle Giraffen Zugang zu diesem Mistbett, so dass durch die stampfende Wirkung der vielen Giraffenbeine eine feste Matte entstand. Wenige Tage vor der erwarteten Geburt wurde die Mutter dort alleine aufgestellt. Damit der Geruch schnell aufgenommen wird und Fliegen nicht angezogen werden, wurden alle Boxen mit einer speziellen Mischung aus Bakterien und Algen bestreut (*Stable Guard Micro P, Biofarm*). Die architektonisch geschickt angelegten Scheiben lassen viel Licht in den Giraffenstall fallen, so dass sich der nahezu natürliche Hell-Dunkel-Rhythmus auch im Inneren des Giraffenhauses wiederfindet. Künstliches Licht wird von

den Pflegern in den Wintermonaten von 7.00 Uhr bis 16.30 Uhr und in den Sommermonaten von 7.00 Uhr bis 18.30 Uhr zugeschaltet.



**Abb. 3.5: Giraffen-Außenanlage und -Haus im Zoo Frankfurt. Foto: Verena Behringer.**



**Abb. 3.6: Blick vom Besuchergang auf die Giraffen-Innenanlage im Zoo Frankfurt. Foto: Verena Behringer.**

#### **d) Zoo Neunkirchen**

Im Zoo Neunkirchen lebten während des Beobachtungszeitraumes vom 24.9.2008 bis zum 30.9.2008 zwei weibliche Angola-Giraffen, Himba und Gambela. Da die Giraffe Himba zwei Tage nach der Giraffe Gambela nach Dortmund transportiert wurde, verbrachte Himba zwei Tage alleine in dem Stall, bis sie am 2.10.2008 ebenfalls nach Dortmund transportiert wurde. In Neunkirchen stand den beiden Tieren ein 77 m<sup>2</sup> großer Stall zur Verfügung, der in drei etwa gleichgroße Boxen à 25,6 m<sup>2</sup> unterteilt werden kann (Abb. 3.7).



**Abb. 3.7: Box 2 und 3 des Giraffenstalls im Zoo Neunkirchen.**

Box 1 (vom Besuchergang gesehen links) wurde mit einer etwa 5,4 m<sup>2</sup> großen und 30 cm hohen Fläche Stroh eingestreut. Diese Fläche reichte lediglich für eine Giraffe als Liegeplatz aus, ein zweites Strohlager gab es nicht. Die beiden Giraffen hatten im Beobachtungszeitraum von 8.30 Uhr bis 16.00 Uhr freien Zugang zur Außenanlage bzw. zum Vorgehege und konnten ihren Aufenthaltsort selbst wählen. Am 25.9.2008 war der Zugang zum Außengehege ausschließlich durch das Tor in Box 1 möglich. Da Himba dieses Tor nicht durchschreiten wollte, verblieb sie an diesem Tag 24 Stunden im Stall, während sich Gambela auch außerhalb des Stalles aufhielt. Künstliches Licht wurde morgens bei Dienstantritt um 8:00 Uhr eingeschaltet und um 18:00 Uhr wieder ausgeschaltet. Zusätzlich befinden sich in dem Stall UV-Lampen, die bei Bedarf zugeschaltet wurden.

#### **e) Zoo Karlsruhe**

Im Zoo Karlsruhe wurde die Ankunft der weiblichen Netzgiraffe Nike aus dem Zoo Köln beobachtet. Der Giraffenstall in Karlsruhe besteht aus drei je 47 m<sup>2</sup> große Boxen, die durch Gitterwände getrennt sind, bei Bedarf jedoch miteinander verbunden werden können. Nike wurde im Beobachtungszeitraum zwecks Eingewöhnung alleine in Box 1 gehalten (Abb. 3.8), wo sie durch die Gitterabspernung die anderen Mitglieder der Herde sehen, hören und riechen konnte.





**Abb. 3.8: Blick in Box 1 des Giraffenstalls im Zoo Karlsruhe aus Sicht der Videokamera (rechts) und des Infrarotscheinwerfers (links).**

Es wurde ihr ein etwa 9 m<sup>2</sup> großes und 30 cm hohes Strohbett als Liegefläche angeboten. Vom 25.8.2008 bis zum 2.9.2008 blieb „Nike“ alleine in Box 1 und wurde täglich für wenige Minuten zum Reinigen ihrer Box umgesperrt. Ab dem 3.9.2008 wurde sie mit den anderen Weibchen sowie den Jungtieren tagsüber zusammengelassen und konnte dann auch das Vorgehege betreten. Sie wurde jedoch täglich gegen 14.00 Uhr wieder alleine in Box 1 aufgestellt. Im Inneren des Giraffenstalls herrschen nahezu natürliche Lichtverhältnisse. Allein im Winter wird zusätzlich künstliches Licht bei Einbruch der Dunkelheit zugeschaltet und um 17:00 Uhr mit Betriebsschluss wieder ausgeschaltet.

#### **f) Zoo Dortmund**

Im Zoo Dortmund wurden die beiden Angola-Giraffenweibchen Himba und Gambela nach ihrer Ankunft aus dem Zoo Neunkirchen beobachtet. Hier steht den Giraffen ein 114 m<sup>2</sup> großer Stall zur Verfügung, der in drei Kompartimente (Box 1, 2 und 3) unterteilt werden kann (Abb. 3.9). Die Abtrennung besteht aus drei Meter hohen Gitterwänden, so dass alle Giraffen Sichtkontakt miteinander haben und sich zudem riechen und hören können. Darüberhinaus können die Giraffen in Box 2 mit den Giraffen

in Box 1 und 3 in taktilen Kontakt treten, während Körperkontakt zwischen den Giraffen in Box 1 und 3 nicht möglich ist.

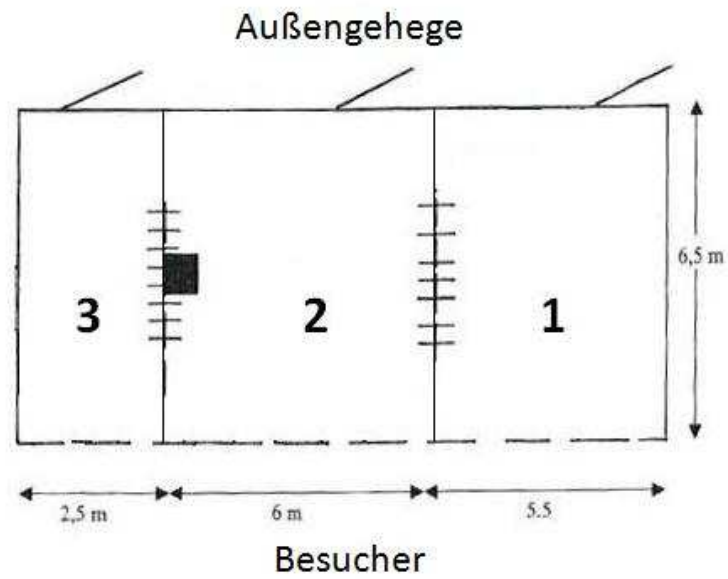


**Abb. 3.9: Blick in Box 3 des Dortmunder Giraffenstalls. Der Stallboden wurde großflächig eingestreut.**

Nach der Ankunft Gambelas am 30.9.2008 wurde sie zunächst einzeln in der 27 m<sup>2</sup> großen Box 1 aufgestellt. Zwei Tage später mit der Ankunft der Giraffe Himba wurde Gambela in Box 3 umgesperrt, während Himba Box 1 zugeteilt wurde. Am 17.10.2009 wurden die Boxen erneut getauscht, so dass Himba Box 3 und Gambela Box 1 bewohnte. Himba hatte ab dem 4.10.2009 Zugang zum Vorgehege, auf das sie täglich von etwa 8.00 bis 17.00 Uhr umgesperrt wurde. Alle Boxen wurden etwa zur Hälfte mit einer 30 cm dicken Strohschicht eingestreut. Die lichtdurchlässige Dachkonstruktion sowie die großflächige, lichtdurchlässige westliche Wand des Giraffenhauses sorgen für nahezu natürliche Lichtverhältnisse im Inneren des Stalls. Künstliches Licht wurde im Beobachtungszeitraum nicht zugeschaltet.

**g) Kölner Zoo**

Im Kölner Zoo sind die Giraffen in einem  $84 \text{ m}^2$  großen Giraffenstall untergebracht.



**Abb. 3.10: Gehege-Skizze des Giraffenstalls im Zoo Köln. Die subadulte Giraffe Nike bewohnte im Beobachtungszeitraum Box 3.**



**Abb. 3.11: Blick in Box 3 des Kölner Giraffenstalls.**

Dieser ist durch Gitterwände in drei Boxen unterteilbar. Im Beobachtungszeitraum wurde das subadulte Giraffenweibchen Nike nachts gemeinsam mit einer weiteren subadulten Giraffe in der 15 m<sup>2</sup> großen Box 3 (Abb. 3.10 und 3.11) untergebracht. In dieser Box standen den beiden Giraffen zwei etwa 50 cm hohe Strohbetten mit einer Fläche von etwa 4 bzw. 2,25 m<sup>2</sup> zur Verfügung. Durch die großen Oberlichter in der Decke sowie seitliche Fenster fällt Tageslicht in den Giraffenstall. Eine Wand aus Glasbausteinen im Besuchergang sorgt ebenfalls für Helligkeit im Inneren des Stalls. In den Sommermonaten wurde die künstliche Beleuchtung nur in Ausnahmefällen, wenn die äußeren Lichtverhältnisse dies erforderten, eingeschaltet. Täglich von etwa 9.00 Uhr bis 17.00 Uhr wurde die subadulte Giraffe Nike gemeinsam mit den anderen Giraffen der Herde auf die Außenanlage gesperrt.

### **3.3 Beobachtung des Schlafverhaltens**

#### **3.3.1 Infrarot-Videoüberwachungsanlage**

Die Erfassung des Schlafverhaltens erfolgte mit Hilfe von kontinuierlichen Infrarot-Video-Zeitrafferaufnahmen. An allen sechs Beobachtungsorten wurden ausschließlich die Innenanlagen überwacht. Um in der Dunkelheit Videos aufzeichnen zu können, wurden Infrarotscheinwerfer eingesetzt. Die LEDs in den verwendeten Infrarotscheinwerfern emittierten Licht der Wellenlänge 880 nm. Aufgrund längerer Beobachtungszeiträume wurde im Opel-Zoo sowohl im „alten Giraffenstall“ als auch im Stall der „Afrika Savanne“ je eine Videoanlage dauerhaft installiert. Im Zoo Frankfurt konnte auf eine bereits bestehende Videoanlage zurückgegriffen werden, während in den übrigen zoologischen Einrichtungen eine sogenannte „mobile Videoaufnahmeinheit“ zum Einsatz kam.

##### **a) Infrarot-Videoüberwachungsanlage Opel Zoo „Afrika Savanne“**

Der Giraffenstall der „Afrika Savanne“ im Opel-Zoo wurde mit sechs Kameras und sieben Infrarot-Scheinwerfern überwacht. Die Boxen wurden mit Infrarotscheinwerfern der Firma Scene (*Model S48-90*) beleuchtet, die einen Abstrahlwinkel von 90° sowie eine Reichweite von 15 Metern aufweisen. Der großflächige Laufstall wurde von zwei IR-



Scheinwerfern der Firma Siemens (*Model Sired G*) ausgeleuchtet, die einen Abstrahlwinkel von  $50^\circ$  und eine Reichweite von 35 Metern haben. Als Videokameras kamen lichtempfindliche CCD-Kameras (*Fa. Watec, AD-502A*) mit 4,0 mm Weitwinkelobjektiven zum Einsatz, die in einem spritzwasserdichten Gehäuse mit Glasplatte untergebracht wurden, um sie gegen Spritzwasser und Staub zu schützen. Kameras und Scheinwerfer wurden außer Reichweite der Giraffen in etwa sieben Meter Höhe angebracht. Gleiches gilt für die Kabel. Die Videosignale wurden mit Hilfe eines Computers und der Überwachungssoftware Iguard V2.60 (*Intermedia X*) aufgenommen (Abb. 3.12).



**Abb. 3.12:** Im Stahlschrank ist der Computer mit der Überwachungssoftware „Iguard“ ausreichend gegen Staub geschützt.

Das Videosignal wurde mit einer Zeitraffung von einem Bild pro Sekunde aufgenommen. Auf einer Wechselfestplatte mit einer Kapazität von 1 TB konnte beim Einsatz von sechs Kameras, einer Zeitraffung von einem Bild pro Sekunde und einer mittleren Videoauflösung von 768x288 Pixeln etwa 30 Tage lang aufgenommen werden. Eine detaillierte Beschreibung der Konfigurationsmöglichkeiten sowie der Vor- und Nachteile des Einsatzes einer solchen PC-Überwachungsanlage im Rahmen biologischer (Verhaltens-) Untersuchungen findet sich bei GBENRO (2002) und SICKS (2005).

**b) Infrarot-Videoüberwachungsanlage Opel Zoo „Alter Giraffenstall“**

Der „Alte Giraffenstall“ im Opel-Zoo wurde mit zwei Kameras und verschiedenen Infrarotscheinwerfern überwacht. Als Videokameras kamen auch hier lichtempfindliche CCD-Kameras (*Fa. Watec, AD-502A*) mit 4,0 mm Weitwinkelobjektiven zum Einsatz, die in einem wasserdichten Gehäuse mit Glasplatte untergebracht wurden, um sie gegen Spritzwasser und Staub zu schützen. Als nächtliche Beleuchtung kamen zunächst zwei der im Arbeitskreis NCR (Neurobiologie circadianer Rhythmik) von Prof. Dr. Günther Fleissner und Mitarbeitern entwickelten Infrarotscheinwerfer mit 152 kaskadierten Infrarotdioden (*Siemens, SFH 485*) zum Einsatz (Abb. 3.13).



**Abb. 3.13: Die im „alten Giraffenstall“ des Opel-Zoos verwendete Videotechnik. Besondere Aufmerksamkeit verdienen die im Arbeitskreis NCR entwickelten und hergestellten Infrarot-Scheinwerfer (links im Bild).**

Diese wurden am 16.1.2010 gegen einen Scheinwerfer der Firma Scene (*Model S48-90*) ausgetauscht. Im Beobachtungszeitraum vom 22.12.2006 bis zum 15.2.2007 wurde zunächst nur Box 1 überwacht, in der sich die Giraffenkuh „Jaqueline“ mit ihrem Jungtier „Gregor“ aufhielt. Im Beobachtungszeitraum vom 16.1.2010 bis zum 17.4.2010 wurde

zusätzlich auch Box 2 mit einer Videokamera (*Fa. Watec, AD-502A*) mit 4,0 mm Weitwinkelobjektiv sowie einem Infrarotscheinwerfer (*Scene, Model S48-90*) ausgestattet. Das Videosignal wurde mit Hilfe eines Zeitraffervideorekorders bei einer Zeitraffung von 72 (20 Bilder pro Minute, entspricht etwa einem Bild in drei Sekunden) auf handelsüblichen 240-Minuten Videokassetten aufgezeichnet. Die Zeitrafferaufnahmen ermöglichen es etwa vier Tage auf eine Videokassette aufnehmen zu können. Nachdem ab dem 16.1.2010 auch eine zweite Kamera zum Einsatz kam, wurde ein vierfach-Quadrantenteiler vor den Zeitraffervideorekorder geschaltet, um auf diese Weise das Bild zu teilen. Die Aufzeichnungseinheit befand sich zwecks Spritzwasser und Staubschutz in einer Holzkiste.

### **c) Infrarot-Videoüberwachungsanlage Zoo Frankfurt**

Im Zoo Frankfurt konnte auf ein bereits bestehendes Videoüberwachungssystem zurückgegriffen werden. Dieses bestand aus einer CCD-Videokamera und einem Infrarotscheinwerfer. Das Videosignal wurde auch hier mit einem Zeitraffervideorekorder bei einer Zeitraffung von 72 auf handelsüblichen 240-Minuten Videokassetten aufgezeichnet.

### **d) Mobile Videoüberwachungseinheit**

Die mobile Videoaufnahmeeinheit kam in den Zoologischen Gärten Neunkirchen, Dortmund, Köln (Abb. 3.14) und Karlsruhe (Abb. 3.8) zum Einsatz. Sie bestand aus den folgenden Komponenten:

- Zwei lichtempfindliche CCD-Videokameras (*Fa. Watec, AD-502A*) mit 4,0 mm Weitwinkelobjektiven in wasserdichten Gehäusen mit Glasplatte
- Zwei Infrarotscheinwerfer (*Scene, Model S48-90, Siemens Model SIREG G*)
- vierfach-Quadrantenteiler
- Zeitraffervideorekorder
- 240 Minuten VHS-Videobänder

Da im Kölner Zoo, sowie im Zoo Karlsruhe nur eine Box überwacht wurde und jeweils nur ein Infrarotscheinwerfer (*Siemens Model SIREG G*) und eine Videokamera zum Einsatz kamen, konnte dort auf den vierfach-Quadrantenteiler verzichtet werden. Hingegen fand im Zoo Neunkirchen sowie im Zoo Dortmund die komplette

Aufnahmeeinheit Verwendung. Das Videosignal wurde jeweils mit dem Zeitraffervideorekorder bei einer Zeitraffung von 72 auf handelsübliche 240-Minuten Videokassetten aufgezeichnet.



**Abb. 3.14: Ruben Holland beim Installieren eines Scheinwerfers der mobilen Videoüberwachungseinheit im Kölner Zoo.**

### **3.3.2 Registrierte Verhaltensweisen**

Im Rahmen der Videoauswertung wurden die Verhaltensweisen „Liegen“, „PS-Stellung“, „Kamel-Stellung“, „Kinn-Stellung“ und „Stehen“ registriert. Die Definitionen der Verhaltensweisen lehnen sich an die Verhaltensbeobachtungen von TOBLER & SCHWIERIN (1998) an. In verschiedenen Fällen sind Datenlücken entstanden. Dies war zumeist der Fall, wenn die Giraffen tagsüber die nicht beobachteten Außenanlagen betraten oder zum Reinigen der Aufenthaltsbox in eine andere Box umgesperrt wurden. Diese Datenlücken wurden bewusst in Kauf genommen. Andere Datenlücken sind durch Ausfall der Videoanlage (z.B. aufgrund von Stromausfällen) oder ungenügender Ausleuchtung zustande gekommen. In wenigen Fällen konnte eine andere Giraffe auch die Sicht auf das zu beobachtende Fokustier versperren.

## Liegen

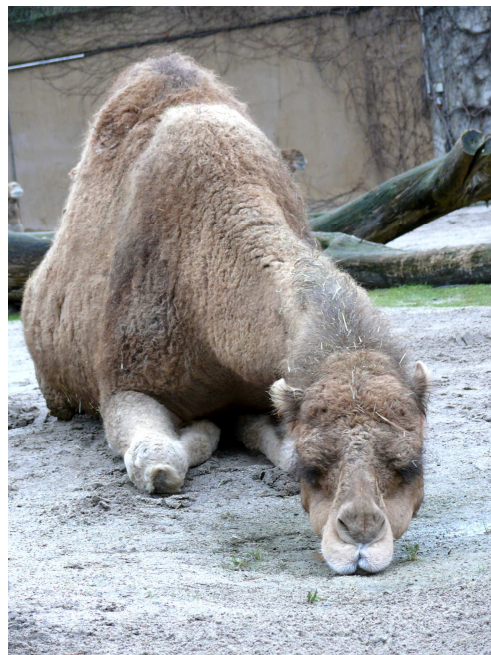
Die Giraffe liegt auf ihrem Bauch. Ihr Hals ragt nach oben und wird nicht abgelegt. In dieser Position kann die Giraffe schlafen, dösen oder wachsam sein (Abb. 2.8).

## PS-Stellung (paradoxe-Schlaf-Stellung)

Die Giraffe befindet sich in der PS-Stellung, wenn sie im Liegen ihren Hals nach hinten biegt, den Kopf auf der Flanke oder dem Boden ablegt und in dieser Stellung mindestens drei Sekunden verharrt (Abb. 2.9).

## Kamel-Stellung

Die Giraffe befindet sich in der Kamel-Stellung, wenn sie im Liegen ihren Hals in gerader Richtung flach vor dem Körper ausstreckt, den Kopf auf dem Boden ablegt und in dieser Stellung für mindestens drei Sekunden verharrt. Diese Schlafstellung, die von Trampeltieren (*Camelus bactrianus*) bekannt ist, wird daher in der vorliegenden Arbeit als „Kamel-Stellung“ bezeichnet (Abb. 3.15).



**Abb. 3.15: Trampeltier schläft in der sog. „Kamel-Stellung“: Der Hals ist in gerader Richtung flach vor dem Körper ausgestreckt und der Kopf auf dem Boden abgelegt.**

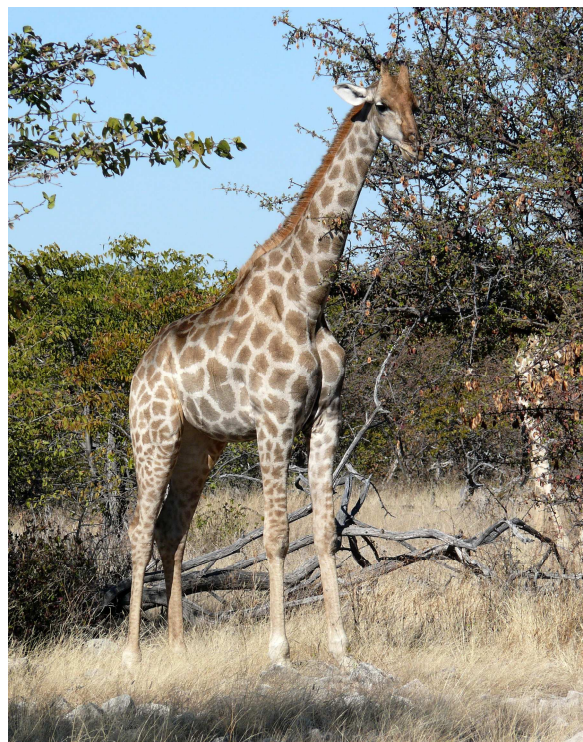


### **Kinn-Stellung**

Die Giraffe befindet sich in der Kinn-Stellung, wenn sie im Liegen ihren Kopf auf einem Gegenstand (z.B. Holzbalken) ablegt und in dieser Stellung für mindestens drei Sekunden verharrt. Der Hals wird in dieser Stellung als Träger des Kopfes entlastet.

### **Stehen**

In dieser Arbeit wurden unter der Bezeichnung „Stehen“ alle Verhaltensweisen zusammengefasst, die ein Tier zeigte, während es mindestens auf zwei Beinen stand (Abb. 3.16).



**Abb. 3.16: Stehende Angola-Giraffe im Etosha Nationalpark.**

### **3.3.3 Beobachtungsmethode**

Die auf VHS-Kassette aufgenommenen Videos wurden mit einem Videorekorder abgespielt und nach der „offline“-Methode ausgewertet. Ebenso wurden die Videos ausgewertet, die auf Wechselfestplatte aufgezeichnet wurden. Dabei diente die Software „Iguard-Remote View“ (*Intermedia X*) als digitaler Videoplayer. Bei der Registrierung der Verhaltensweisen wurde nach der Methode des „Focal-Animal-Samplings“ verfahren

(ALTMANN 1974). Das heißt ein Fokustier wurde für einen bestimmten Zeitraum beobachtet. Die registrierte Verhaltensweise wurde im Protokollbogen vermerkt. Dabei wurde die Uhrzeit des Beginns einer definierten Verhaltensweise erfasst und für jede folgende Minute notiert, bis eine Verhaltensänderung auftrat. Ein einminütiges Aufnahmeintervall erwies sich hierbei als sinnvoll. Die Verhaltensweisen „PS-Stellung“, „Kamel-Stellung“ und „Kinn-Stellung“ wurden zusätzlich nach dem „All-Occurrence-Sampling“ (ALTMANN 1974) aufgenommen. Das bedeutet, jegliches Auftreten einer dieser Verhaltensweise wurde sekundengenau erfasst. Diese detaillierte Registrierung war nur Dank der Videoaufzeichnungen möglich.

### **3.3.4 Auswertung**

Die auf den Protokollbögen erfassten Daten wurden in Computertabellen (Excel 2007, Microsoft) übertragen, die wiederum die Grundlage bildeten um die Daten graphisch mit dem Computerprogramm „Chronotool“ (implementiert in dem Statistikprogramm „R“ 2.7.2) darzustellen (Aktogramme). In den Aktogrammen werden die Verhaltensweisen in unterschiedlichen Farben dargestellt und als Doppelplot (zwei aufeinanderfolgende Tage hintereinander) für einen bestimmten Zeitraum wiedergegeben. Dabei ist zu beachten, dass jeder Beobachtungstag zweimal gezeichnet wird – Beobachtungstag 2 zum einen in einer Zeile mit Beobachtungstag 1 und zum anderen in der Zeile darunter übergehend in Beobachtungstag 3. Die so erstellten Aktogramme wurden mit Hilfe des Graphikprogramms Illustrator Version 10 (Adobe) weiter bearbeitet.

### **3.3.5 Beobachtungszeiträume**

Bei der Beobachtung der drei Altersgruppen subadult, adult und gealtert (siehe 2.1) wurde ein tägliches Beobachtungsfenster von 18:00 bis 9:00 Uhr zu Grunde gelegt. Im Gegensatz hierzu wurden das Liege- und Schlafverhalten juveniler Giraffen in einem 24-stündigen Zeitfenster, von 12:00 bis 11:59 Uhr, erfasst (siehe 5.7.1). Weitere Details hinsichtlich der Beobachtungszeiträume während der verschiedenen Beobachtungssituationen werden im Folgenden beschrieben.

### 3.3.5.1 Liege- und Schlafverhalten der Giraffe unter Normalbedingungen

Die unter Normalbedingungen erfassten Beobachtungszeiträume aller Giraffen sind Tabelle 3.2 zu entnehmen. Bei der Erfassung des Liege- und Schlafverhaltens juveniler Giraffen unter Normalbedingungen wurden nur diejenigen juvenilen Giraffen herangezogen, die den ersten Lebensmonat überlebten. Zu diesen zählten das Giraffenmännchen Kurt sowie die Weibchen Lisa, Nala und Shani.

**Tab. 3.2: Beobachtungszeiträume, die für die jeweiligen Giraffen als Normalbedingungen angenommen wurden.**

Giraffe	Altersgruppe	Beobachtungszeitraum	Ort
Lisa	juvenil	8.5. bis 17.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“
Kurt		28.4. bis 8.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“
Shani		14.5. bis 20.5.2008	Zoo Frankfurt
Nala		22.9. bis 29.9.2007	Zoo Frankfurt
Julia	subadult	4.2. bis 24.2.2010	Opel Zoo „alter Giraffenstall“
Gregor		23.12.2006 bis 22.1.2007	Opel Zoo „alter Giraffenstall“
Nike		27.7. bis 24.8.2008	Zoo Köln
Maud	adult	21.4. bis 15.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“
Luzi		21.4. bis 5.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“
Katharina		1.5. bis 14.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“
Himba		24.9. bis 1.10.2008	Zoo Neunkirchen
Gambela		24.9. bis 30.9.2008	Zoo Neunkirchen
Edita		7.8. bis 19.8.2008	Zoo Frankfurt
Jaqueline	gealtert	4.2. bis 25.2.2010	Opel Zoo „alter Giraffenstall“
George		21.1. bis 24.2.2010	Opel Zoo „alter Giraffenstall“

### 3.3.5.2 Liege- und Schlafverhalten von JG und JG DNS

Das für juvenile Giraffen unter Normalbedingungen erfasste Liege- und Schlafverhalten wurde dem Schlafverhalten der juvenilen Giraffen, die den ersten Lebensmonat nicht überlebten (JG DNS), gegenübergestellt. Auch für die JG DNS wurde ein tägliches Beobachtungsfenster von 12:00 bis 11:59 Uhr gewählt.

**Tab. 3.3: Beobachtungszeiträume und -Orte während der die juvenilen Giraffen beobachtet wurden.**

Giraffe	Gruppe	Beobachtungszeitraum	Ort
Lisa	JG	8.5. bis 17.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“
Kurt		28.4. bis 8.5.2009	Opel Zoo „Afrika Savanne“
Shani		14.5. bis 20.5.2008	Zoo Frankfurt
Nala		22.9. bis 29.9.2007	Zoo Frankfurt
Lectade	JG DNS	25.3. bis 13.4.2010	Zoo Frankfurt
Unk		20.8. bis 25.8.2008	Zoo Frankfurt



### 3.3.5.3 Liege- und Schlafverhalten nach Transporten

Der subadulte Giraffenbulle Gregor, das subadulte Giraffenweibchen Nike sowie die beiden adulten Giraffenkühe Himba und Gambela wurden sowohl vor als auch nach ihrem jeweiligen Transport hinsichtlich ihres Liege- und Schlafverhaltens beobachtet. Während das Verhalten der beiden subadulten Tiere Gregor und Nike je einen Monat vor und einen Monat nach ihrem jeweiligen Transport erfasst wurde, konnte das adulte Giraffenweibchen Himba acht Nächte vor und 13 Nächte nach ihrem Transport beobachtet werden, wobei die ersten beiden Nächte nach dem Transport aufgrund eines Stromausfalles nicht registriert wurden. Die adulte Giraffe Gambela wurde sechs Nächte vor und zwei Nächte nach ihrem Transport beobachtet. Ab der dritten Nacht nach dem Transport musste sie in einer Stallbox untergebracht werden, in der ihr Verhalten nicht beobachtet werden konnte. Die exakten Beobachtungszeiträume und Transportdaten sind in Tabelle 3.4 dargestellt.

**Tab. 3.4: Beobachtungszeitraum sowie Transporttag der vier beobachteten Giraffen. Zudem sind der Tabelle die Abfahrts- und Zielorte der jeweiligen Giraffentransporte zu entnehmen.**

Giraffe	Beobachtungszeitraum	Datum des Transportes	Herkunftsort	Zielort
Gregor	23.12.2006 bis 23.2.2007	23.1.2007	Opel-Zoo „alter Stall“	Opel-Zoo „Afrika Savanne“
Nike	27.7.2008 bis 26.9.2008	25.8.2008	Zoo Köln	Zoo Karlsruhe
Gambela	24.9.2008 bis 2.10.2008	30.9.2008	Zoo Neunkirchen	Zoo Dortmund
Himba	24.9.2008 bis 17.10.2008	2.10.2008	Zoo Neunkirchen	Zoo Dortmund

### 3.3.5.4 Einfluss von Veränderungen der Herdenstruktur auf das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen

Im Rahmen der Untersuchung welchen Einfluss eine Veränderung der Herdenstruktur auf das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen hat, wurden drei Szenarien beobachtet.

- a. das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen nach dem Tod eines Herdenmitglieds,
- b. das Liege- und Schlafverhalten des Muttertieres, nachdem dessen Jungtiere von ihr getrennt wurden und

- c. die Auswirkungen einer Geburt auf das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen einer Herde, die nicht das Muttertier waren.

a) Die kleine Giraffenherde im alten Stall des Opel-Zoos bestehend aus dem adulten Giraffenweibchen Jaqueline und ihrer Tochter, dem subadulten Weibchen Julia, wurde vor und nach dem Tod des alten Giraffenbullens George am 26.2.2010 beobachtet. Der jeweilige Beobachtungszeitraum kann Tabelle 3.5 entnommen werden.

b) Das adulte Giraffenweibchen Jaqueline wurde hinsichtlich ihres Schlaf- und Liegeverhaltens beobachtet, bevor und nachdem sie von ihrem männlichen Jungtier Gregor sowie dem weiblichen Jungtier Julia getrennt wurde. Das Jungtier Gregor wurde am 23.1.2007 im Alter von zwölf Monaten in ein neues Gehege transportiert. Jaqueline hatte sich bis zu diesem Zeitpunkt mit Gregor eine Box im alten Giraffenstall des Opel-Zoos geteilt (siehe 3.2b). Das Jungtier Julia wurde dreieinhalb Jahre später am 17.6.2010 im Alter von 15 Monaten in einen anderen Zoo transportiert. Vier Monate zuvor war der adulte Giraffenbulle George verstorben, so dass Jaqueline und ihr Jungtier Julia im Zeitraum vor dem Transport in getrennten Boxen schliefen. Nach dem Transport der subadulten Giraffe Julia blieb Jaqueline als einzige Giraffe im alten Stall des Opel-Zoos zurück.

c) Um die Auswirkungen einer Geburt auf das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen, die nicht das Muttertier waren, analysieren zu können, wurde die Giraffenherde der „Afrika-Savanne“ des Opel-Zoos beobachtet. Dort fanden im Untersuchungszeitraum die Geburten zweier Jungtiere, Kurt und Lisa, statt. Kurt wurde am 28.4.2009 um 4:18 Uhr geboren und ist das Jungtier von Katharina. Lisa wurde zehn Tage nach Kurt, am 8.5.2009 um 00:21 Uhr, als Jungtier von Lucie geboren. Die beiden adulten weiblichen Giraffen Lucie und Maud waren bei Kurts Geburt nicht abgetrennt. Hingegen wurde der Giraffenbulle Gregor nachts immer von der Herde separiert.

**Tab. 3.5: Beobachtungszeitraum und Ort nach einer Veränderung in der Herde. Zudem sind der Tabelle Art und Zeitpunkt der Veränderung zu entnehmen.**

Beobachtete Giraffe	Beobachtungszeitraum	Art der Veränderung	Datum der Veränderung	Beobachtungsort
Jaqueline	5.2. bis 19.4.2010	Tod des Bullen	26.2.2010	Opel-Zoo „alter Stall“
Julia	5.2. bis 22.3.2010	Tod des Bullen	26.2.2010	Opel-Zoo „alter Stall“
Jaqueline	23.12.2006 bis 14.2.2007	Transport Gregor	23.1.2007	Opel-Zoo „alter Stall“
Jaqueline	29.5. bis 2.7.2010	Transport Julia	17.6.2010	Opel-Zoo „alter Stall“
Lucie	21.4. bis 17.5.2009	Geburt Kurt	28.4.2009	Opel-Zoo „Afrika Savanne“
Maud	21.4. bis 16.5.2009	Geburt Kurt	28.4.2009	Opel-Zoo „Afrika Savanne“
Katharina	18.4. bis 14.5.2009	Geburt Lisa	8.5.2009	Opel-Zoo „Afrika Savanne“
Maud	21.4. bis 16.5.2009	Geburt Lisa	8.5.2009	Opel-Zoo „Afrika Savanne“

### 3.3.5.5 Einfluss der Geburt eines Jungtieres auf das Schlaf- und Liegeverhalten des Muttertieres

Die vier adulten Giraffenkühe (Katharina, Lucie, Edita und Maud) wurden vor und nach der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres beobachtet. Während die Jungtiere von Katharina und Lucie gesund waren, musste das Jungtier von Maud im Alter von 1,5 Tagen eingeschlafert werden. Das Giraffenweibchen Edita nahm ihr Jungtier nicht an und wurde 1,5 Tage nach der Niederkunft von ihrem Jungtier getrennt, damit es mit der Flasche aufgezogen werden konnte. Die Geburtsdaten und Beobachtungszeiträume sind in Tabelle 3.6 wiedergegeben. Aufgrund eines Stromausfalls konnte die adulte Giraffe Maud nicht in der Geburtsnacht beobachtet werden.

**Tab. 3.6: Geburtsdaten und Beobachtungszeitraum der vier beobachteten Giraffenmütter, nach der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres.**

Muttertier	Jungtier	Datum der Geburt	Beobachtungszeitraum
Katharina	Kurt	28.4.2009	18.04.2009-14.05.2009
Lucie	Lisa	8.5.2009	21.04.2009-17.05.2009
Edita	Unk	20.8.2008	06.08.2008-22.08.2008
Maud	ohne Namen	19.7.2009	08.07.2009-26.07.2009

### 3.3.5.6 Einfluss sonstiger Stressoren auf das Liege- und Schlafverhalten der Giraffe Gregor

Im Rahmen der Eingewöhnung der subadulten Giraffe Gregor in den neuen Stall der „Afrika-Savanne“ des Opel-Zoos wurde von den Tierpflegern während der ersten vier Monate ein detailliertes Protokoll erstellt, das jegliche Störungen oder Gesundheitsprobleme der Giraffe erfassen sollte, um auf eventuell auftretende Probleme zeitnah reagieren zu können. Dieses Protokoll wurde mir für die vorliegende Arbeit zur Verfügung gestellt. Zwar wurden die Giraffen während der Eingewöhnungsphase mit besonderer Sorgfalt beobachtet, doch sei darauf hingewiesen, dass die Beobachtungen der Tierpfleger keinem bestimmten Beobachtungsprotokoll folgten und keinen Anspruch auf Vollständigkeit haben, sondern Ereignisse erfassten, die den Pflegern während ihrer täglichen Arbeit mit den Tieren auffielen. Somit wurden jene Ereignisse registriert, die während der Arbeitszeiten der Tierpfleger (von 8:00 Uhr bis 18:00 Uhr) auftraten oder bis in diese hinein andauerten. Sechs Ereignisse wurden in dem Protokoll der Tierpfleger vermerkt (Tab. 3.7) und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Schlaf- und Liegedauer analysiert:

- 1) Erstmaliges Zusammentreffen mit den übrigen Herdenmitgliedern
- 2) Giraffe in der Nachbarbox verfängt sich nachts im Futternetz
- 3) Gregor beißt sich beim Spiel auf die Zunge
- 4) Gregor ist erstmalig im Treibgang und im Vorgehege
- 5) Gregor hat sich am Fesselgelenk verletzt
- 6) Gregor ist erstmalig auf der Außenanlage

Da das Liege- und Schlafverhalten während der Eingewöhnungsphase große Schwankungen aufwies, wurde darauf verzichtet als Referenzwerte die Daten zu verwenden, die unter 3.1.2 als Beobachtungen unter Normalbedingungen beschrieben wurden. Stattdessen wurde für jedes Ereignis ein eigener Referenzzeitraum gebildet, der 15 Tage vor und nach dem jeweiligen Ereignis umfasste. Dabei konnten sich die sechs Referenzzeiträume zeitlich überschneiden (Tab. 3.7).

**Tab. 3.7: Aufstellung der Ereignisse, die von den Tierpflegern während der Eingewöhnungsphase der Giraffe Gregor im neuen Stall notiert wurden sowie die dazugehörigen Referenzzeiträume.**

Nr.	Datum	Ereignis	Referenzzeitraum
1	28.1.2007	Gregor erstmalig mit den neuen Herdenmitgliedern zusammen	13.1. bis 12.2.2007
2	1./2.2.2007	Die Giraffe in der Nachbarbox verfängt sich nachts im Futternetz	17.1. bis 16.2.2007
3	15.2.2007	Gregor beißt sich beim Spiel auf die Zunge	31.1. bis 2.3.2007
4	1.3.2007	Gregor erstmalig im Treibgang und im Vorgehege	14.2. bis 16.3.2007
5	28.3.2007	Gregor verletzt sich am Fesselgelenk	13.3. bis 12.4.2007
6	19.4.2007	Gregor erstmalig auf der Außenanlage	4.4. bis 4.5.2007

### 3.4 Hormonanalysen

Insgesamt wurden im Rahmen dieser Arbeit 282 Kotproben von sechs Giraffen analysiert. Eine Auflistung der analysierten Proben kann Tabelle 3.8 entnommen werden. Die Hormonanalysen erfolgten unter der Betreuung von Prof. Dr. FRANZ SCHWARZENBERGER in der Abteilung für Medizinische Biochemie der Veterinärmedizinischen Universität Wien (Österreich). Zur Bestimmung der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot der Giraffen wurde der 11-Oxoätiocholanolon-Enzymimmunoassays (EIA) verwendet, wie er bei PALME & MÖSTL (1997) beschrieben wurde. Mit diesem EIA ist es möglich die Konzentration des Cortisolmetaboliten 11,17-Dioxoandrostan (11,17-DOA) im Kot zu bestimmen. Die Charakteristika dieses EIAs können Tabelle 3.9 entnommen werden. Die Kreuzreaktionen des 11-Oxoätiocholanolon-EIAs wurden von PALME & MÖSTL (1997) publiziert.

**Tab. 3.8: Anzahl der pro Tier und Stressor analysierten Kotproben sowie deren Sammelzeitraum.**

Tier	Stressor	Datum des Stressors	Sammelzeitraum	Anzahl der Kotproben
Gregor	Transport	23.1.2007	23.12.2006 bis 22.4.2007	95
Nike	Transport	25.8.2008	18.7. bis 28.9.2008	34
Gambela	Transport	30.9.2008	25.9. bis 27.10.2008	31
Himba	Transport	2.10.2008	24.9. bis 9.11.2008	38
Makena	Transport	13.2.2008	9.2. bis 29.2.2008	18
Jaqueline	Tod des Bullen	26.2.2010	6.1. bis 12.4.2010	66

**Tab. 3.9: Charakteristika des 11-Oxoätiocolanolon-EIAs (aus PALME & MÖSTL 1997).**

EIA	11-Oxoätiocolanolon
Label (DADOO-Biotin gekoppelt an)	11-Oxoätiocolanolon-3-gluc.
Antikörper (Trägerprotein: Bovinen Serumalbumin)	11-Oxoätiocolanolon-3-HS
Standard	11-Oxoätiocolanolon (= 5 $\beta$ -androstan-3 $\alpha$ -ol-11,17-dion)
Antikörper-Arbeitsverdünnung (x 10 <sup>3</sup> )	1:20
Label-Arbeitsverdünnung	1:250
Empfindlichkeit (pg/well)	0,8

### 3.4.1 Probensammlung und Aufbewahrung

Die Kotproben der Giraffen wurden, so fern möglich, innerhalb einer Stunde, nachdem die Giraffe den Kot abgesetzt hatte, aufgesammelt. Dabei wurden je nach Größe der Giraffe ein bis fünf „Murmeln“ eines Kothaufens (Abb. 3.17) in ein HD-Polyethylen-Scintillationsgefäß (27x60 mm *Model AC- 619301, Fa. Greiner bio-one*) gefüllt und mit dem zugehörigen Polypropylen-Schraubverschluss (*Modell AC-619080, Fa. Greiner bio-one*) verschlossen. Das Polyethylen-Scintillationsgefäß wurde anschließend mit dem Namen des Tieres sowie dem Datum und der Uhrzeit beschriftet und bei mindestens -20°C eingefroren.



**Abb. 3.17: Kothaufen einer Giraffe. Pro Kothaufen wurden ein bis fünf solcher „Murmeln“ zu Analyseziwecken gesammelt.**

### **3.4.2 Probenanalyse**

Bevor der EIA durchgeführt werden konnte, musste zunächst eine standardisierte Kotmenge abgewogen werden. Hierfür wurden die Proben der Gefriertruhe entnommen, um sie zunächst aufzutauen. Mit Hilfe einer Pinzette wurden dann 0,5g der Kotprobe in ein Reagenzglas überführt und bis zur endgültigen Analyse erneut bei -20°C eingefroren. Der EIA wurde durchgeführt wie von PALME & MÖSTL (1994) sowie SCHWARZENBERGER ET AL. (1996) beschrieben.

### **3.4.3 Biologische Validierung**

Als biologische Validierung bezeichnet man einen Event, bei dem davon auszugehen ist, dass in der Folge die Cortisol-Metaboliten-Konzentration im Kot ansteigt. In der Vergangenheit wurden hierfür Narkosen, Transporte oder die Isolierung einzelner Individuen von ihrer Gruppe verwendet (MÖSTL ET AL. 2002, TOUMA & PALME 2005). Auch kann eine Injektion des Adrenocorticotropen-Hormons (ACTH) die Cortisol-Metaboliten-Konzentration im Kot der Tiere erhöhen und somit als biologische Validierung verwendet werden (PALME 2005). In der vorliegenden Untersuchung

konnten zur Validierung des EIAs die durchgeführten Giraffen-Transporte Verwendung finden.

#### **3.4.4 Zuordnung der Schlaf- und Liegedauer mit der 11,17-DOA-Konzentration im Kot einer Giraffe**

Um den Verlauf der 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der Giraffen der zeitlichen Entwicklung des Liege- und Schlafverhaltens im entsprechenden Zeitraum zuordnen zu können, wurde den jeweiligen nächtlichen Liege- und PS-Zeiten das Analyseergebnis der Kotprobe des Folgetages gegenübergestellt. So wurde beispielsweise der Liege- und PS-Dauer der Nacht vom 27.9. auf den 28.9.2008 die 11,17-DOA-Konzentration der Kotprobe vom 28.9.2008 zugeordnet.

Da die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot während der auf den Transport folgenden Eingewöhnungsphase der Giraffe Gregor großen Schwankungen unterlag, wurde für jedes der unter 3.3.5.6 beschriebenen singulären Ereignisse ein eigener Referenzzeitraum gebildet, der 15 Tage bzw. Nächte vor und nach dem jeweiligen Ereignis umfasste. Dabei konnten sich die Referenzzeiträume zeitlich überschneiden (Tab. 3.7).

### **3.5 Statistische Auswertung und Diagramme**

Die statistische Analyse der Daten wurde mit dem Programm SigmaPlot Version 11.0 durchgeführt. Zunächst wurden die Daten auf Normalverteilung getestet. Hierbei kam der Kolmogorov-Smirnov-Test zum Einsatz, bei kleinen Stichproben wurde der Shapiro-Wilk-Test angewendet. Unabhängige Stichproben, die nicht von einer Normalverteilung abwichen, wurden mit der einfaktoriellen Varianzanalyse (one-way ANOVA) mit Tuckeys Post-hoc-Test untersucht. Unabhängige Stichproben, die signifikant von einer Normalverteilung abwichen, wurden mit einer Kruskal-Wallis ANOVA mit Dunns Post-hoc-Test beziehungsweise mit einem Mann-Whitney U-Test analysiert. Um eine



Altersabhängigkeit der Liege- bzw. der paradoxen Schlafdauer zu überprüfen, wurde eine Lineare Regression durchgeführt. Bei der Überprüfung von Zusammenhängen der Cortisolmetaboliten-Konzentration mit der Liege- bzw. der paradoxen Schlafdauer kam die Pearson-Korrelation zum Einsatz.

Die Signifikanzgrenze wurde bei 5% festgelegt und ein p-Wert  $<0,05$  mit einem „\*“ gekennzeichnet. Weitere Signifikanzschranken wurden wie folgt definiert und gekennzeichnet: \*\*  $p < 0,01$ , \*\*\*  $p < 0,001$ .

Die Box-Plot-Darstellung gibt den Median-Wert sowie als Begrenzung der Box das obere und untere Quartil an, d.h. 50% der Werte liegen in der Box. Der untere Whisker markiert das 10. Perzentil, der obere das 90. Perzentil. Die schwarzen Punkte markieren alle übrigen Werte.

Die Diagramme wurden mit SigmaPlot Version 11.0 bzw. mit Microsoft Excel Version 2007 erstellt. Die Diagramme wurde mit Adobe Illustrator Version 10 bearbeitet.

## 4. Ergebnisse

### 4.1 Allgemeine Beobachtungen zum Liege- und Schlafverhalten der Giraffe

Um eventuelle Veränderungen im Schlaf- und Liegeverhalten der untersuchten Giraffen unter Stressbedingungen registrieren zu können, soll im Folgenden zunächst das Schlaf- und Liegeverhalten der beobachteten Individuen unter „Normalbedingungen“ betrachtet werden. Als „Normalbedingungen“ werden hier die jeweiligen Bedingungen bezeichnet, die über die Zeiträume herrschen, in denen die Giraffen nicht durch Krankheit, Eingewöhnung oder andere offensichtliche Stressoren beeinträchtigt waren.

#### 4.1.1 Juvenile Giraffen

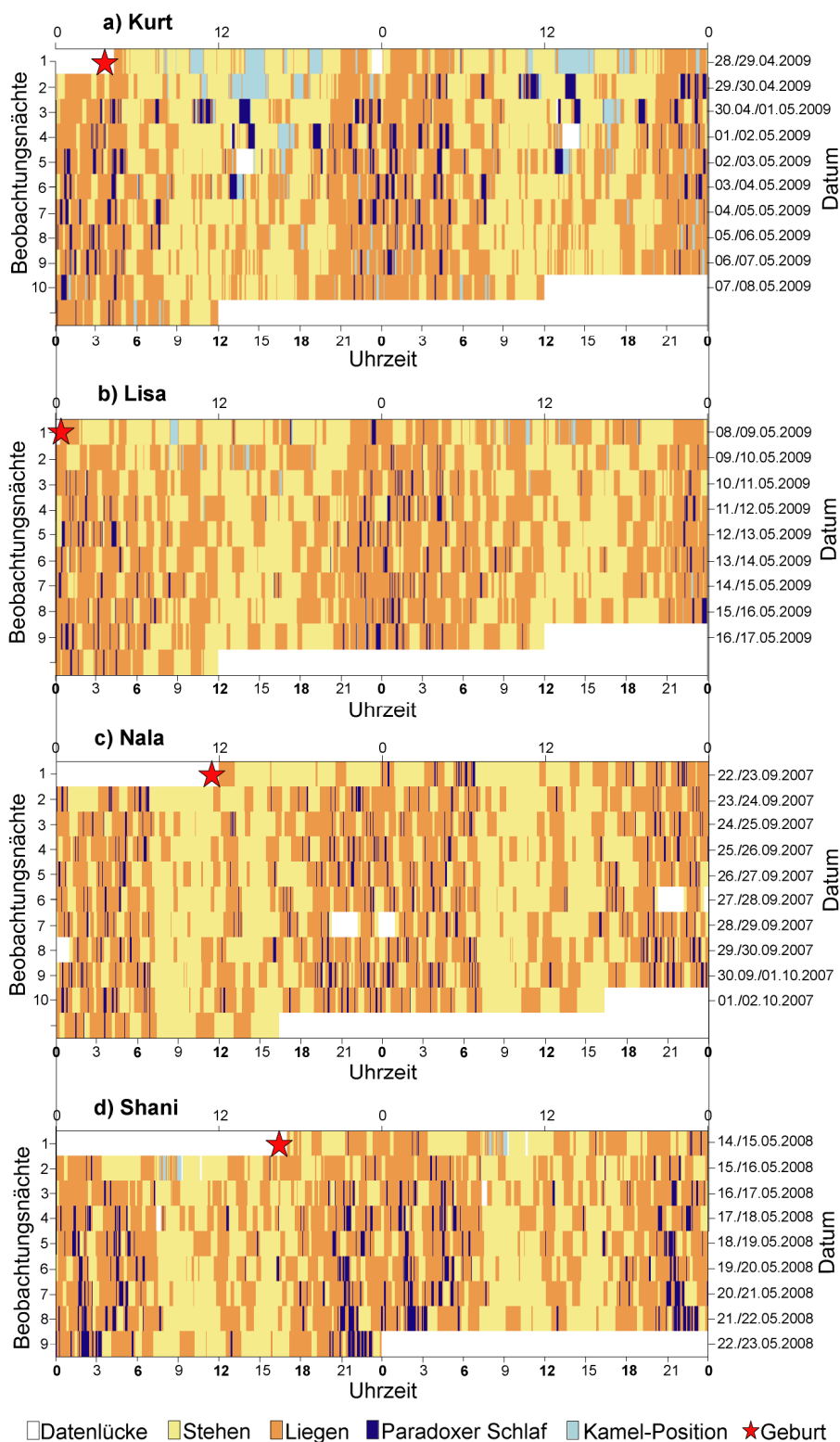
Juvenile Giraffen legten sich sowohl am Tage als auch in der Nacht ab (Abb. 4.1.1). Obwohl sie in der Hellphase den Großteil der Zeit auf vier Beinen verbrachten, wurden diese Steh-Phasen regelmäßig durch Liegephasen unterbrochen. Umgekehrt zeigte sich das Bild in der Dunkelphase: Hier überwogen die Liegephasen, die nur sporadisch von kurzen Stehphasen unterbrochen wurden. Der Tabelle 4.1.1 sind die durchschnittlichen Liegezeiten der vier juvenilen Giraffen pro Nacht zu entnehmen. Eine juvenile Giraffe lag in der vorliegenden Studie im Mittel 819 Minuten ( $\pm 19,8$ ) pro Nacht. Dabei unterscheiden sie sich hinsichtlich ihrer durchschnittlichen nächtlichen Liegezeiten nicht signifikant voneinander ( $n= 37$  Nächte,  $p>0,05$ ; Kruskal-Wallis ANOVA). Die längste Liegedauer, wie sie in der Nacht vom 17./18.5.2008 beobachtet werden konnte, wies von den vier untersuchten Giraffen mit 953 Minuten das Weibchen Shani auf, die kürzeste Liegezeit fand sich in der Nacht vom 22./23.9.2007 mit 406 Minuten bei Nala. Auffallend war, dass Jungtiere in der ersten Nacht hoch signifikant weniger lagen als während der übrigen Nächte ( $n= 37$  Nächte;  $p<0,01$ ; Mann-Whitney U).

**Tab. 4.1.1: Durchschnittliche Liege- und PS-Zeiten der vier gesunden juvenilen Giraffen. Den Werten liegt ein täglicher 24-stündiger Beobachtungszeitraum von 12-12 Uhr zu Grunde. Die Liegedauern pro Tag der vier juvenilen Giraffen ähnelten sich stark. Hingegen wiesen die PS-Dauern pro Nacht große Unterschiede auf.**

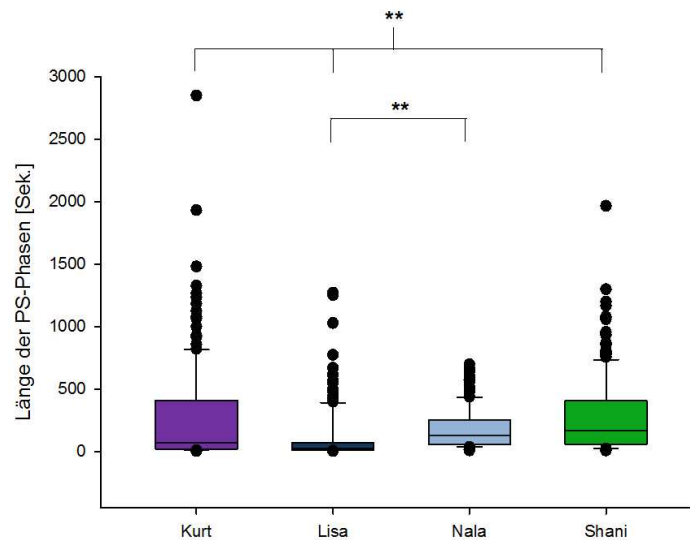
Giraffe	Liegen/Nacht [Min. ± SF]	PS/Nacht [Min. ± SF]	Anzahl PS- Phasen/ Nacht (± SF)	Länge einer PS-Phase [Sek. ± SF]	Anteil PS an Liegen [% ± SF]	Beobachtete Nächte [n]
<b>Kurt</b>	825 ± 28,2	83,8 ± 16,2	17,9 ± 2,1	280 ± 33 (n= 162)	10,2 ± 2,1	10
<b>Lisa</b>	846 ± 23,8	37,6 ± 5,9	20,7 ± 2,1	109 ± 15 (n= 186)	4,4 ± 0,7	9
<b>Nala</b>	775 ± 45,7	64,8 ± 6,8	21,6 ± 1,9	180 ± 11 (n= 216)	8,5 ± 0,9	10
<b>Shani</b>	836 ± 42,7	95,5 ± 14,1	21,4 ± 2,6	280 ± 23 (n= 185)	11,3 ± 1,4	8
<b>Juvenil</b>	819 ± 19,8	70,3 ± 6,9	20,7 ± 1,2	217 ± 12 (n= 648)	8,5 ± 0,9	37

Die registrierten juvenilen Giraffen verbrachten durchschnittlich 70,3 Minuten ( $\pm 6,9$ ) pro Nacht im PS. Im Gegensatz zum Liegeverhalten unterschieden sie sich hinsichtlich des PS pro Nacht signifikant voneinander (n= 37 Nächte,  $p < 0,05$ ; Kruskal-Wallis ANOVA). Den meisten PS in einer einzigen Nacht (171 Minuten) wie auch den Wenigsten (10 Sekunden) zeigte die männliche Giraffe Kurt. Bei allen juvenilen Giraffen fand der überwiegende Teil des PS in der Nacht statt (Abb. 4.1.1). Von insgesamt 2.576 Minuten PS, die im Untersuchungszeitraum bei den vier gesunden Jungtieren registriert wurden, traten lediglich 434 Minuten oder 16,9% des PS während der Hellphase zwischen 8:00 und 20:00 Uhr auf.

Die Gesamtlänge des PS ist sowohl von der Anzahl der PS-Phasen pro Nacht als auch der PS-Phasenlänge abhängig. Eine einzelne PS-Phase eines gesunden Jungtieres war durchschnittlich 217 Sekunden ( $\pm 12$ ) lang. Der Median der PS-Phasenlänge betrug 85 Sekunden. Dabei unterschieden sich die vier juvenilen Giraffen hinsichtlich der Phasenlänge hoch signifikant (Abb. 4.1.2). Während Julias PS-Phasen im Durchschnitt nur 109 Sekunden ( $\pm 15$ ) dauerten, waren Shanis PS-Phasen mit durchschnittlich 280 Sekunden ( $\pm 23$ ) mehr als 2,5-mal so lang (Tab. 4.1.1). Die längste bei einer gesunden juvenilen Giraffe beobachtete einzelne PS-Phase betrug 2.850 Sekunden (das sind immerhin fast 50 Minuten!) und wurde bei der Giraffe Kurt gemessen. Dies war jedoch die einzige PS-Phase einer gesunden juvenilen Giraffen, die länger als 2.000 Sekunden dauerte.

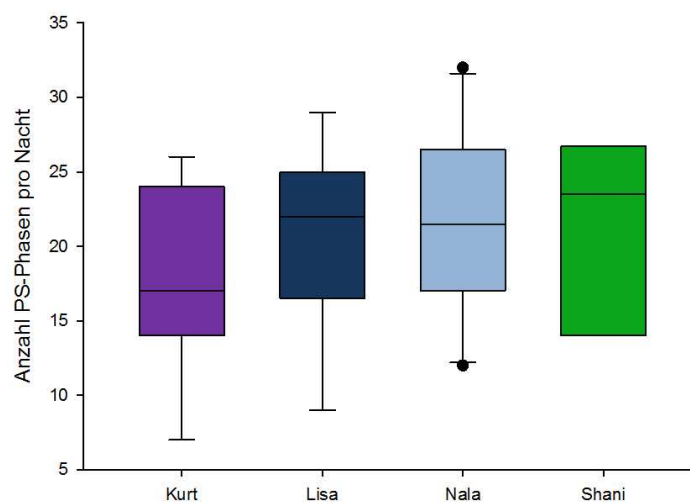


**Abb. 4.1.1: Aktogramme in Doppelplot-Darstellung der vier juvenilen Giraffen Nuru (a), Lisa (b), Nala (c) und Shani (d) während der ersten Tage nach ihrer Geburt. Die juvenilen Giraffen legten sich sowohl am Tage als auch in der Nacht ab. Während am Tage die Stehphasen überwogen, wurden in der Nacht die langen Liegephasen nur von kurzen Stehphasen unterbrochen.**



**Abb. 4.1.2:** Länge der PS-Phasen der vier juvenilen Giraffen bei einem zu Grunde gelegten Beobachtungszeitraum von 12 bis 12 Uhr. Die vier juvenilen Giraffen verbachten pro Nacht hoch signifikant unterschiedlich viel Zeit in PS ( $n=749$ ,  $**p<0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA).

In der Anzahl der PS-Phasen pro Nacht unterscheiden sich die juvenilen Giraffen nicht signifikant voneinander (Abb. 4.1.3). Eine juvenile Giraffe hatte durchschnittlich 20,7 ( $\pm 1,2$ ) PS-Phasen pro Nacht. Die meisten PS-Phasen in einer einzigen Nacht zeigte die weibliche Giraffe Nala mit 32 PS-Phasen. Kurt hingegen hatte mit nur sieben PS-Phasen in einer Nacht die geringste Anzahl.



**Abb. 4.1.3:** Anzahl der PS-Phasen pro Nacht der vier juvenilen Jungtiere bei einem zu Grunde gelegten Beobachtungszeitraum von 12 bis 12 Uhr. Die vier juvenilen Giraffen unterschieden sich hinsichtlich der Anzahl der PS-Phasen nicht signifikant voneinander ( $n=37$  Nächte;  $p>0,05$ ; Kruskal-Wallis ANOVA).

### **„Kamel-Stellung“**

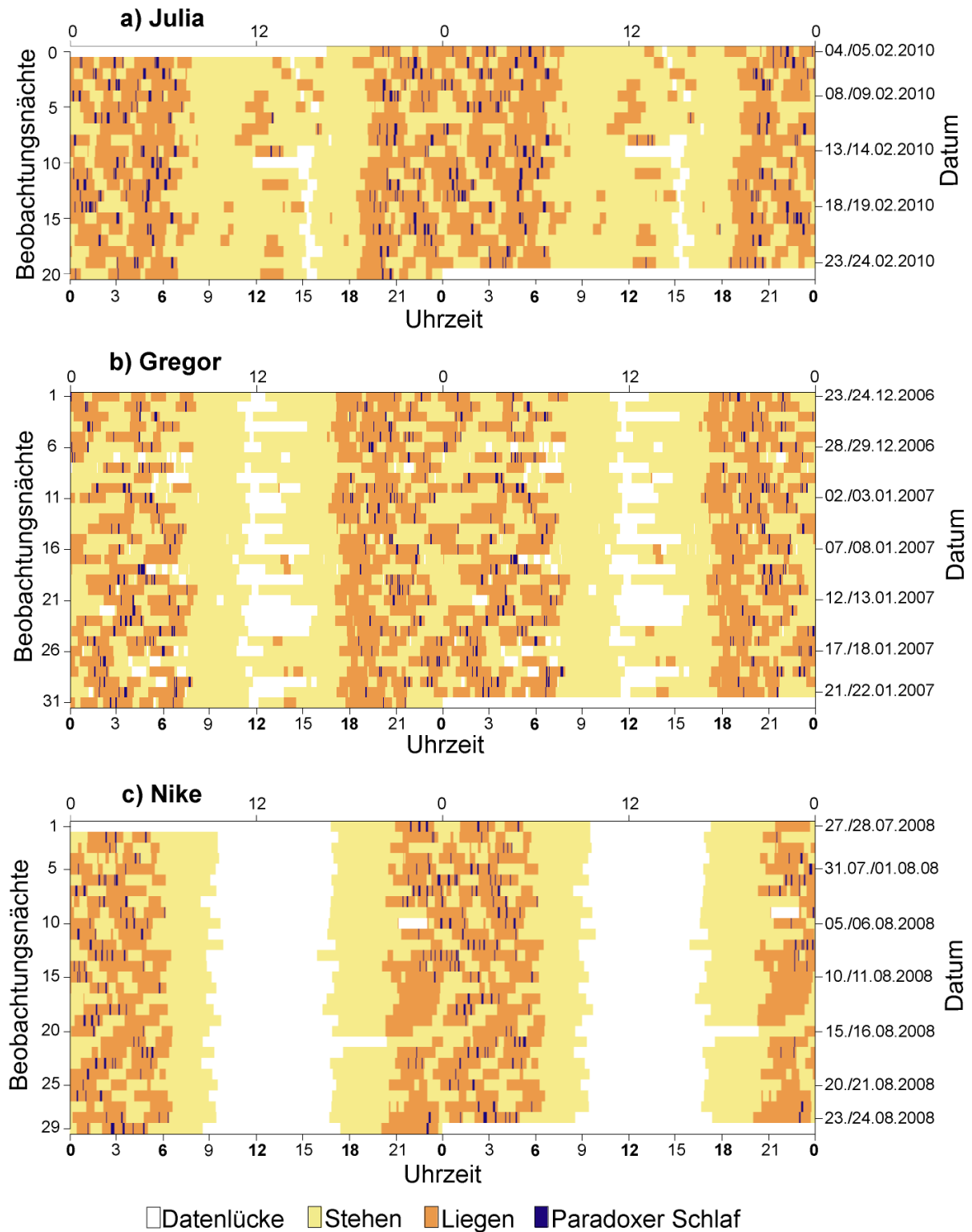
Neben der PS-Haltung konnte bei drei von vier juvenilen Giraffen noch eine weitere Schlafstellung beobachtet werden: Dabei legt das Jungtier den Hals in gerader Richtung flach vor den Körper auf den Boden (Abb. 3.15). Diese Schlafstellung, die von Trampeltieren (*Camelus bactrianus*) bekannt ist und in erster Annäherung als PS eingestuft werden kann, wird daher in der vorliegenden Arbeit als „Kamel-Stellung“ bezeichnet. Die Kamel-Stellung konnte bei den gesunden juvenilen Tieren Kurt, Lisa und Shani beobachtet werden. Ähnlich wie in der PS-Haltung ist in dieser Schlafstellung der Hals entlastet. Bei der Giraffe Kurt konnte diese Schlafhaltung an allen zehn Beobachtungstagen registriert werden, jedoch trat sie mit durchschnittlich 216 Minuten pro Tag vermehrt an den ersten beiden Lebenstagen auf und konnte in den folgenden acht Tagen durchschnittlich nur 33 Minuten täglich beobachtet werden. Bei der juvenilen Giraffe Lisa trat dieses Verhalten insgesamt seltener, jedoch ebenfalls am häufigsten in den ersten Lebenstagen auf. Während der ersten drei Tage zeigte sie die Kamel-Stellung durchschnittlich nur 31 Minuten. An den Folgetagen konnte diese nur noch an vier von sieben Tagen mit durchschnittlich drei Minuten pro Tag beobachtet werden. Die weibliche Giraffe Shani konnte in dieser Schlafhaltung ausschließlich an den ersten beiden Lebenstagen beobachtet werden. Während sie am ersten Tag noch 42 Minuten in dieser Stellung verbrachte, waren es am zweiten Tag bereits nur noch fünf Minuten. Im Gegensatz zu den PS-Phasen, die überwiegend in der Nacht auftraten, konnten 84,7% der Zeit, die juvenile Giraffen in der Kamel-Stellung verbrachten, am Tage zwischen 8:00 und 20:00 Uhr beobachtet werden (Abb. 4.1.1a,b,d, Tab. 4.1.2). Die weibliche Giraffe Nala zeigte diese Schlafstellung nicht (Abb. 4.1.1c).

**Tab. 4.1.2: Individuelle Zeit, die in der Kamel-Stellung verbracht wurde.**

<b>Giraffe</b>	<b>Gesamtzeit in der Kamel-Stellung pro Beobachtungszeitraum [Min.]</b>	<b>Gesamtzahl der Schlafphasen in Kamel-Stellung</b>	<b>Anteil [%] der in der Kamel-Stellung verbrachten Zeit, die zwischen 8 und 20 Uhr beobachtet wurde</b>	<b>Anzahl der beobachteten Nächte [n]</b>
<b>Kurt</b>	770	139	83,1	9
<b>Lisa</b>	113	34	92,3	9
<b>Nala</b>	0	0	0	10
<b>Shani</b>	42	7	95,8	8

#### **4.1.2 Subadulte Giraffen**

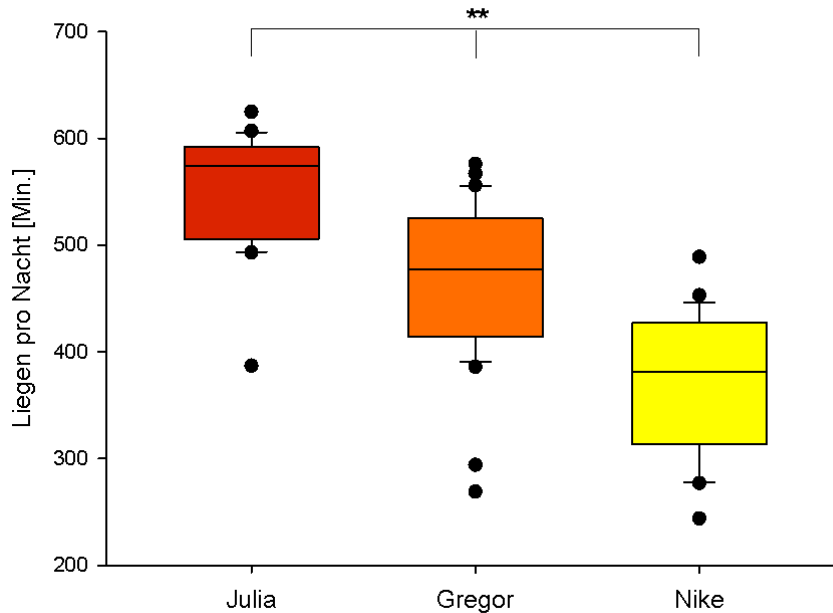
Subadulte Giraffen verbringen während der Dunkelphase den Großteil der Zeit liegend (Abb. 4.1.4). Diese ausgeprägten Liegephasen wechseln mit kürzeren Aufstehphasen ab, so dass ein polyphasischer Liegerhythmus entsteht. Während sich die weibliche Giraffe Julia auch in der Hellphase gelegentlich um die Mittagszeit ablegte, war dies bei Gregor nur in Ausnahmefällen zu beobachten. Jedoch ist zu beachten, dass Gregor um die Mittagszeit häufig auf der Außenanlage war und dort von dem Kamerasystem nicht erfasst wurde. Auch das Weibchen Nike verbrachte den größten Teil der Hellphase und insbesondere die Mittagszeit auf der Außenanlage, auf der ebenfalls keine Aufzeichnungen stattfanden. Von den Pflegern wurde aber berichtet, dass sie sich dort gelegentlich um die Mittagszeit ablegte. Während der Hellphase traten PS-Phasen bei den subadulten Tieren nur äußerst selten auf und konnten durch eigene Direktbeobachtungen und Beobachtungen der Pfleger nie auf der Außenanlage registriert werden.



**Abb. 4.1.4:** Aktogramme in Doppelplot-Darstellung der drei subadulten Giraffen Julia (a), Gregor (b), Nike (c). Die subadulten Giraffen wiesen gelegentlich auch um die Mittagszeit eine Liegephase auf. Die Nacht verbringen juvenile Giraffen größtenteils liegend, auch wenn die langandauernden Liegephasen regelmäßig von kurzen Stehphasen unterbrochen werden.



Im Durchschnitt lag eine subadulte Giraffe 457 Minuten ( $\pm 12,0$ ) pro Nacht (Tab. 4.1.3). Dabei unterschieden sich die drei beobachteten Tiere signifikant voneinander (Abb. 4.1.5).

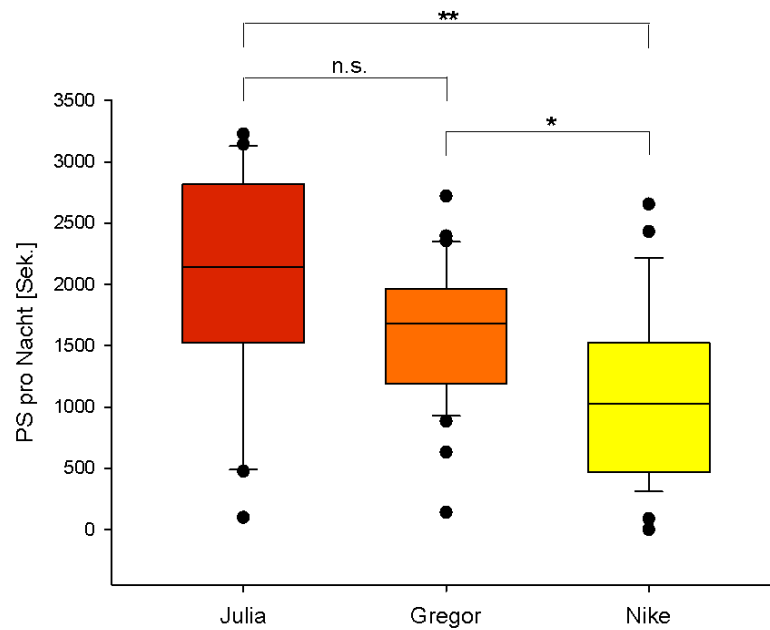


**Abb. 4.1.5: Liegezeiten pro Nacht der subadulten Giraffen Julia, Gregor und Nike. Die drei subadulten Giraffen unterschieden sich hinsichtlich ihrer nächtlichen Liegezeiten hoch signifikant voneinander (n= 81 Nächte,  $**p<0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

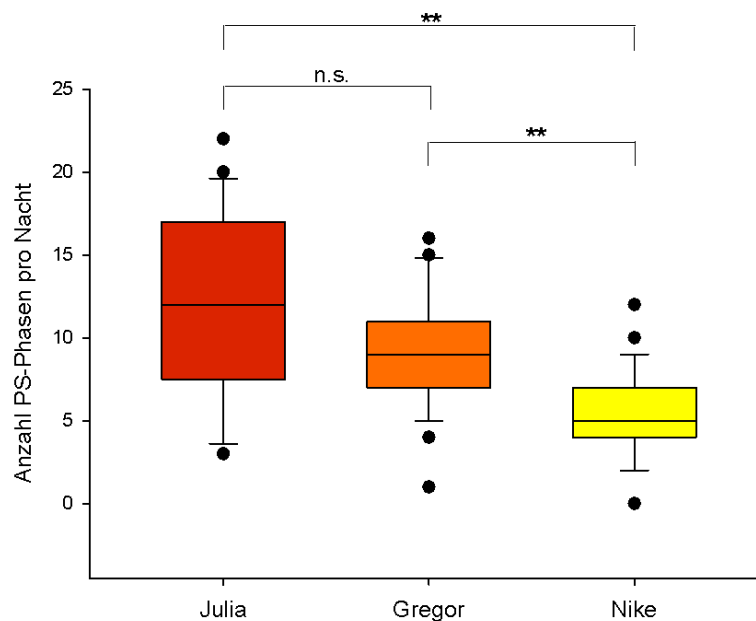
Während das jüngste Tier Julia durchschnittlich 548 Minuten ( $\pm 12,4$ ) pro Nacht lag, legte sich das älteste der subadulten Tiere, Nike, im Mittel nur 375 Minuten ( $\pm 11,9$ ) pro Nacht ab. Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Betrachtung des PS. Auch hier verbrachte Julia mit durchschnittlich 34,3 Minuten ( $\pm 3,3$ ) die meiste Zeit pro Nacht mit PS und Nike (im Mittel 18,7 Minuten ( $\pm 2,2$ )) die wenigste (Tab. 4.1.3, Abb. 4.1.6). Im Durchschnitt verbrachte eine subadulte Giraffe 27,1 Minuten ( $\pm 1,7$ ) pro Nacht im PS. Die Abbildung 4.1.7 gibt die Anzahl der PS-Phasen pro Nacht wider. Auch hier findet man signifikante Unterschiede zwischen den beiden jüngeren subadulten Individuen im Vergleich mit dem älteren Tier Nike. Letztere zeigt mit 5,4 ( $\pm 0,5$ ) PS-Phasen pro Nacht die wenigsten nächtlichen PS-Phasen. Allerdings dauert eine PS-Phase bei Nike im Durchschnitt hoch signifikant länger als bei den anderen beiden subadulten Tieren, die sich wiederum untereinander nicht signifikant unterschieden (n= 697,  $p<0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).

**Tab. 4.1.3: Individuelle Liege- und PS-Zeiten der 15 beobachteten Giraffen unter „Normalbedingungen“. Es wurde als täglicher 15-stündiger Beobachtungszeitraum jeweils die Zeit von 18-9 Uhr zu Grunde gelegt.**

Giraffe	Alter bei Beginn des Beobachtungs-Zeitraums	Liegen/Nacht [Min. ± SF]	PS/Nacht [Min. ± SF]	Anzahl PS-Phasen/Nacht (± SF)	Länge einer PS-Phase [Sek. ± SF]	Anteil PS an Liegen [% ± SF]	Beobachtete Nächte [n]
<b>Kurt</b>	juvenil (1d)	631 ± 22,8	64,7 ± 12,0	14,9 ± 1,5	280 ± 33 (n= 162)	10,2 ± 1,9	10
<b>Lisa</b>	juvenil (1d)	621 ± 26,8	36,2 ± 6,1	18,9 ± 2,4	109 ± 15 (n= 186)	5,8 ± 1,0	9
<b>Nala</b>	juvenil (1d)	577 ± 36,5	58,0 ± 7,5	17,8 ± 2,0	180 ± 11 (n= 216)	10,4 ± 1,3	10
<b>Shani</b>	juvenil (1d)	633 ± 22,3	88,3 ± 14,7	19,4 ± 2,4	280 ± 23 (n= 185)	13,7 ± 2,1	8
<b>Julia</b>	subadult (10m)	548 ± 12,4	34,3 ± 3,3	12,3 ± 1,2	167 ± 12 (n= 259)	5,9 ± 0,4	21
<b>Gregor</b>	subadult (11m)	468 ± 13,0	26,8 ± 1,7	9,1 ± 0,6	177 ± 9 (n= 283)	5,2 ± 0,3	31
<b>Nike</b>	subadult (2y, 11m)	375 ± 11,9	18,7 ± 2,2	5,4 ± 0,5	210 ± 12 (n= 155)	4,9 ± 0,5	29
<b>Maud</b>	adult (3 y, 8m)	329 ± 10,5	19,1 ± 2,1	5,8 ± 0,5	197 ± 16 (n= 128)	5,6 ± 0,6	22
<b>Katharina</b>	adult (4 y, 1m)	330 ± 17,0	17,3 ± 1,9	5,8 ± 0,7	179 ± 26 (n= 40)	5,4 ± 0,7	12
<b>Lucie</b>	adult (4y, 10m)	386 ± 8,9	11,6 ± 1,0	4,3 ± 0,4	163 ± 21 (n= 64)	3,0 ± 0,3	15
<b>Himba</b>	adult (10y, 3m)	325 ± 30,4	12,9 ± 4,5	4,0 ± 1,2	193 ± 22 (n= 32)	3,5 ± 1,1	8
<b>Edita</b>	adult (10y, 3m)	172 ± 13,0	10,3 ± 1,4	2,8 ± 0,3	219 ± 24 (n= 34)	6,0 ± 0,7	12
<b>Gambela</b>	adult (11y, 9m)	255 ± 15,6	8,8 ± 3,5	3,5 ± 0,8	144 ± 30 (n= 21)	3,2 ± 1,2	6
<b>Jaqueline</b>	aged (22y, 7m)	208 ± 16,6	7,9 ± 1,1	3,0 ± 0,4	160 ± 16 (n= 97)	4,0 ± 0,5	21
<b>George</b>	aged (25y, 7m)	19 ± 5,6	1,6 ± 0,4	1,2 ± 0,3	81 ± 10 (n= 45)	17,4 ± 4,4	37
<b>juvenil</b>	1d	630 ± 12,0	62,8 ± 6,2	17,8 ± 1,2	217 ± 12 (n= 648)	9,9 ± 1,0	32
<b>subadult</b>	10m bis 2y, 11m	457 ± 12,0	27,1 ± 1,7	9,1 ± 0,6	182 ± 8 (n= 465)	5,5 ± 0,3	63
<b>adult</b>	3y,8m bis 11y,9m	295 ± 14,3	14,3 ± 1,6	4,2 ± 0,4	167 ± 12 (n= 146)	5,4 ± 0,5	36
<b>gealtert</b>	22y,7m bis 25y, 7m	110 ± 17,6	4,5 ± 0,8	2,1 ± 0,3	121 ± 11 (n= 90)	10,7 ± 2,5	42



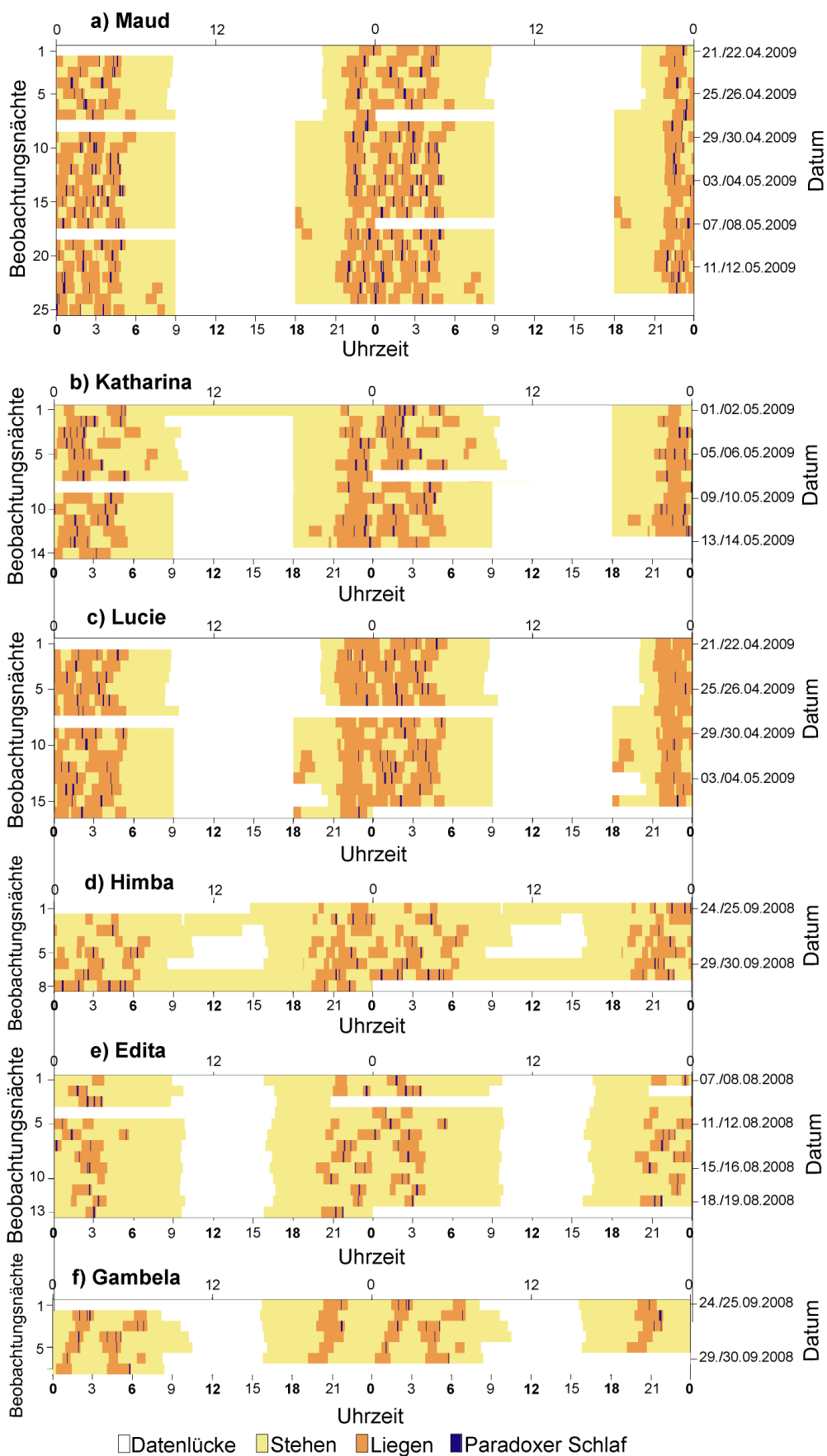
**Abb. 4.1.6:** Dauer des PS pro Nacht der subadulten Giraffen Julia, Gregor und Nike. Die nächtlichen PS-Zeiten der subadulten Giraffen Julia und Gregor unterschieden sich jeweils signifikant von den nächtlichen PS-Zeiten des subadulten Tieres Nike (n= 81 Nächte, n.s.>0,05; \*p<0,05; \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).



**Abb. 4.1.7:** Anzahl der PS-Phasen pro Nacht in Abhängigkeit von den subadulten Individuen. Die beiden jüngeren subadulten Giraffen Julia und Gregor wiesen keine signifikant voneinander abweichende Anzahl an nächtlichen PS-Phasen auf, jedoch unterschieden sie sich jeweils von der älteren subadulten Giraffe Nike (n= 81 Nächte, n.s.>0,05; \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).

### 4.1.3 Adulte Giraffen

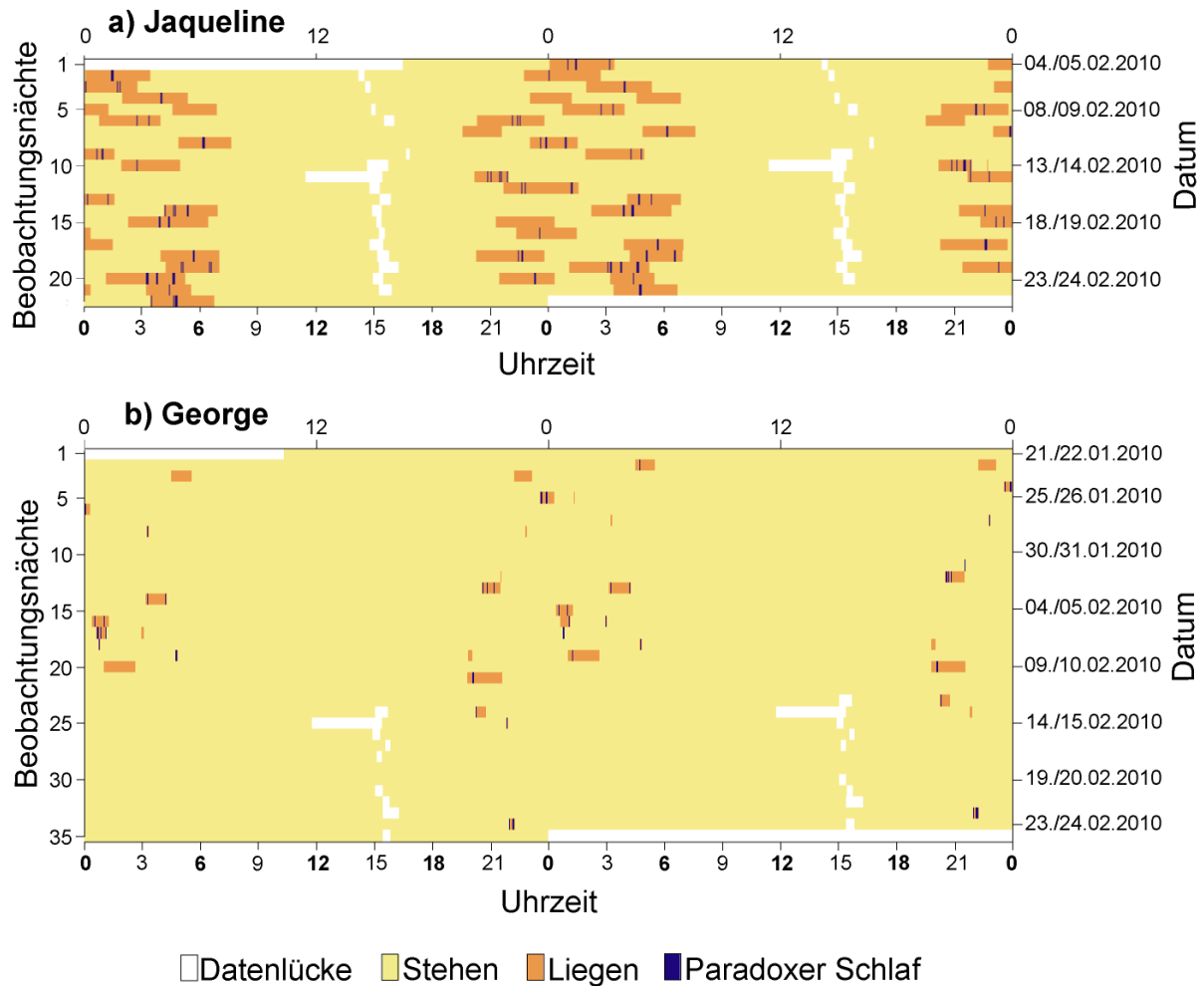
Adulte Giraffen zeigen etwa drei Liegephasen pro Nacht (Abb. 3.1.8 a-f). Allein die Giraffe Maud, die jüngste der sechs adulten Giraffen, zeigte vier bis fünf Liegephasen pro Nacht. Während die Liegephasen bei den Giraffen Maud, Katharina und Lucie während der Dunkelphase nur von kurzen Stehphasen unterbrochen wurden und somit dicht aufeinander folgten, lagen die Liegephasen der drei älteren Giraffen Himba, Edita und Gambela weiter auseinander. Somit waren bei diesen Tieren die Stehphasen zwischen den Liegephasen länger. Im Durchschnitt lag eine adulte Giraffe 295 Minuten ( $\pm 14,3$ ) pro Nacht. Dabei lag die Giraffe Lucie mit durchschnittlich 386 Minuten ( $\pm 8,9$ ) am meisten und die Giraffe Edita mit 172 Minuten ( $\pm 13$ ) am wenigsten (Tab. 4.1.3). Der PS verteilte sich gleichmäßig über die gesamte Dunkelphase (Abb. 3.1.8 a-f). Während die jüngste der adulten Giraffen, Maud, mit 19,1 Minuten ( $\pm 2,1$ ) PS pro Nacht den meisten PS zeigte, verbrachte die älteste Giraffe dieser Altersgruppe, Gambela, mit 8,8 Minuten ( $\pm 3,5$ ) am wenigsten Zeit im PS. Durchschnittlich zeigte eine adulte Giraffe pro Nacht 14,3 Minuten PS ( $\pm 1,6$ ). Während sich die adulten Giraffen hinsichtlich der Anzahl der nächtlichen PS-Phasen hoch signifikant voneinander unterscheiden ( $n= 75$  Nächte,  $p<0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA), konnte in der Länge der einzelnen PS-Phasen kein signifikanter Unterschied festgestellt werden ( $n= 319$  PS-Phasen,  $p>0,05$ ; Kruskal-Wallis ANOVA). Durchschnittlich ist eine PS-Phase einer adulten Giraffe 167 Sekunden ( $\pm 12$ ) lang (Tab. 4.1.3).



**Abb. 4.1.8 (S. 91): Aktogramme in Doppelplot-Darstellung der sechs adulten Giraffen Maud (a), Katharina (b), Lucie (c), Himba (d), Edita (e) und Gambela (f). Die älteren adulten Giraffen Himba (d), Edita (e) und Gambela (f) wiesen pro Nacht kürzere Liegephasen auf als die jüngeren der adulten Giraffen.**

#### **4.1.4 Gealterte Giraffen**

Die beiden über 20jährigen Giraffen Jaqueline und George legten sich ausschließlich in der Dunkelphase ab (Abb. 3.1.9 a+b). Während Jaqueline regelmäßig etwa zwei Liegephasen pro Nacht zeigte, die in der Regel von einer langen Stehphase unterbrochen wurden, legte sich George nicht täglich ab und wenn dann meist nur einmal pro Nacht. George lag mit durchschnittlich 19 Minuten ( $\pm 5,6$ ) pro Nacht deutlich weniger als alle anderen beobachteten Giraffen (Tab. 3.1.4). Jaqueline hingegen lag durchschnittlich 208 Minuten pro Nacht ( $\pm 16,6$ ) und somit ähnlich lang wie die anderen der über 10 Jahre alten Giraffen (Tab. 3.1.4). Auch bei der Betrachtung der nächtlichen PS-Zeiten zeigt sich ein ähnliches Bild. Während Jaqueline mit 7,9 Minuten ( $\pm 1,1$ ) PS pro Nacht sich nicht signifikant von den PS-Zeiten der anderen über 10 Jahre alten Giraffen unterschied ( $n=47$ ,  $p>0,05$ ; Kruskal-Wallis ANOVA), zeigte George mit 1,6 Minuten ( $\pm 0,4$ ) den wenigsten PS pro Nacht aller beobachteten Individuen. Darüber hinaus hatte George die kürzesten sowie die wenigsten PS-Phasen pro Nacht aller Giraffen (Tab. 3.1.4). Jedoch zeigte sich bei George, dass er mit durchschnittlich 17,4% ( $\pm 4,4$ ), den höchsten prozentualen Anteil des PS am Liegen hatte (Tab 3.1.4). Dabei ist zu beachten, dass der Giraffenbulle George gesundheitlich starke Probleme hatte, die sich u.a. durch wiederkehrende Diarrhoe bemerkbar machten. Er starb innerhalb des Beobachtungszeitraumes am 26.2.2010.



**Abb. 3.1.9: Aktogramme in Doppelplot-Darstellung der beiden gealterten Giraffen Jaqueline (a) und George (b). Während das gealterte Giraffenweibchen Jaqueline (a) pro Nacht meist eine Liegephase hatte, legte sich der alte Giraffenbulle George (b) nur noch in wenigen Nächten für sehr kurze Zeit ab.**

### „Kinn-Stellung“

Die Giraffe Jaqueline zeigte neben der PS-Schlafstellung noch eine weitere Schlafhaltung, in der die Nackenmuskulatur entspannen konnte. Dabei legte sie in der liegenden Position ihr Kinn auf einem Holzbalken ab, der zu jener Wand gehörte, die ihre Stallbox von Georges Stallbox trennte. Dieser Holzbalken befand sich ein wenig über ihrer in liegender Position befindlichen Kopfhöhe, so dass sie ihren Kopf leicht noch oben strecken musste, um den Balken zu erreichen. Daher konnte sie nur ihr Kinn und nicht den ganzen Kopf an den Balken anlehnen. In dieser Position verweilte sie für mehrere Sekunden, wobei sich oftmals ihr Hals vor Erschlaffung nach unten durchbog. Diese im Folgenden als „Kinn-Stellung“ bezeichnete Schlafstellung konnte im

Beobachtungszeitraum vom 4. bis 29.2.2010 registriert werden und trat dort zwischen 21 Uhr und 6 Uhr insgesamt 68-mal auf. Durchschnittlich verbrachte sie 74 Sekunden ( $\pm 18$ ) pro Nacht in der Kinn-Stellung, was sich auf durchschnittlich 2,6 Phasen ( $\pm 0,5$ ) pro Nacht verteilte (Tab. 4.1.4). Eine Phase dauerte dabei durchschnittlich 28 Sekunden ( $\pm 3$ ). Während sie die Kinn-Stellung im Laufe des genannten Beobachtungszeitraumes in sieben Nächten überhaupt nicht zeigte, verbrachte sie in einer Nacht maximal 269 Sekunden in dieser Haltung. Nach Georges Tod (am 26.2.2010) zeigte Jaqueline diese Schlafstellung nur noch in einer weiteren Nacht, in der zweiten Nacht nach Georges Tod. Bei keiner anderen Giraffe konnte diese Schlafstellung beobachtet werden.

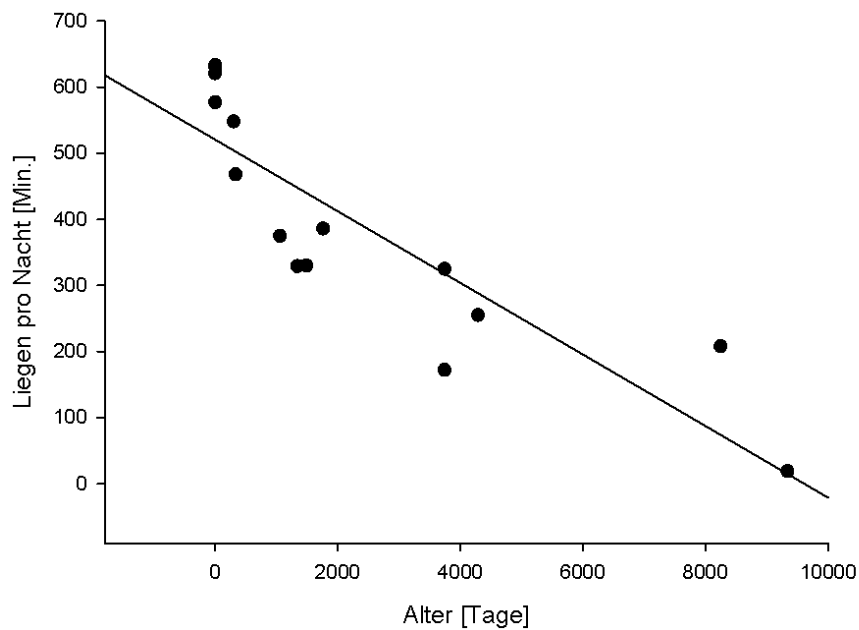
**Tab. 4.1.4: Durchschnittliche Zeiten, die die Giraffe Jaqueline in der Kinn-Stellung verbrachte.**

Giraffe	Gesamtzeit in der Kinn-Stellung im Beobachtungszeitraum [Sek.]	Gesamtzahl der Schlafphasen in Kinn-Stellung	Ø Zeit in Kinn-Stellung pro Nacht ( $\pm$ SF) [Sek.]	Ø Anzahl der Phasen in Kinn-Stellung-pro Nacht	Anzahl der beobachteten Nächte [n]
Jaqueline	1848	68	74 ( $\pm 18$ )	2,6 ( $\pm 0,5$ )	25

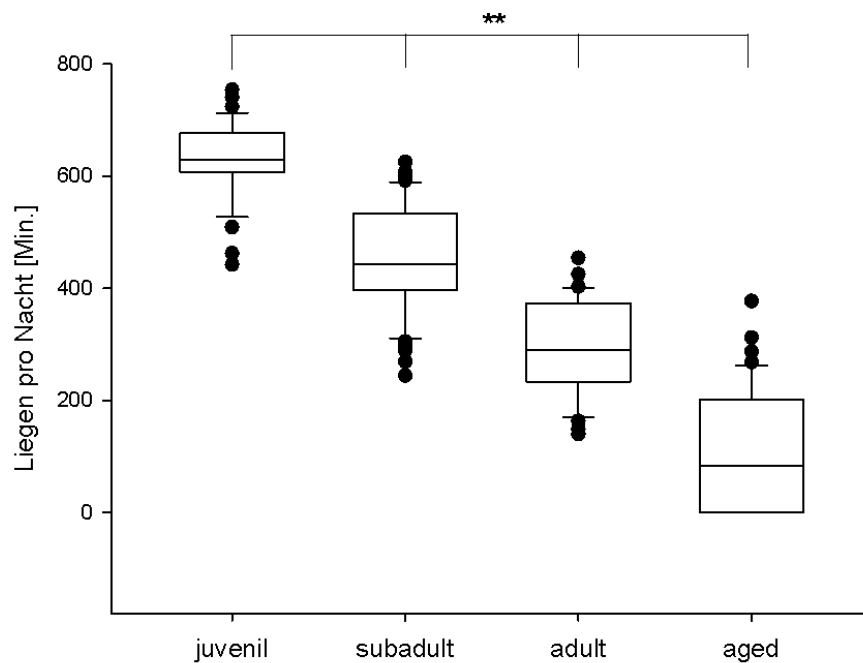
#### 4.1.5 Vergleich der Altersgruppen

Die Zeit, die pro Nacht liegend verbracht wurde, korreliert signifikant negativ mit dem Alter der Giraffe. Das heißt, je älter ein Tier wird, desto weniger legte es sich ab (Abb. 4.1.10). Dabei unterschieden sich die vier Altersgruppen alle hoch signifikant voneinander (Abb. 4.1.11). Während juvenile Giraffen mit durchschnittlich 630 Minuten ( $\pm 12,0$ ) etwa 70% des Beobachtungszeitraumes von 18 bis 9 Uhr liegend verbrachten, lagen adulte Giraffen durchschnittlich nur 295 Minuten ( $\pm 14,3$ ) pro Nacht, was etwa 33% der Zeit im Rahmen des Beobachtungszeitraumes von 18 bis 9 Uhr ausmachte (Tab. 4.1.3). Die beiden ältesten Giraffen lagen zusammengefasst sogar nur 12% der Beobachtungszeit.



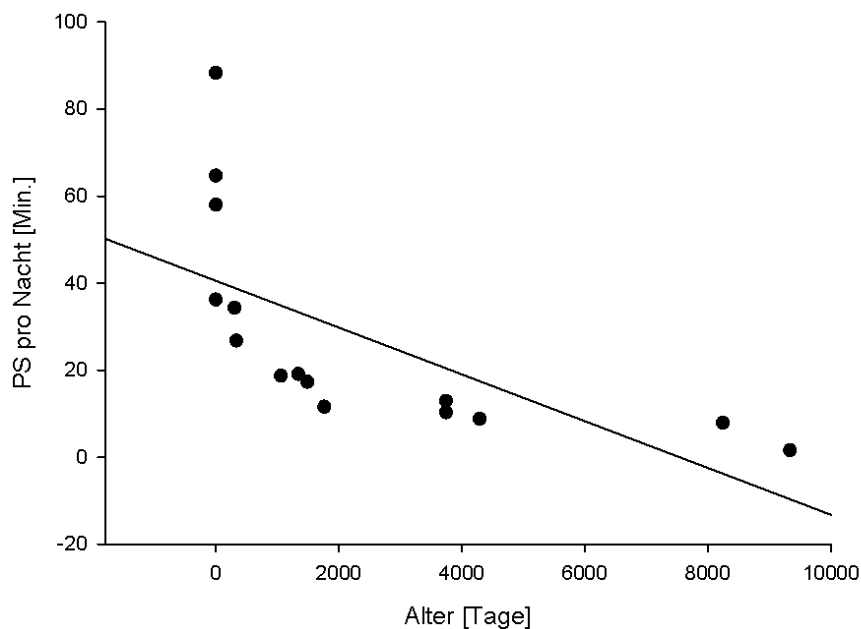


**Abb. 4.1.10: Liegedauer pro Nacht in Abhängigkeit vom Alter. Die Zeit, die pro Nacht liegend verbracht wurde, korreliert höchst signifikant negativ mit dem Alter der Giraffe (n= 15 Tiere, \*\*\*p<0,001, r= 0,871; Lineare Regression).**

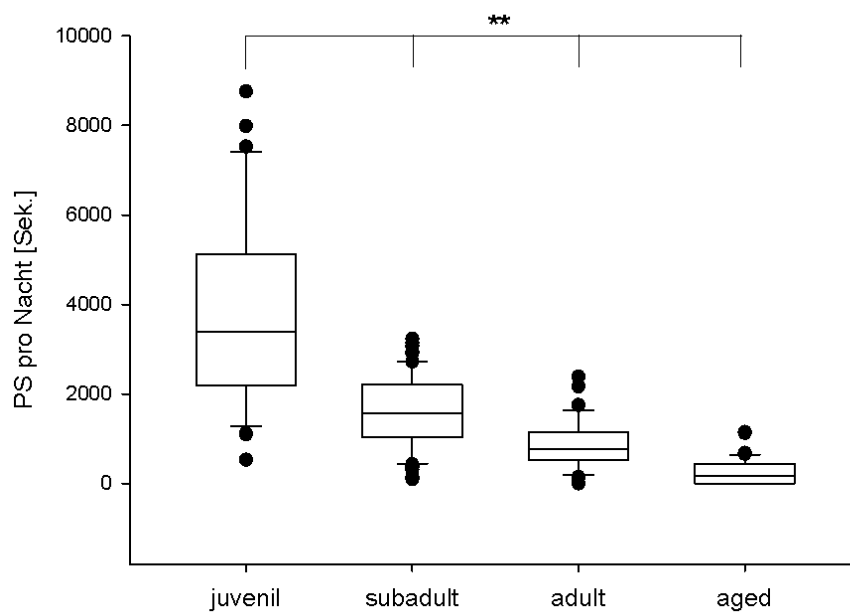


**Abb. 4.1.11: Liegedauer pro Nacht in Abhängigkeit von der Altersgruppe. Die vier Altersgruppen unterschieden sich hinsichtlich der nächtlichen Liegedauer hoch signifikant voneinander (n= 177 Nächte, \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

Gleiches findet sich für den PS: Auch hier korreliert die Zeit, die durchschnittlich pro Nacht im PS verbracht wurde, signifikant negativ mit dem Alter (Abb. 4.1.12). Mit zunehmendem Alter verbrachte eine Giraffe demnach weniger Zeit pro Nacht mit PS. So zeigten juvenile Giraffen durchschnittlich 62,8 Minuten ( $\pm 6,2$ ) pro Nacht PS, während subadulte Tiere mit durchschnittlich 27,1 Minuten ( $\pm 1,7$ ) weniger als die Hälfte dieser Zeit im PS verbrachten (Abb. 4.1.13). Wiederum etwa halb so viel Zeit wie die subadulten Giraffen verbrachten die adulten Giraffen im PS mit 14,3 Minuten ( $\pm 1,6$ ) (Tab. 4.1.3).

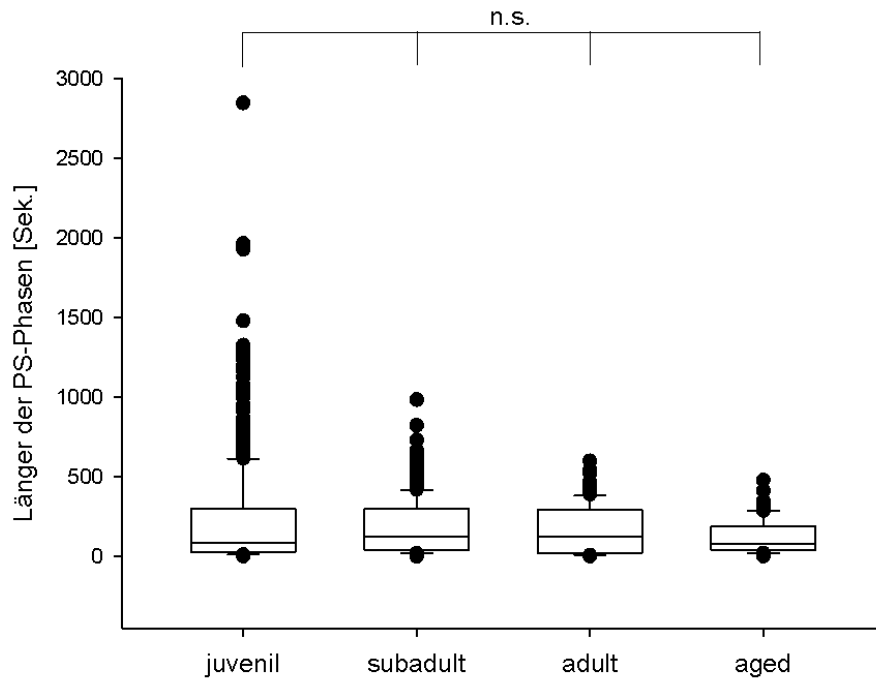


**Abb. 4.1.12: Dauer des PS pro Nacht in Abhängigkeit vom Alter. Die Zeit, die pro Nacht mit PS verbracht wurde, korreliert hoch signifikant negativ mit dem Alter der Giraffe (n= 15 Tiere,  $**p < 0,01$ ,  $r = 0,651$ ; Lineare Regression).**

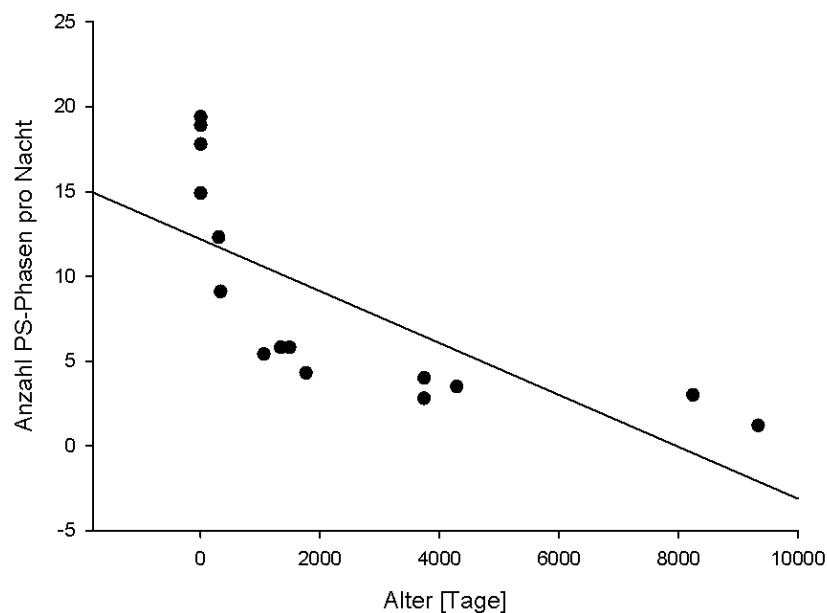


**Abb. 4.1.13: Dauer des PS pro Nacht in Abhängigkeit von den vier Altersgruppen. Die vier Altersgruppen unterschieden sich hinsichtlich der Zeit die pro Nacht im PS verbracht wurde hoch signifikant voneinander (n= 177 Nächte, \*\* $p < 0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

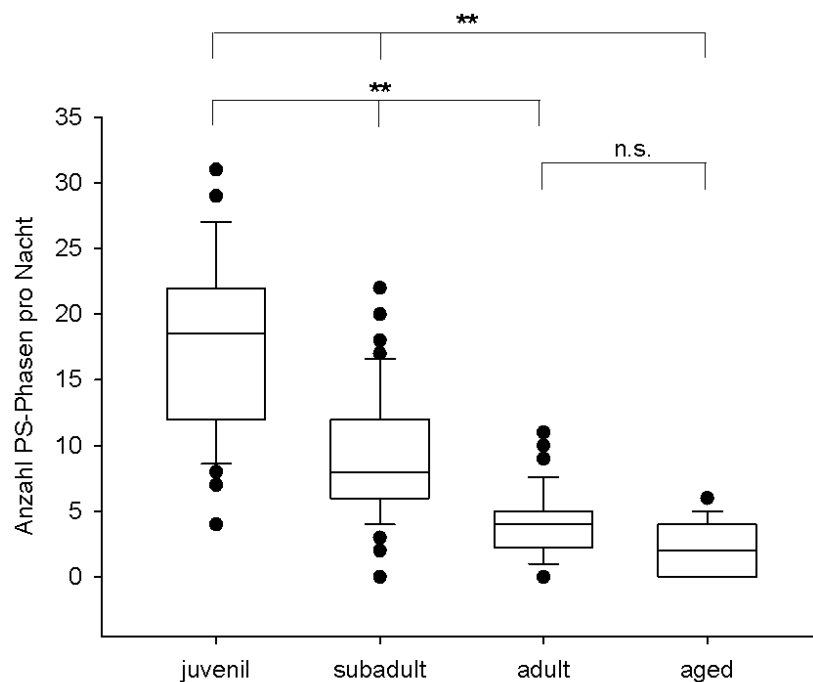
Die Länge der einzelnen PS-Phasen und das Alter der Giraffen korrelieren nicht signifikant miteinander (n= 15 Tiere,  $p > 0,05$ ,  $r = -0,503$ ; Pearson-Korrelation). Ebenso finden sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den vier Altersgruppen hinsichtlich der Länge der einzelnen PS-Phasen (Abb. 4.1.14). Jedoch korrelieren die Anzahl der PS-Phasen pro Nacht hoch signifikant negativ mit dem Alter der Tiere (Abb. 4.1.15). So nahm die Anzahl der nächtlichen PS-Phasen mit zunehmendem Alter ab. Auch die vier Altersgruppen unterschieden sich hoch signifikant voneinander bezüglich der nächtlichen Anzahl an PS-Phasen. Lediglich die adulten Tiere unterschieden sich hierbei nicht signifikant von den gealterten Tieren (Abb. 4.1.16).



**Abb. 4.1.14:** Länge der einzelnen PS-Phasen in Abhängigkeit von den vier Altersgruppen. Die vier Altersgruppen unterschieden sich hinsichtlich der Länge einer einzelnen PS-Phase nicht signifikant voneinander ( $n = 1.683$  PS-Phasen,  $p > 0,05$ ; Kruskal-Wallis ANOVA).



**Abb. 4.1.15:** Anzahl der PS-Phasen pro Nacht in Abhängigkeit vom Alter. Die Anzahl der nächtlichen PS-Phasen korrelierte hoch signifikant negativ mit dem Alter der Giraffen ( $n = 15$  Tiere,  $**p < 0,01$ ;  $r = 0,716$ , Lineare Regression).

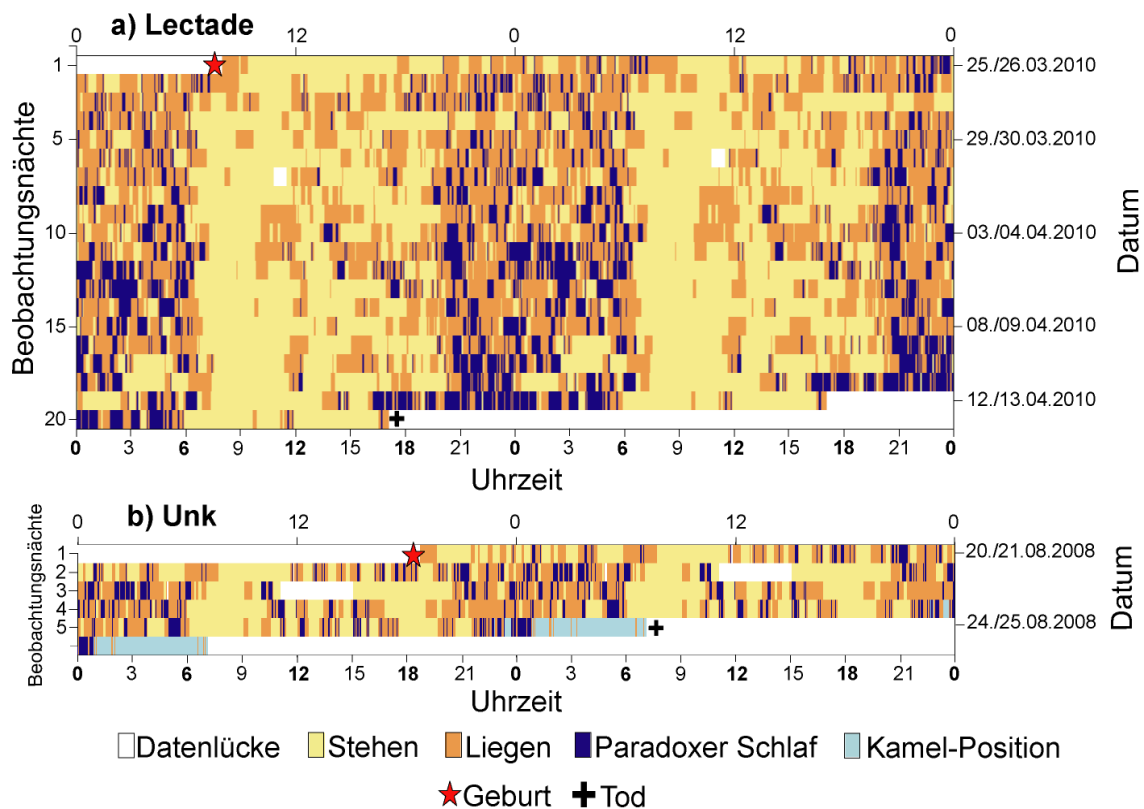


**Abb. 4.1.16: Anzahl der PS-Phasen pro Nacht in Abhängigkeit von den vier Altersgruppen. Die vier Altersgruppen unterschieden sich hinsichtlich der Anzahl der nächtlichen PS-Phasen hoch signifikant voneinander, mit Ausnahme der adulten von den gealterten Giraffen (n= 177 Nächte, n.s.>0,05; \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

## **4.2 Vergleich des Schlaf- und Liegeverhaltens von JG und JG DNS**

Im Folgenden soll das Liege- und Schlafverhalten der vier überlebenden juvenilen Giraffen (JG) Kurt, Lisa, Nala und Shani mit dem der beiden verstorbenen Giraffen (JG DNS = juvenile Giraffe did not survive), Lectade und Unk, vergleichend betrachtet werden.

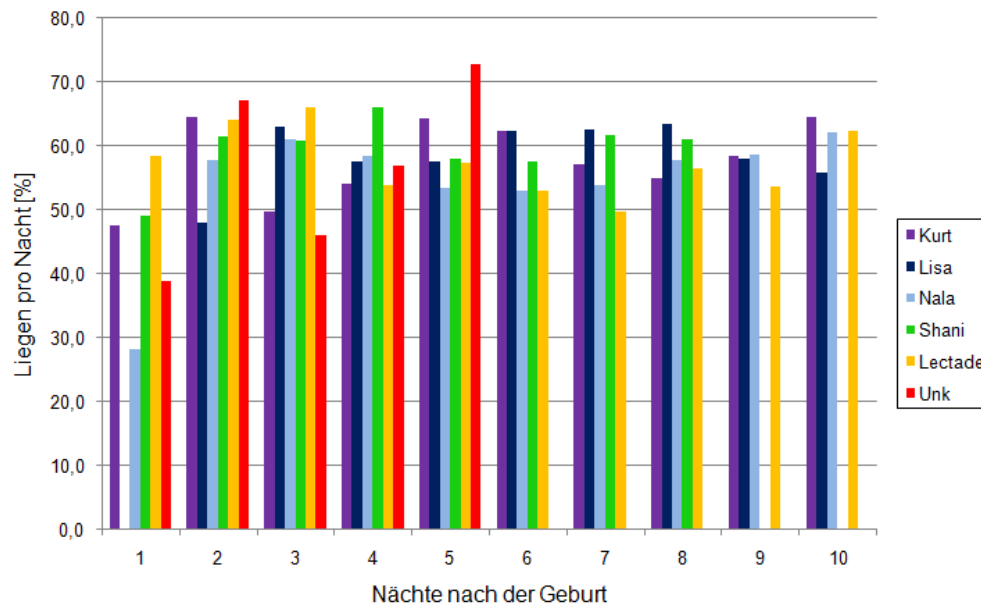
Das circadiane Grundmuster, wie es für eine gesunde juvenile Giraffe dargestellt wurde (siehe 4.1.1), findet sich auch bei den beiden verstorbenen Jungtieren wieder (Abb. 4.2.1): Während am Tage die Steh-Phasen überwiegen und von Zeit zu Zeit mit kurzen Liegephasen abwechseln, dominieren in der Nacht die Liegephasen, unterbrochen von gelegentlichem kurzen Aufstehen. Die PS-Phasen treten wie auch bei den übrigen juvenilen Giraffen überwiegend nachts auf. Lediglich 15,5% der PS-Zeit konnte tagsüber zwischen 8:00 Uhr und 20:00 Uhr beobachtet werden. Auffallend ist, dass die männliche Giraffe Lectade während der 19. Nacht nahezu die gesamte Liegezeit im PS verbrachte (Abb. 4.2.1a). Ein ähnliches Bild zeigte sich, wenn auch weniger ausgeprägt, bei der Giraffe Unk in der zweiten Nacht (Abb. 4.2.1b).



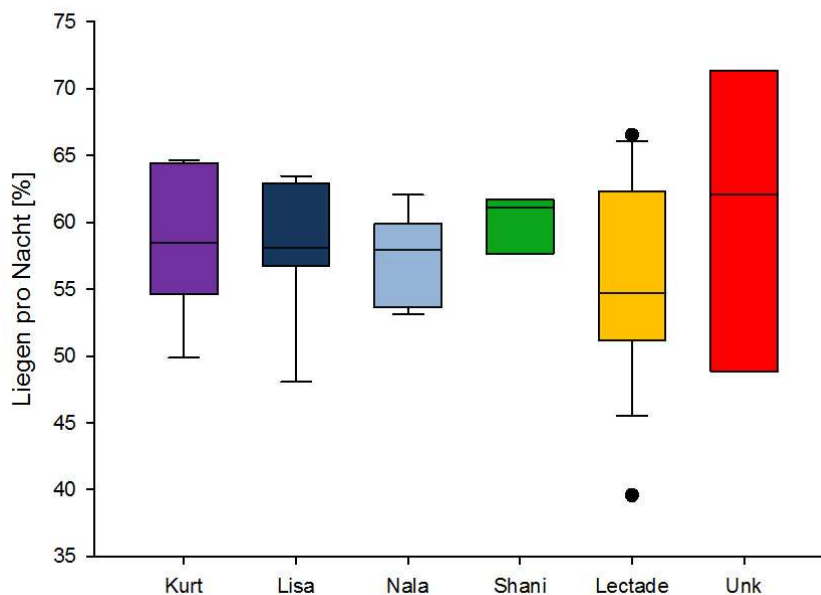
**Abb. 4.2.1: Aktogramme in Doppelplot-Darstellung der beiden juvenilen Giraffen Lectade (a) und Unk (b) von der Geburt bis zu ihrem Tod. Am Tag überwiegen die Stehphasen, die von kurzen Liegephasen unterbrochen werden, während sich in der Nacht ein umgekehrtes Bild zeigt. Die Kamel-Stellung konnte bei der Giraffe Unk, jedoch nicht bei dem Männchen Lectade beobachtet werden.**

### Vergleich des Liegeverhaltens von JG und JG DNS

Die beiden verstorbenen neugeborenen Giraffen lagen ebenso wie die gesunden Tiere während der ersten Nacht hoch signifikant weniger als in den übrigen Nächten (Abb. 4.2.2) ( $n = 61$  Nächte,  $p < 0,01$ ; Mann-Whitney U; vergleiche hierzu auch 4.1.1). Auch während der übrigen Nächte unterschieden sich die sechs Jungtiere hinsichtlich der Zeit, die sie pro Nacht liegend verbrachten, nicht signifikant voneinander (Abb. 4.2.3). Ebenso ergab ein zusammenfassender Vergleich der beiden nicht überlebenden Jungtiere mit den übrigen vier juvenilen Giraffen bezüglich ihres Median der prozentualen Liegezeiten pro Nacht keinen signifikanten Unterschied (Abb. 4.2.4): Während gesunde, juvenile Giraffen 57,5% ( $\pm 1,1$ ) der Nacht liegend verbrachten, beträgt der Median der beiden verstorbenen Giraffen 56% ( $\pm 1,8$ ).

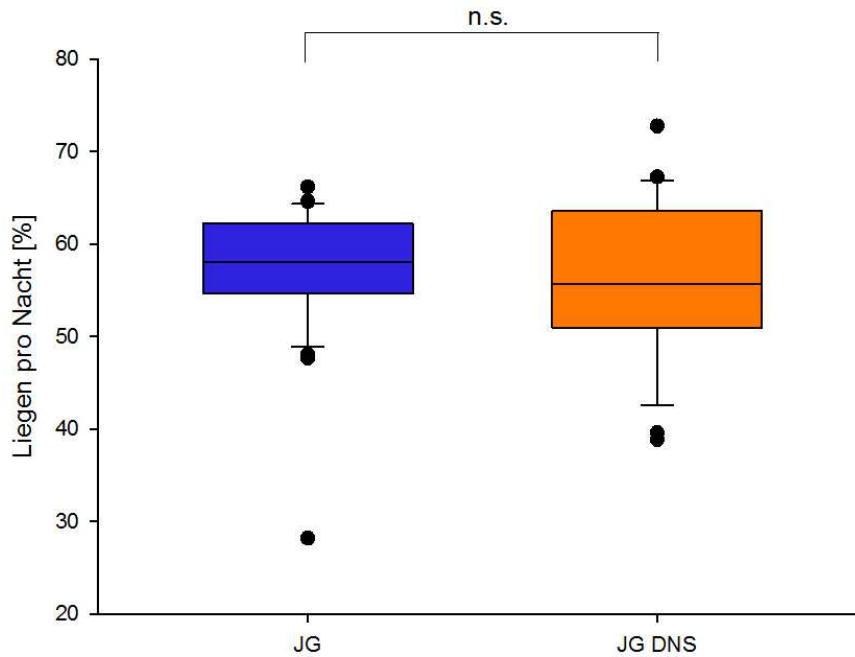


**Abb. 4.2.2: Prozentuale Liegedauer pro Nacht bei den sechs juvenilen Giraffen während der ersten zehn Nächte nach der Geburt. Unk wurde vor Beginn der sechsten Nacht eingeschlüfert und Shani konnte aus technischen Gründen nur die ersten acht Nächte lang beobachtet werden. Die erste Nacht Lisas fehlt aufgrund einer Datenlücke. Die Liegezeiten der sechs juvenilen Giraffen ähneln sich stark. In der ersten Nacht liegen juvenile Giraffen weniger als in den Folgenächten.**



**Abb. 4.2.3: Prozentuale Liegedauer pro Nacht in Abhängigkeit vom Individuum. Hinsichtlich der mittleren prozentualen Zeiten, die eine juvenile Giraffe während ihrer ersten Tage liegend verbringt unterscheiden sich die sechs beobachteten Tiere nicht signifikant voneinander ( $n=62$  Nächte,  $p>0,05$ ; Kruskal-Wallis-ANOVA).**



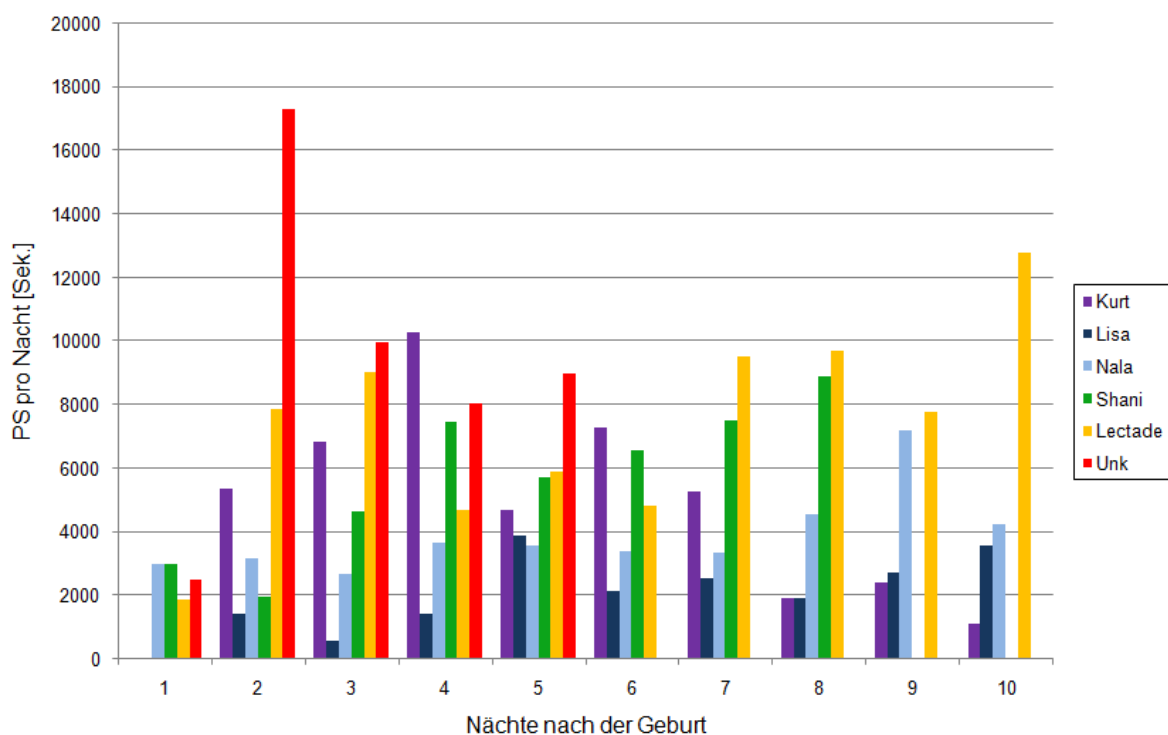


**Abb. 4.2.4: Vergleich der prozentualen Liegedauer pro Nacht bei den überlebenden juvenilen Giraffen (JG) und den nicht überlebenden juvenilen Giraffen (JG DNS). Die prozentuale Liegedauer der JG DNS unterscheidet sich nicht signifikant von der der JG (n=61 Nächte,  $p>0,05$ ; Mann-Whitney U).**

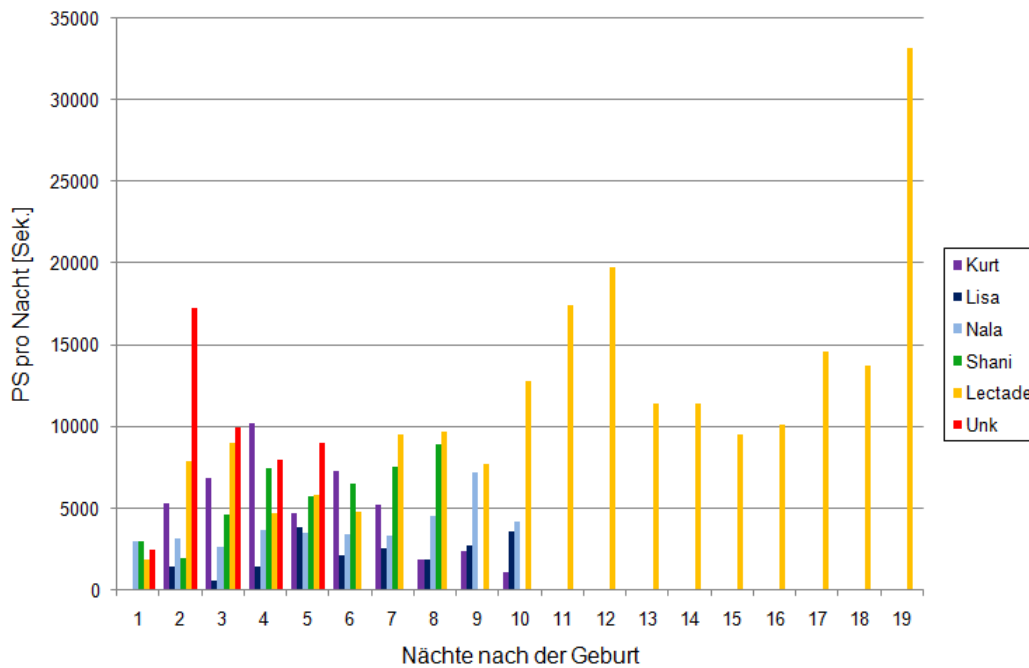
### Vergleich des Schlafverhaltens von JG und JG DNS

Die Zeiten, die juvenile Giraffen im PS verbrachten, unterschieden sich zum Teil höchst signifikant (Abb. 4.2.5) (n=61 Nächte;  $p<0,001$ ; Kruskal Wallis-ANOVA). Während sich diese Zeiten in der ersten Nacht noch ähnelten, verbrachte die Giraffe Unk bereits in der zweiten Nacht mit 288 Minuten mehr als doppelt so viel Zeit mit PS als jede andere der juvenilen Giraffen. Zwar verkürzte sich die PS-Zeit in den folgenden Nächten wieder, blieb jedoch bis zu seinem Tod am Morgen des sechsten Tages auf überdurchschnittlich hohem Niveau. Ein ähnliches Bild findet sich bei der männlichen Giraffe Lectade: diese verbrachte bereits in der zweiten und dritten Nacht (gemeinsam mit Unk) die meiste Zeit aller Jungtiere im PS. Zwar reduzierten sich seine PS-Zeiten in den Nächten vier, fünf und sechs wieder auf das Niveau der JG (Abb. 4.2.5), doch ab der zehnten Nacht verbrachte Lectade in jeder der folgenden Nächte mehr Zeit im PS, als es für alle JG jemals in irgendeiner Nacht dokumentiert werden konnte (Abb. 4.2.6). Zudem verbrachte Lectade in der 19. Nacht mit 553 Minuten die meiste Zeit mit PS, die im

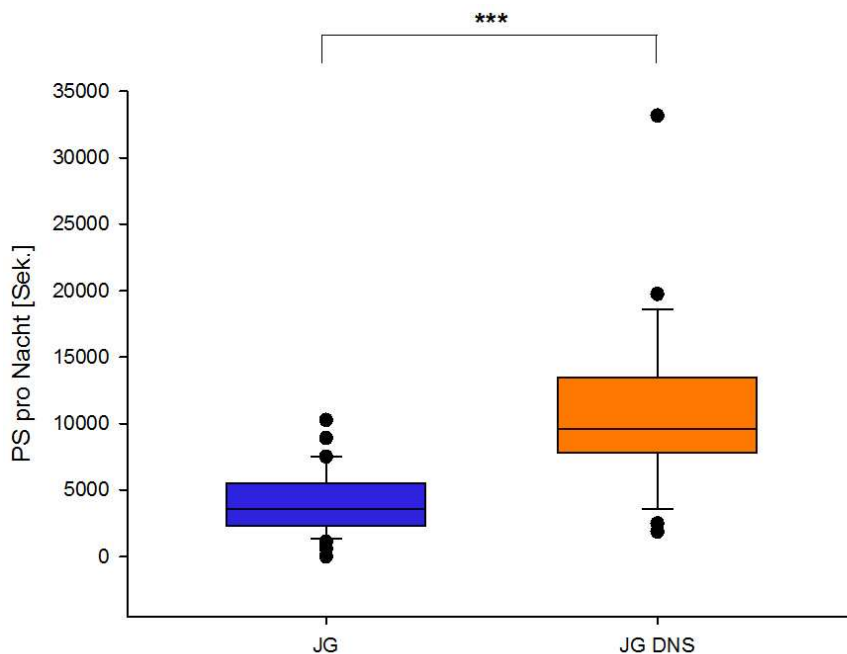
Rahmen dieser Untersuchung je für eine Giraffe in einer Nacht registriert wurde. Im Vergleich hierzu zeigte die gesunde männliche Giraffe Kurt in der vierten Nacht nach seiner Geburt zwar ebenfalls lange nächtliche PS-Zeiten, wie sie bis dahin nur bei Unk und Lectade auftraten, doch reduzierte sich das nächtliche PS-Aufkommen bei Kurt bereits eine Nacht später wieder deutlich und erreichte in den Nächten acht, neun und zehn sogar die kürzesten PS-Zeiten aller beobachteten Jungtiere (Abb. 4.2.5). Im Vergleich zu den JG wiesen die JG DNS im Median höchst signifikant mehr PS pro Nacht auf (Abb. 4.2.7).



**Abb. 4.2.5: Zeit, die jedes Individuum während der ersten zehn Nächte mit PS verbrachte. Die Giraffe Unk wurde vor Beginn der sechsten Nacht eingeschlüfert und Shani konnte aus technischen Gründen nur die ersten acht Nächte lang beobachtet werden. Die erste Nacht Lisas fehlt aufgrund einer Datenlücke. Es sind deutliche individuelle Unterschiede im nächtlichen PS-Aufkommen der sechs juvenilen Giraffen erkennbar. Unk und Lectade verbringen besonders viel Zeit pro Nacht im PS.**

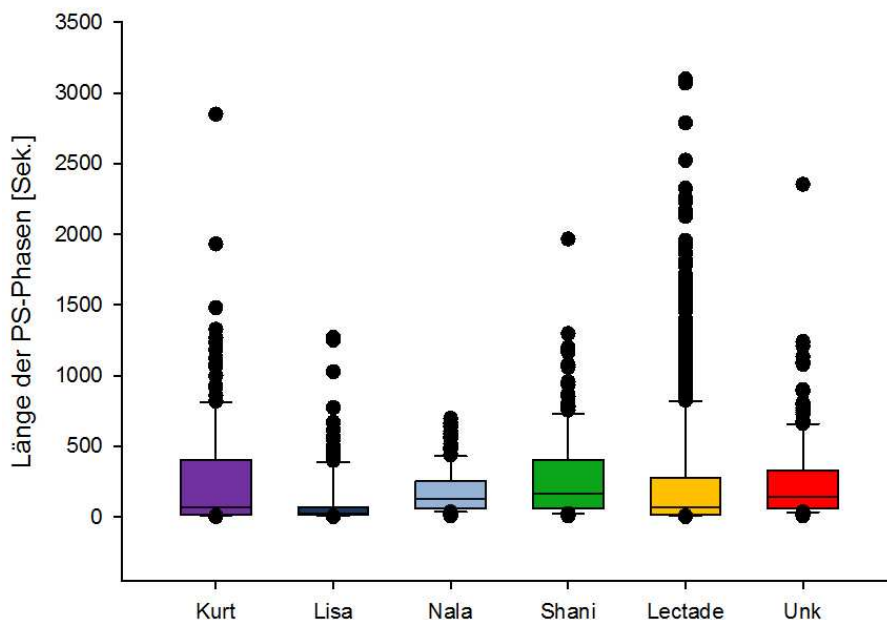


**Abb. 4.2.6:** Zeit, die jedes Individuum pro Nacht mit PS verbrachte in Abhängigkeit von der Nacht. Nur Lectade wurde mehr als 10 Nächte lang beobachtet. Er wurde am Nachmittag des 19. Tages eingeschläfert. Ab der zehnten Nacht übersteigen die nächtlichen PS-Zeiten der männlichen Giraffe Lectade, die der übrigen Giraffen um ein Vielfaches.

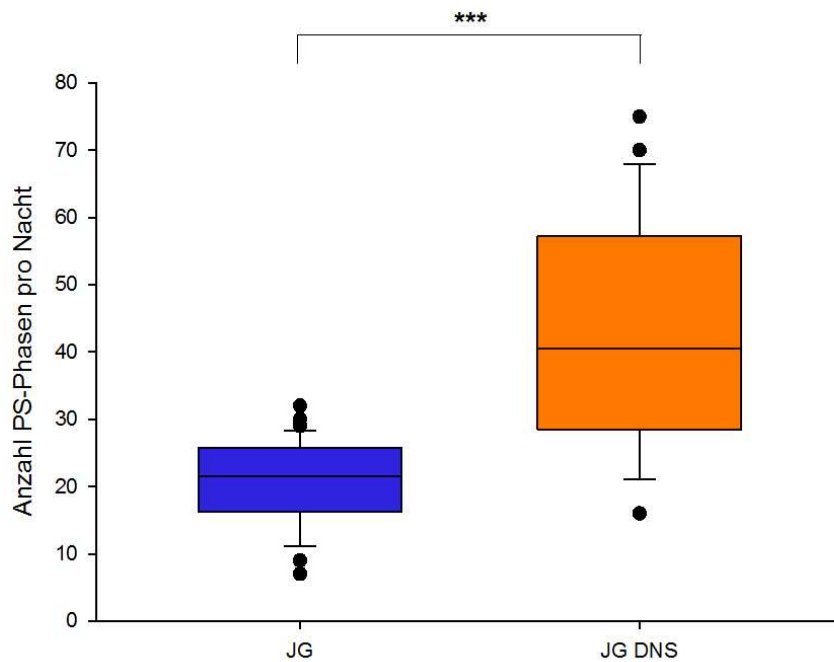


**Abb. 4.2.7:** Vergleich der Dauer pro Nacht, die juvenile Giraffen (JG) und nicht überlebende juvenile Giraffen (JG DNS) in PS verbrachten. JG DNS verbrachten höchst signifikant mehr Zeit pro Nacht im PS als die JG (n=61 Nächte; \*\*\*p<0,001; Mann-Whitney U).

Die Gesamtzeit, die eine Giraffe pro Nacht im PS verbrachte, ist sowohl von der Anzahl als auch der Länge der einzelnen PS-Phasen abhängig. Bei genauer Betrachtung der PS-Phasenlänge zeigt sich zwar ein höchst signifikanter Unterschied zwischen den sechs juvenilen Giraffen (Abb. 4.2.8), doch konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den JG und den JG DNS gefunden werden ( $n=1.769$  PS-Phasen;  $p>0,05$ ; Mann-Whitney U). Allerdings unterschieden sich diese beiden Gruppen höchst signifikant bezüglich der Anzahl nächtlicher PS-Phasen (Abb. 4.2.9). Während die JG DNS einen Medianwert von 40,5 PS-Phasen pro Nacht erreichten, betrug dieser Wert bei den JG nur 21,5 PS-Phasen. Die vier JG unterschieden sich hinsichtlich der Anzahl der PS-Phasen nicht signifikant voneinander (siehe 4.1.1).



**Abb. 4.2.8: Länge der einzelnen PS-Phasen unter Berücksichtigung der Individuen. Hinsichtlich der Länge der einzelnen PS-Phasen unterscheiden sich die Individuen höchst signifikant voneinander ( $n=1.769$  PS-Phasen;  $p<0,001$ ; Kruskal-Wallis ANOVA).**



**Abb. 4.2.9:** Anzahl der PS-Phasen pro Nacht in Abhängigkeit von den beiden Gruppen: nicht überlebende juvenile Giraffen (JG-DNS) und übrige Jungtiere (JG). Die JG DNS hatten höchst signifikant mehr PS-Phasen pro Nacht als die JG (n=60 Nächte; \*\*\*p<0,001; Mann-Whitney-U).

**Fazit:** Die beiden verstorbenen Jungtiere verbrachten pro Nacht höchst signifikant mehr Zeit mit PS als die vier überlebenden Jungtiere. Hinsichtlich des Liegeverhaltens unterschieden sich die sechs juvenilen Tiere jedoch nicht signifikant voneinander.

### Kamel-Stellung bei den JG DNS

Die Kamel-Stellung, wie sie unter 3.1.1 für JG beschrieben wurde, konnte bei der Gitaffe Unk, jedoch nicht bei dem männlichen Tier Lectade, beobachtet werden. Im Gegensatz zu den JG zeigte Unk diese Verhaltensweise nicht in den ersten Lebenstagen, sondern ausschließlich in der fünften Nacht. Dort konnte die Kamel-Position insgesamt 127 Minuten lang verteilt auf 16 Phasen beobachtet werden. Letztendlich verblieb Unk für 31 Minuten in dieser Position und konnte daraus nur noch durch die Hilfe seiner Pfleger kurzzeitig aufgerichtet werden, bis er schließlich am Morgen des sechsten Tages aufgrund seiner schwachen Konstitution eingeschläfert wurde.

### 4.3 Liege- und Schlafverhalten nach Transporten

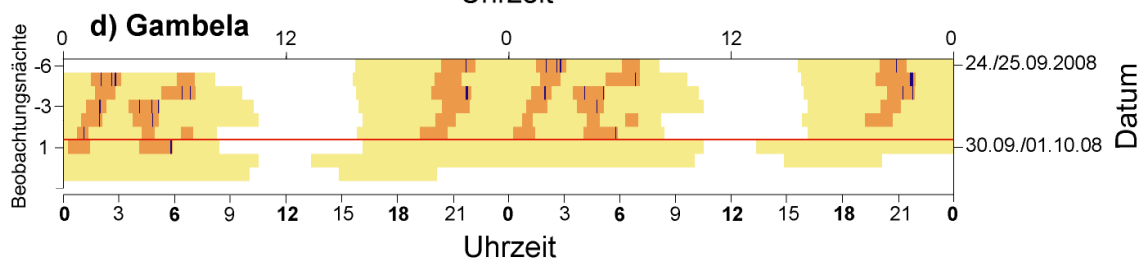
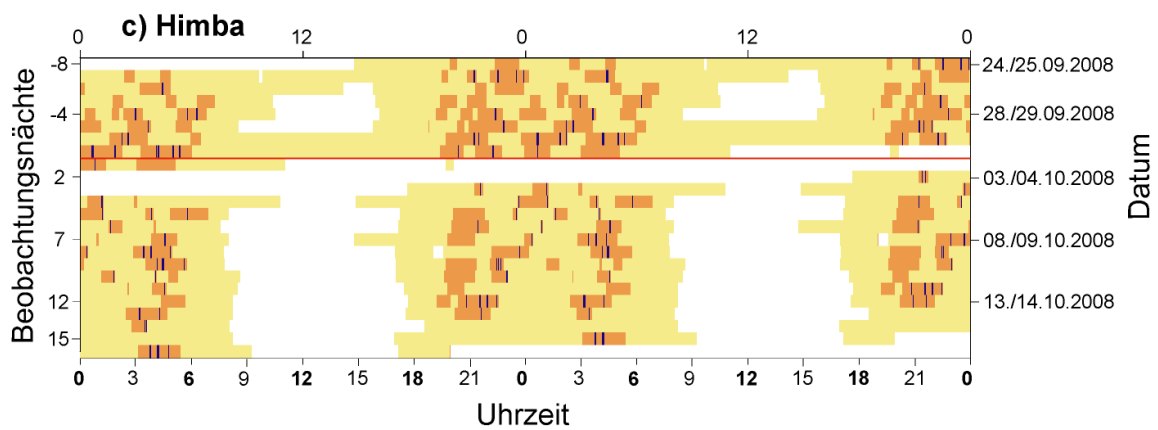
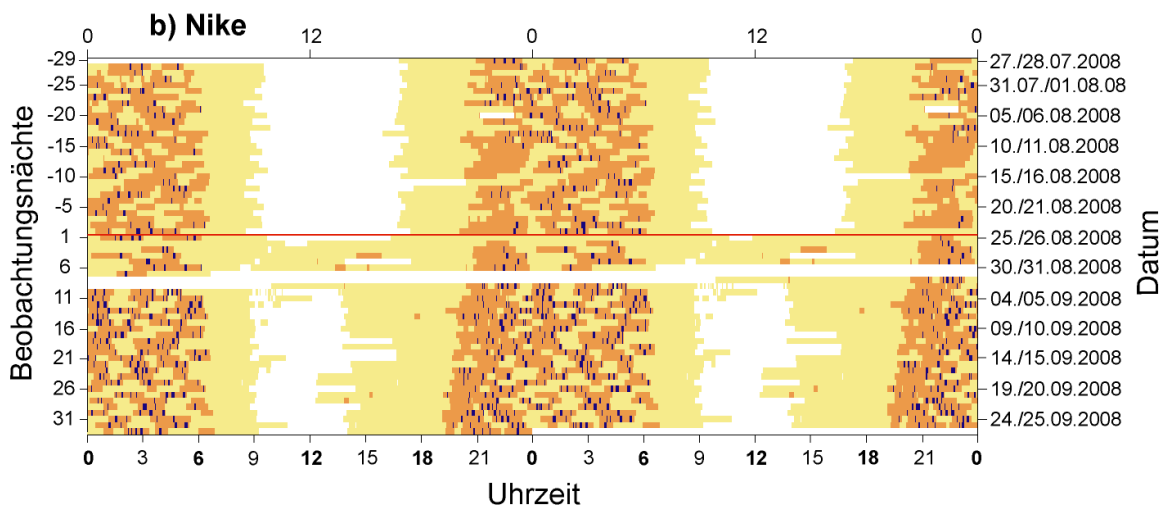
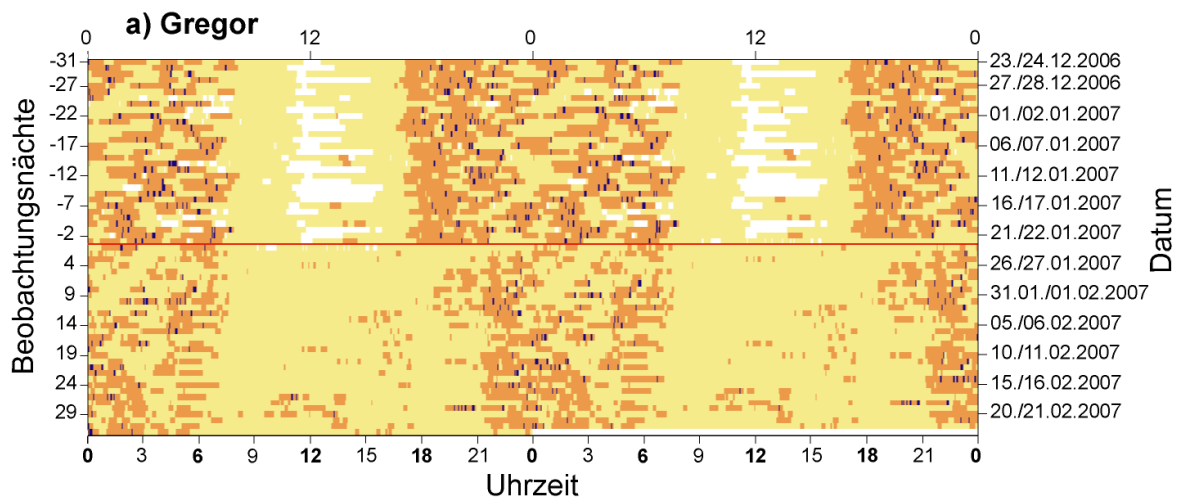
Die vor und nach einem Transport beobachteten Schlaf- und Liegezeiten sowie die im Giraffenkot ermittelten 11,17-Dioxoandrostan-(11,17-DOA)-Konzentrationen werden im Folgenden vor- und einander gegenübergestellt.

#### 4.3.1 Liegeverhalten von Giraffen vor und nach einem Transport

Die vier beobachteten Giraffen, der subadulte Bulle Gregor sowie die drei Weibchen Himba, Gambela und Nike, lagen vor ihrem jeweiligen Transport unterschiedlich viel (Abb. 4.3.1). Das Männchen Gregor zeigte innerhalb eines großen Zeitfensters, von 18:00 Uhr bis 7:00 Uhr, zahlreiche Liegephasen, die nur von kurzen Stehphasen unterbrochen wurden. Ein ähnliches Muster zeigte sich für das Weibchen Nike, jedoch beschränkten sich ihre Liegephasen auf ein deutlich kürzeres Zeitfenster (21:00 Uhr bis 6:00 Uhr). So hatte Gregor vor dem Transport eine mittlere Liegedauer von 513 Minuten ( $\pm 14,5$ ) pro Nacht, während Nike 375 Minuten ( $\pm 11,9$ ) pro Nacht lag (Tab. 4.3.1). Ein ähnliches Aktivitätsmuster wie Nike zeigte die weibliche Giraffe Himba. Allerdings wechselten bei ihr im Vergleich zu Nike die Liegephasen mit längeren Stehphasen ab, so dass das Tier mit durchschnittlich 325 Minuten ( $\pm 30,4$ ) pro Nacht etwas weniger lag. Das adulte Weibchen Gambela zeigte in der Phase vor dem Transport jeweils nur drei Liegephasen pro Nacht, die von langen Stehphasen unterbrochen wurden. Sie lag mit durchschnittlich 255 Minuten ( $\pm 15,6$ ) pro Nacht nur etwa halb so viel wie der Jungbulle Gregor (Tab. 4.3.1).

**Tab. 4.3.1: Durchschnittliche Liege- und PS-Zeiten pro Nacht mit Standardfehler (SF) im Zeitraum vor und nach dem Transport (v.T. bzw. n.T.). Während drei von vier Giraffen nach dem Transport weniger lagen als vor dem Transport, zeigte sich bei Nike ein umgekehrtes Bild.**

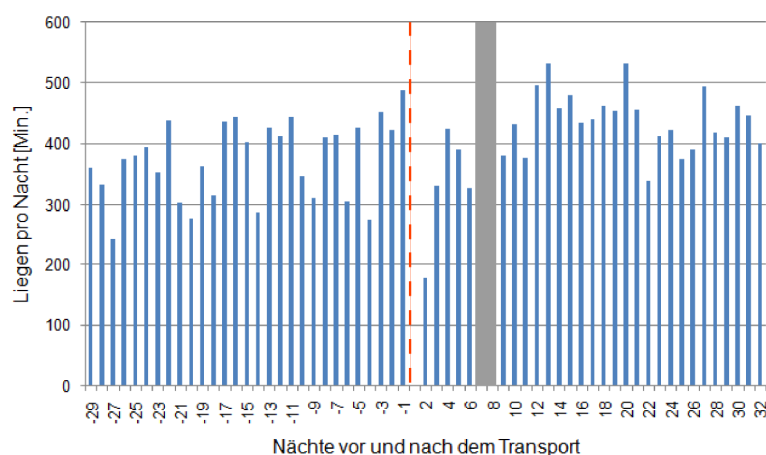
Giraffe	Liegen pro Nacht ( $\pm$ SF) [Min.]		PS pro Nacht ( $\pm$ SF) [Min.]		Nächte [n]	
	v.T.	n.T.	v.T.	n.T.	v.T.	n.T.
<b>Gregor</b>	513 ( $\pm 14,5$ )	349 ( $\pm 21,3$ )	26,8 ( $\pm 1,7$ )	8,9 ( $\pm 1,6$ )	31	31
<b>Nike</b>	375 ( $\pm 11,9$ )	410 ( $\pm 17,9$ )	18,7 ( $\pm 2,2$ )	42,0 ( $\pm 3,1$ )	29	32
<b>Himba</b>	325 ( $\pm 30,4$ )	186 ( $\pm 22,6$ )	12,9 ( $\pm 4,5$ )	9,4 ( $\pm 2,0$ )	8	13
<b>Gambela</b>	255 ( $\pm 15,6$ )	0,5 ( $\pm 0,5$ )	8,8 ( $\pm 3,5$ )	0,0 ( $\pm 0,0$ )	6	2



□ Datenlücke   □ Stehen   □ Liegen   □ Paradoxe Schlaf

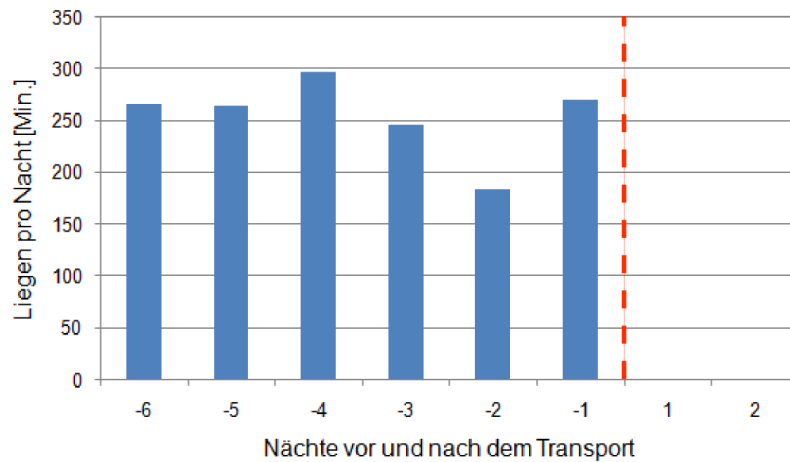
**Abb. 4.3.1 (S. 109): Aktogramme in Doppelplot-Darstellung der Giraffen Gregor (a), Nike (b), Himba (c) und Gambela (d) vor und nach ihrem jeweiligen Transport in einen anderen Zoo. Die horizontale rote Linie trennt den Zeitraum vor dem Transport vom Zeitraum nach dem Transport. Die jeweiligen Transporte haben eine Veränderung der Verhaltensmuster der Giraffen zur Folge. Während der subadulte Giraffenbulle Gregor (a) und die beiden adulten Giraffenweibchen Himba (c) und Gambela (d) nach dem Transport weniger lagen als zuvor, erhöhte sich die Liegedauer nach dem Transport bei dem subadulten Giraffenweibchen Nike.**

In der ersten Nacht nach dem Transport legten sich die juvenile Giraffe Nike sowie das adulte Weibchen Gambela nicht ab (Abb. 4.3.2 und 4.3.3). Der Jungbulle Gregor legte sich zwar bereits in der ersten Nacht nach dem Transport nieder, seine Liegezeit betrug in dieser Nacht mit 160 Minuten jedoch weniger als ein Drittel der durchschnittlichen Liegezeit aus dem Zeitraum vor dem Transport. Dies war zugleich die kürzeste nächtliche Liegezeit, die im gesamten Beobachtungszeitraum bei Gregor registriert werden konnte (Abb. 4.3.4). Während sich das adulte Weibchen Gambela auch in der zweiten Nacht nach dem Transport nur für eine Minute ablegte und sofort wieder aufstand (Abb. 4.3.3), legte sich das juvenile Weibchen Nike in der zweiten Nacht im neuen Stall für 179 Minuten ab, was etwas weniger als die Hälfte ihres durchschnittlichen Liegeaufkommens pro Nacht aus dem Zeitraum vor dem Transport ausmachte und nach der vorangegangenen Nacht die zweit kürzeste Liegedauer war, die bei Nike im gesamten Beobachtungszeitraum gemessen wurde (Abb. 4.3.2).

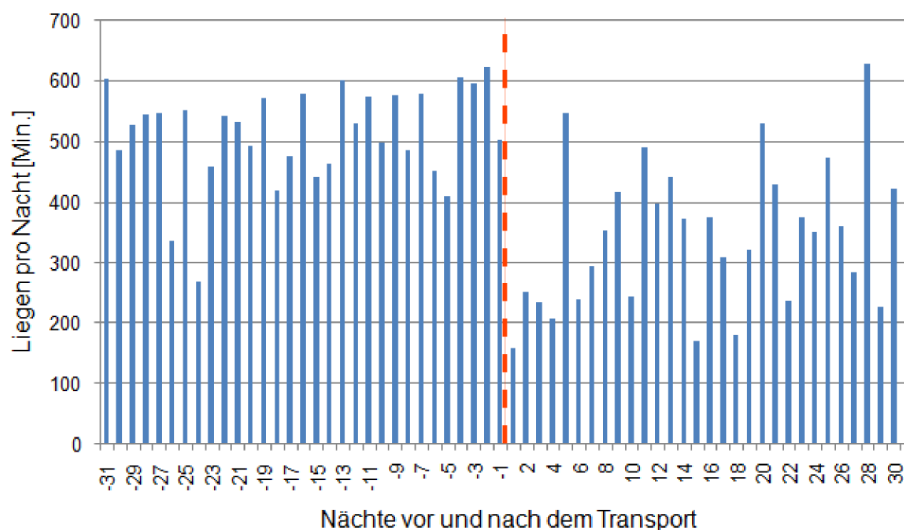


**Abb. 4.3.2: Liegedauer der weiblichen Giraffe Nike pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. Grau hinterlegte Bereiche entsprechen Datenlücken. In den ersten beiden Nächten nach dem Transport hatte Nike die beiden geringsten Liegedauern des gesamten Beobachtungszeitraums.**





**Abb. 4.3.3: Liegedauer der Giraffe Gambela pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. Nach dem Transport legte sich das adulte Giraffenweibchen Gambela zwei Nächte lang nicht ab.**

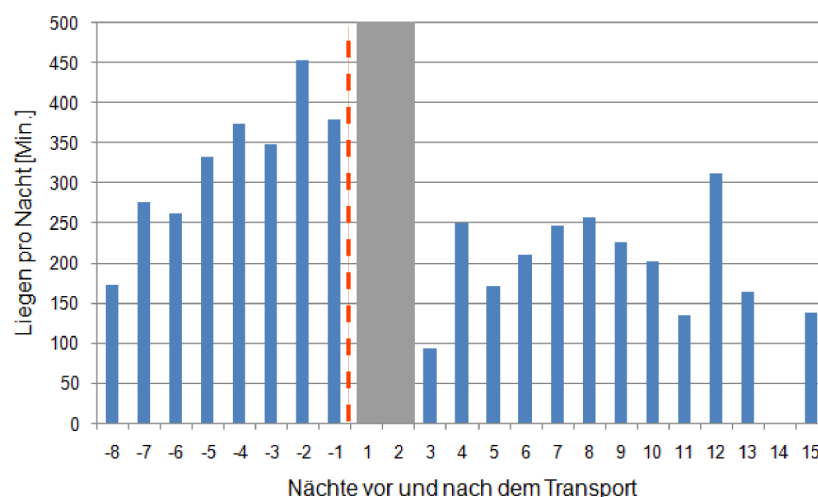


**Abb. 4.3.4: Liegedauer der Giraffe Gregor pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. In den ersten vier Nächten nach dem Transport lag der subadulte Giraffenbulle Gregor jeweils weniger als in irgendeiner Nacht vor dem Transport.**

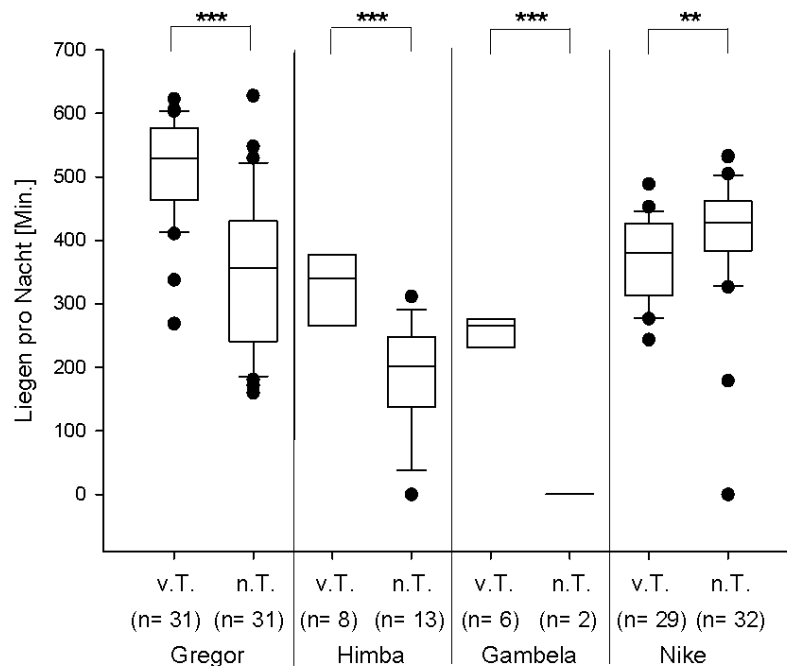
Gregor zeigte bis zur vierten Nacht nach dem Transport deutlich reduzierte Liegezeiten, die je etwa ein Drittel der Liegezeiten aus dem Zeitraum vor dem Transport ausmachten. Auch die adulte weibliche Giraffe Himba, deren erste beiden Nächte nach dem Transport aufgrund eines Stromausfalls nicht registriert werden konnten, lag in der dritten Nacht mit 94 Minuten weniger als ein Drittel der Zeit, die sie durchschnittlich vor dem

Transport pro Nacht liegend verbrachte (Abb. 4.3.5). Zudem lag Himba auch in den folgenden zwölf Nächten höchst signifikant weniger als in der Zeit vor dem Transport (Abb. 4.3.6). Gregors nächtliche Liegezeiten verlängerten sich zwar ab der vierten Nacht nach dem Transport wieder leicht, blieben jedoch während des Zeitraums nach dem Transport höchst signifikant unter den Zeiten, die er vor dem Transport liegend verbrachte. Hingegen zeigte Nike ab der elften Nacht nach dem Transport längere nächtliche Liegezeiten, als dies im gesamten Zeitraum zuvor beobachtet werden konnte, und lag auch in den folgenden Nächten hoch signifikant länger als im Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.3.6).

***Fazit: Alle vier transportierten Giraffen lagen in den ersten Nächten nach dem Transport deutlich weniger als vor dem Transport. Die Dauer dieses Zustands unterschied sich individuell: Während Gregor, Himba und Gambela im gesamten Beobachtungszeitraum nach dem Transport höchst signifikant weniger lagen als im Zeitraum vor dem Transport, lag Nike nach dem Transport hoch signifikant mehr.***



**Abb. 4.3.5: Liegedauer der Giraffe Himba pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. Grau hinterlegte Bereiche entsprechen Datenlücken. In der dritten Nacht nach dem Transport lag das adulte Giraffenweibchen Himba weniger als in den Nächten vor dem Transport. In der 14. Nacht nach dem Transport legte sich Himba gar nicht ab.**

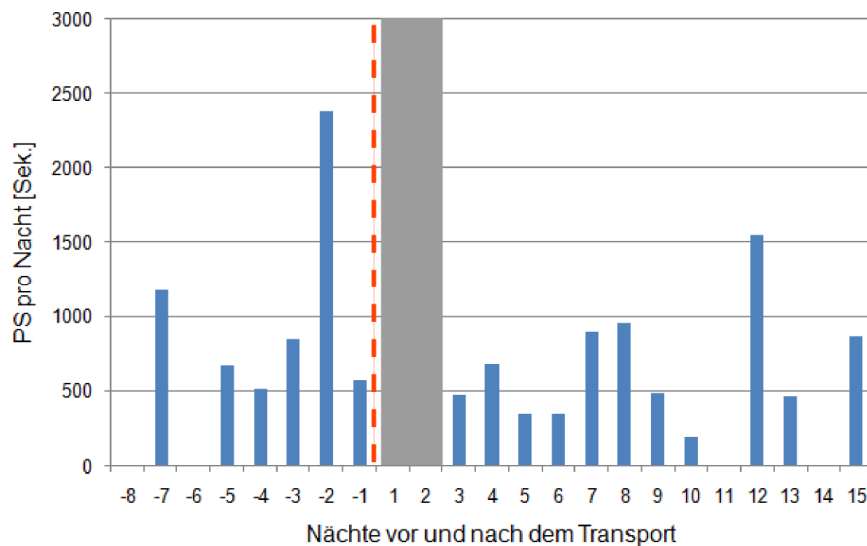


**Abb. 4.3.6: Liegedauer pro Nacht vor und nach dem Transport in Abhängigkeit von den Individuen. Die nächtliche Liegedauer vor und nach dem Transport unterschied sich bei allen vier transportierten Giraffen hoch signifikant (n = Anzahl der Beobachtungsnächte, s.o., \*\* $p < 0,01$ ; \*\*\* $p < 0,001$ ; Mann-Whitney U). Während das subadulte Giraffenmännchen Gregor sowie die beiden adulten Giraffenkühe Himba und Gambela vor dem Transport mehr lagen als danach, zeigte sich bei dem subadulten Weibchen Nike ein umgekehrtes Bild.**

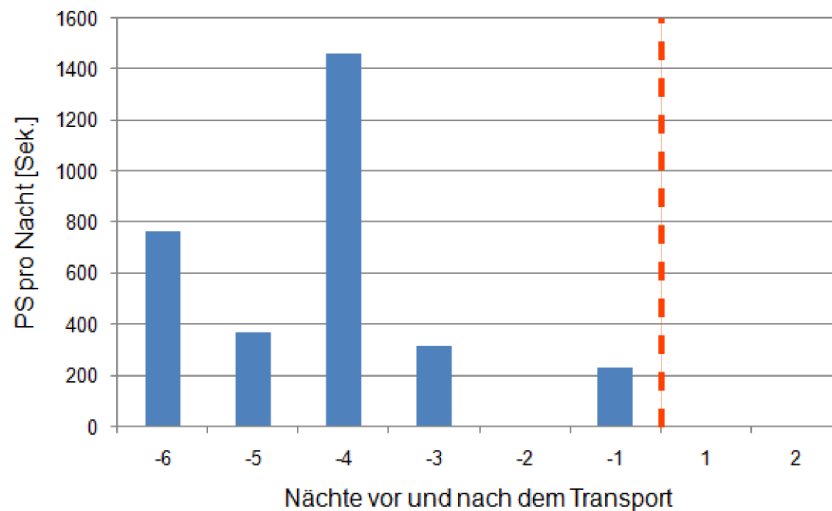
### PS-Verhalten vor und nach einem Transport

Die Giraffe Gregor lag verglichen mit den übrigen drei Giraffen nicht nur am meisten vor dem Transport, sondern wies pro Nacht mit durchschnittlich 26,8 Minuten ( $\pm 1,7$ ) auch am meisten PS auf. Die Giraffe Gambela zeigte hingegen mit nächtlichen 8,8 Minuten ( $\pm 3,5$ ) am wenigsten PS (Tab. 4.3.1). Die adulte Giraffe Himba hatte in der zweiten Nacht vor dem Transport mit 39,8 Minuten PS mehr als dreimal so viel PS wie durchschnittlich im gesamten Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.3.7). Am Tage vor dieser Nacht wurde das einzige Herdenmitglied Himbas im Zoo Neunkirchen (die Giraffe Gambela), in einen anderen Zoologischen Garten transportiert. Nike hatte in der vierten Nacht vor dem Transport überhaupt keinen und in der 14. Nacht vor dem Transport lediglich 88

Sekunden PS (Abb. 4.3.8). Während in erstgenannter Nacht bei Nike keine Besonderheiten registriert wurden, konnten in letztgenannter Nacht mit Hilfe der Kameras hell aufleuchtende Blitze an den Scheiben des Giraffenstalls beobachtet werden, die auf ein starkes Gewitter hindeuten.

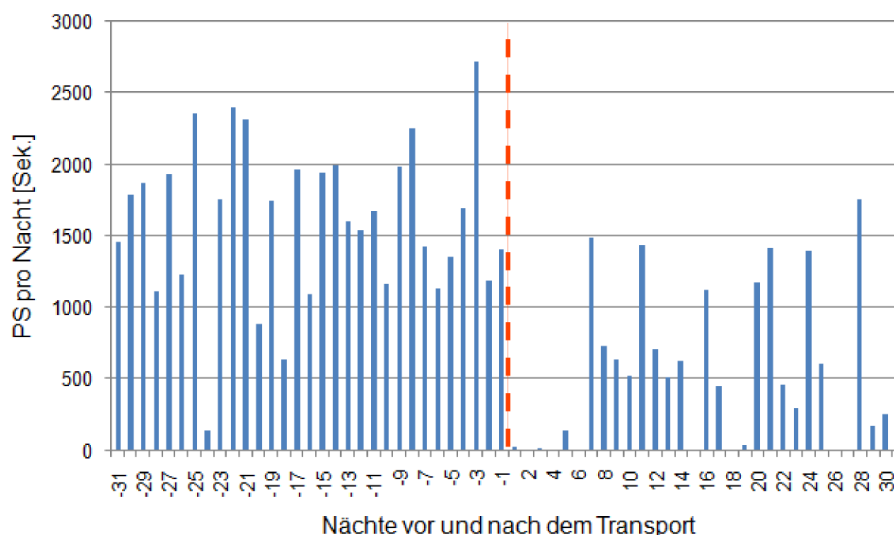


**Abb. 4.3.7: PS-Aufkommen der Giraffe Himba pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. Grau hinterlegte Bereiche entsprechen Datenlücken. Das nächtliche PS-Aufkommen der adulten Giraffenkuh Himba erreicht zwei Tage vor ihrem Transport ein Maximum. Die beiden Nächte nach dem Transport konnten aufgrund technischer Probleme nicht beobachtet werden.**

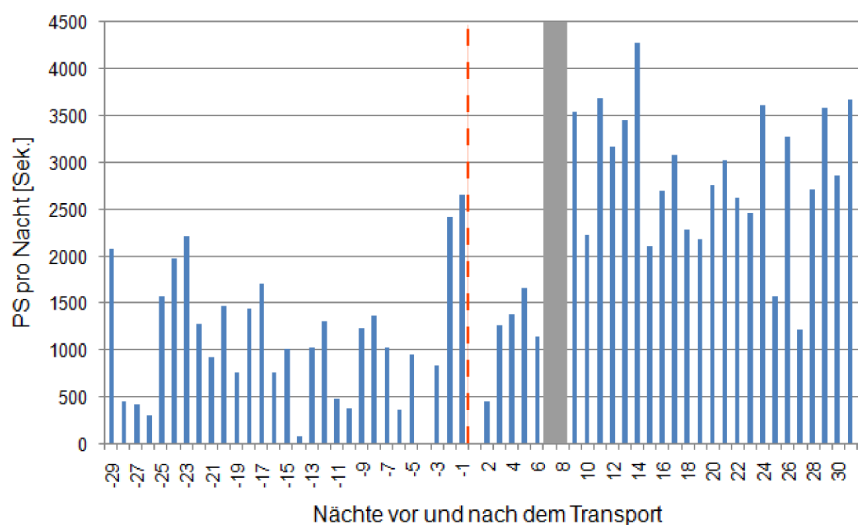


**Abb. 4.3.8: PS-Aufkommen der Giraffe Gambela pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. In den Nächten nach dem Transport machte die adulte Giraffenkuh Gambela keinen PS. Auch zwei Tage vor ihrem Transport konnte kein PS beobachtet werden.**

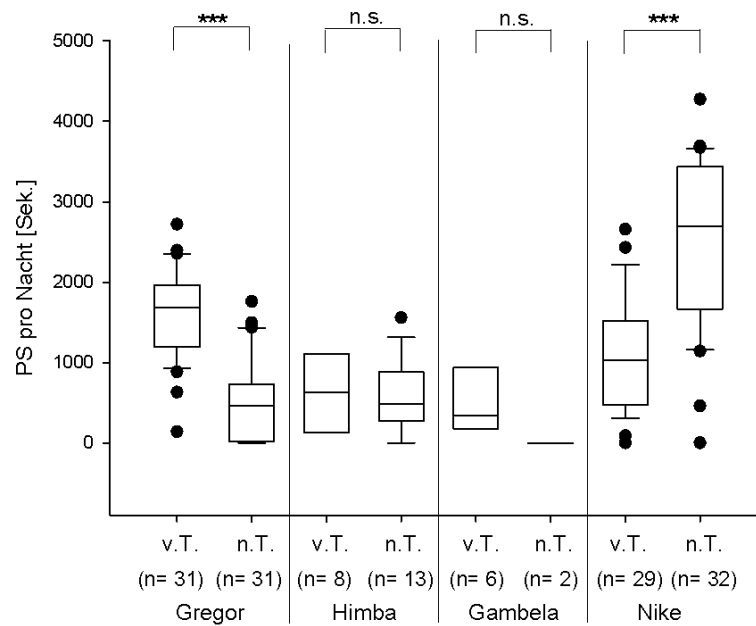
Nach dem Transport zeigte Gregor während der ersten sechs Nächte insgesamt nur 182 Sekunden PS. Davon konnte in der zweiten sowie in der sechsten Nacht nach dem Transport überhaupt kein PS dokumentiert werden (Abb. 4.3.9). Das Weibchen Gambela wies während der ersten beiden Nächte nach dem Transport ebenfalls überhaupt keinen PS auf, und auch bei Nike konnte in der ersten Nacht nach dem Transport kein PS beobachtet werden. Jedoch lassen sich bei Nike in der darauffolgenden Nacht 7,7 Minuten PS erkennen, was weniger als die Hälfte der Zeit ausmachte, die Nike durchschnittlich im Zeitraum vor dem Transport pro Nacht mit PS verbrachte (Abb. 4.3.10). Da das Weibchen Himba aufgrund einer Datenlücke in den ersten beiden Nächten des Untersuchungszeitraums nicht beobachtet werden konnte, kann zu ihrem Verhalten direkt nach dem Transport keine Aussage getroffen werden. In der dritten Nacht zeigte sie jedoch ähnlich viel PS wie in den Nächten vor dem Transport. In Nacht zehn wurde bei Himba mit nur 3,2 Minuten PS der geringste Wert im gesamten Beobachtungszeitraum aufgenommen während sie in den Nächten 11 und 14 nach dem Transport überhaupt keinen PS zeigte (Abb. 4.3.7). Hier ist zu beachten, dass Himba an den Tagen vor den Nächten zehn und elf erstmals mit den übrigen Tieren der neuen Herde zusammen kam, und dass sie die 14. Nacht nach dem Transport erstmalig in einer ihr bis dahin fremden Box verbringen musste.



**Abb. 4.3.9: PS-Dauer der Giraffe Gregor pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. In den sechs Nächten nach dem Transport des subadulten Giraffenbullens Gregor zeigte dieser nahezu keinen PS. Auch in den darauffolgenden Wochen gab es Nächte, in denen kein PS zu beobachten war.**



**Abb. 4.3.10: PS-Dauer der Giraffe Nike pro Nacht vor und nach dem Transport in einen anderen Zoo. Die rot-gestrichelte Linie markiert den Zeitpunkt des Transports. Grau hinterlegte Bereiche entsprechen Datenlücken. Während das subadulte Giraffenweibchen Nike in der ersten Nacht nach ihrem Transport keinen PS machte, wies sie etwa zwei Wochen später deutlich längere nächtliche PS-Zeiten auf, als im Zeitraum vor dem Transport.**



**Abb. 4.3.11: PS-Dauer pro Nacht vor und nach dem Transport in Abhängigkeit von den Individuen. Die nächtliche PS-Dauer vor und nach dem Transport unterschied sich bei den beiden subadulten Giraffen Gregor und Nike höchst signifikant ( $n =$  Anzahl der Beobachtungsnächte, s.o.,  $n.s. > 0,05$ ;  $***p < 0,001$ ; Mann-Whitney U). Bei den beiden adulten Giraffen, Himba und Gambela unterschieden sich die beiden Zeiträume vor und nach dem Transport hinsichtlich ihrer nächtlichen PS-Zeiten nicht signifikant von einander.**

Die Giraffe Gregor wies auch nach einer längeren Zeit der Eingewöhnung im Anschluss an den Transport höchst signifikant weniger PS auf als vor dem Transport. Bei der Giraffe Nike zeigt sich ein umgekehrtes Bild: bei ihr ist im Zeitraum nach dem Transport höchst signifikant mehr PS zu erkennen als im Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.3.11). Für Himba konnte mit durchschnittlich 9,4 Minuten ( $\pm 2,0$ ) pro Nacht im Zeitraum nach dem Transport im Vergleich zu dem Zeitraum vor ihrem Transport kein signifikanter Unterschied ermittelt werden. Gleiches galt für die Giraffe Gambela (Tab. 4.3.1 und Abb. 4.3.11).

**Fazit: Alle beobachteten Giraffen wiesen in den ersten Nächten nach ihrem jeweiligen Transport keinen PS oder stark reduzierte PS-Zeiten auf. Die Dauer dieses Zustands war vom Individuum abhängig. Während Nike im gesamten Beobachtungszeitraum nach dem Transport durchschnittlich mehr PS zeigte als vor dem Transport, verhielt es sich bei Gregor umgekehrt.**

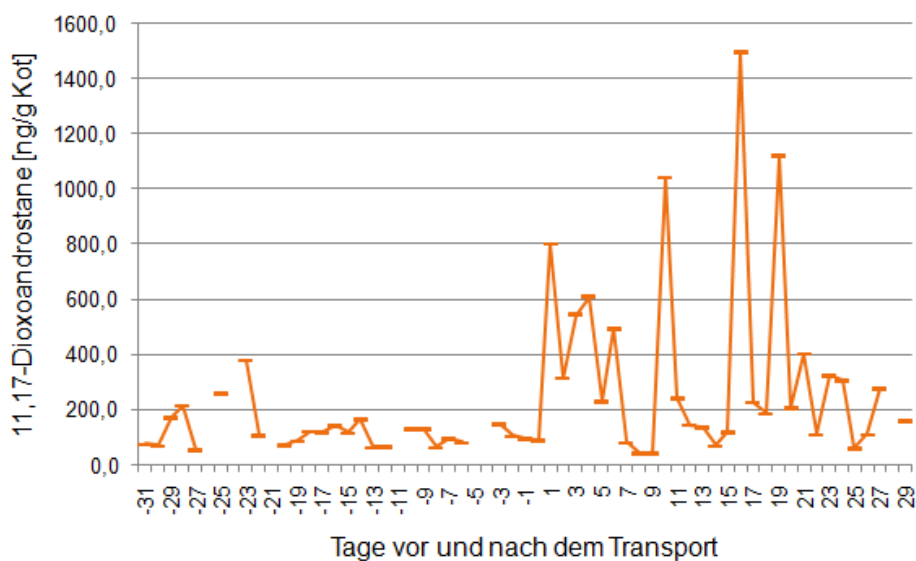
### 4.3.2 Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot von Giraffen vor und nach deren Transport

Im Folgenden werden die im Kot der transportierten Giraffen ermittelten 11,17-DOA-Konzentrationen vorgestellt.

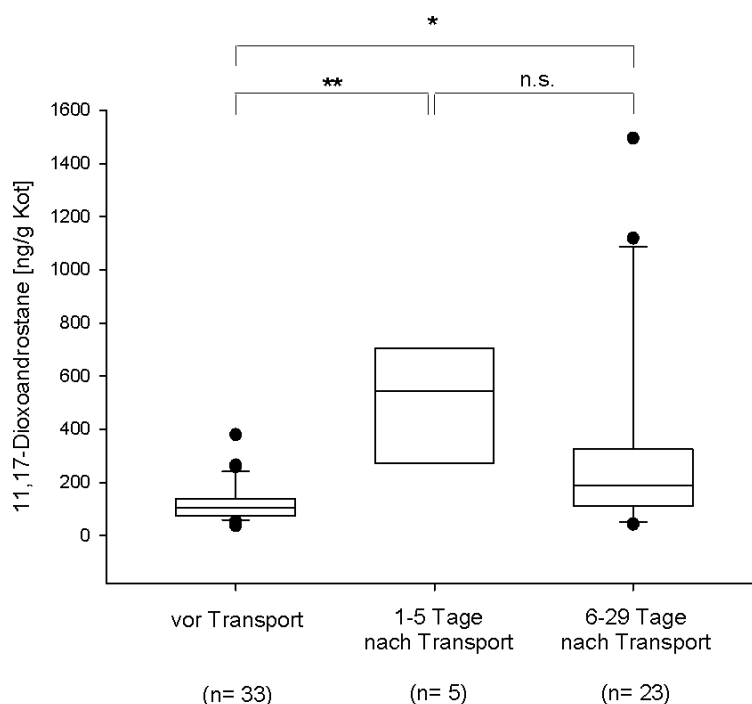
#### Gregor

Aus Abbildung 4.3.12 ist die Cortisolmetaboliten-Konzentration des Kots der Giraffe Gregor vor und nach dessen Transport zu entnehmen. Im Zeitraum vor dem Transport betrug die durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor 122 ng/g Kot ( $\pm 12,4$ ). Der Maximal-Wert im Zeitraum vor dem Transport wurde mit 380,3 ng/g Kot 11,17-DOA 23 Tage vor dem Transport gemessen. Einen Tag nach dem Transport stieg die 11,17-DOA-Konzentration auf 800,2 ng/g Kot an und war damit etwa 6,5mal größer als die durchschnittliche Konzentration im Zeitraum vor dem Transport. Auch an den folgenden fünf Tagen blieb die 11,17-DOA-Konzentration erhöht und lag durchschnittlich hoch signifikant über den Konzentrationen des vorangegangenen Zeitraumes (Abb. 4.3.13). Während ab dem siebten Tag nach dem Transport die 11,17-DOA-Konzentrationen wieder den Werten vor dem Transport glichen, erreichten sie an den Tagen zehn, 16 und 19 nach dem Transport ihre Maximalwerte (Abb. 4.3.12). Auch sechs bis 29 Tage nach dem Transport lag die 11,17-DOA-Konzentration signifikant über den Werten des Zeitraumes vor dem Transport (Abb. 4.3.13). Erst im Anschluss daran, 30-91 Tage nach dem Transport, glich sich die 11,17-DOA-Konzentration den Werten aus der Prae-Transport-Phase an (Abb. 4.3.14 und Abb. 4.3.15).

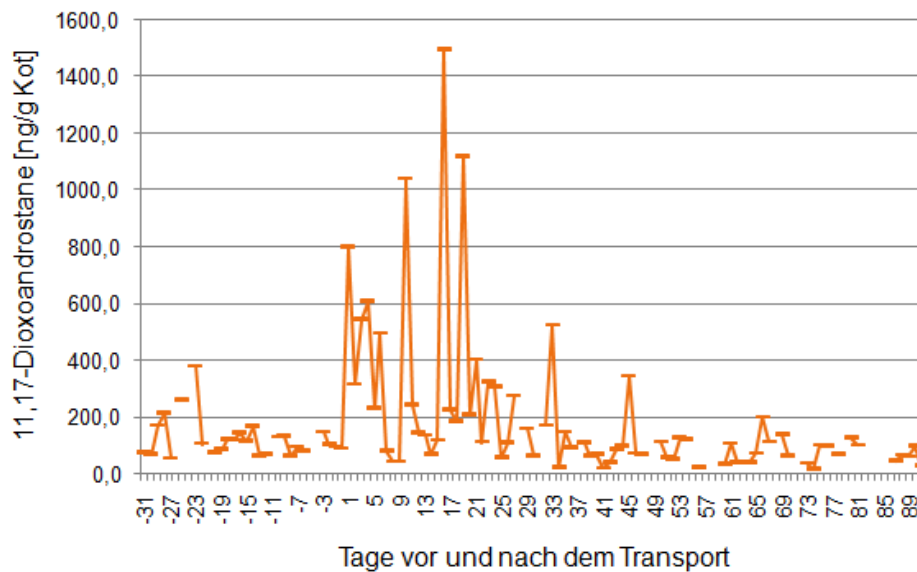




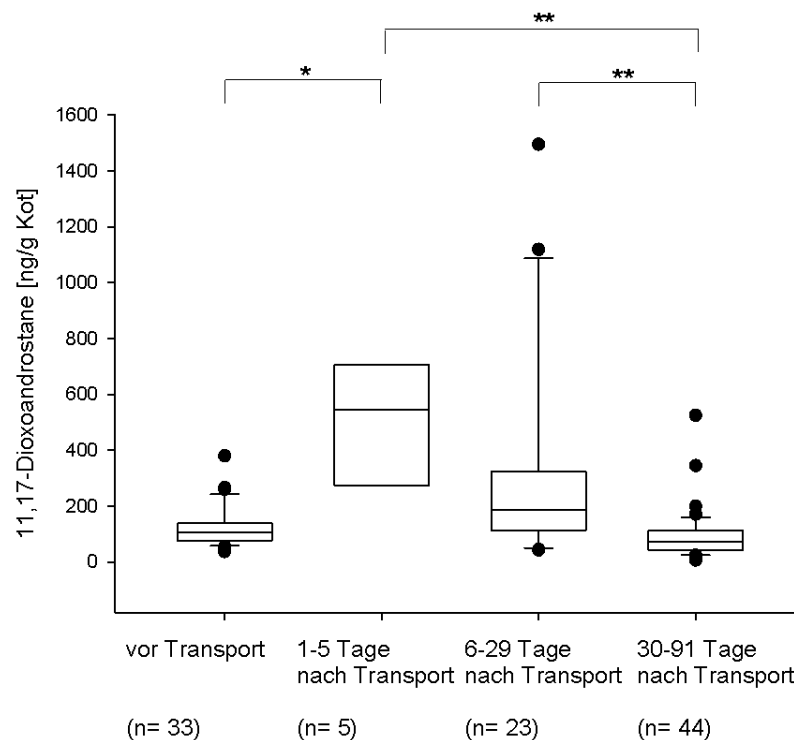
**Abb. 4.3.12:** Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der Giraffe Gregor vor und nach ihrem Transport. Nach dem Transport stieg die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der subadulten Giraffe Gregor steil an.



**Abb. 4.3.13:** Box-Plot von gruppierten Cortisol-Metaboliten-Konzentrationen der Giraffe Gregor in Abhängigkeit von drei Zeiträumen. In den ersten fünf Tagen nach dem Transport unterschieden sich die 11,17-DOA-Konzentration hoch signifikant von den Konzentrationen des Zeitraumes vor dem Transport ( $n = 61$ ,  $n.s. > 0,05$ ;  $*p < 0,05$ ;  $**p < 0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).



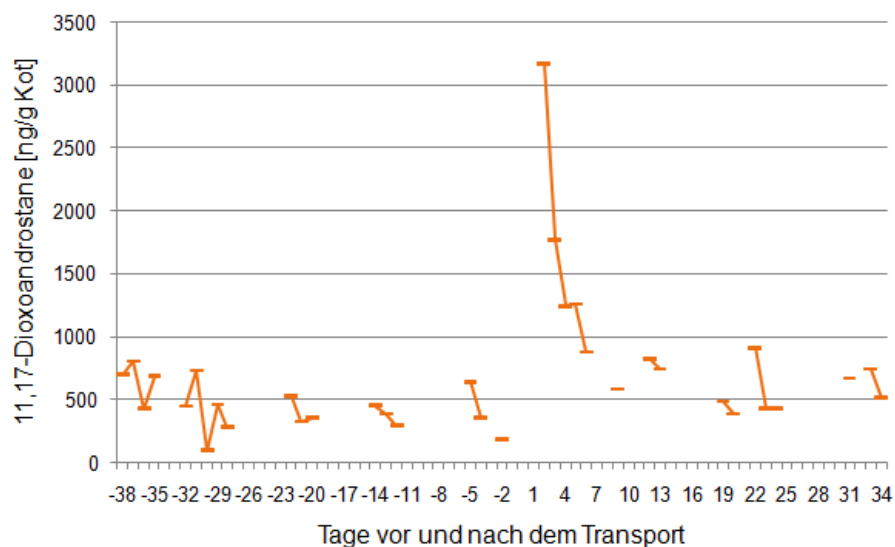
**Abb. 4.3.14:** Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der Giraffe Gregor 31 Tage vor und 89 Tage nach ihrem Transport. Etwa vier Wochen nach dem Transport pendelten sich die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der subadulten Giraffe Gregor wieder auf den Konzentrationen des Zeitraums vor dem Transport ein.



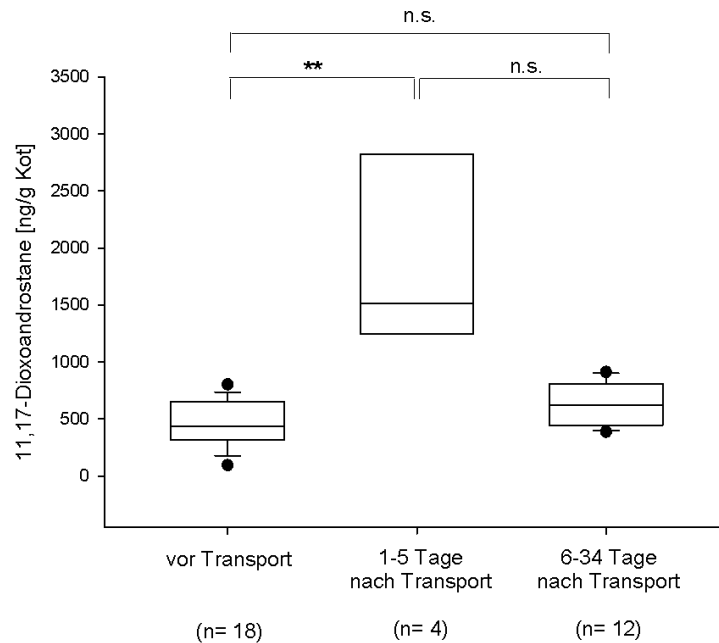
**Abb. 4.3.15:** Box-Plot von gruppierten Cortisol-Metaboliten-Konzentrationen der Giraffe Gregor in Abhängigkeit von vier Zeiträumen. Nach dem Transport waren die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der Giraffe Gregor signifikant erhöht. Erst im Zeitraum 30 bis 91 Tage nach dem Transport sanken die Konzentrationen wieder signifikant ab (n= 105, \* $p < 0,05$ ; \*\* $p < 0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).

## Nike

Im Zeitraum vor dem Transport betrug die durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration im Kot der weiblichen Giraffe Nike 455 ng/g Kot ( $\pm 46,0$ ) (Abb. 4.3.16). Am ersten Tag nach Nikes Transport war es nicht möglich, eine frische Kotprobe von ihr zu sammeln, so dass die erste Kotprobe nach dem Transport vom zweiten Tag stammt. An diesem Tag wies Nike mit 3.176 ng/g Kot eine um das siebenfach höhere 11,17-DOA-Konzentration auf, als durchschnittlich im Zeitraum vor dem Transport registriert werden konnte. Dieser Wert war zugleich die höchste Cortisolmetaboliten-Konzentration, die bei Nike im Beobachtungszeitraum gemessen wurde (Abb. 4.3.16). Auch in den folgenden fünf Tagen blieb die 11,17-DOA-Konzentration hoch signifikant über den in der Prae-Transport-Phase ermittelten Werten (Abb. 4.3.17). Danach sank die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Nike wieder ab, so dass sich die Cortisolmetaboliten-Konzentrationen der Tage sechs bis 34 nach dem Transport nicht signifikant von den Werten aus dem Zeitraum vor dem Transport unterscheiden (Abb. 4.3.17).



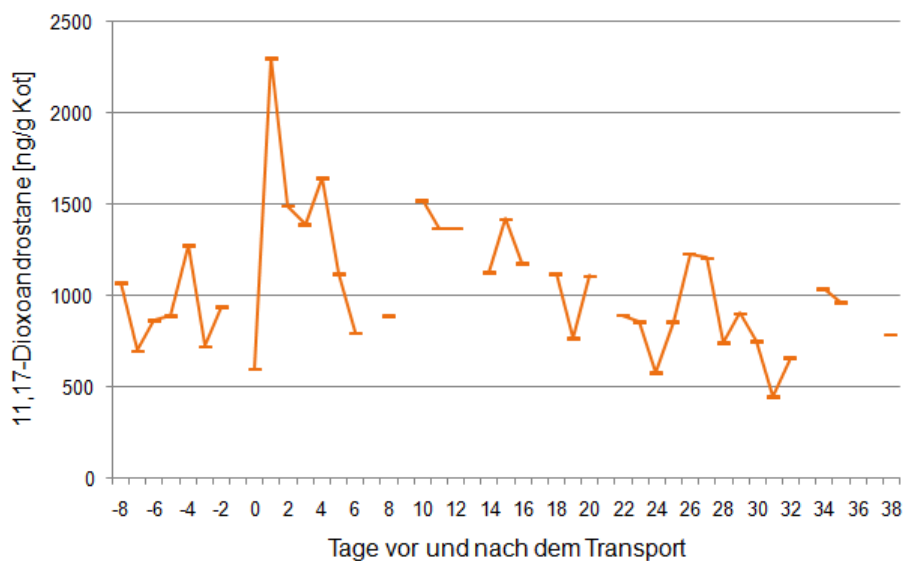
**Abb. 4.3.16: Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der Giraffe Nike vor und nach ihrem Transport. Einen Tag nach dem Transport erreichten die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der subadulten Giraffe Nike ihren Maximalwert.**



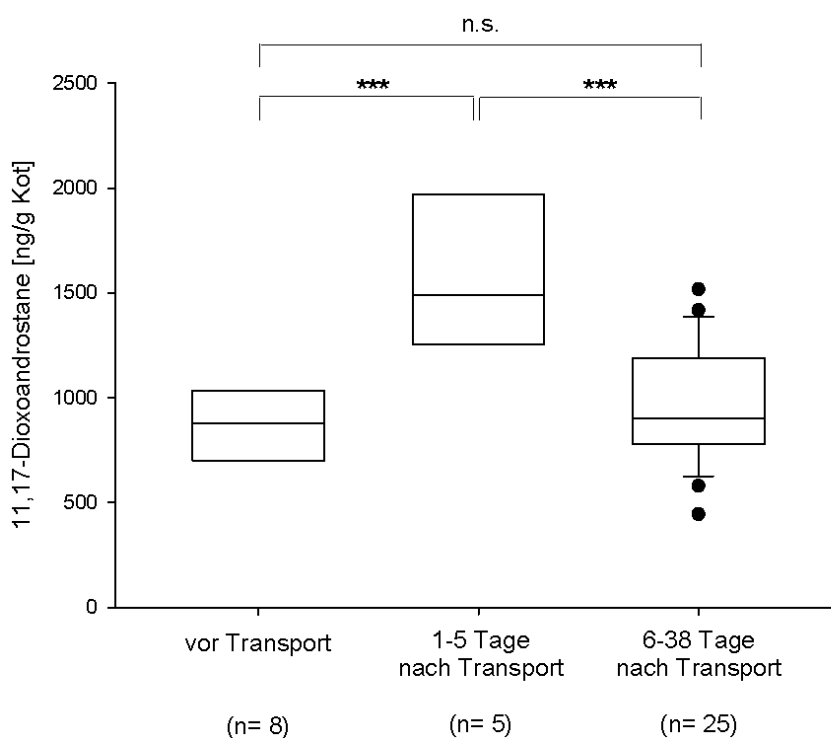
**Abb. 4.3.17: Box-Plot von gruppierten Cortisol-Metaboliten-Konzentrationen der Giraffe Nike in Abhängigkeit von drei Zeiträumen. Während die 11,17-DOA-Konzentrationen im Zeitraum 1 bis 5 Tage nach dem Transport hoch signifikant über den Konzentrationen des Prael-Transport-Zeitraumes lagen, war dieser Unterschied 6-34 Tage nach dem Transport nicht mehr nachweisbar (n= 34, n.s.>0,05; \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

### Himba

Im Zeitraum vor dem Transport betrug die durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Himba 881 ng/g Kot ( $\pm 77,1$ ) (Abb. 4.3.18). Einen Tag nach Himbas Transport konnte im Kot eine Cortisolmetaboliten-Konzentration von 2.299 ng/g Kot gemessen werden, was etwa um das 2,5fache höher ist als die durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration im Zeitraum vor dem Transport. Für die folgenden drei Tage blieb die Konzentration über dem höchsten Wert, der vor dem Transport ermittelt werden konnte, und unterschied sich vom vorangegangenen Zeitraum höchst signifikant (Abb. 4.3.19). Während sich die Konzentrationen von Tag vier bis acht nach dem Transport wieder auf dem Niveau der Prael-Transport-Phase bewegten, stieg die 11,17-DOA-Konzentration am zehnten Tag nach dem Transport stark an (Abb. 4.3.18) bevor sie in den folgenden Tagen wieder kontinuierlich abnahm. So unterschied sich der Zeitraum der Tage sechs bis 38 nach dem Transport hinsichtlich der 11,17-DOA-Konzentration höchst signifikant vom vorangehenden Zeitraum (1-5 Tage nach dem Transport), jedoch nicht signifikant vom Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.3.19).



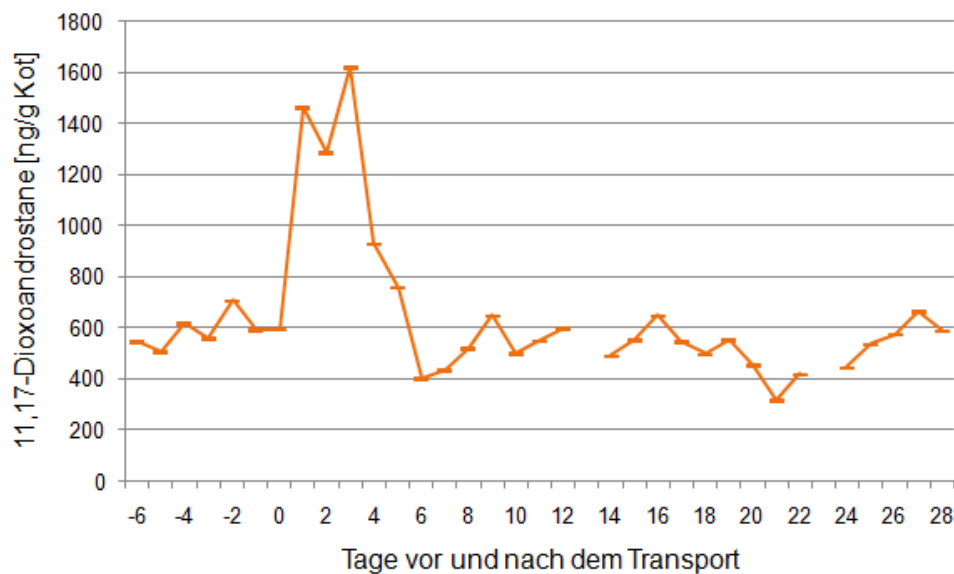
**Abb. 4.3.18:** Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der Giraffe Himba vor und nach ihrem Transport. Einen Tag nach dem Transport erreichten die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der subadulten Giraffe Himba ihren Maximalwert.



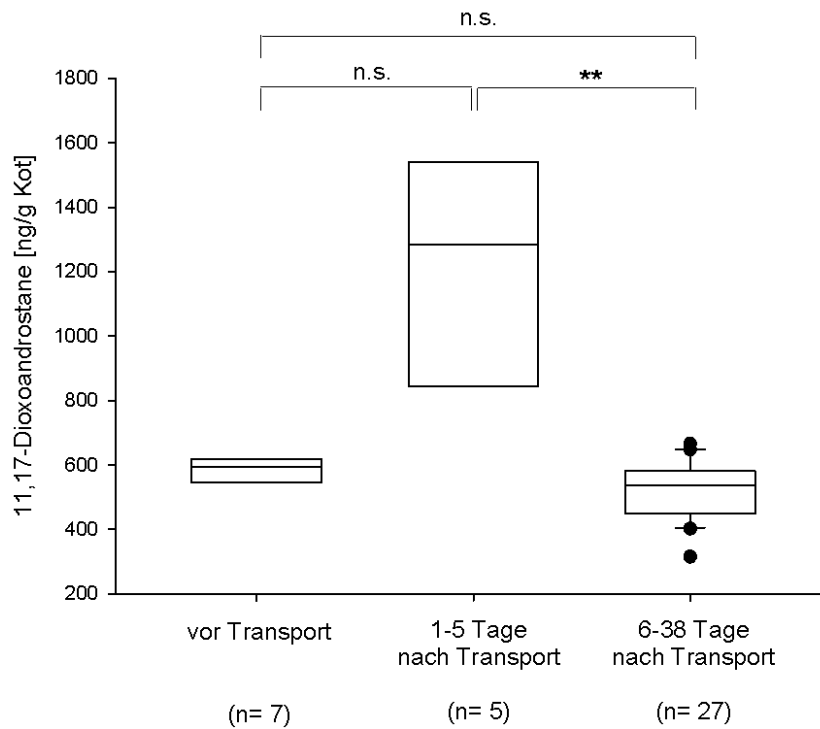
**Abb. 4.3.19:** Box-Plot von gruppierten Cortisol-Metaboliten-Konzentrationen der Giraffe Himba in Abhängigkeit von drei Zeiträumen. Die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der adulten Giraffe Himba unterschieden sich im Zeitraum 1-5 Tage nach dem Transport höchst signifikant von den Zeiträumen davor und danach ( $n = 38$ ,  $n.s. > 0,05$ ;  $***p < 0,001$ ; One-Way ANOVA, Post-hoc: Tukey).

## Gambela

Im Zeitraum vor dem Transport betrug die durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe 590 ng/g Kot ( $\pm 24,1$ ) (Abb. 4.3.20). Einen Tag nach dem Transport konnte mit 1.463 ng/g Kot eine um das 2,5fache höhere 11,17-DOA-Konzentration ermittelt werden. Auch in den folgenden vier Tagen fanden sich erhöhte 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der Giraffe Gambela verglichen mit den Werten aus dem Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.3.20), allerdings unterschieden sich diese Werte nicht signifikant voneinander (Abb. 4.3.21). In den darauf folgenden 23 Tagen sank die 11,17-DOA-Konzentration hoch signifikant unter die Werte des vorangegangenen Zeitraumes und unterschied sich mit im Mittel 521 ng/g Kot nicht signifikant von den Werten aus dem Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.3.21).



**Abb. 4.3.20: Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der Giraffe Gambela vor und nach ihrem Transport. Die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der adulten Giraffe Gambela erreichte drei Tage nach dem Transport ihren Maximalwert und erreichte etwa eine Woche nach dem Transport wieder die Konzentrationen der Prae-Transport-Phase.**

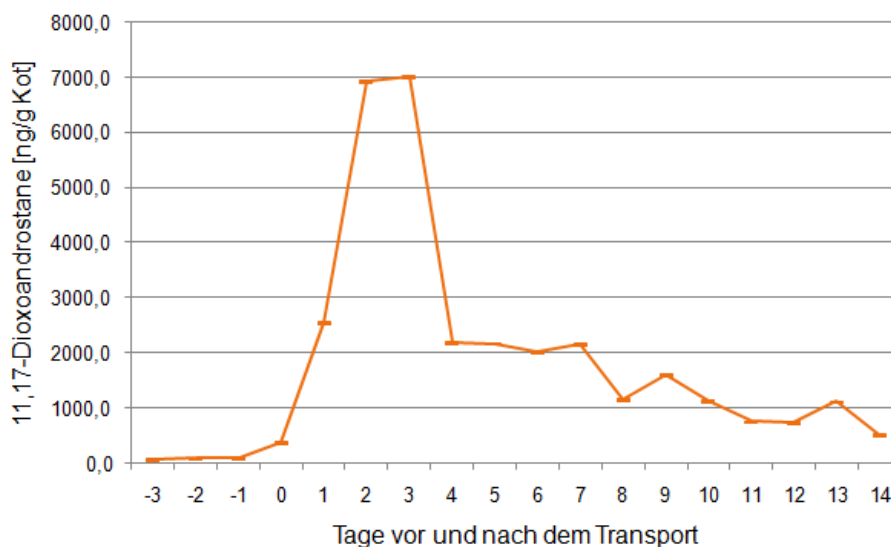


**Abb. 4.3.21: Box-Plot von gruppierten Cortisol-Metaboliten-Konzentrationen der Giraffe Gambela in Abhängigkeit von drei Zeiträumen. Zwar lagen die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der adulten Giraffe Gambela im Zeitraum 1 bis 5 Tage nach dem Transport deutlich über den Konzentrationen der Prae-Transport-Phase, jedoch ist der Unterschied nicht signifikant ( $n = 39$ ,  $n.s. > 0,05$ ;  $**p < 0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

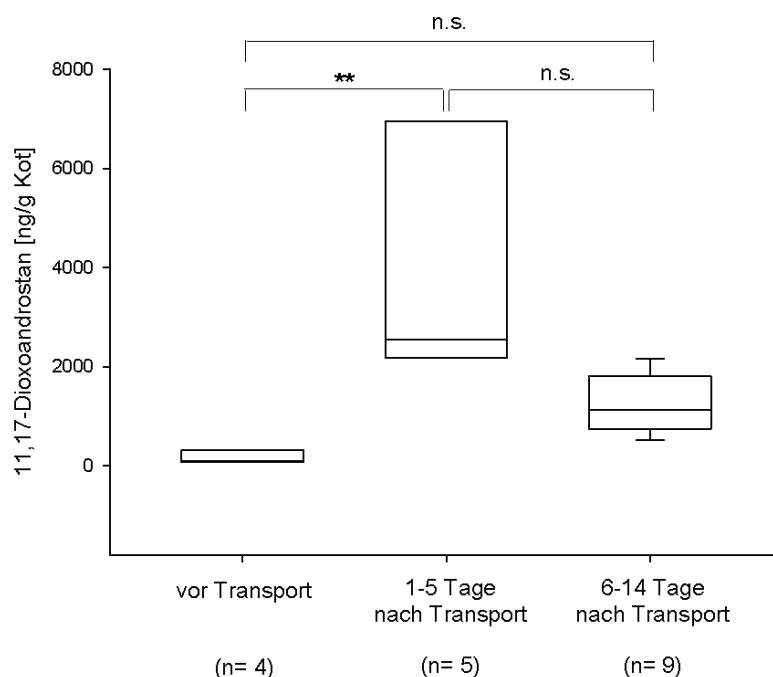
### Makena

Im Zeitraum vor dem Transport betrug die durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Makena 157 ng/g Kot ( $\pm 74,4$ ) (Abb. 4.3.22). Einen Tag nach dem Transport konnte mit 2.546 ng/g Kot ein um das 16-fache höherer Wert nachgewiesen werden. Dieser stieg am zweiten Tag noch einmal um das 2,7-fache an und blieb noch für einen weiteren Tag auf diesem hohen Niveau. So unterschieden sich die 11,17-DOA-Konzentrationen der ersten fünf Tage nach dem Transport hoch signifikant von den Werten des Zeitraums vor dem Transport (Abb. 4.3.23). Zwar sanken die Werte bereits am vierten Tag nach dem Transport wieder ab, verblieben jedoch für drei weitere Tage auf dem hohen Niveau des ersten Tages nach dem Transport, bevor sie allmählich weiter absanken. Mit einer 11,17-DOA-Konzentration von durchschnittlich 1244 ng/g Kot blieben die Werte auch sechs bis 14 Tage nach dem Transport über den Konzentrationen der Prae-Transport-Phase, jedoch unterschieden sie sich weder von

dieser Phase noch von dem Zeitraum der ersten fünf Tagen nach dem Transport signifikant (Abb. 4.3.23).



**Abb. 4.3.22: Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der Giraffe Makena vor und nach ihrem Transport. Die 11,17-DOA-Konzentration im Kot des subadulten Giraffenweibchens Makena erreichte an den Tagen zwei und drei nach dem Transport sein Maximum.**



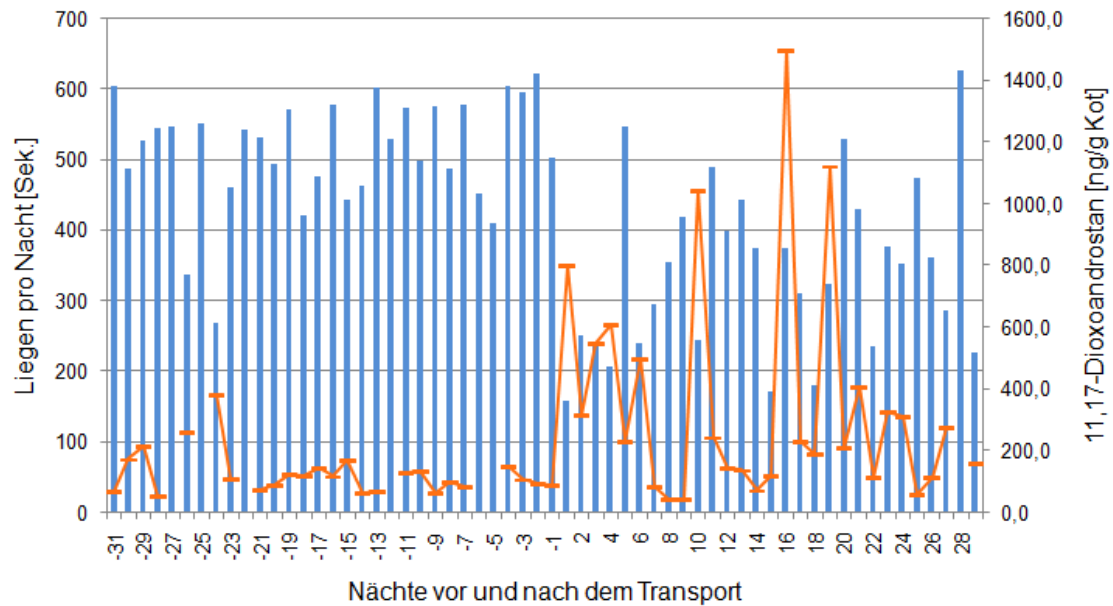
**Abb. 4.3.23: Box-Plot von gruppierten Cortisol-Metaboliten-Konzentrationen der Giraffe Makena in Abhängigkeit von drei Zeiträumen. Die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der subadulten Giraffenkuh Makena war im Zeitraum 1-5 Tage nach dem Transport hoch signifikant höher als vor dem Transport (n= 18, n.s.>0,05; \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**



***Fazit: Alle fünf transportierten Giraffen, bei denen Cortisolmetaboliten-Analysen im Kot durchgeführt wurden, weisen kurz nach dem Transport im Vergleich zum Zeitraum vor dem Transport deutlich erhöhte 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot auf. Die erhöhten Cortisolmetaboliten-Konzentrationen erstrecken sich je nach Individuum über einen unterschiedlich langen Zeitraum, sinken jedoch langfristig wieder ab und nähern sich den Konzentrationen, die im Zeitraum vor dem Transport gemessen werden konnten.***

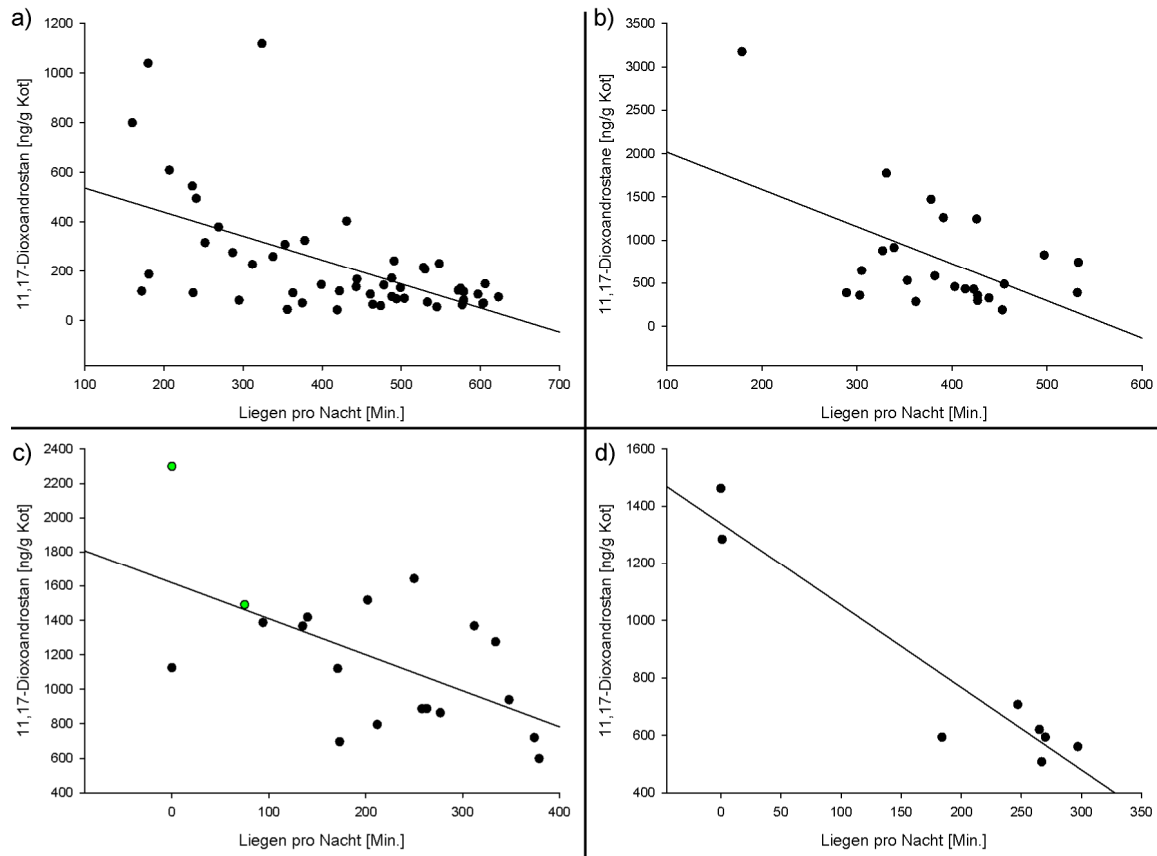
### **4.3.3 Vergleich der 11,17-DOA-Konzentrationen mit dem Liege- und Schlafverhalten der Giraffen vor und nach den jeweiligen Transporten**

Die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor verläuft antizyklisch zu dessen nächtlichen Liegeaufkommen (Abb. 4.3.24). Insbesondere war dies im Zeitraum direkt nach dem Transport auffällig, als sich die Liegezeiten signifikant verkürzten während die 11,17-DOA-Konzentrationen ihren vorläufigen Maximalwert erreichten. Auch im Zeitraum vor dem Transport war diese Entwicklung bereits zu erkennen: So fand sich in der 24. Nacht die kürzeste Liegedauer im Zeitraum vor dem Transport während in der Kotprobe des Folgetages die höchste 11,17-DOA-Konzentration des gleichen Zeitraumes gemessen werden konnte (Abb. 4.3.24). Weitere Belege finden sich im Zeitraum nach dem Transport: In der 10. Nacht nach dem Transport lag Gregor mit 245 Minuten etwa 60% weniger als in den beiden Nächten davor und danach. Dieser Nacht konnte die dritthöchste 11,17-DOA-Konzentration des gesamten Beobachtungszeitraumes zugeordnet werden. Auch in den Nächten 15 und 18 nach dem Transport lag Gregor mit 172 Minuten bzw. 181 Minuten ähnlich kurz wie in der ersten Nacht nach dem Transport (162 Minuten). Um diese Nächte herum fallen auch die beiden höchsten 11,17-DOA-Konzentrationen die während des gesamten Untersuchungszeitraumes im Kot der Giraffe Gregor ermittelt werden konnten (Abb. 4.3.24). Eine direkte Gegenüberstellung der nächtlichen Liegedauer und der 11,17-DOA-Konzentration der Kotprobe des Folgetages ergab eine höchst signifikante negative Korrelation (Abb. 4.3.25a).



**Abb. 4.3.24: Die Liegedauer (blaue Balken) der Giraffe Gregor pro Nacht sowie ihre 11,17-DOA-Konzentrationen der Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Ein Anstieg der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor geht mit einer verringerten nächtlichen Liegedauer einher.**

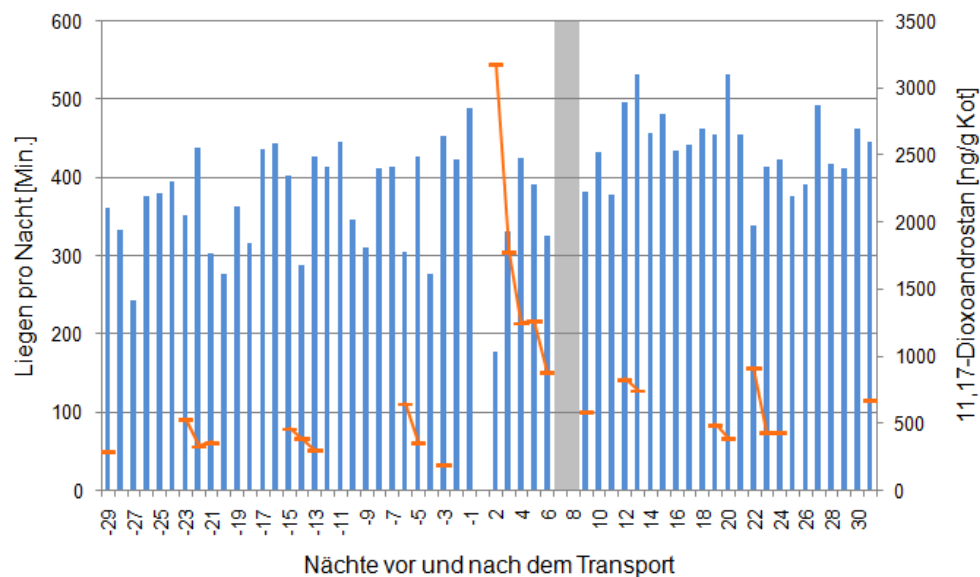
Für die Giraffe Nike konnte ebenfalls ein hoch signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der nächtlichen Liegedauer und der 11,17-DOA-Konzentration des Folgetages ermittelt werden (Abb. 4.3.25b). Bei der Giraffe Nike waren die nächtlichen Liegezeiten weniger variabel als bei der Giraffe Gregor. Ebenso zeigte die 11,17-DOA-Konzentration nur wenige Extremwerte. Nach dem Transport stieg die 11,17-DOA-Konzentration jedoch für wenige Tage steil an, während zeitgleich eine Reduzierung der Liegezeiten zu beobachten war (Abb. 4.3.26).



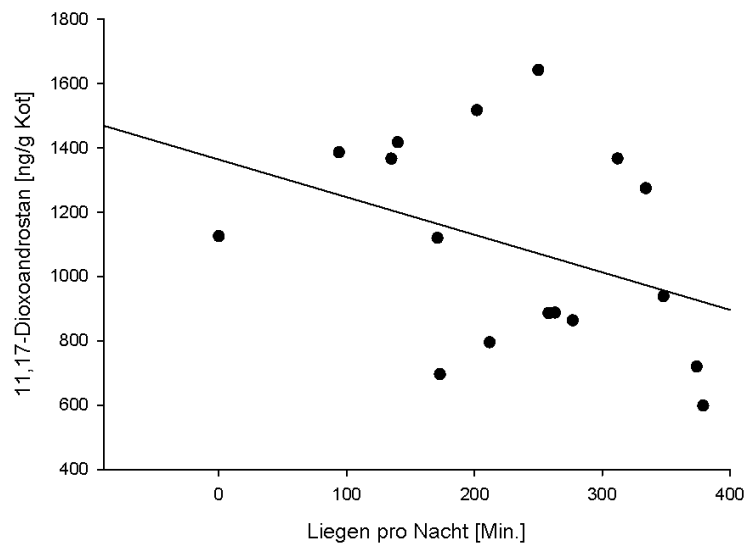
**Abb. 4.3.25: Korrelation der 11,17-DOA-Konzentration in Abhängigkeit von der Liegedauer der vier Giraffen Gregor (a), Nike (b), Himba (c) und Gambela (d) pro Nacht um den Zeitpunkt ihres jeweiligen Transportes. Den beiden grünen Punkten in Abb. c) wurden fiktive Liegezeiten zugeordnet. Bei allen vier beobachteten Giraffen konnte eine hoch signifikant negative Korrelation zwischen der nächtlichen Liegedauer und der 11,17-DOA-Konzentration berechnet werden: a)  $n = 51$  Nächte;  $***p < 0,001$ ;  $r = -0,566$ ; Pearson-Korrelation; b)  $n = 24$  Nächte;  $**p < 0,01$ ;  $r = -0,530$ ; Pearson-Korrelation; c)  $n = 19$  Nächte;  $**p < 0,01$ ;  $r = -0,585$ ; Pearson-Korrelation; d)  $n = 8$  Nächte;  $***p < 0,001$ ;  $r = -0,955$ ; Pearson-Korrelation.**

Bei Himba konnte zunächst kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Liegezeiten pro Nacht und der 11,17-DOA-Konzentration im Kot gefunden werden (Abb. 4.3.27). Allerdings ist zu beachten, dass Himba während der ersten beiden Nächte nach dem Transport nicht beobachtet werden konnte. Vorausgesetzt, dass Himba ebenso wie alle übrigen beobachteten Giraffen ihre kürzeste Liegezeit des gesamten Beobachtungsraumes in der ersten Nacht nach dem Transport zeigte und die Liegezeit auch in der zweiten Nacht noch leicht unter dem Niveau der Liegezeit der dritten Nacht liegt, so lassen sich für die Liegezeiten der ersten beiden Nächte nach dem Transport

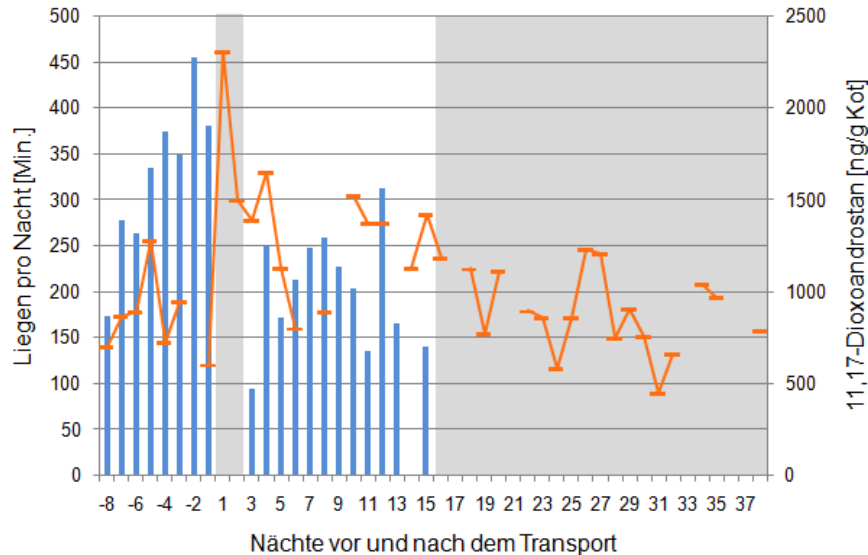
fiktive Werte einsetzen. Hier wurde für die erste Nacht eine Liegedauer von null Minuten und für die zweite Nacht nach dem Transport eine Liegedauer von 75 Minuten angenommen. Unter Annahme dieser konservativ geschätzten, fiktiven Werte ergibt sich bereits ein hoch signifikanter negativer Zusammenhang zwischen der nächtlichen Liegezeit und der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Himba (Abb. 4.3.25c). Auch im weiteren Verlauf der Beobachtungen zeigte sich ein signifikant negativer Zusammenhang zwischen der nächtlichen Liegezeit und der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Himba: Während ab der fünften Nacht die 11,17-DOA-Konzentration in Himbas Kot sank, stieg zeitgleich die Liegedauer pro Nacht an. Neun Nächte nach dem Transport verkürzten sich die Liegezeiten wieder deutlich, während die 11,17-DOA-Konzentration erneut steil anstieg und ähnlich hohe Werte erreichte wie zwei Tage nach dem Transport (Abb. 4.3.28).



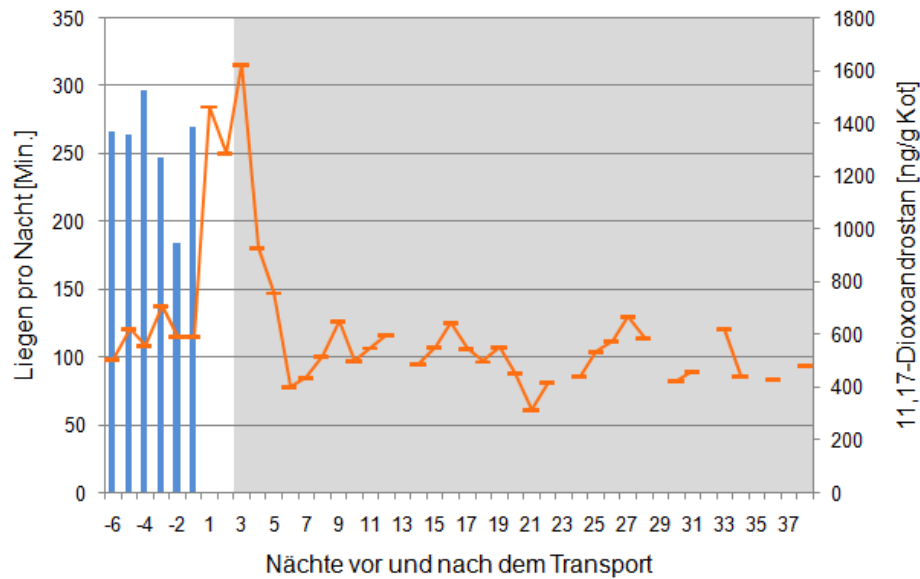
**Abb. 4.3.26: Die Liegedauer (blaue Balken) der Giraffe Nike pro Nacht sowie die 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Der grau hinterlegte Bereich markiert die Datenlücken der nächtlichen Liegezeiten. Während sich die subadulte Giraffe Nike in der Nacht nach dem Transport nicht ablegte, erreichte die 11,17-DOA-Konzentration am Folgetag ihr Maximum.**



**Abb. 4.3.27: Korrelation der 11,17-DOA-Konzentration in Abhängigkeit von der Liegedauer der Giraffe Himba pro Nacht um den Zeitpunkt ihres Transportes ohne fiktive Werte (n= 17 Nächte; n.s.>0,05; r= -0,381; Pearson-Korrelation). Legt man für die aufgrund eines Stromausfalls entstandene Datenlücke in den ersten beiden Nächten nach dem Transport der adulten Giraffe Himba keine fiktive Liegedauer zugrunde, so findet sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen nächtlicher Liegedauer und der 11,17-DOA-Konzentration in der Kotprobe des Folgetages.**



**Abb. 4.3.28: Die Liegedauer (blaue Balken) der Giraffe Himba pro Nacht sowie die 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Die grau hinterlegten Bereiche markieren Datenlücken der nächtlichen Liegezeiten. Während die 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der adulten Giraffe Himba einen Tag nach dem Transport ihren Maximalwert erreicht, konnte in dieser Nacht aufgrund eines Stromausfalls keine Verhaltensbeobachtungen gemacht werden.**



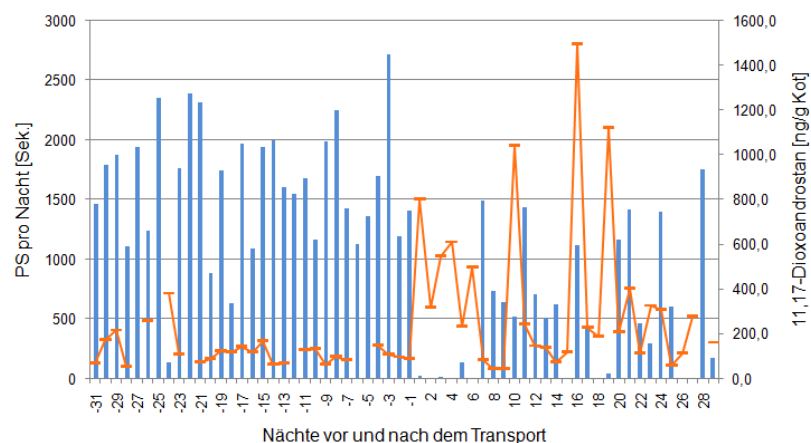
**Abb. 4.3.29:** Die Liegedauer (blaue Balken) der Giraffe Gambela pro Nacht sowie die 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Die grau hinterlegten Bereiche markieren Datenlücken der nächtlichen Liegezeiten. Die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der adulten Giraffenkuh Gambela erreichte in den ersten drei Tagen nach dem Transport ihre Maximalwerte, zeitgleich legte sich Gambela in den ersten beiden Nächten nach dem Transport nicht ab.

Ein Vergleich der nächtlichen Liegezeiten der Giraffe Gambela mit den 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben ergab ebenfalls einen höchst signifikanten negativen Zusammenhang (Abb. 4.3.25d). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass das Liegeverhalten nach dem Transport nur zwei Nächte lang beobachtet werden konnte und Gambela in diesen beiden Nächten insgesamt nur eine Minute lang lag, während zeitgleich die im Kot ermittelten 11,17-DOA-Konzentrationen ihre Maximalwerte erreichten. Im Zeitraum vor dem Transport befanden sich die nächtlichen Liegezeiten ebenso wie die 11,17-DOA-Konzentrationen auf einem relativ konstanten Niveau (Abb. 4.3.29).

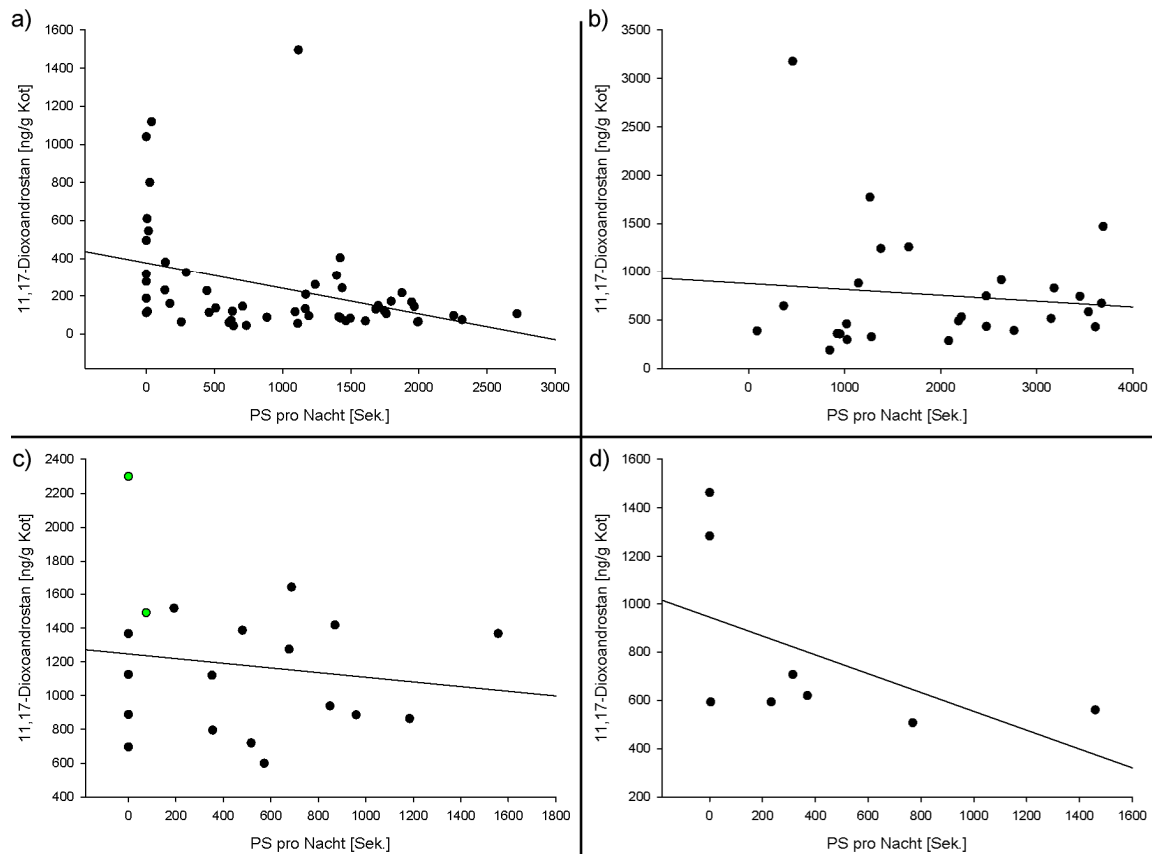
**Fazit:** Alle vier untersuchten Giraffen weisen einen hoch signifikanten negativen Zusammenhang zwischen der nächtlichen Liegedauer und der im Kot ermittelten 11,17-DOA-Konzentration des Folgetages auf.

## Vergleich des PS-Verhaltens und der 11,17-DOA-Konzentration nach dem Transport

Die nächtlichen PS-Zeiten der männlichen Giraffe Gregor weisen deutlich größere Schwankungen auf als dessen nächtliche Liegezeiten (Abb. 4.3.30). Doch auch zwischen den nächtlichen PS-Zeiten und den 11,17-DOA-Konzentrationen ist ein antizyklischer Verlauf erkennbar. Während dies insbesondere in den ersten sechs Nächten nach dem Transport augenfällig war, verdeutlichen dies auch weitere Nächte. So fiel 24 Nächte vor dem Transport der niedrigste nächtliche PS-Wert im Zeitraum vor dem Transport mit der höchsten 11,17-DOA-Konzentration des gleichen Zeitraumes zusammen. In der 25. Nacht nach dem Transport konnte kein PS beobachtet werden während die 11,17-DOA-Konzentration, wenn auch nicht am Folgetag so doch einen Tag später, die höchste Konzentration des gesamten Beobachtungszeitraums erreichte. Auch in der 19. und 20. Nacht nach dem Transport zeigte Gregor nahezu keinen PS. Damit einher ging die zweithöchste im Beobachtungszeitraum ermittelte 11,17-DOA-Konzentration. Allerdings sind auch konträre Beispiele zu erkennen. So verbrachte Gregor in der 26. und 27. Nacht nach dem Transport keinerlei Zeit im PS, während die 11,17-DOA-Konzentration auf niedrigem Niveau blieb (Abb. 4.3.30). Dennoch zeigte sich zwischen dem nächtlichen PS-Aufkommen und der 11,17-DOA-Konzentration ein hoch signifikanter negativer Zusammenhang (Abb. 4.3.31a), der sich bei der Bildung des natürlichen Logarithmus der 11,17-DOA-Konzentration noch stärker negativ darstellte (Abb. 4.3.32).



**Abb. 4.3.30: PS-Aufkommen (blaue Balken) der Giraffe Gregor pro Nacht sowie ihre 11,17-DOA-Konzentrationen der Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Eine verringerte nächtliche PS-Dauer der subadulten Giraffe Gregor ging am Folgetag mit einer erhöhten 11,17-DOA-Konzentration in dessen Kot einher.**

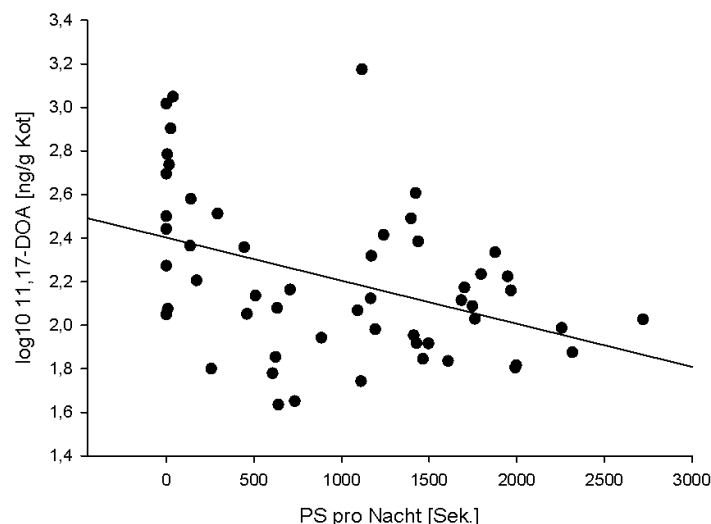


**Abb. 4.3.31: Korrelation der 11,17-DOA-Konzentration in Abhängigkeit von der PS-Dauer der vier Giraffen Gregor (a), Nike (b), Himba (c) und Gambela (d) pro Nacht um den Zeitpunkt ihres jeweiligen Transportes. Den beiden grünen Punkten in Abb. c) wurden fiktive PS-Werte zugeordnet. Allein für die Giraffe Gregor (a) konnte eine signifikante, negative Korrelation zwischen der nächtlichen PS-Dauer und der 11,17-DOA-Konzentration im Kot festgestellt werden: a)  $n= 54$  Nächte;  $*p<0,05$ ;  $r= -0,329$ ; Pearson-Korrelation; b)  $n= 27$  Nächte;  $n.s.>0,05$ ;  $r= -0,111$ ; Pearson-Korrelation; c)  $n= 19$  Nächte;  $n.s.>0,05$ ;  $r= -0,150$ ; Pearson-Korrelation; d)  $n= 8$  Nächte;  $n.s.>0,05$ ;  $r= -0,535$ ; Pearson-Korrelation.**

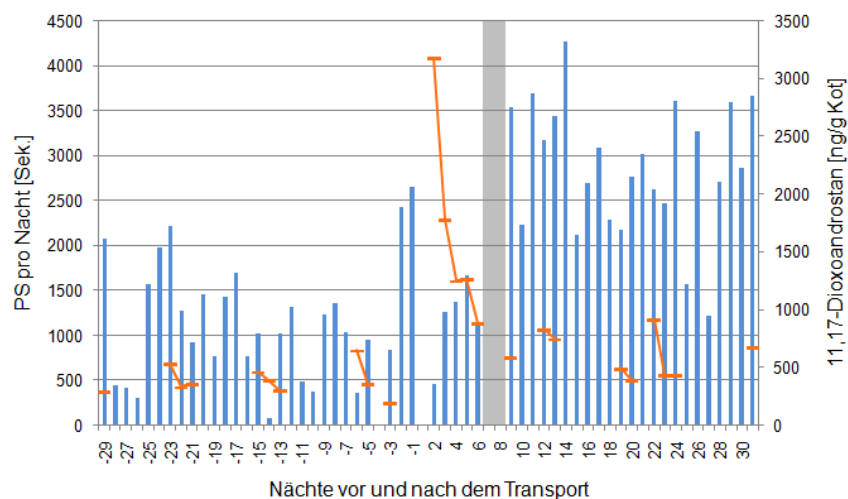
Auch die weibliche Giraffe Nike zeigte in den ersten beiden Nächten nach dem Transport wenig PS und wies im Kot eine hohe 11,17-DOA-Konzentration auf. Während ihre Liegezeiten jedoch vor dem Transport ähnlich wie die 11,17-DOA-Konzentrationen nur geringe Schwankungen aufwiesen, gilt dies für den PS nicht. Nike hatte in der 14. Nacht vor dem Transport keinen PS, während die 11,17-DOA-Konzentration auf konstant niedrigem Niveau blieb. Auch in der vierten Nacht vor dem Transport wies Nike keinerlei PS auf. Hier fehlt die Kotprobe des Folgetages. Auch weiteren PS-Extremwerten wie beispielsweise in der ersten Nacht vor und nach dem Transport sowie in der 27. Nacht nach dem Transport konnte keine Kotprobe zugeordnet werden



(Abb. 4.3.33). Für die Giraffe Nike konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem nächtlichen PS-Aufkommen und der 11,17-DOA-Konzentration ermittelt werden (Abb. 4.3.31b).

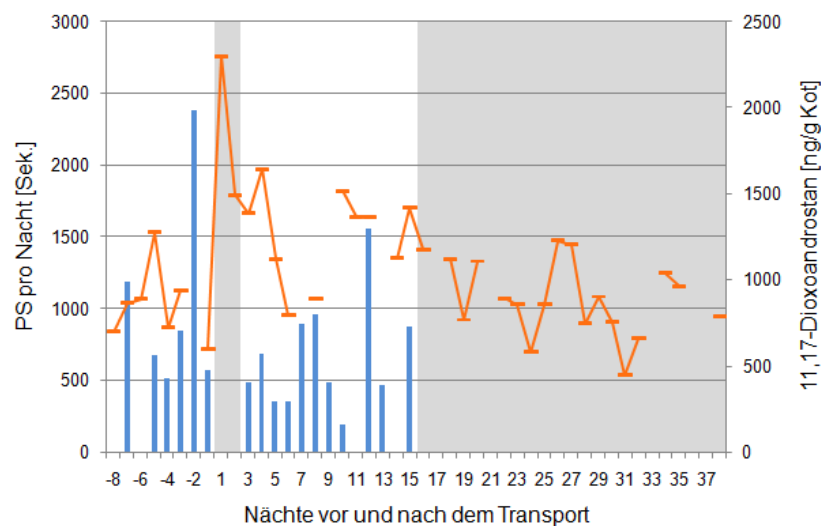


**Abb. 4.3.32: Korrelation des log<sub>10</sub> der 11,17-DOA-Konzentration in Abhängigkeit von der PS-Dauer der Giraffe Gregor pro Nacht um den Zeitpunkt ihres Transportes. Zwischen dem natürlichen Logarithmus der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor sowie der Zeit, die er pro Nacht im PS verbrachte, besteht sogar ein hoch signifikanter, negativer Zusammenhang (n= 54 Nächte; \*\*p<0,01; r= -0,415; Pearson-Korrelation).**

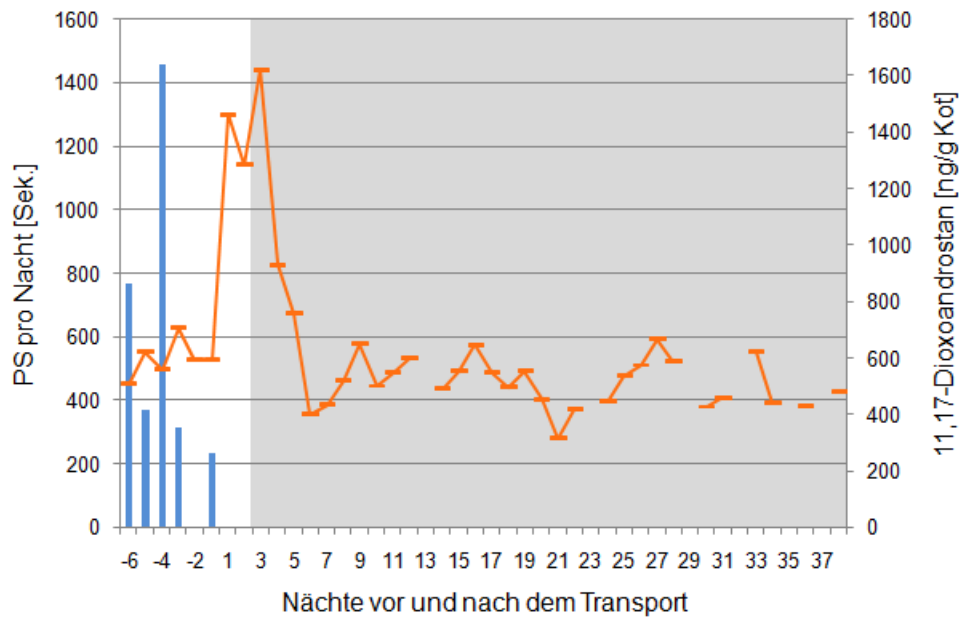


**Abb. 4.3.33: PS-Dauer (blaue Balken) der Giraffe Nike pro Nacht sowie die 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Der grau hinterlegte Bereich markiert die Datenlücken des nächtlichen PS-Aufkommens. In der Nacht nach dem Transport zeigte die Giraffe Nike keinen PS, während die 11,17-DOA-Konzentration im Kot des Folgetages ihren Maximalwert erreichte.**

Gleiches gilt für die weibliche Giraffe Himba. Auch für sie konnte kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem nächtlichen PS-Aufkommen und der 11,17-DOA-Konzentration der Kotprobe des Folgetages gefunden werden (Abb. 4.3.31c). Eine Ergänzung fiktiver PS-Zeiten für die beiden ersten Nächte nach dem Transport, wie es bereits bei den Liegezeiten der Giraffe Himba vollzogen wurde (vgl. Abb. 4.3.25), änderte daran nichts. Das bedeutet, dass bei der Giraffe Himba kein antizyklischer Verlauf zwischen den nächtlichen PS-Zeiten und der 11,17-DOA-Konzentration erkennbar ist, wie es bei der männlichen Giraffe Gregor der Fall war: In Nacht sechs und acht vor dem Transport zeigte Himba keinen PS, und die Konzentration des 11,17-DOA blieb auf niedrigem Niveau (Abb. 4.3.34). Umgekehrt konnte im Zeitraum vor dem Transport ein 11,17-DOA-Konzentrationsmaximum in der fünften Nacht vor dem Transport beobachtet werden, als die Giraffe Himba mit 677 Sekunden nur unwesentlich weniger Zeit mit PS verbrachte als durchschnittlich in diesem Zeitraum (Tab. 4.3.1). Ein ähnliches Bild ergab sich nach dem Transport: In diesem Zeitraum zeigte Himba weder in der elften noch in der 14. Nacht PS. Während die elfte Nacht noch mit einem Anstieg der 11,17-DOA-Konzentration in Zusammenhang gebracht werden kann, sank letztere hingegen in der 14. Nacht ab.



**Abb. 4.3.34: PS-Dauer (blaue Balken) der Giraffe Himba pro Nacht sowie die 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Die grau hinterlegten Bereiche markieren Datenlücken des nächtlichen PS-Aufkommens. Während die 11,17-DOA-Konzentration in den Kotproben der adulten Giraffe Himba einen Tag nach dem Transport ihren Maximalwert erreicht, konnte in dieser Nacht aufgrund eines Stromausfalls keine Verhaltensbeobachtungen gemacht werden.**



**Abb. 4.3.35: PS-Dauer (blaue Balken) der Giraffe Gambela pro Nacht sowie die 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben der Folgetage (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach ihrem Transport. Die grau hinterlegten Bereiche markieren Datenlücken des nächtlichen PS-Aufkommens. Die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der adulten Giraffenkuh Gambela erreichte in den ersten drei Tagen nach dem Transport ihre Maximalwerte, zeitgleich hatte Gambela in den ersten beiden Nächten nach dem Transport keinen PS.**

Die weibliche Giraffe Gambela zeigte ebenfalls keinen signifikant Zusammenhang zwischen dem nächtlichen PS-Aufkommen und der 11,17-DOA-Konzentration der Kotprobe des Folgetages (Abb. 4.3.31d). Zwar konnte bei ihr nach dem Transport ein steiler Anstieg der 11,17-DOA-Konzentration beobachtet werden, während sie in den ersten beiden Nächten keinen PS machte, allerdings hatte Gambela auch in der zweiten Nacht vor dem Transport keinen PS gezeigt, was wiederum nicht mit einem Anstieg der 11,17-DOA-Konzentration in der Kotprobe des Folgetages einherging (Abb. 4.3.35).

**Fazit: Das nächtliche PS-Aufkommen korrelierte im Gegensatz zur nächtlichen Liegedauer bei drei von vier Giraffen nicht signifikant mit der 11,17-DOA-Konzentration der Kotprobe des Folgetages. Allein bei der Giraffe Gregor konnte eine signifikant negative Korrelation berechnet werden.**

## 4.4 Einfluss von Veränderungen in der Herdenstruktur auf das Schlaf- und Liegeverhalten

Neben den Auswirkungen, die ein Transport auf das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen hat, wurden die Auswirkungen anderer potentieller Stressoren analysiert, die jeweils im Zusammenhang mit Veränderungen in der Herdenstruktur auftraten. Zu diesen Stressoren zählten der Tod eines langjährigen Herdenmitglieds, die Separierung der Jungtiere von ihrer Mutter sowie Geburten neuer Herdenmitglieder.

### 4.4.1 Einfluss des Todes einer Giraffe auf das Liege- und Schlafverhalten der übrigen Herdenmitglieder

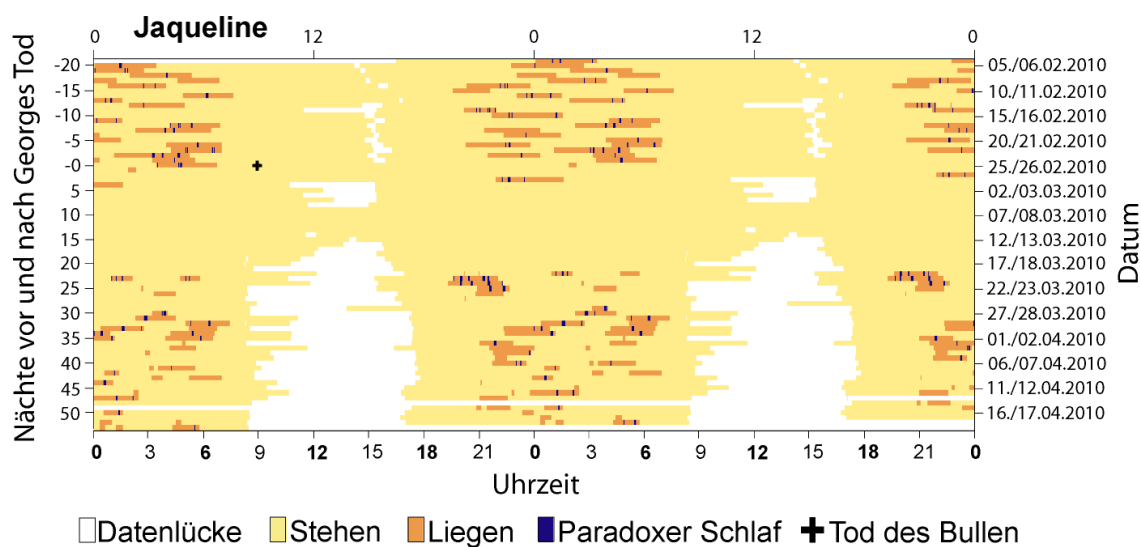
#### Jaqueline

Zunächst soll Jaquelines Verhalten im Beobachtungszeitraum vor Georges Tod (v.G.T.) dargestellt werden. In diesem Zeitraum legte sich die adulte, weibliche Giraffe Jaqueline etwa ein-, seltener zweimal für durchschnittlich 208 Minuten ( $\pm 16,6$ ) pro Nacht ab (Abb. 4.4.1; Tab. 4.4.1). Lediglich in einer Nacht legte sie sich im Zeitraum v.G.T. nicht ab. In diesem Beobachtungsabschnitt verbrachte Jaqueline durchschnittlich 7,9 Minuten ( $\pm 1,1$ ) mit PS. Dieser verteilte sich durchschnittlich auf 3,0 ( $\pm 0,4$ ) nächtliche PS-Phasen, wovon eine im Durchschnitt 158 Sekunden ( $\pm 16,3$ ) dauerte. Während in zwei Nächten kein PS zu beobachten war, betragen die beiden längsten PS-Zeiten pro Nacht im Zeitraum v.G.T. 18,8 bzw. 19,2 Minuten.

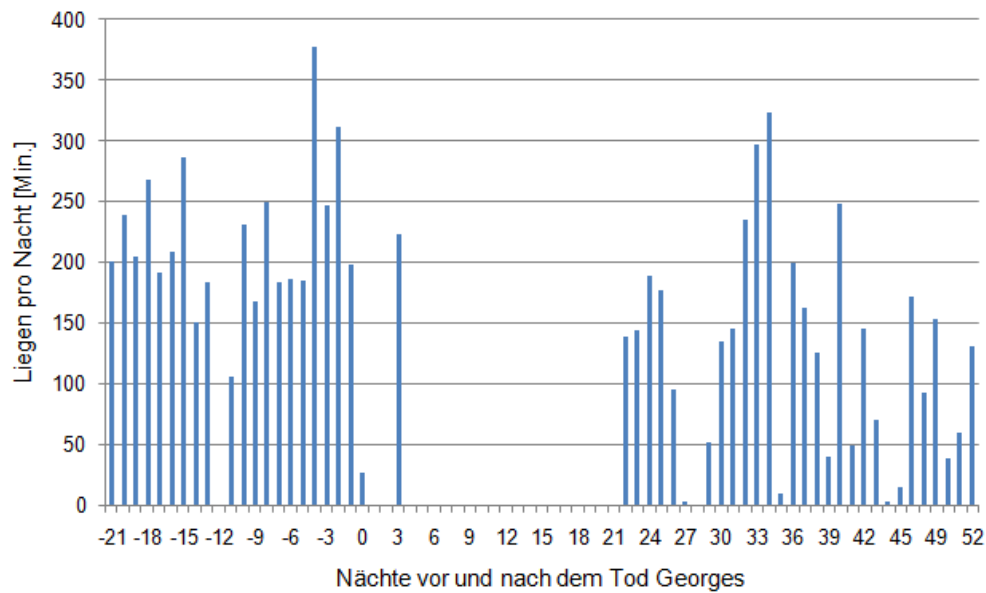
**Tab. 4.4.1: Übersicht der durchschnittlichen Liege- und PS-Zeiten mit Standardfehler (SF) der Giraffe Jaqueline vor und nach dem Tod des Giraffenbullens George (v.G.T. bzw. n.G.T.). Nach Georges Tod zeigte die Giraffenkuh Jaqueline ein stark verändertes Liege- und Schlafverhalten.**

Zeitraum	$\bar{\emptyset}$ Liegen/Nacht ( $\pm$ SF) [Min.]	$\bar{\emptyset}$ PS/Nacht ( $\pm$ SF) [Min.]	$\bar{\emptyset}$ PS- Phasenlänge ( $\pm$ SF) [Sek.]	$\bar{\emptyset}$ Anzahl PS- Phasen/ Nacht ( $\pm$ SF)	Nächte [n]
v.G.T.	208 ( $\pm 16,6$ )	7,9 ( $\pm 1,1$ )	158 ( $\pm 16,3$ )	3,0 ( $\pm 0,4$ )	21
1-21 Nächte n.G.T.	11,4 ( $\pm 10,2$ )	0,5 ( $\pm 0,5$ )	250 ( $\pm 25,4$ )	1,0 ( $\pm 0,2$ )	22
22-52 Nächte n.G.T.	122 ( $\pm 15,9$ )	6,5 ( $\pm 1,3$ )			30

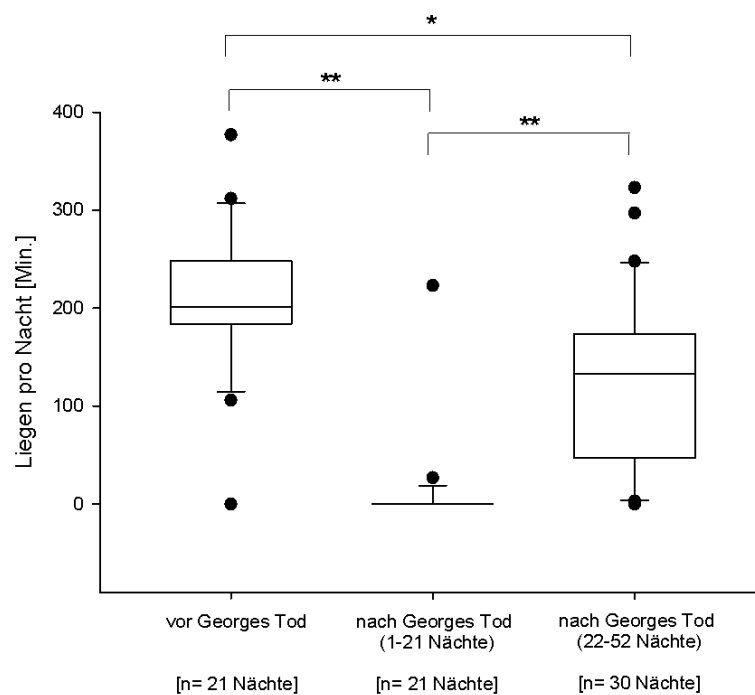
In der Nacht des 26.2.2010 um 2:15 Uhr legte sich George das letzte Mal ab und konnte in der Folge nicht mehr aufstehen. Fünf Minuten nachdem er sich abgelegt hatte, stand Jaqueline auf, legte sich für diese Nacht nicht mehr ab und schaute stattdessen immer wieder in Georges Box hinüber, der vielfach versuchte aufzustehen. Sieben Stunden nachdem George sich abgelegt hatte, starb er um 9:09 Uhr. In den folgenden zwei Nächten legte sich Jaqueline nicht mehr ab und wies folglich auch keinen PS auf. In der dritten Nacht nach Georges Tod (n.G.T.), legte sich Jaqueline für 223 Minuten ab und verbrachte davon 11,8 Minuten im PS. Während der darauffolgenden 18 Nächte legte sie sich wiederum nicht mehr ab (Abb. 4.4.2). Im anschließenden Zeitraum (Nacht 22 bis 52 n.G.T.) lag sie wieder häufiger, wenn auch mit durchschnittlich 122 Minuten ( $\pm 15,9$ ) signifikant weniger als in der Zeit v.G.T. (Abb. 4.4.3).



**Abb. 4.4.1: Aktogramm der Giraffe Jaqueline in Doppelplot-Darstellung vor und nach dem Tod des Giraffenbullens George. Die Nacht 0 markiert die Nacht, in der George starb. Vor dem Tod des adulten Giraffenbullens George legte sich die Giraffenkuh Jaqueline ein bis zwei Mal pro Nacht ab und zeigte durchschnittlich drei nächtliche PS-Phasen. Nach dem Tod des Bullen legte sie sich in einem Zeitraum von drei Wochen nur ein einziges Mal ab.**

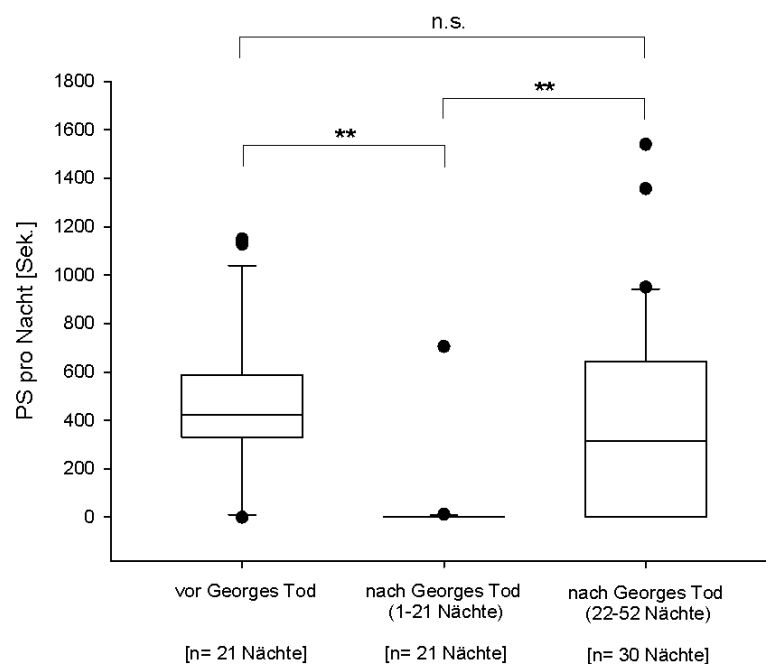


**Abb. 4.4.2: Liegedauer der Giraffe Jaqueline pro Nacht vor und nach dem Tod des Giraffenbullens George. Die Nacht 0 markiert die Nacht in der George starb. In den Nächten vier bis 21 legte sich das adulte Giraffenweibchen Jaqueline nicht ab.**

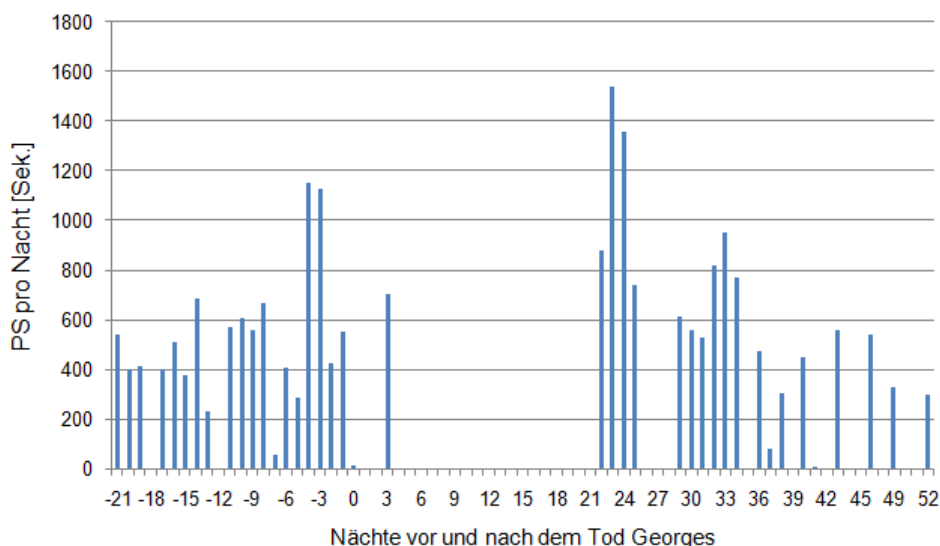


**Abb. 4.4.3: Liegedauer der Giraffe Jaqueline pro Nacht unterteilt in drei Phasen: 1. vor Georges Tod 2. während der ersten 21 Nächte nach Georges Tod und 3. während der Nächte 22-52 nach Georges Tod. Während der ersten drei Wochen nach dem Tod des Giraffenbullens George legte sich das adulte Giraffenweibchen Jaqueline hoch signifikant weniger ab, als vor dessen Tod (n= 72 Nächte, \* $p < 0,05$  bzw. \*\* $p < 0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

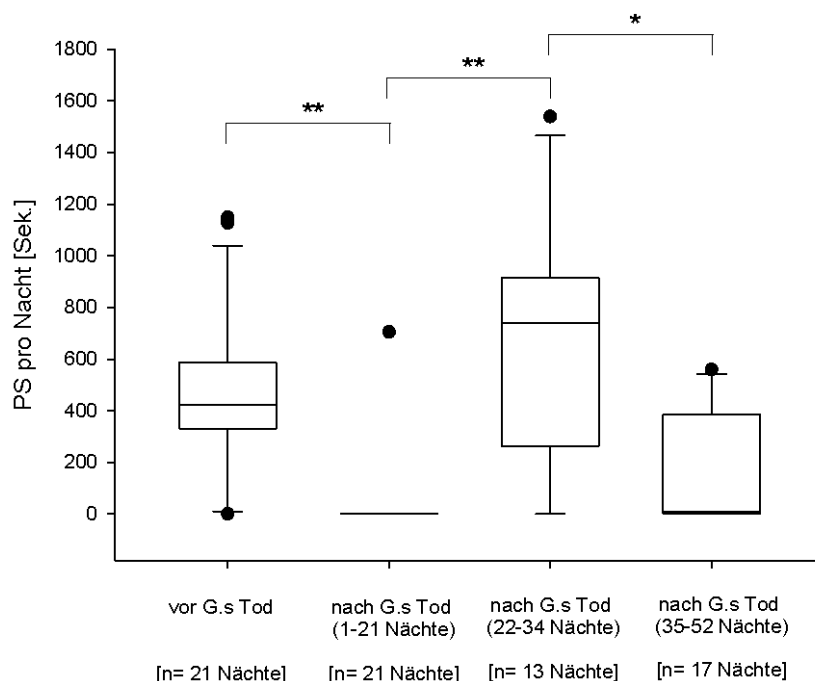
Zwar legte sich Jaqueline in diesem Zeitraum nur einmal gar nicht mehr ab, lag aber in vier Nächten jeweils weniger als zehn Minuten (Abb. 4.4.2). Ein ähnliches Bild zeigt sich bei der Betrachtung des PS: In der 22. bis 52. Nacht n.G.T. verbrachte Jaqueline durchschnittlich 6,6 Minuten ( $\pm 1,3$ ) pro Nacht im PS, was sich im Gegensatz zum Liegeverhalten nicht signifikant von der Zeit vor dem Tod des Bullen unterschied (Abb. 4.4.4). Bei genauer Betrachtung dieses Durchschnittswertes zeigte sich jedoch, dass die Spannweite der in PS verbrachten Zeit pro Nacht in den ersten 13 Nächten dieses Zeitraumes (Nacht 22 bis 35 n.G.T.) mit Werten von 0 bis 25 Minuten PS pro Nacht besonders groß war (Abb 4.4.5) und im Durchschnitt 11,2 Minuten ( $\pm 2,2$ ) betrug. Dies waren etwa 30% mehr PS als während des Zeitraums v.G.T., unterschied sich jedoch von dieser Phase nicht signifikant (Abb. 4.4.6). In den Nächten 36 bis 52 n.G.T. sank das nächtliche PS-Aufkommen wieder etwas ab und lag mit durchschnittlich 3,0 Minuten ( $\pm 0,9$ ) signifikant unter dem PS-Aufkommen des vorangegangenen Zeitraums



**Abb. 4.4.4: PS-Dauer der Giraffe Jaqueline pro Nacht unter Berücksichtigung der drei Phasen (siehe Abb. 4.4.3). Während der ersten drei Wochen nach dem Tod des Giraffenbullen George machte das adulte Giraffenweibchen Jaqueline hoch signifikant weniger PS, als vor dessen Tod (n= 72 Nächte, n.s.>0,05 bzw. \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**



**Abb. 4.4.5: PS-Dauer der Giraffe Jaqueline pro Nacht. Nacht 0 markiert die Nacht, in der der adulte Giraffenbulle George starb. Zwischen Nacht vier und Nacht 21 nach dem Tod des Giraffenbullens zeigte das adulte Giraffenweibchen Jaqueline keinen PS.**



**Abb. 4.4.6: PS-Dauer der Giraffe Jaqueline pro Nacht in vier Phasen. 1. Phase: vor Georges Tod, 2. Phase: Nacht 1-21 nach Georges Tod, 3. Phase: Nacht 22-34 nach Georges Tod, 4. Phase: Nacht 35 bis 52 nach Georges Tod. Nach dem Tod des Giraffenbullens machte das adulte Giraffenweibchen Jaqueline drei Wochen lang signifikant weniger PS als vor dem Tod. Während in den folgenden 13 Nächten das PS-Aufkommen wieder hoch signifikant anstieg, sank es im Zeitraum 35-52 Nächte nach Georges Tod wieder signifikant ab (n= 72 Nächte, \*p<0,05 bzw. \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**



(Abb. 4.4.6). Diese Schwankungen im PS-Aufkommen pro Nacht sind sowohl einer veränderten PS-Phasenlänge als auch einer veränderten Anzahl an PS-Phasen pro Nacht geschuldet. Während Jaqueline nach Georges Tod pro Nacht höchst signifikant weniger PS-Phasen aufwies als vor dessen Tod ( $n=73$  Nächte,  $p<0,001$ ; Mann-Whitney U), zeigte sich bei der Länge der einzelnen PS-Phasen ein umgekehrtes Bild: Nach Georges Tod war eine PS-Phase von Jaqueline mit durchschnittlich 250 Sekunden ( $\pm 25$ ) signifikant länger als v.G.T., in der sie durchschnittlich nur 158 Sekunden ( $\pm 16$ ) dauerte ( $n=113$  PS-Phasen,  $p<0,05$ ; Mann-Whitney U).

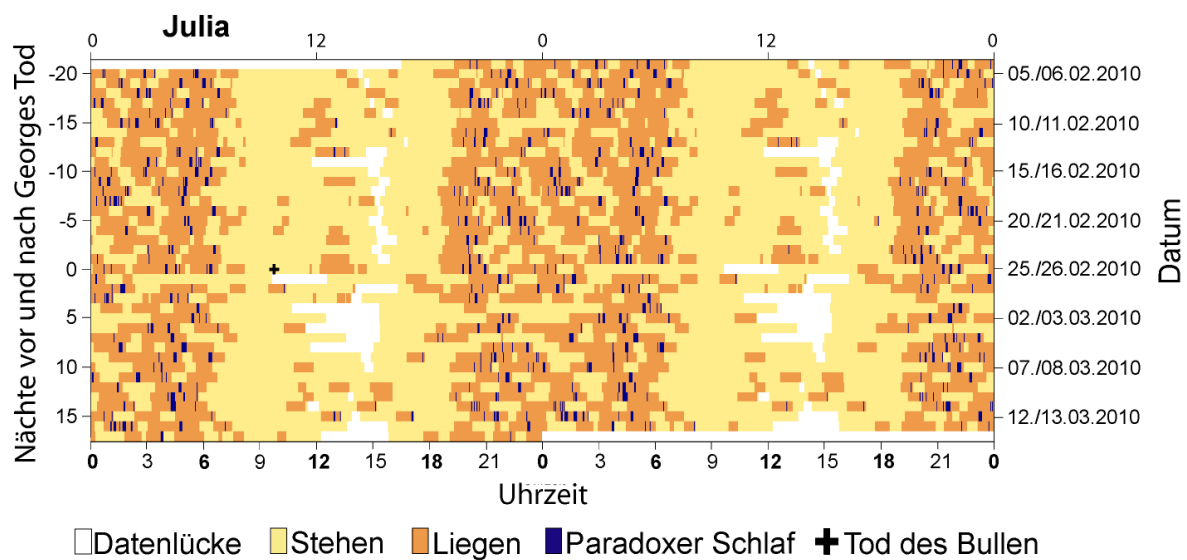
***Fazit: Die Giraffe Jaqueline legte sich nach dem Tod ihres langjährigen Herdenmitglieds fast drei Wochen lang nicht ab und wies in dieser Zeit auch keinen PS auf. Auch sechs Wochen nach Georges Tod zeigte sie noch ein unregelmäßiges PS-Muster, das sich deutlich von der Zeit v.G.T. unterschied.***

### **Julia**

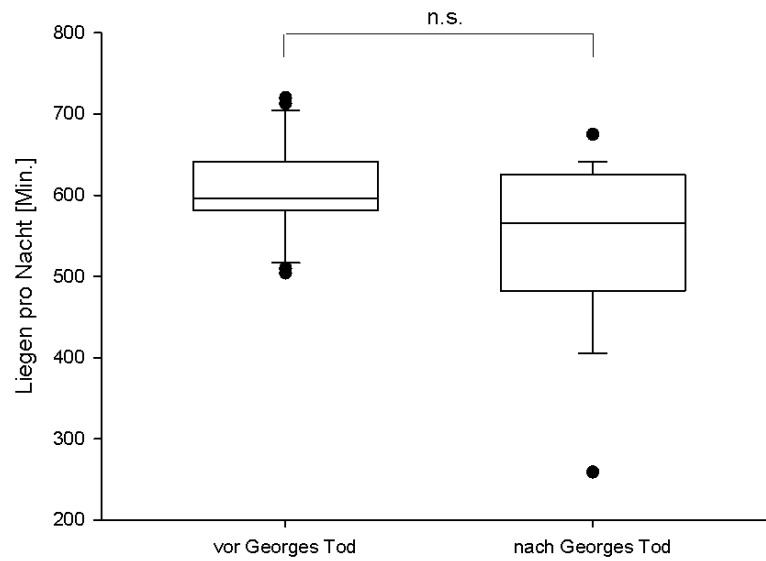
Die subadulte, weibliche Giraffe Julia hatte v.G.T. etwa sechs Liegephasen pro Nacht, die zwischen 18:00 Uhr und 7:00 Uhr auftraten. Darüber hinaus zeigte Julia um die Mittagszeit (zwischen 11:00 Uhr und 16:00 Uhr) eine zusätzliche Liegephase pro Tag (Abb. 4.4.7). Im Mittel lag sie im Zeitraum v.G.T. durchschnittlich 607 Minuten ( $\pm 12,2$ ) pro Nacht. Vor Georges Tod konnten bei ihr pro Nacht durchschnittlich 12,3 ( $\pm 1,2$ ) PS-Phasen pro Nacht beobachtet werden, die sich abgesehen von wenigen Ausnahmen auf die Dunkelphasen konzentrierten. Die durchschnittliche Länge einer PS-Phase v.G.T. betrug 167 Sekunden ( $\pm 12$ ), während sich die Gesamtzeit im PS auf 34,3 Minuten ( $\pm 3,3$ ) pro Nacht belief (Tab. 4.4.2).

**Tab. 4.4.2: Übersicht der Liege- und PS-Zeiten mit Standardfehler (SF) der Giraffe Julia vor und nach dem Tod des Giraffenbullens George (v.G.T. bzw. n.G.T.). Nach Georges Tod zeigte die Giraffenkuh Julia nahezu kein verändertes Liege- und Schlafverhalten.**

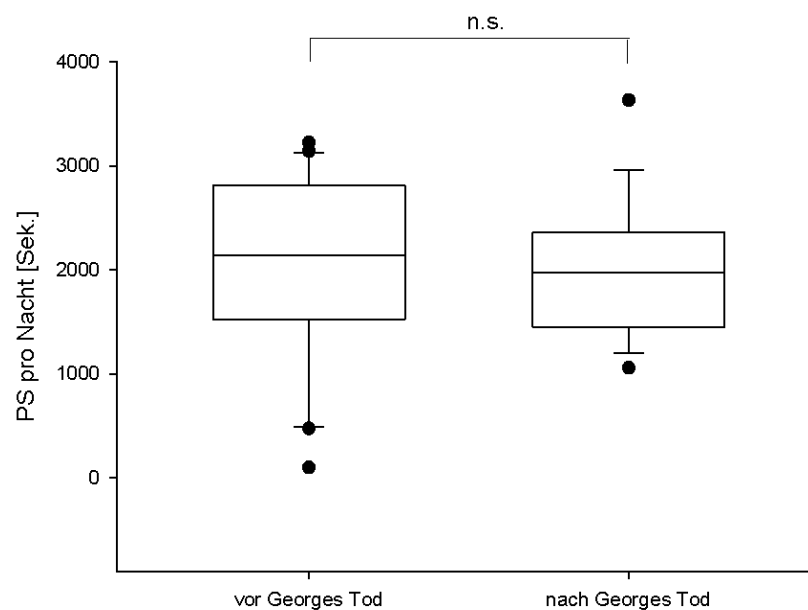
Zeitraum	Ø Liegen/Nacht (±SF) [Min.]	Ø PS/Nacht (±SF) [Min.]	Ø PS-Phasenlänge (±SF) [Sek.]	Ø Anzahl PS-Phasen/Nacht (±SF)	Nächte [n]
v.G.T.	607 (± 12,2)	34,3 (± 3,3)	167 (± 12)	12,3 (± 1,2)	21
n.G.T.	541 (± 25,2)	33,2 (± 2,6)	164 (± 13)	11,5 (± 1,3)	17



**Abb. 4.4.7: Aktogramm der subadulten Giraffe Julia in Doppelplot-Darstellung vor und nach dem Tod des adulten Giraffenbullens George. Die Nacht 0 markiert die Nacht, in der George starb. Vor dem Tod des adulten Giraffenbullens legte sich die subadulte Giraffe Julia etwa fünf bis sieben Mal pro Nacht ab und zeigte durchschnittlich zwölf nächtliche PS-Phasen. Im Zeitraum nach Georges Tod änderte sich dies nicht.**



**Abb. 4.4.8: Liegedauer der Giraffe Julia pro Nacht vor und nach dem Tode des adulten Giraffenbullens. Die nächtliche Liegedauer der subadulten Giraffe Julia unterschied sich im Zeitraum vor Georges Tod nicht signifikant von dem Liegeaufkommen nach Georges Tod (n= 38 Nächte,  $p>0,05$ ; Mann-Whitney U).**



**Abb. 4.4.9: PS-Dauer der subadulten Giraffe Julia pro Nacht vor und nach dem Tod des Giraffenbullens George. Die nächtliche PS-Dauer der subadulten Giraffe Julia unterschied sich im Zeitraum vor Georges Tod nicht signifikant von dem PS-Aufkommen nach Georges Tod (n= 38 Nächte,  $p>0,05$ ; Mann-Whitney U).**

Die Giraffe Julia sprang exakt in dem Moment auf und schaute zu George hinüber, als dieser sich am 26.2.2010 um 2:14 Uhr das letzte Mal auf dem Boden ablegte. Julia legte sich in dieser Nacht nicht mehr ab (Abb. 4.4.7). Jedoch hatte Julia in dieser Nacht bereits zuvor schon 486 Minuten gelegen und verbrachte davon 27,8 Minuten mit PS. Im Gegensatz zu Jaqueline legte sich Julia bereits in der ersten Nacht n.G.T. für 626 Minuten ab und verbrachte 40 Minuten mit PS, was dem Durchschnittswert des Zeitraumes v.G.T. ähnelte. Auch in den darauffolgenden Nächten zeigte sich ein ähnliches Bild wie im Zeitraum v.G.T.: Bezüglich des Liegens wie auch des PS zeigten sich bei der Giraffe Julia keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Zeitraum vor und nach dem Tode Georges (Abb. 4.4.8 und Abb. 4.4.9).

***Fazit: Die Giraffe Julia zeigte in der Nacht, in der George starb, ein für sie ungewöhnliches Verhaltensmuster, das sich durch eine überlange Steh-Phase auszeichnete. Jedoch unterschieden sich die Nächte n.G.T. hinsichtlich des Liege- und Schlafverhaltens nicht signifikant von den Nächten v.G.T.***

#### **4.4.1.1 Auswirkungen von Georges Tod auf die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der Giraffe Jaqueline**

Vor Georges Tod konnte in den Kotproben der Giraffe Jaqueline eine durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration von 663 ng/g Kot ( $\pm 44,3$ ) ermittelt werden (Tab. 4.4.3). Dabei variierten die Konzentrationen in diesem Zeitraum erheblich und unterschieden sich teilweise fast um das Dreifache (Abb. 4.4.10). Am zweiten Morgen nach dem Tod des Giraffenbullens George erreichten die 11,17-DOA-Konzentrationen mit 332 ng/g Kot einen Wert, der noch unterhalb des Minimalwertes aus der Zeit v.G.T. lag. Auch wenn die 11,17-DOA-Konzentrationen in den folgenden Tagen anstiegen, so erreichten sie nicht die Maximalwerte, die v.G.T. erreicht wurden. So unterschieden sich die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot während der ersten 21 Nächte n.G.T. nicht signifikant von den Konzentrationen des Zeitraums vor Georges Tod. Allerdings waren die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der Giraffe Jaqueline im Zeitraum 22 bis 46 Nächte n.G.T. höchst signifikant niedriger als im Zeitraum v.G.T. (Abb. 4.4.11). Auch im gesamten Zeitraum

n.G.T. zeigten die 11,17-DOA-Konzentrationen eine große Variabilität und schwankten teilweise um das achtfache (Abb. 4.4.10).

**Fazit:** Am zweiten Morgen nach Georges Tod erreichte die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Jaqueline einen vorläufigen Tiefpunkt. In den ersten 21 Tagen nach Georges Tod unterschieden sich die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot jedoch nicht signifikant von den Konzentrationen vor Georges Tod.

Tab. 4.4.3: Durchschnittliche 11,17-DOA-Konzentration mit Standardfehler (SF) im Kot der Giraffe Jaqueline vor und nach Georges Tod (v.G.T. bzw. n.G.T.). Die 11,17-DOA-Konzentrationen vor und nach dem Tod des Giraffen Bullen unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Giraffe	11,17-DOA-Konzentration [ng/g Kot] ( $\pm$ SF)		Anzahl der Kotproben [n]	
	v.G.T.	n.G.T.	v.G.T.	n.G.T.
Jaqueline	663 ( $\pm$ 44,3)	503 ( $\pm$ 26,6)	21	45

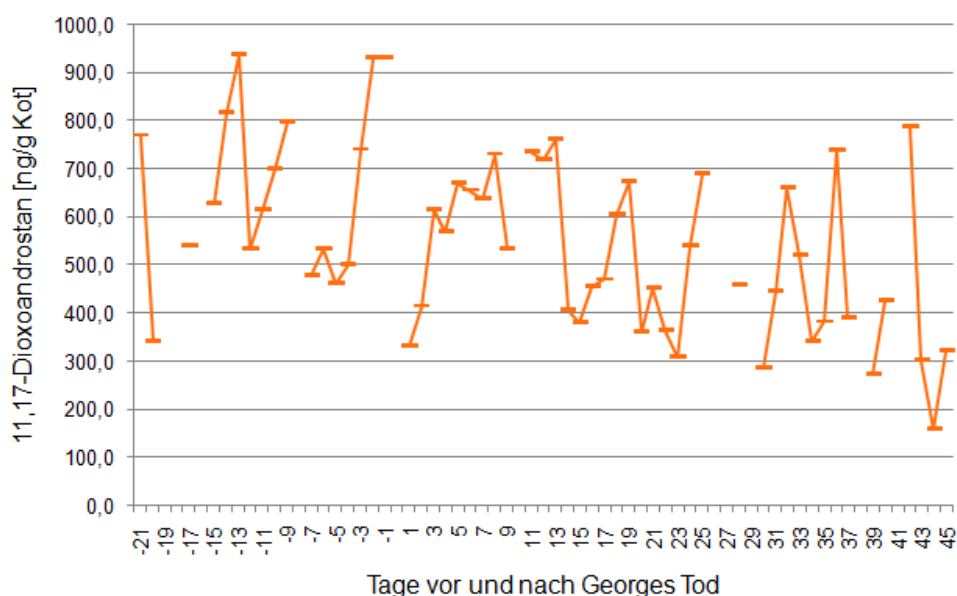
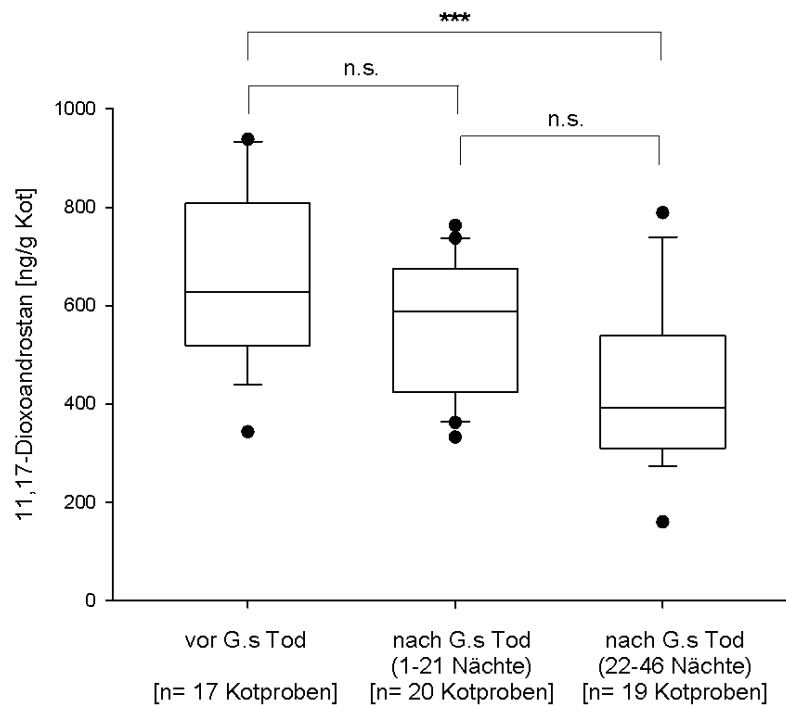


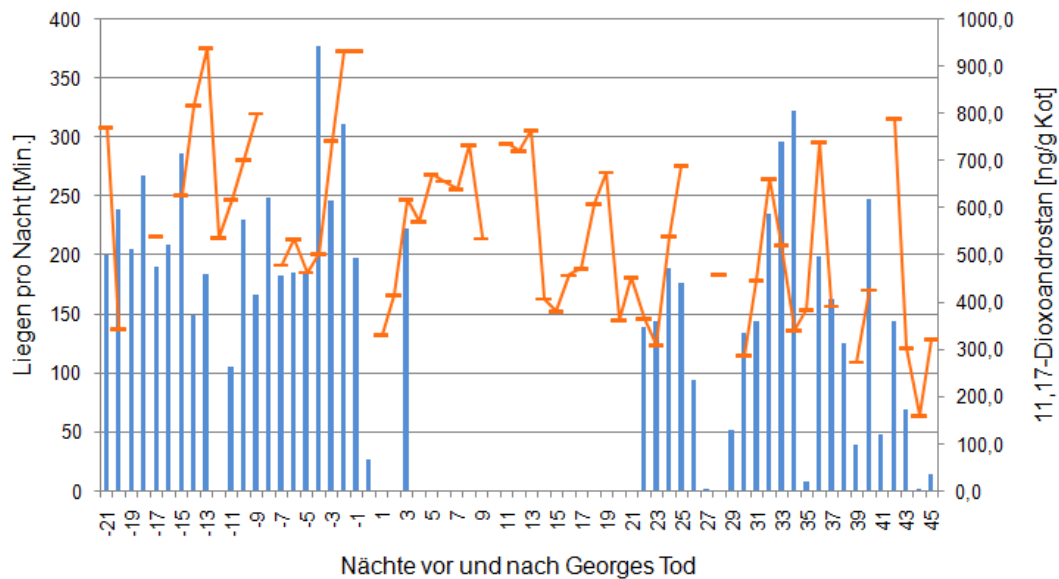
Abb. 4.4.10: Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der adulten Giraffe Jaqueline vor und nach dem Tod des adulten Bullen George. Die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der adulten Giraffe Jaqueline zeigte im untersuchten Zeitraum große Schwankungen. Die Kurve hat eine leicht abfallende Tendenz.



**Abb. 4.4.11: Box-Plot der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der adulten Giraffe Jaqueline in Abhängigkeit dreier Zeiträume: 1. vor Georges Tod, 2. 1-21 Nächte nach Georges Tod und 3. 22-46 Nächte nach Georges Tod. Während sich die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der adulten Giraffe Jaqueline in den ersten drei Wochen nach Georges Tod nicht signifikant von den Konzentrationen des Zeitraums vor Georges Tod unterschied, konnte ein signifikanter Unterschied zwischen dem Zeitraum vor Georges Tod und 22-46 Tage nach dessen Tod, errechnet werden (n= 56 Kotproben; n.s.>0,05; \*\*\*p<0,001; One-Way ANOVA, Post-hoc: Tukey).**

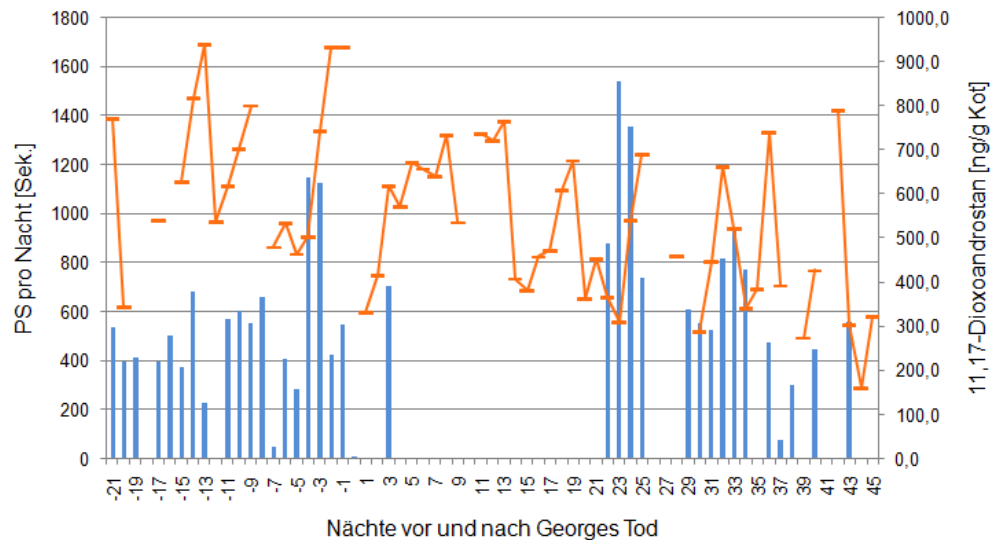
#### 4.4.1.2 Vergleich der Auswirkungen von Georges Tod auf die 11,17-DOA-Konzentrationen und das Liege- und Schlafverhalten

Während sich Jaqueline in den ersten beiden Nächten n.G.T. nicht mehr ablegte, erreichten die zugeordneten 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot ihren vorläufigen Minimalwert. Auch in den Nächten vier bis 21 legte sich Jaqueline nicht ab. In diesem Zeitraum schwankten die 11,17-DOA-Konzentrationen wie in der übrigen Zeit stark und zeigten keinerlei Tendenz (Abb. 4.4.12). Eine Gegenüberstellung der nächtlichen Liegezeiten mit den 11,17-DOA-Konzentrationen der Kotproben der Folgetage ergab keine signifikante Korrelation (n= 56 Nächte, n.s.>0,05; r= 0,221; Pearson-Korrelation).



**Abb. 4.4.12: Liegedauer (blaue Balken) der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht sowie 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben an den Folgetagen (orangene Kurve) in Abhängigkeit von den Nächten vor und nach Georges Tod. Während sich die adulte Giraffenkuh Jaqueline in den ersten drei Wochen nach dem Tod des adulten Giraffenbullens George nahezu nicht ablegte, blieb die Konzentration der Cortisolmetaboliten im Kot nahezu konstant.**

Bei der Betrachtung des nächtlichen PS-Aufkommens ergab sich ein ähnliches Bild, wie es bereits für das Liegeverhalten beschrieben wurde: Während Jaqueline nächtelang keinen PS zeigte, schwankte die 11,17-DOA-Konzentration der Kotproben der Folgetage auf mittlerem Niveau, ohne einer klaren Tendenz zu folgen (Abb. 4.4.13). So konnte auch zwischen diesen beiden Parametern keine signifikante Korrelation gefunden werden ( $n=56$  Nächte;  $n.s.>0,05$ ;  $r=0,065$ ; Pearson-Korrelation).



**Abb. 4.4.13:** PS-Dauer (blaue Balken) der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht sowie 11,17-DOA-Konzentrationen ihrer Kotproben an den Folgetagen (orangene Kurve) in Abhängigkeit der Nächte vor und nach Georges Tod. Während sich die adulte Giraffenkuh Jaqueline in den ersten drei Wochen nach dem Tod des adulten Giraffenbullens George nahezu keinen PS machte, blieb die Konzentration der Cortisolmetaboliten im Kot nahezu konstant.

*Fazit: Die Giraffe Jaqueline wies direkt nach dem Tod der Giraffe George hoch signifikante Änderungen im Liege- und PS-Verhalten auf, der Tod hatte jedoch kaum Auswirkungen auf die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot des Tieres.*

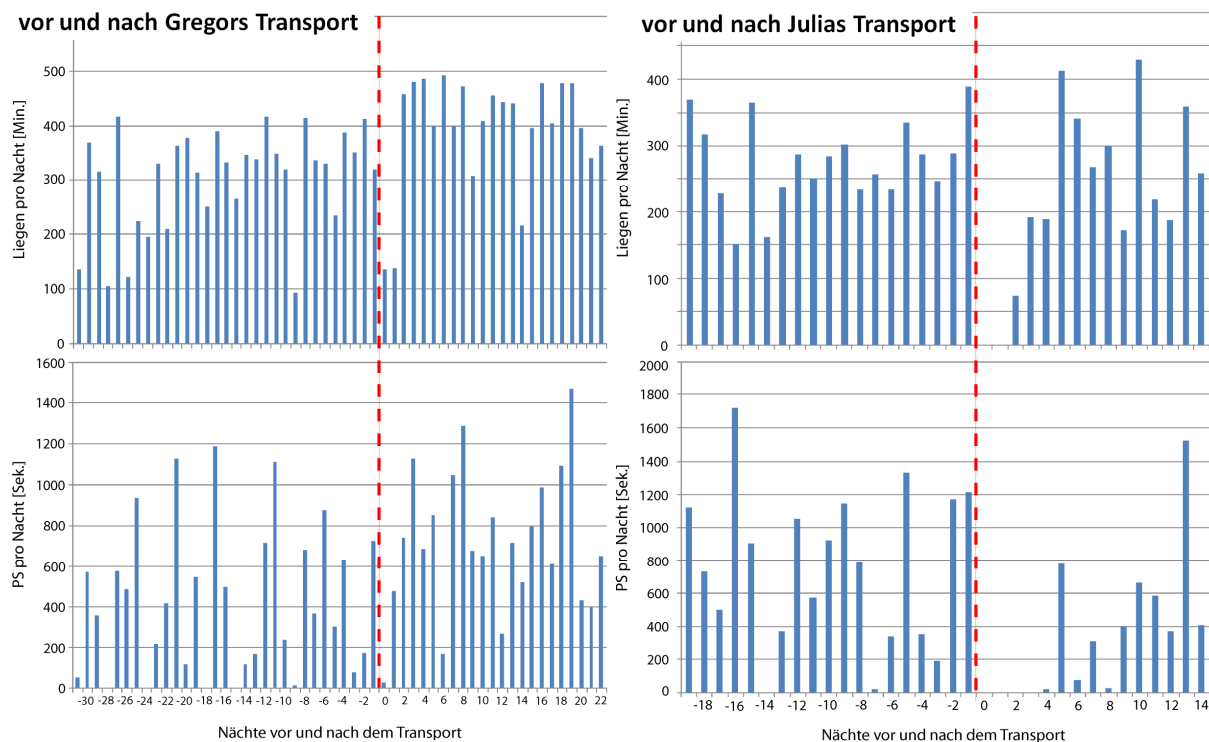


#### 4.4.2 Reaktionen des Muttertieres auf die Separierung ihres Jungtieres

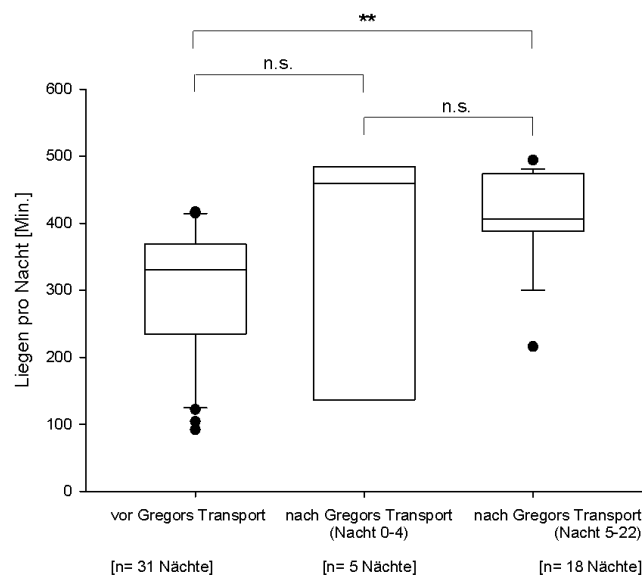
Der folgende Abschnitt analysiert das Schlaf- und Liegeverhalten der adulten weiblichen Giraffe Jaqueline, bevor und nachdem ihr männliches Jungtier Gregor sowie das weibliche Jungtier Julia von ihr getrennt wurden.

##### Liegeverhalten

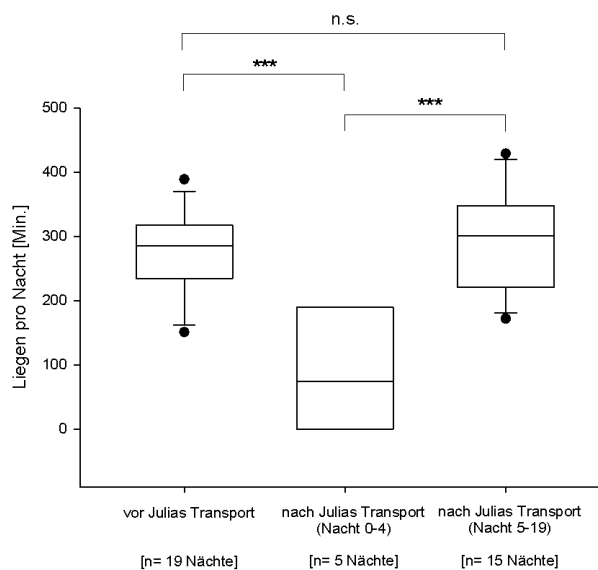
Im Zeitraum vor den jeweiligen Transporten unterscheidet sich das Liegeverhalten der adulten Giraffe Jaqueline nicht signifikant voneinander ( $n = 50$  Nächte,  $p > 0,05$ ; Mann-Whitney U). Während sie vor Gregors Transport durchschnittlich 302 Minuten ( $\pm 17,1$ ) pro Nacht lag, legte sie sich vor Julias Transport, der 3,5 Jahre später stattfand, im Mittel 275 Minuten ( $\pm 14,7$ ) pro Nacht ab. In den ersten beiden Nächten nach Gregors



**Abb. 4.4.14:** Linke Seite: PS- und Liegezeiten pro Nacht der adulten Giraffe Jaqueline vor und nach dem Transport ihres subadulten Jungtieres Gregor im Januar 2007. Rechte Seite: PS- und Liegezeiten pro Nacht der adulten Giraffe Jaqueline vor und nach dem Transport ihres subadulten Jungtieres Julia im Juni 2010. Die rot-gestrichelte Linie repräsentiert jeweils den Tag des Transports. In den Nächten nach dem Transport ihres Jungtieres Gregor (linke Seite) legte sich die adulte Giraffe Jaqueline ab und zeigte wenig PS. Nach dem Transport des Jungtieres Julia (rechte Seite) legte sich die adulte Giraffenkuh Jaqueline zwei Tage lang nicht ab und zeigte über vier Tage nahezu keinen PS.



**Abb. 4.4.15: Liegedauer der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht vor und nach Gregors Transport unter Berücksichtigung dreier Phasen. 1. Phase: vor Gregors Transport, 2. Phase: Nacht 0-4 nach Gregors Transport, 3. Phase: Nacht 5-22 nach Gregors Transport. Die Liegedauer der adulten Giraffe Jaqueline unterschied sich fünf Nächte nach dem Transport des subadulten Tieres Gregor nicht signifikant von der Liegedauer vor dem Transport (n= 54 Nächte, n.s.>0,05; \*\*p<0,01; Kruskal Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**



**Abb. 4.4.16: Liegedauer der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht vor und nach Julias Transport unter Berücksichtigung dreier Phasen. 1. Phase: vor Julias Transport, 2. Phase: Nacht 0-4 nach Julias Transport, 3. Phase: Nacht 5-19 nach Julias Transport. In den ersten fünf Nächten nach dem Transport der subadulten Giraffe Julia unterschied sich das Liegeaufkommen des adulten Muttertieres Jaqueline höchst signifikant von dem Liegeaufkommen des Zeitraums vor dem Transport. In den darauffolgenden Tagen stieg das Liegeaufkommen wieder an und unterschied sich nicht mehr signifikant von dem Liegeverhalten im Zeitraum vor dem Transport (n= 39 Nächte, n.s.>0,05; \*\*\*p<0,001; One-Way ANOVA, Post-hoc: Tukey).**

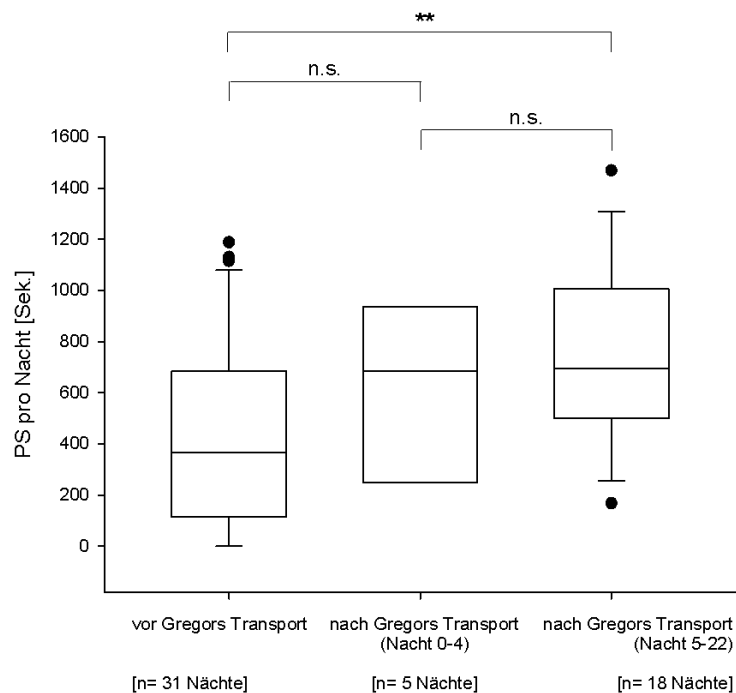
Transport lag Jaqueline jedoch mit 135 bzw. 138 Minuten nur etwa halb soviel wie in den Nächten vor dem Transport (Abb. 4.4.14). In den ersten beiden Nächten nach Julias Transport legte sie sich sogar überhaupt nicht ab (Abb. 4.4.14). Da Jaqueline aber bereits ab der zweiten Nacht nach Gregors Transport mehr Zeit pro Nacht liegend verbrachte als im gesamten Zeitraum zuvor, unterschied sich ihr Liegeverhalten in den ersten fünf Nächten nach dem Transport nicht signifikant von dem Liegeverhalten im Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.4.15). Jedoch lag sie in den darauf folgenden Nächten (Nacht 5-22 nach Gregors Transport) hoch signifikant mehr als vor dem Transport. Ein anderes Bild zeigt sich nach dem Transport des Jungtiers Julia: In den ersten fünf Nächten nach dem Transport lag Jaqueline höchst signifikant weniger als vor dem Transport. In den Nächten fünf bis 19 nach Julias Transport verbrachte sie hingegen wieder ebenso viel Zeit in liegender Position wie im Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.4.16).

***Fazit: Die adulte Giraffenkuh Jaqueline lag in den ersten beiden Nächten nach den Transporten der beiden Jungtiere signifikant weniger als während der Nächte vor den Transporten.***

### **PS-Verhalten**

Das adulte Giraffenweibchen Jaqueline verbrachte vor dem Transport Gregors durchschnittlich 7,1 Minuten ( $\pm 1,1$ ) pro Nacht mit PS. Im Zeitraum vor Julias Transport waren es durchschnittlich 12,7 Minuten ( $\pm 1,8$ ). Somit unterscheidet sich die Zeit, die Jaqueline vor den Transporten im PS verbrachte, im Gegensatz zum Liegeverhalten, hoch signifikant voneinander ( $n= 50$  Nächte,  $p<0,01$ ; t-Test). Nach den beiden Transporten zeigte sich jedoch ein ähnliches Bild wie es beim Liegeverhalten der Fall war: So unterschieden sich die ersten fünf Nächte nach Gregors Transport hinsichtlich des PS nicht signifikant vom Zeitraum vor dem Transport (Abb. 4.4.17). Jedoch ist zu beachten, dass Jaqueline in der ersten Nacht nach Gregors Transport nur 25 Sekunden im PS verbrachte (Abb. 4.4.14). In den Nächten fünf bis 22 nach Gregors Transport stieg das PS-Aufkommen sogar an und unterschied sich hoch signifikant von den PS-Zeiten pro Nacht vor dem Transport (Abb. 4.4.17). Nach Julias Transport zeigte Jaqueline in den folgenden vier Nächten keinen PS und auch danach stieg das nächtliche PS-Aufkommen

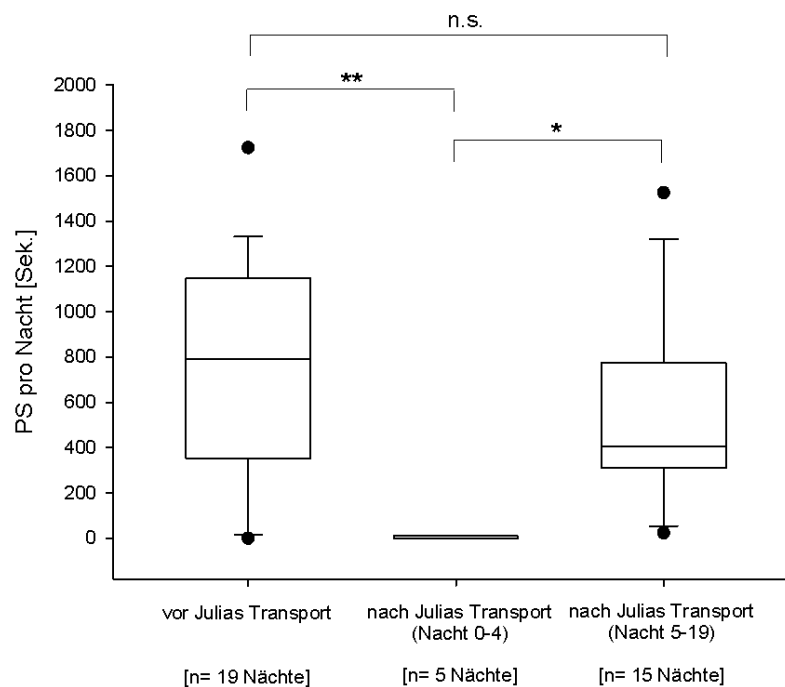
nur langsam an (Abb. 4.4.14). So unterschied sich die Zeit, die sie in den ersten fünf Nächten nach dem Transport im PS verbrachte hoch signifikant von der Zeit, die sie vor dem Transport pro Nacht mit PS verbrachte. Die Nächte fünf bis 19 nach Julias Transport unterschieden sich hinsichtlich des PS zwar signifikant von der vorangegangenen Phase, jedoch nicht von dem Zeitraum vor Julias Transport (Abb. 4.4.18).



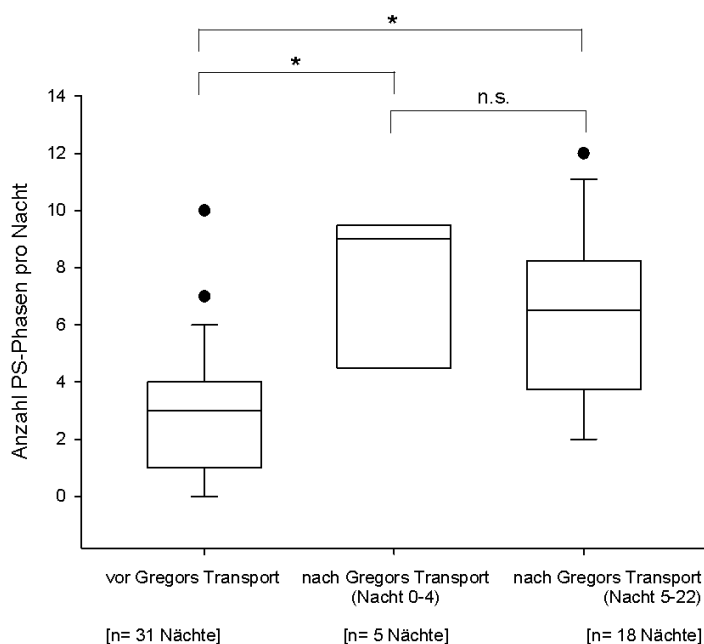
**Abb. 4.4.17: PS-Dauer der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht vor und nach Gregors Transport unter Berücksichtigung der drei Phasen (siehe Abb. 4.4.15). In den ersten fünf Nächten nach dem Transport der subadulten Giraffe Gregor unterschied sich das Liegeaufkommen des adulten Muttertieres Jaqueline nicht signifikant von dem Liegeaufkommen im Zeitraum vor dem Transport ( $n = 54$  Nächte,  $n.s. > 0,05$ ;  $**p < 0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**

Bei der Betrachtung der Anzahl der nächtlichen PS-Phasen ergibt sich ein ähnliches Bild, wie es sich bei Betrachtung der PS-Zeiten pro Nacht zeigte: in den Nächten null bis vier nach Gregors Transport erhöhte sich die Anzahl der PS-Phasen signifikant (Abb. 4.4.19). Ebenso unterscheiden sich die Nächte fünf bis 22 nach Gregors Transport signifikant vom Zeitraum vor Gregors Transport. In den ersten fünf Nächten nach Julias Transport zeigte Jaqueline eine hoch signifikant geringere Anzahl an PS-Phasen pro Nacht als vor

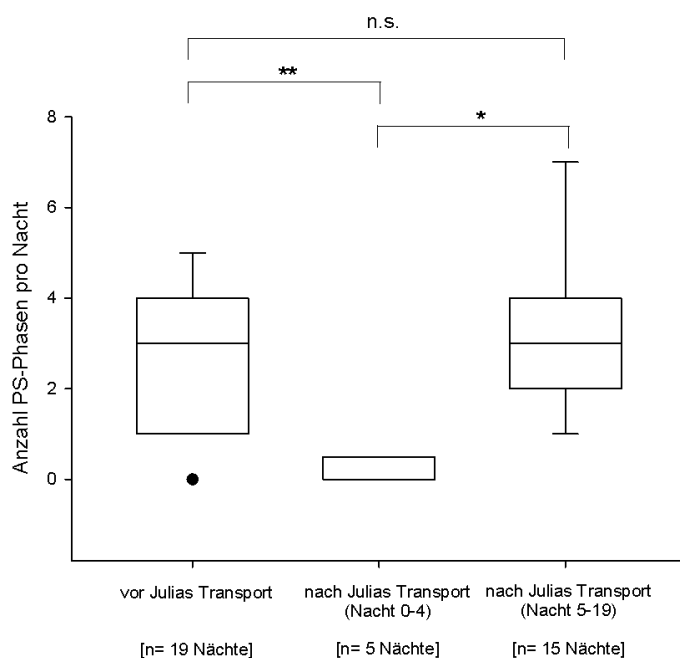
dem Transport. Dieser Unterschied egalisierte sich jedoch in den Nächten fünf bis 19 nach Julias Transport (Abb. 4.4.20). Zwar konnte vor und nach Gregors Transport kein signifikanter Unterschied bezüglich der PS-Phasenlänge gefunden werden ( $n= 251$  PS-Phasen;  $p>0,05$ ; Mann-Whitney U), jedoch zeigte sich, dass Jaqueline nach dem Transport Julias hoch signifikant kürzere PS-Phasen hatte als vor dem Transport (Abb. 4.4.21).



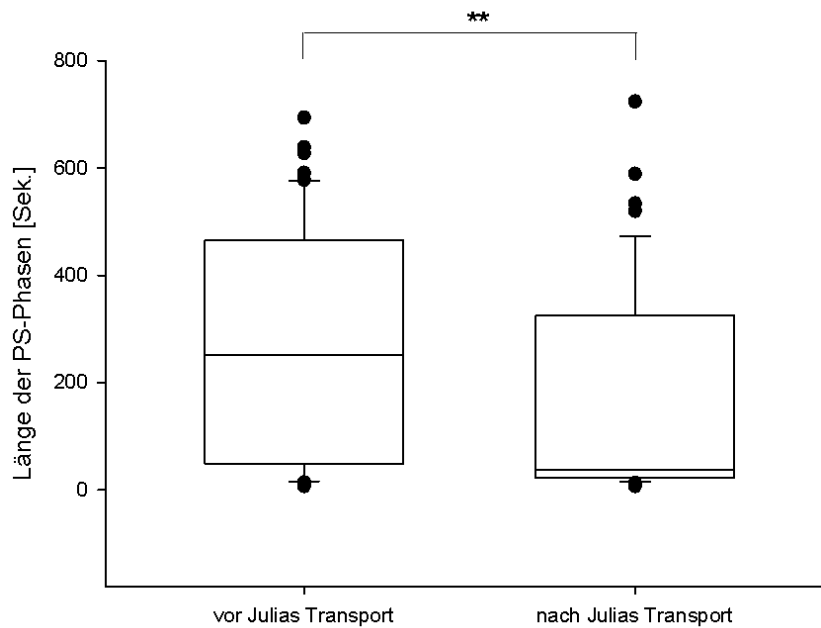
**Abb. 4.4.18: PS-Dauer der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht vor und nach Julias Transport unter Berücksichtigung der drei Phasen (siehe Abb. 4.4.16). In den ersten fünf Nächten nach dem Transport der subadulten Giraffe Julia unterschied sich die nächtliche PS-Dauer des adulten Muttertieres Jaqueline hoch signifikant von dem Liegeaufkommen des Zeitraums vor dem Transport ( $n= 39$  Nächte,  $n.s.>0,05$ ;  $*p<0,05$ ;  $**p<0,01$ ; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**



**Abb. 4.4.19: Anzahl der PS-Phasen der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht vor und nach Gregors Transport unter Berücksichtigung der drei Phasen (siehe Abb. 4.4.15). In den ersten fünf Nächten nach dem Transport der subadulten Giraffe Gregor hatte das Muttertier Jaqueline signifikant mehr nächtliche PS-Phasen als vor dem Transport (n= 54 Nächte, n.s.>0,05; \*p<0,05; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**



**Abb. 4.4.20: Anzahl der PS-Phasen der adulten Giraffe Jaqueline pro Nacht vor und nach Julias Transport unter Berücksichtigung der drei Phasen (siehe Abb. 4.4.16). In den ersten fünf Nächten nach dem Transport der subadulten Giraffe Julia hatte das Muttertier Jaqueline hoch signifikant weniger nächtliche PS-Phasen als vor dem Transport (n= 39 Nächte, n.s.>0,05; \*p<0,05; \*\*p<0,01; Kruskal-Wallis ANOVA, Post-hoc: Dunn).**



**Abb. 4.4.21: Länge der PS-Phasen des adulten Giraffenweibchens Jaqueline vor und nach Julias Transport. Nach dem Transport der subadulten Giraffe Julia, hatte das adulte Muttertier Jaqueline hoch signifikant kürzere PS-Phasen als vor dem Transport (n= 101 PS-Phasen, \*\*p<0,01; Mann-Whitney U).**

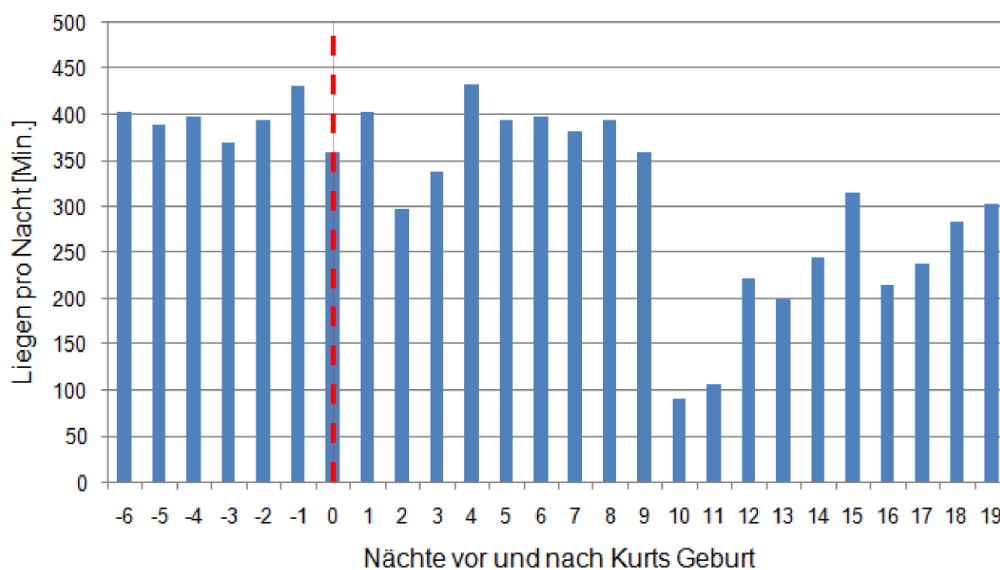
*Fazit: In der ersten Nacht nach den Transporten ihrer Jungtiere wies die Giraffenkuh Jaqueline nahezu keinen PS auf. Während sie nach Julias Transport auch in den folgenden vier Nächten wenig bis keinen PS zeigte, konnte wenige Tage nach Gregors Transport mehr PS bei ihr beobachtet werden, als dies im Zeitraum vor dem Transport der Fall war.*

#### 4.4.3 Reaktionen der Herdenmitglieder auf die Geburt eines Jungtieres

Im Folgenden sollen die Auswirkungen einer Geburt auf das Liege- und Schlafverhalten der Herdenmitglieder analysiert werden. Hierbei werden die Auswirkungen auf das Liege- und Schlafverhalten des Muttertieres außen vorgelassen, da diese unter 4.5 ausführlich besprochen werden.

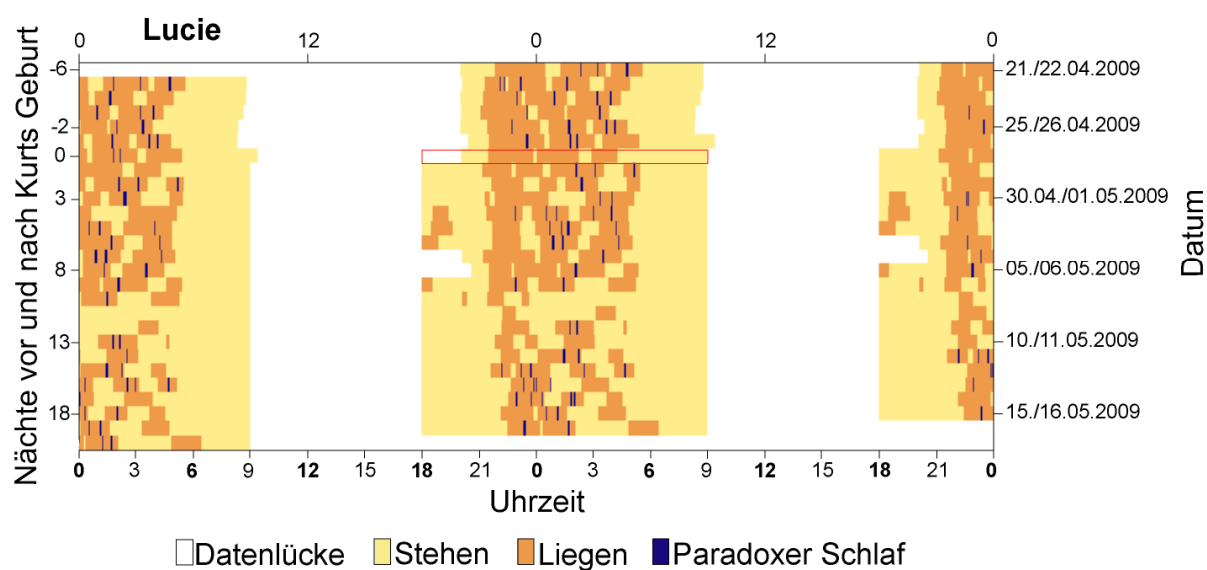
### Auswirkung von Kurts Geburt auf das Liege- und Schlafverhalten der adulten Giraffenkühe Lucie und Maud sowie des Giraffenbullen Gregor

In der Nacht der Geburt der Giraffe Kurt, lag die adulte Giraffenkuh Lucie 360 Minuten lang und somit ähnlich viel, wie es für sie unter „Normalbedingungen“ beschrieben wurde (Abb. 4.4.22; vgl. Tab. 4.1.3). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Lucie genau in dem Moment aus liegender Position aufsprang, als die neugeborene Giraffe Kurt zu Boden fiel. Im Anschluss legte sich Lucie für den Rest dieser Nacht nicht mehr ab (Abb. 4.4.23). Auch das adulte Giraffenweibchen Maud legte sich zu Beginn der Nacht in der Kurts Geburt stattdand wie gewohnt ab (Abb. 4.4.24). Nachdem aber drei Stunden vor der Niederkunft bereits die Beine des Jungtieres auf dem Video zu erkennen sind, legte sich Maud nur noch für 52 Minuten ab. Nach der Niederkunft, legte sich Maud ebenso wie Lucie für den Rest dieser Nacht nicht mehr ab (Abb. 4.4.24), so dass sie mit insgesamt 164 nächtlichen Liegeminuten in der Geburtsnacht nur etwa halb so lang lag, wie in den Nächten zuvor (Abb. 4.4.25).

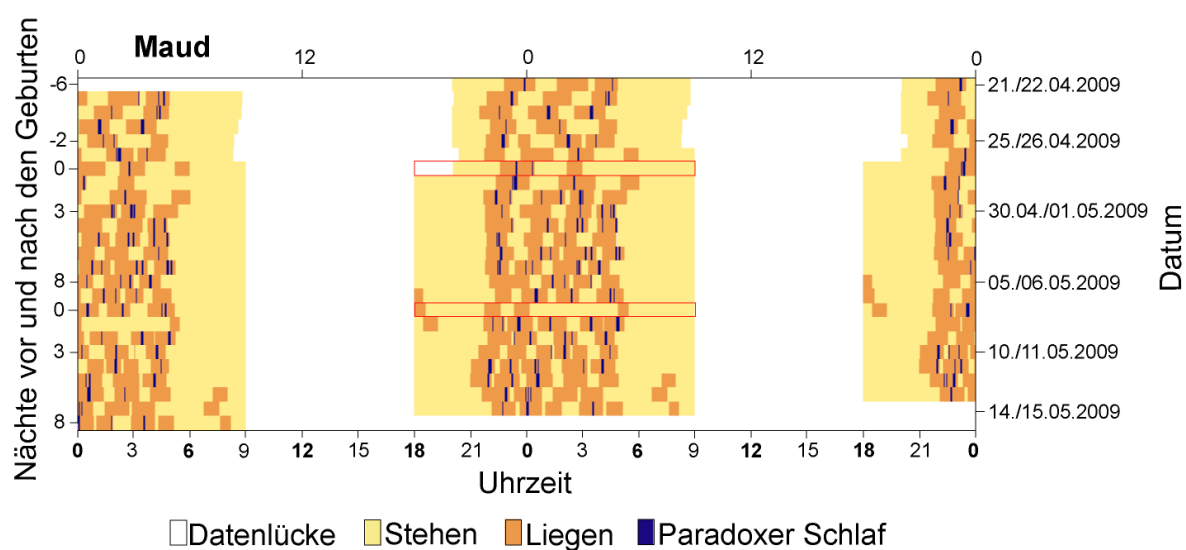


**Abb. 4.4.22: Liegedauer der adulten Giraffe Lucie pro Nacht vor und nach der Geburt der männlichen Giraffe Kurt. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Nacht von Kurts Geburt. In der zehnten Nacht nach Kurts Geburt wurde das Jungtier von Lucie (Lisa) geboren. In dieser Nacht lag die adulte Giraffe Lucie kaum.**

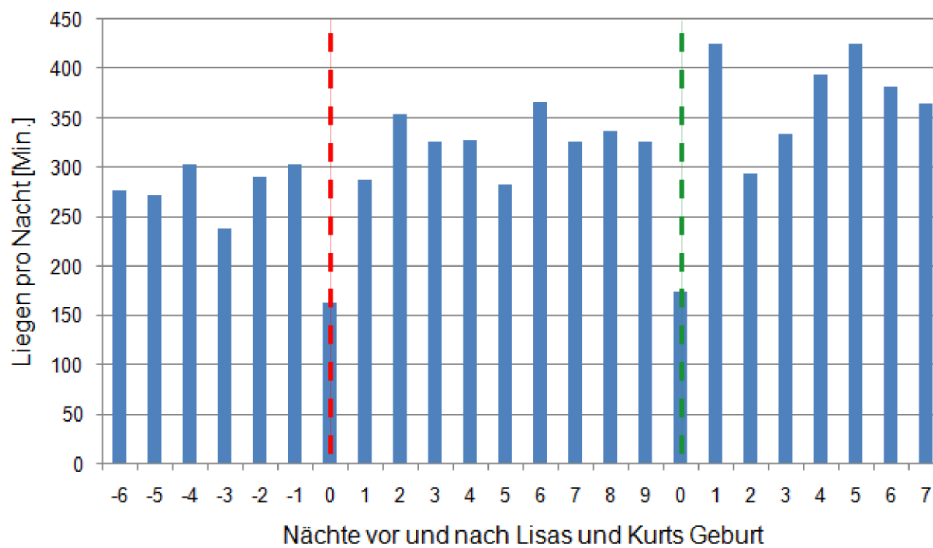




**Abb. 4.4.23:** Aktogramm der adulten Giraffe Lucie in Doppelplot-Darstellung vor und nach der Geburt der männlichen Giraffe Kurt. Die Nacht der Geburt ist rot umrandet. In der Geburtsnacht der männlichen Giraffe Kurt zeigte das adulte Weibchen Lucie keinen PS, legte sich jedoch wie gewohnt ab. In der zehnten Nacht nach Kurts Geburt wurde Lucies eigenes Jungtier, Lisa, geboren.

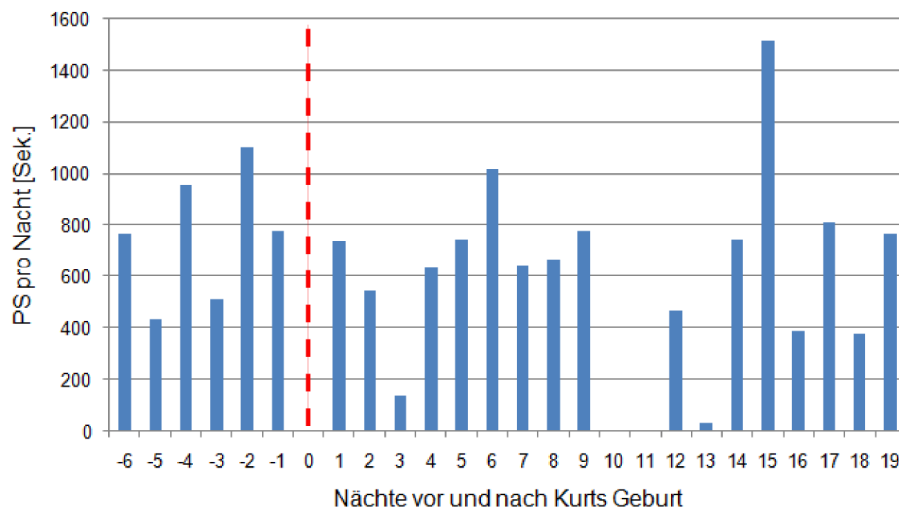


**Abb. 4.4.24:** Aktogramm der adulten Giraffe Maud in Doppelplot-Darstellung vor und nach den Geburten der beiden Jungtiere Kurt und Lisa. Der obere rote Kasten markiert die Nacht, in der die männliche Giraffe Kurt geboren wurde, während der untere rote Kasten die Geburt des Weibchens Lisa umrahmt. In beiden Geburtsnächten ist im Liegeverhalten der adulten Giraffe Maud eine deutliche Veränderung des Grundmusters zu erkennen. Während in den übrigen Nächten Liegephasen mit kurzen Stehphasen abwechselten, traten in den Geburtsnächten ungewöhnlich lang andauernde Stehphasen auf.

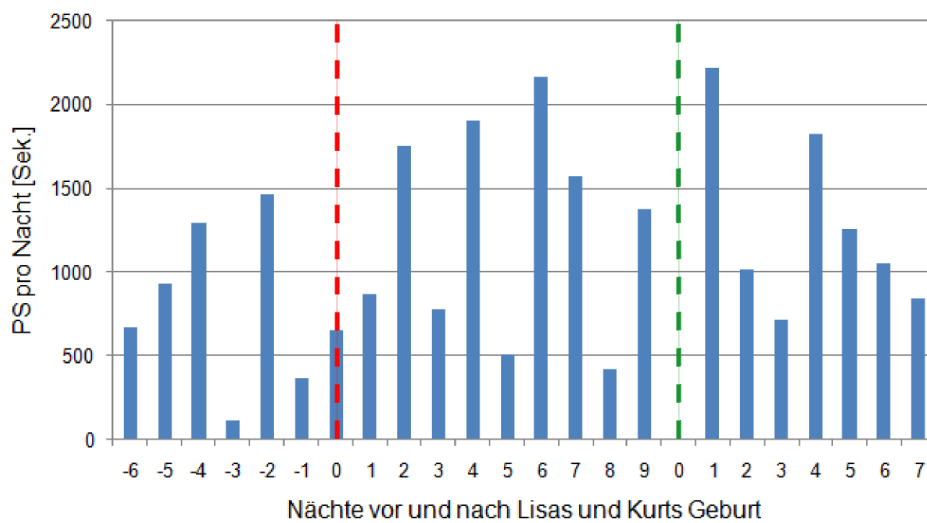


**Abb. 4.4.25: Liegedauer der adulten Giraffe Maud pro Nacht vor und nach den beiden Geburten der Jungtiere Kurt und Lisa. Die linke rot-gestrichelte Linie markiert die Nacht der männlichen Giraffe Kurt, während die rechte, grün-gestrichelte Linie Lisas Geburtsnacht kennzeichnet. In beiden Geburtsnächten lag die adulte Giraffe Maud weniger als in den übrigen Nächten.**

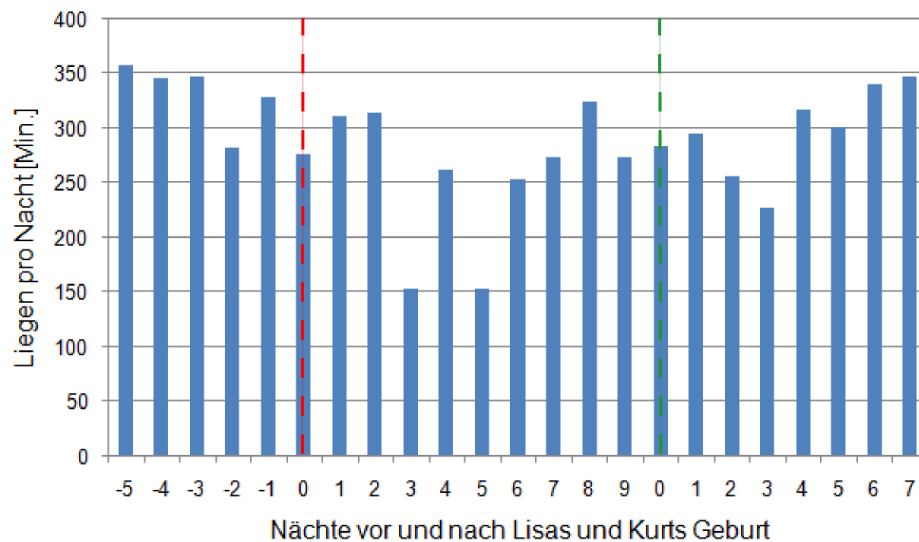
In der Geburtsnacht konnte bei Lucie kein PS beobachtet werden, was unter „Normalbedingungen“ nie vorkam (Abb. 4.4.23; 4.4.26). Die Giraffenkuh Maud hatte mit 10,9 Minuten PS in Kurts Geburtsnacht etwa halb so viel PS, wie es durchschnittlich unter „Normalbedingungen“ für sie der Fall war (siehe Tab. 4.1.3). Jedoch konnte bei ihr in den Nächten vor und nach Kurts Geburt ähnlich wenig PS wie in der Geburtsnacht selbst beobachtet werden (Abb. 4.4.27). Allerdings ist hervorzuheben, dass sich die PS-Zeit der Giraffe Maud in Kurts Geburtsnacht nur aus zwei PS-Phasen zusammensetzte, die beide zu Beginn der Nacht auftraten. Bereits ab dem Zeitpunkt, als die Beine des Jungtieres auf dem Video zu erkennen waren, zeigte Maud in dieser Nacht keinen PS mehr (Abb. 4.4.24).



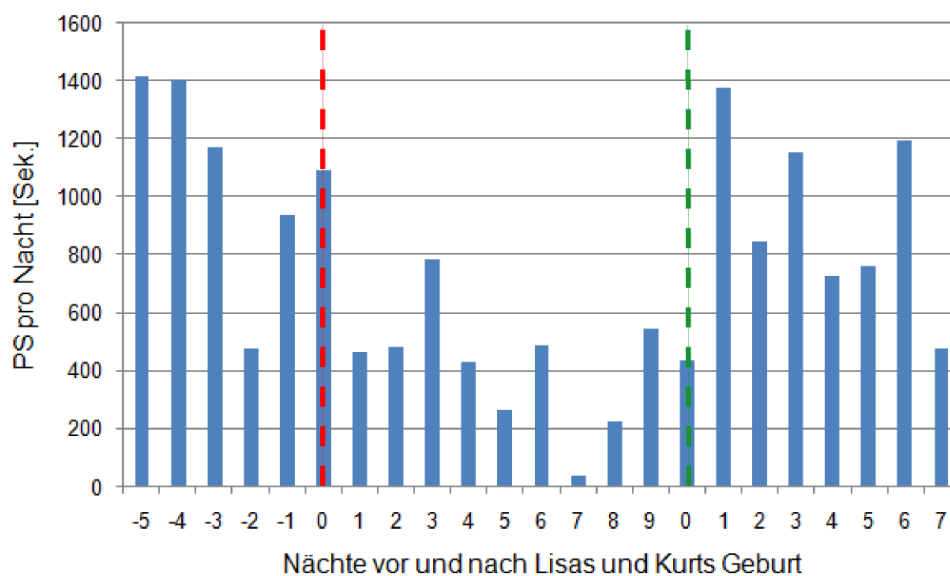
**Abb. 4.4.26:** PS-Dauer der adulten Giraffe Lucie pro Nacht vor und nach Kurts Geburt. Die rot-gestrichelte Linie markiert die Nacht von Kurts Geburt. In der Geburtsnacht der männlichen Giraffe Kurt, hatte die adulte Giraffe Lucie keinen PS. Dies war in den übrigen Nächten nur am zehnten und elften Tag nach Kurts Geburt zu beobachten. Hierbei ist zu beachten, dass in der zehnten Nacht nach Kurts Geburt Lucies eigenes Jungtier, Lisa, geboren wurde.



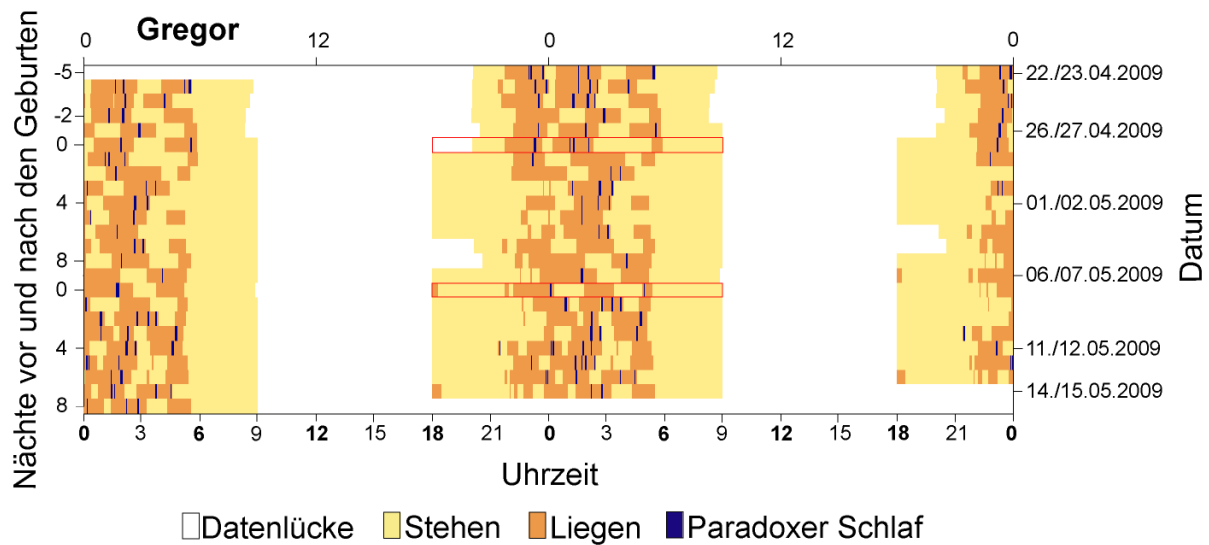
**Abb. 4.4.27:** PS-Dauer der adulten Giraffe Maud pro Nacht vor und nach den Geburten der beiden Jungtiere Kurt und Lisa. Die linke rot-gestrichelte Linie markiert die Nacht von Kurts Geburt, während die rechte grün-gestrichelte Linie Lisas Geburtsnacht kennzeichnet. Während die adulte Giraffe Maud in der Geburtsnacht der weiblichen Giraffe Lisa keinen PS machte, konnte in der Geburtsnacht der männlichen Giraffe Gregor bei Maud PS beobachtet werden.



**Abb. 4.4.28:** Liegedauer des Giraffenbullen Gregor pro Nacht vor und nach den beiden Geburten der Jungtiere Kurt und Lisa. Die linke, rot-gestrichelte Linie markiert die Nacht von Kurts Geburt, während die rechte grün-gestrichelte Linie Lisas Geburtsnacht kennzeichnet. Die nächtliche Liegedauer des Giraffenbullen Gregor zeigte während der Geburten der beiden Giraffen nahezu keine Veränderungen.



**Abb. 4.4.29:** PS-Dauer des Giraffenbullen Gregor pro Nacht vor und nach den beiden Geburten der Jungtiere Kurt und Lisa. Die linke rot-gestrichelte Linie markiert die Nacht von Kurts Geburt, während die rechte grün-gestrichelte Linie Lisas Geburtsnacht kennzeichnet. Die nächtliche PS-Dauer des Giraffenbullen Gregor war im Beobachtungszeitraum großen Schwankungen unterlegen. In den Geburtsnächten konnten keine auffälligen Veränderungen im PS-Aufkommen des Giraffenbullen beobachtet werden.



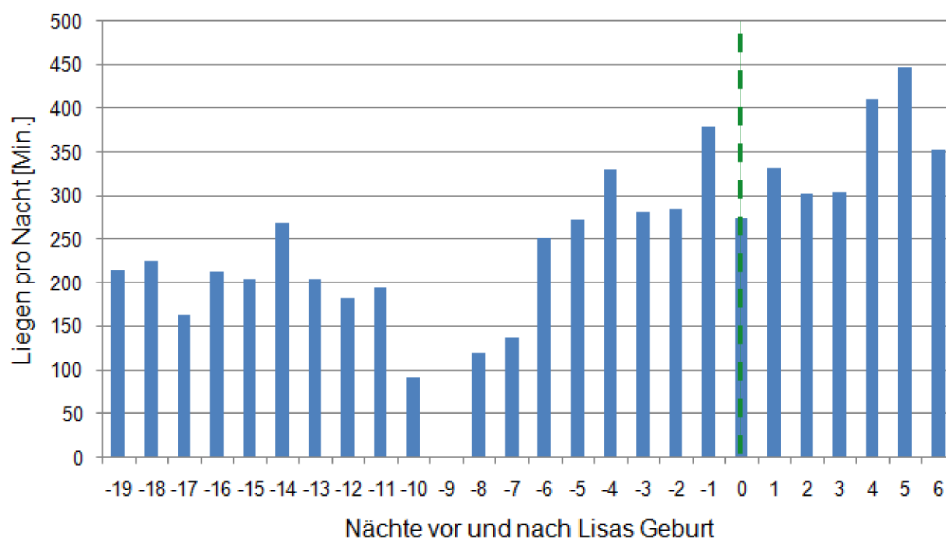
**Abb. 4.4.30: Aktogramm des Giraffenbullens Gregor in Doppelplot-Darstellung vor und nach den Geburten der beiden Jungtiere Kurt und Lisa. Der obere rote Kasten markiert die Nacht, in der Kurt geboren wurden, während der untere rote Kasten Lisas Geburtsnacht umrahmt. In der Geburtsnacht der männlichen Giraffe Kurt konnte im Aktogramm des Giraffenbullens Gregor eine außerordentlich lange Stehphase beobachtet werden.**

Der Giraffenbulle Gregor zeigte kaum Veränderungen im Liege- und Schlafverhalten als Reaktion auf die Geburt des Jungtieres Kurt. Weder seine Liegezeiten noch die Zeit, die er im PS verbrachte, unterschied sich nach der Geburt auffällig von den Tagen vor der Geburt (Abb. 4.4.28; Abb. 4.4.29). Allein in der Nacht der Geburt des Jungtieres Kurt ist eine ungewöhnlich lange Stehphase Gregors von 2:20 Uhr bis 5:21 Uhr zu erkennen (Abb. 4.4.30). In diesem Zeitraum erfolgten auch die wesentlichen Phasen der Geburt. Im Anschluss an die Geburt konnte auch beim Giraffenbullens Gregor für die restliche Nacht kein PS mehr beobachtet werden (Abb. 4.4.30).

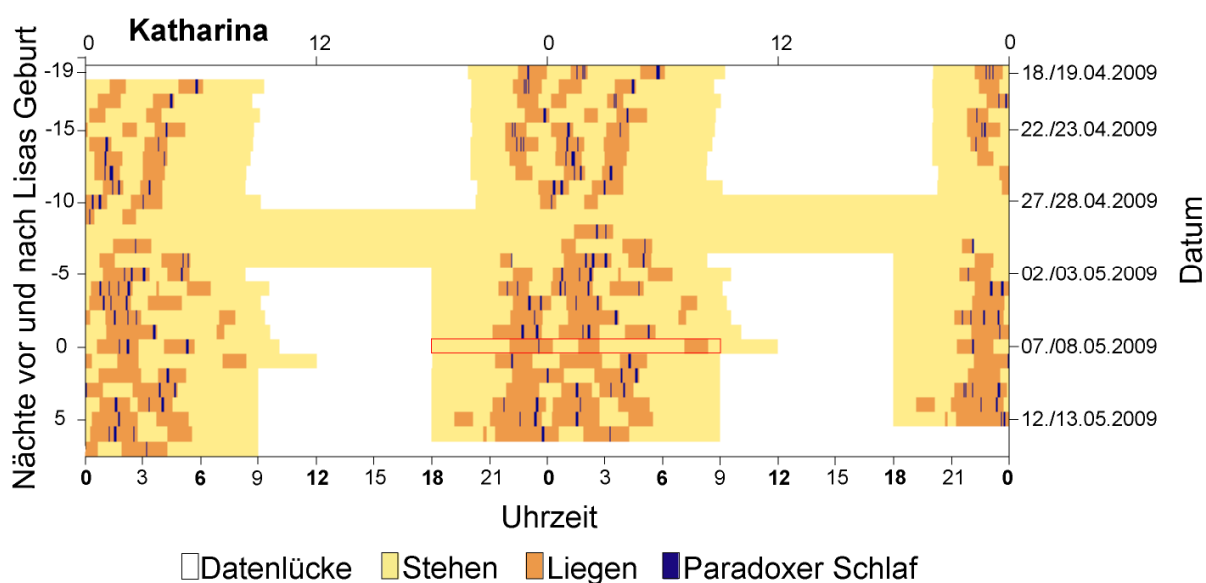
**Fazit: Die beiden adulten Giraffenkühe Lucie und Maud legten sich in der Nacht der Geburt von Giraffe Kurt nach erfolgter Niederkunft für diese Nacht nicht mehr ab und zeigten somit auch keinen PS. Der Giraffenbulle Gregor wies zwar nach der Geburt ebenfalls keinen PS auf, legte sich aber bereits kurz nach der Geburt wieder ab.**

### Auswirkung von Lisas Geburt auf das Liege- und Schlafverhalten der adulten Giraffenkühe Katharina und Maud sowie des Giraffenbullen Gregor

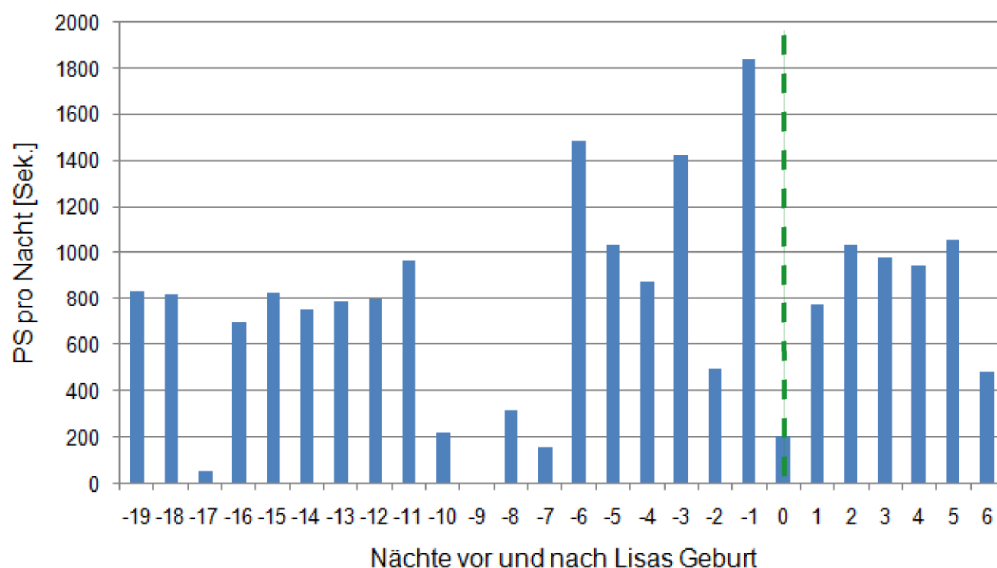
Ähnliche Beobachtungen wie nach der Geburt der männlichen Giraffe Kurt, konnten auch nach der Geburt der weiblichen Giraffe Lisa, deren Mutter die Giraffenkuh Lucie ist, gemacht werden. Zu Beginn der Geburtsnacht, legte sich die adulte Giraffenkuh Maud wie in den Nächten zuvor und danach ab. Jedoch stand sie zehn Minuten vor Lisas Niederkunft auf und zeigte danach eine für sie ungewöhnlich lange Stehphase von 3:45 Stunden, bevor sie sich um 5:21 Uhr wieder für 34 Minuten ablegte (Abb. 4.4.24). Somit lag die Giraffenkuh Maud in beiden Geburtsnächten ungewöhnlich wenig (Abb. 4.4.25). Auch das adulte Giraffenweibchen Katharina legte sich zu Beginn der Geburtsnacht wie gewohnt ab. Zwar stand Katharina zum Zeitpunkt der Niederkunft, legte sich jedoch im Gegensatz zu Maud bereits 20 Minuten später wieder ab. Somit lag Katharina in der Nacht von Lisas Geburt insgesamt 275 Minuten, was nur geringfügig weniger war als in den Nächten vor der Geburt (Abb. 4.4.31). Jedoch fällt im Aktivitätsmuster von Katharina in der Nacht von Lisas Geburt eine ungewöhnlich lange Stehphase in der Zeit von 2:44 Uhr bis 7:08 Uhr auf (Abb. 4.4.32).



**Abb. 4.4.31: Liegedauer der adulten Giraffe Katharina pro Nacht vor und nach Lisas Geburt. Die grün-gestrichelte Linie markiert die Nacht von Lisas Geburt. Während die Geburt der Giraffe Lisa keinen Einfluss auf das Liegeverhalten der adulten Giraffe Katharina zu haben schien, legte sie sich in der neunten Nacht vor Lisas Geburt nicht ab. In dieser Nacht wurde Katharinas eigenes Jungtier, Kurt, geboren.**



**Abb. 4.4.32: Aktogramm der adulten Giraffe Katharina in Doppelplot-Darstellung vor und nach Lisas Geburt. Die rote Umrandung markiert die Nacht von Lisas Geburt. In der Geburtsnacht der Giraffe Lisa findet sich im Aktogramm der adulten Giraffe Katharina eine ungewöhnlich lange Stehphase. In der neunten Nacht vor Lisas Geburt legte sie sich gar nicht ab. In dieser Nacht wurde ihr eigenes Jungtier, Kurt, geboren.**



**Abb. 4.4.33: PS-Dauer der adulten Giraffe Katharina pro Nacht vor und nach Lisas Geburt. Die grün-gestrichelte Linie markiert die Nacht von Lisas Geburt. In der Geburtsnacht der weiblichen Giraffe Lisa hatte die adulte Giraffe Katharina nur etwa 200 Sekunden PS. In der neunten Nacht vor Lisas Geburt hatte das adulte Giraffenweibchen Katharina überhaupt keinen PS. In dieser Nacht wurde Katharinas eigenes Jungtier, Kurt, geboren.**

Während sich das Liegeverhalten teilweise nur geringfügig änderte, zeigten die adulten Giraffenweibchen Maud und Katharina nach der Geburt Lisas deutliche Veränderungen im PS-Verhalten: Während bei Katharina in der gesamten Geburtsnacht nur eine einzige PS-Phase von 205 Sekunden Länge registriert wurde, die etwa eine Stunde vor Lisas Geburt beobachtet worden war (Abb. 4.4.32; Abb. 4.4.33), zeigte die Giraffe Maud in Lisas Geburtsnacht überhaupt keinen PS (Abb. 4.4.27).

Der Giraffenbulle Gregor zeigte während Lisas Geburtsnacht keinerlei Abweichungen im Liege- und PS-Verhalten (Abb. 4.4.28; Abb. 4.4.30). Zwar konnte bei Gregor nach Lisas Geburt nur noch eine einzige kurze PS-Phase von 109 Sekunden Länge beobachtet werden, allerdings verbrachte Gregor auch in den Nächten vor der Geburt nur wenig Zeit im PS. Gregors PS-Muster änderte sich jedoch deutlich in den Nächten nach Lisas Geburt, in denen er mehr Zeit pro Nacht mit PS verbrachte als vor der Geburt (Abb. 4.4.29).

***Fazit: Die beiden weiblichen Giraffen Katharina und Maud zeigten nach erfolgter Niederkunft ihrer „Nichte“ Lisa in der Geburtsnacht keinen PS mehr. Der Giraffenbulle Gregor hingegen zeigte keinerlei Anzeichen eines veränderten Liegeverhaltens in Lisas Geburtsnacht.***

***Die hier untersuchten Veränderungen in der Herdenstruktur hatten in den meisten Fällen signifikante Veränderungen im Liege- und Schlafverhalten zur Folge. Diese Veränderungen waren je nach Stressor und Individuum über einen unterschiedlich langen Zeitraum messbar: So legte sich beispielsweise die adulte Giraffenkuh Jaqueline nach dem Tod des Giraffenbullens George nahezu drei Wochen lang nicht ab, während das Giraffenweibchen Lucie nach der Geburt des Jungtieres Kurt für die Dauer einer Nacht keinen PS zeigte.***



## 4.5 Einfluss der Geburt eines Jungtieres auf das Schlaf- und Liegeverhalten des Muttertieres

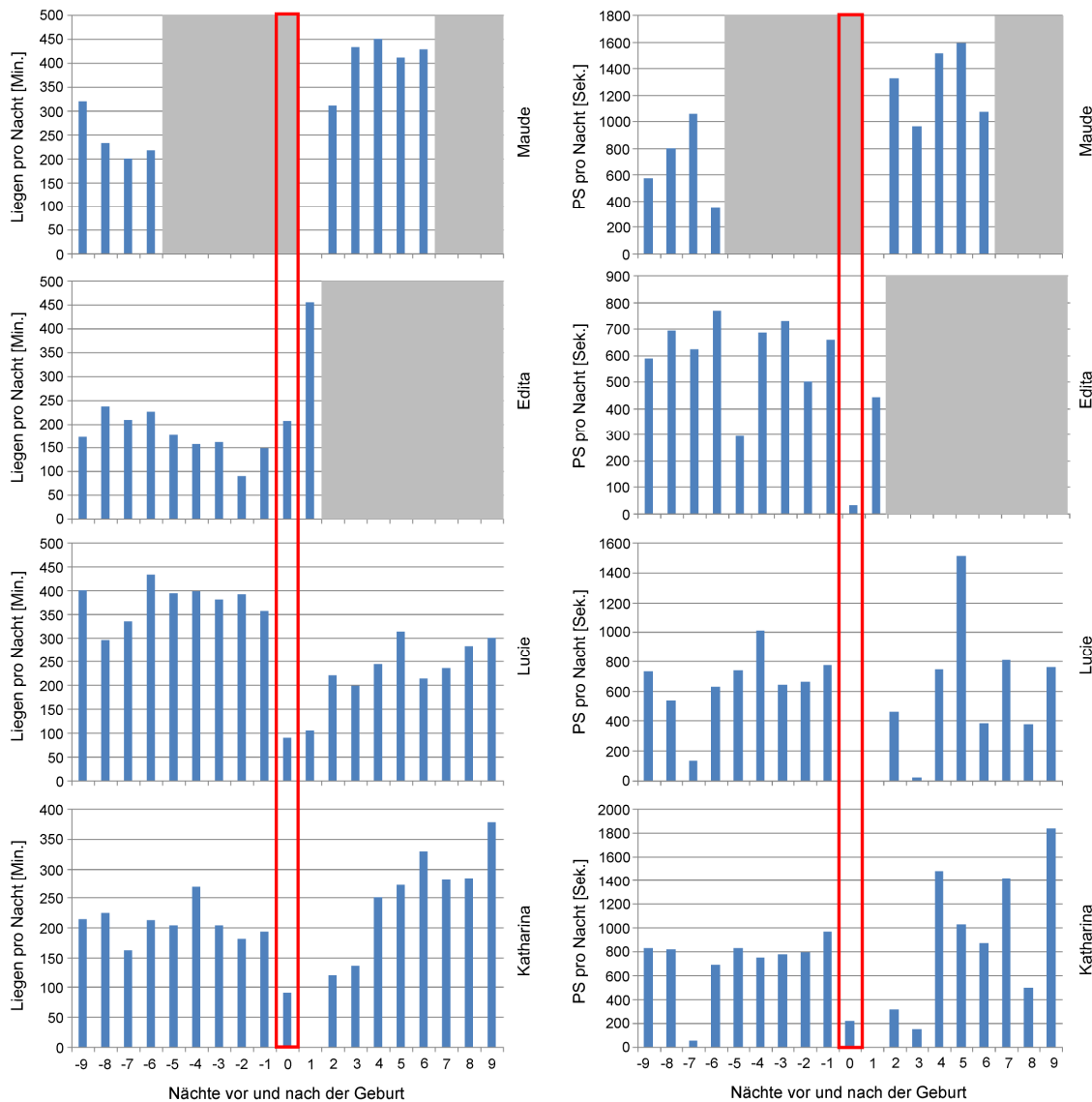
Im Folgenden werden die Auswirkungen der Geburt eines Jungtieres auf das Liege- und Schlafverhalten des Muttertieres beschrieben. Bei der Betrachtung des Liegeverhaltens der vier beobachteten Giraffenmütter (Katharina, Lucie, Edita und Maud) fällt auf, dass sich deren Liegezeiten in den Nächten *vor* der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres deutlich voneinander unterschieden (Tab. 4.5.1). Die Giraffenkuh Edita lag mit durchschnittlich 165 Minuten ( $\pm 13,7$ ) pro Nacht am wenigsten, während sich Lucie mit durchschnittlich 385 Minuten ( $\pm 8,5$ ) am häufigsten ablegte. In der Nacht der Geburt ihrer jeweiligen Jungtiere legten sich Katharina und Lucie mit 93 bzw. 92 Minuten deutlich weniger ab, als in den vorangegangenen Nächten (Abb. 4.5.1). Dabei ist zu beachten, dass beide Tiere in der Geburtsnacht ausschließlich vor der Geburt ihres Jungtieres lagen und sich nach erfolgter Niederkunft in dieser Nacht nicht mehr ablegten. Edita hingegen legte sich bereits vier Stunden nach der Niederkunft ihres Jungtieres ab und verbrachte in der Geburtsnacht mit insgesamt 209 Minuten mehr Zeit liegend als durchschnittlich in den Nächten zuvor.

**Tab. 4.5.1: Liege- und PS-Zeiten mit Standardfehler (SF) der vier Giraffenmütter vor und nach der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres. Die adulten Weibchen Katharina und Lucie lagen nach der Geburt ihres jeweiligen weniger als im Zeitraum vor der Geburt. Hingegen lag die Giraffenkuh Edita nach der Geburt ihres Jungtieres mehr als zuvor.**

Giraffe	Liegen vor der Geburt ( $\pm$ SF) [Min.]	PS vor der Geburt ( $\pm$ SF) [Min.]	Uhrzeit Geburt [h]	Liegen in der Geburtsnacht [Min.]	PS in der Geburtsnacht [Min.]	Nächte [n]
Katharina	209 ( $\pm 9,9$ )	12,2 ( $\pm 1,5$ )	04:18	93	3,7	19
Lucie	385 ( $\pm 8,5$ )	11,0 ( $\pm 1,3$ )	00:21	92	0	19
Edita	165 ( $\pm 13,7$ )	10,3 ( $\pm 0,8$ )	18:45	209	0,6	11
Maud	259 ( $\pm 19,5$ )	13,9 ( $\pm 2,3$ )	Datenlücke	Datenlücke	Datenlücke	12

In der ersten Nacht *nach* der Geburt lagen die Giraffenmütter Katharina und Lucie ebenfalls deutlich kürzer als im Zeitraum vor der Geburt. So legte sich Katharina überhaupt nicht ab und Lucie lag nur 107 Minuten. In den darauffolgenden beiden Nächten lagen beide Giraffen wieder deutlich länger, wenn auch immer noch kürzer als

in den Nächten vor der Geburt (Abb. 4.5.1). Auch Maud legte sich in der ersten Nacht nach der Geburt nicht ab. Edita hingegen lag in der ersten Nacht nach der Geburt mit 456 Minuten mehr als doppelt so lang wie in den Nächten vor der Geburt ihres Jungtieres.



**Abb. 4.5.1: Liegezeiten (links) und PS-Zeiten (rechts) der vier weiblichen Giraffen pro Nacht um den Zeitpunkt der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres. Nacht null entspricht jeweils der Nacht der Geburt und wurde daher rot umrandet. Grau hinterlegte Flächen markieren Datenlücken. Alle vier beobachteten Muttertiere hatten in der Nacht der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres im Vergleich zu den Nächten vor der Geburt sehr wenig bis gar keinen PS. Während die Giraffenweibchen Katharina, Maud und Lucie auch in der ersten Nacht nach der Geburt ihrer jeweiligen Jungtiere keinen PS hatten, konnte bei der Giraffenkuh Edita PS beobachtet werden. Edita wurde bereits vor Beginn der zweiten Nacht von ihrem Jungtier getrennt. Das Jungtier der Giraffe Maud starb vor Beginn der zweiten Nacht nach der Geburt.**

Bei Betrachtung des PS zeigt sich, dass alle vier Giraffenmütter im Zeitraum vor der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres im Mittel ähnlich viel Zeit pro Nacht im PS verbrachten (Tab. 4.5.1). Am meisten PS pro Nacht konnte mit durchschnittlich 14 Minuten ( $\pm 2,3$ ) pro Nacht bei der Giraffenkuh Maud beobachtet werden und am wenigsten Zeit im PS verbrachte Edita mit 10 Minuten ( $\pm 0,8$ ) pro Nacht. In der Nacht der Geburt ihrer jeweiligen Jungtiere verbrachten die Giraffenweibchen Katharina und Edita nur wenige Sekunden mit PS, während Lucie überhaupt keinen PS aufwies. Dabei ist zu beachten, dass Katharina die wenigen Sekunden PS in der Geburtsnacht ausschließlich vor der Geburt zeigte. Darüber hinaus wiesen die beiden Giraffenkühe Katharina und Lucie in den ersten drei Nächten nach der Geburt nur wenig bis gar keinen PS auf (Abb. 4.5.1). Auch das adulte Weibchen Maud zeigte in der ersten Nacht nach der Geburt keinerlei PS, jedoch verbrachte sie in der zweiten Nacht nach der Geburt sowie in den darauffolgenden Nächten deutlich mehr Zeit pro Nacht mit PS als im Zeitraum vor der Geburt ihres Jungtieres. Hier ist zu beachten, dass ihr Jungtier zu diesem Zeitpunkt bereits tot war, da es im Alter von 1,5 Tagen und (somit vor der zweiten Nacht) eingeschläfert werden musste. Im Gegensatz zu den anderen drei Giraffenmüttern verbrachte Edita bereits in der ersten Nacht nach der Geburt mit 7,4 Minuten nahezu so viel Zeit im PS wie durchschnittlich im Zeitraum vor der Geburt ihres Jungtieres.

***Fazit: Die beobachteten Giraffenmütter zeigten in den ersten Nächten nach der Geburt ihres jeweiligen Jungtieres ein verändertes Liege- und Schlafverhalten. Während die adulten Weibchen Katharina, Lucie und Maud sowohl in der Geburtsnacht als auch in der Nacht nach der Geburt weniger lagen und weniger PS hatten als in den Nächten vor der Geburt, lag die Giraffenkuh Edita, die ihr Jungtier nicht annahm, länger.***

#### 4.6 Einfluss sonstiger Stressoren auf das Liege- und Schlafverhalten der Giraffe Gregor sowie auf die 11,17-DOA-Konzentration in dessen Kot

Während der Eingewöhnung der subadulten, männlichen Giraffe Gregor traten sechs Ereignisse auf, die den Tierpfleger für den Gesundheitszustand Gregors relevant erschienen und daher vermerkt wurden (siehe 3.3.5.6 sowie Tab. 4.6.1).

**Tab. 4.6.1: Aufstellung der Ereignisse, die von den Tierpflegern während der Eingewöhnungsphase der Giraffe Gregor im neuen Stall notiert wurden.**

Nr.	Datum	Ereignis
1	28.1.2007	Gregor ist zum ersten Mal mit den neuen Herdenmitgliedern zusammen.
2	1./2.2.2007	Weibliche Giraffe Luzi verfängt sich im Futternetz, restliche Giraffen sind nervös.
3	15.2.2007	Gregor beißt sich beim ausgelassenen Spiel auf die Zunge.
4	1.3.2007	Gregor ist zum ersten Mal im Treibgang und im Vorgehege.
5	28.3.2007	Gregor ist hingefallen und hat sich dabei am Fesselgelenk verletzt.
6	19.4.2007	Gregor ist zum ersten Mal auf der Außenanlage, die Tür zum Stall ist geschlossen.

Die Referenzzeiträume für die 11,17-DOA-Konzentration, die wie unter 3.3.5.6 beschrieben, gebildet wurden, sind in Tabelle 4.6.2 wiedergegeben.

**Tab. 4.6.2: Die den Ereignissen (vgl. Tab. 4.6.1) zugeordneten sechs Referenzzeiträume, die sich je über 15 Tage vor und 15 Tage nach dem jeweiligen Ereignis erstreckten. Die Referenzzeiträume konnten sich zeitlich überschneiden.**

Ereignis Nr.	Referenzzeitraum	
	von	Bis
<b>1</b>	13.1.2007	12.2.2007
<b>2</b>	17.1.2007	16.2.2007
<b>3</b>	31.1.2007	2.3.2007
<b>4</b>	14.2.2007	16.3.2007
<b>5</b>	13.3.2007	12.4.2007
<b>6</b>	4.4.2007	4.5.2007

### **Auswirkung der sechs Ereignisse auf die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot der männlichen Giraffe Gregor**

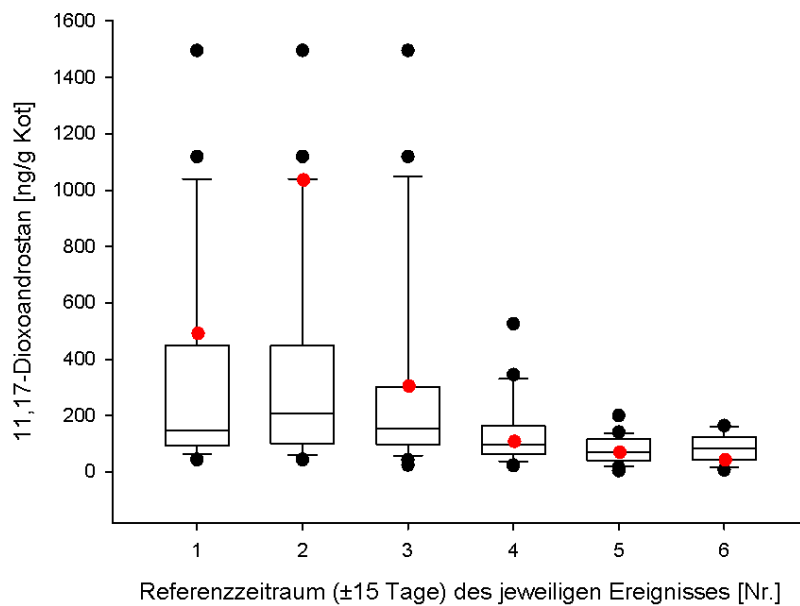
Am Tag nachdem Gregor zum ersten Mal mit den übrigen Herdenmitgliedern vergesellschaftet wurde (Ereignis Nr. 1, Tab. 4.6.1), wies Gregor im Kot eine 11,17-DOA-Konzentration von 495,5 ng/g Kot auf (Tab. 4.6.3). Dieser Wert liegt über dem oberen Quantil der 11,17-DOA-Konzentrationen, die 15 Tage vor und nach diesem Ereignis gemessen wurden (Abb. 4.6.1). Am Tag nachdem sich die weibliche Giraffe Lucie in Gregors Nachbarbox im Futternetz verfangen (siehe Ereignis Nr. 2, Tab. 4.6.1) konnte in Gregors Kot eine 11,17-DOA-Konzentration von 1.040 ng/g Kot gemessen werden. Dieser Wert ist dreimal so hoch wie der durchschnittliche Wert der 11,17-DOA-Konzentrationen des zugehörigen Referenzzeitraumes (Abb. 4.6.1). Nachdem Gregor sich auf die Zunge gebissen hatte (Ereignis Nr. 3, Tab. 4.6.1), zum ersten Mal den Treibgang mit Vorgehege betreten hatte (Ereignis Nr. 4, Tab. 4.6.1), hingefallen war und sich am Fesselgelenk verletzt hatte (Ereignis Nr. 5, Tab. 4.6.1) sowie nachdem er zum

ersten Mal die Außenanlage betreten hatte (Ereignis Nr. 6, Tab. 4.6.1), zeigten die ermittelten 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot am Tag nach den Ereignissen keine vom Referenzzeitraum stark abweichenden Werte und lagen jeweils zwischen dem unteren und oberen Quantil aller 11,17-DOA-Konzentrationen der zugehörigen Referenzzeiträume. Am Folgetag nach den Ereignissen Nr. 4 und Nr. 5 entsprachen die 11,17-DOA-Konzentrationen im Kot sogar nahezu dem Median-Wert des zugehörigen Referenzzeitraumes (Abb. 4.6.1).

**Tab. 4.6.3: Folgende Parameter wurden nach den sechs in Tabelle 4.6.1 aufgelisteten Ereignissen untersucht: die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor am Tag nach dem Ereignis sowie die nächtliche Dauer des Liegens und des PS in der Nacht nach dem Ereignis. Diesen Werten wurden die Durchschnittswerte sowie der Standardfehler (SF) der jeweiligen Referenzzeiträume (Ereignis  $\pm 15$  Tage bzw. Nächte) gegenübergestellt. Nach allen sechs Ereignisse wichen die PS-Zeiten der Folgenacht stark von dem jeweiligen Referenzzeitraum ab.**

Ereignis	11,17-DOA [ng/g Kot]		Liegen pro Nacht [Min.]		PS pro Nacht [Sek.]	
	Folgetag nach dem Ereignis	Referenzzeitraum $\bar{x} \pm 15$ Tage ( $\pm$ SF)	Folgenacht nach dem Ereignis	Referenzzeitraum $\bar{x} \pm 15$ Nächte ( $\pm$ SF)	Folgenacht nach dem Ereignis	Referenzzeitraum $\bar{x} \pm 15$ Nächte ( $\pm$ SF)
1	495,5	323,6 ( $\pm 68,0$ )	241	398 ( $\pm 25,3$ )	0	884 ( $\pm 134$ )
2	1040,0	338,5 ( $\pm 67,0$ )	245	375 ( $\pm 23,9$ )	520	752 ( $\pm 120$ )
3	309,1	285,8 ( $\pm 66,9$ )	353	370 ( $\pm 20,2$ )	1396	615 ( $\pm 106$ )
4	112,4	139,0 ( $\pm 23,7$ )	453	413 ( $\pm 19,1$ )	2453	740 ( $\pm 109$ )
5	74,2	80,8 ( $\pm 10,4$ )	310	505 ( $\pm 12,2$ )	0	1013 ( $\pm 97,3$ )
6	47,6	83,9 ( $\pm 11,3$ )	477	493 ( $\pm 10,0$ )	72	839 ( $\pm 75$ )

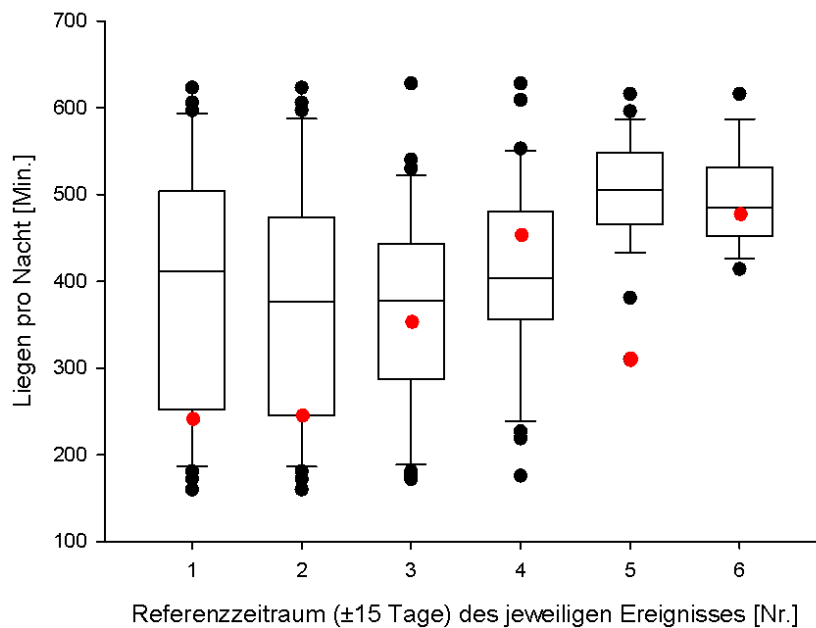
**Fazit: Während das Ereignis Nr. 2 am Folgetag eine starke Erhöhung der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor nach sich zog, konnte nach den Ereignissen Nr. 3, Nr. 4, Nr. 5 und Nr. 6 keine Abweichungen festgestellt werden.**



**Abb. 4.6.1: Box-Plot-Diagramm der 11,17-Dioxoandrostan-Konzentration in Abhängigkeit vom jeweiligen Referenzzeitraum der sechs Ereignisse. Die roten Punkte markieren die Konzentrationen, die an dem auf das jeweilige Ereignis folgenden Tag im Kot ermittelt wurden. Nur nach dem Ereignis Nr. 2 konnte im Kot der subadulten Giraffe Gregor eine 11,17-DOA-Konzentration gemessen werden, die stark von den übrigen 11,17-DOA-Konzentrationen des Referenzzeitraumes abweicht.**

### **Auswirkungen der sechs Ereignisse auf die nächtliche Liegedauer der Giraffe Gregor**

In der Nacht nach dem Ereignis Nr. 1 lag die männliche Giraffe Gregor 241 Minuten. Dies ist deutlich unterhalb der durchschnittlichen Liegezeit des zugehörigen Referenzzeitraumes (Tab. 4.6.3; Abb. 4.6.2). In der Nacht nach dem Ereignis Nr. 2 lag Gregor 245 Minuten. Zwar begrenzt dieser Wert das untere Quantil der Liegezeiten, die 15 Nächte vor und nach dem Ereignis Nr. 2 ermittelt wurden, und stellt somit nicht den Minimalwert dar, jedoch ist zu beachten, dass sich das Ereignis Nr. 2 in der Nacht ereignete und bis in den Morgen andauerte. Der Großteil der ermittelten Liegedauer verbrachte Gregor somit noch *vor* dem Ereignis. Danach zeigte er zwischen 23:15 Uhr und 03:45 Uhr eine für ihn ungewöhnlich lange Stehphase (Abb. 4.3.1a) und lag anschließend nur noch 76 Minuten. Somit zählt die nächtliche Liegezeit zwar bereits zu den unteren 25% der Liegezeiten des Referenzzeitraumes, täuscht jedoch aufgrund des zuvor Gesagten, über die tatsächlich deutlich niedrigere Liegezeit nach diesem Ereignis hinweg.



**Abb. 4.6.2: Box-Plot-Diagramm der nächtlichen Dauer des Liegens in Abhängigkeit vom jeweiligen Referenzzeitraum der sechs Ereignisse. Die roten Punkte markieren die Liegezeiten, die in der Nacht nach dem jeweiligen Ereignis beobachtet wurden. In den Nächten nach den Ereignissen Nr. 1, 2 und 5 lag die subadulte Giraffe Gregor deutlich weniger als in den übrigen Nächten des zugehörigen Referenzzeitraumes.**

Während die nächtlichen Liegezeiten in den Nächten nach den Ereignissen Nr. 3, Nr. 4 und Nr. 6 sich jeweils um den Medianwert des zugehörigen Referenzzeitraumes bewegten (Abb. 4.6.2), legte sich Gregor in der Nacht nach dem Ereignis Nr. 5 nur 310 Minuten ab, was den Minimalwert im zugehörigen Referenzzeitraum darstellt (Abb. 4.6.2).

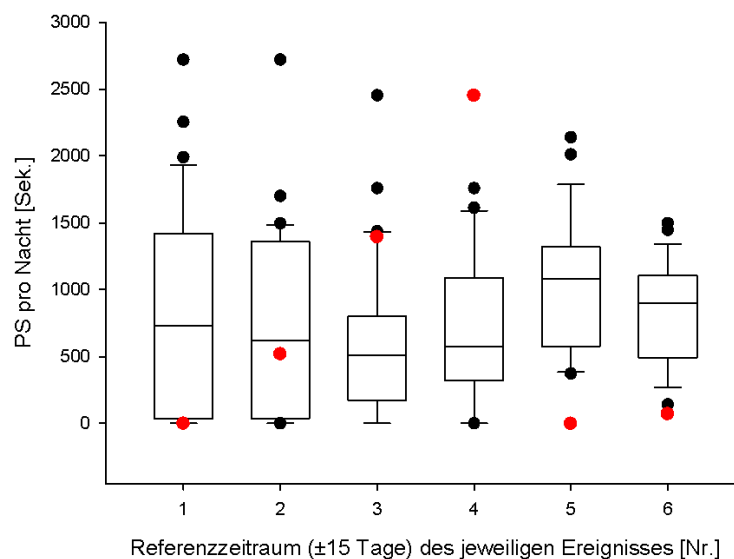
***Fazit: Ereignis Nr. 2 und Nr. 5 hatten die größten Auswirkungen auf das Liegeverhalten der Giraffe Gregor und führten in der Folgenacht zu stark reduzierten Liegezeiten. Die übrigen Ereignisse hatten keinen oder kaum Einfluss auf Gregors nächtliche Liegezeiten.***

#### **Auswirkungen der sechs Ereignisse auf die nächtliche PS-Dauer der Giraffe Gregor**

Bei vier von sechs Ereignissen erreichten die PS-Zeiten der Folgenacht einen Extremwert ihres jeweiligen Referenzzeitraumes (Abb. 4.6.3). Während Gregor nach den Ereignissen Nr. 1, Nr. 5 und Nr. 6 (Tab. 4.6.1) in der jeweiligen Folgenacht am wenigsten



PS pro Nacht innerhalb des jeweiligen Referenzzeitraumes aufwies, verbrachte er in der Nacht nach dem Ereignis Nr. 4 den meisten PS pro Nacht im zugehörigen Referenzzeitraum. Auch in der Nacht nach dem Ereignis Nr. 3 zeigte Gregor ungewöhnlich viel PS. Hier war die PS-Dauer die vierthöchste des gesamten Referenzzeitraumes. Lediglich in der Nacht nach dem Ereignis Nr. 2 zeigte Gregor mit 520 Sekunden ähnlich viel PS wie im Mittel des zugehörigen Referenzzeitraumes (752 Sekunden ( $\pm 120$ ); Tab. 4.6.3). Hierbei ist jedoch zu beachten, dass sich das Ereignis Nr. 2, wie bereits oben erwähnt, in der Nacht ereignete. Nach der ungewöhnlich langen Stehphase legte sich Gregor zwar wieder ab, zeigte jedoch in dieser Nacht keinen PS mehr (Abb. 4.3.1a). Somit täuscht der relativ hohe PS-Wert in der Nacht nach Ereignis Nr. 2 über die tatsächlichen Verhältnisse: Auch nach dem Ereignis Nr. 2 zeigte Gregor in der Folgenacht keinen PS.



**Abb. 4.6.3: Box-Plot-Diagramm der nächtlichen PS-Dauer in Abhängigkeit vom jeweiligen Referenzzeitraum der sechs Ereignisse. Die roten Punkte markieren die PS-Zeiten, die in der Nacht nach dem jeweiligen Ereignis beobachtet wurden. In den Nächten nach den Ereignissen Nr. 1, 5 und 6 hatte die subadulte Giraffe Gregor die geringsten PS-Zeiten des jeweiligen Referenzzeitraumes. Nach den Ereignissen 3 und 5 waren die PS-Zeiten in den Folgenächten deutlich höher als in den übrigen Nächten des jeweiligen Referenzzeitraumes.**

---

***Fazit: Alle sechs Ereignisse hatten große Auswirkungen auf das nächtliche PS-Aufkommen der Giraffe Gregor. Während Ereignis Nr. 3 und Nr. 4 die nächtliche PS-Dauer erhöhten, verringerte sie sich nach den übrigen vier Ereignissen.***

***Die drei untersuchten Parameter, nächtliche Liege- und PS-Zeiten sowie die 11,17-DOA-Konzentration im Kot, wurden in unterschiedlichem Maße von den sechs Ereignissen beeinflusst. Während alle sechs Ereignisse in der Folgenacht Extremwerte bei den nächtlichen PS-Zeiten mit sich brachten, führten sie bei der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor nur nach Ereignis Nr. 2 zu einem Extremwert. Zwar war die 11,17-DOA-Konzentration im Kot auch in den Folgenächten nach zwei weiteren Ereignissen leicht erhöht, kam jedoch in der Hälfte der Ereignisse den Mittelwerten des Referenzzeitraumes sehr nahe. Ähnliches gilt für die Auswirkungen der Ereignisse auf das Liegeverhalten: Bei der Hälfte der Ereignisse konnten in der Folgenacht keine Veränderungen im Liegeverhalten bezüglich der Liegezeiten des jeweiligen Referenzzeitraumes beobachtet werden. Bei den übrigen drei Ereignissen lagen die Liegezeiten in den Folgenächten im unteren Bereich der Werte der jeweils zugehörigen Referenzzeiträume.***

## 5. Diskussion

### 5.1 Schlaf- und Liegeverhalten von Giraffen unter Normalbedingungen

#### 5.1.1 „Normalbedingungen“ als Referenzwerte

Als „Normalbedingungen“ wurden diejenigen Zeiträume definiert, in denen weder anthropogene Eingriffe noch intraspezifische Besonderheiten wie Geburt oder Tod eines Herdenmitglieds auftraten. Dennoch handelte es sich bei den Normalbedingungen nicht um laborähnliche, standardisierte Situationen, denn die einzelnen Giraffen wurden zu unterschiedlichen Jahreszeiten und in unterschiedlichen Ställen beobachtet: So wurde ihr Schlafverhalten durch Abweichungen im täglichen Tiermanagement – etwa die Futtermittelfürverfügbarkeit in der Nacht, das künstliche Lichtregime oder die Zeit, die eine Giraffe am Tage auf der Außenanlage verbrachte – unterschiedlich beeinflusst. Mancherorts teilten sich die Giraffen einen Stall mit anderen Tierarten, z.B. mit Steppenzebras (*Equus burchellii*) oder Nördlichen Hornraben (*Bucorvus abyssinicus*), deren Aktivität ebenfalls das Verhalten der Giraffen beeinflussen konnte. Ebenso brachte die örtliche Lage des Giraffenstalls innerhalb einer Stadt in unterschiedlichem Maße unvorhersehbare Ruhestörungen mit sich. Da sich alle untersuchten Individuen (abgesehen von den neugeborenen Jungtieren) an die jeweiligen gehegespezifischen Faktoren seit Monaten und Jahren adaptiert hatten, ist es aber dennoch zulässig, die ausgewählten Zeiträume als „Normalbedingungen unter den gegebenen Umständen“ zu betrachten. Zumindest bilden die unter Normalbedingungen erhobenen Daten zum Schlaf- und Liegeverhalten der Giraffen individuelle Referenzwerte.

#### 5.1.2 Das circadiane Aktivitätsmuster von Giraffen unter Normalbedingungen

Das circadiane Aktivitätsmuster einer Giraffe ist durch mehrere Wechsel von Ruhe- und Aktivitätsphasen gekennzeichnet (IMMELMANN & GEBBING 1962, DAGG & FOSTER 1982, TOBLER & SCHWIERIN 1996). Demnach zählen Giraffen zu den polyphasischen Schläfern.

Ein polyphasisches Aktivitätsmuster ist auch von anderen großen Pflanzenfressern wie dem Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*), dem Elch (*Alces alces*) oder dem Okapi (*Okapia johnstoni*) bekannt (BLAUM 1999, SCHUBERT 2006, KANDLER 2010). Die energiearme, pflanzliche Nahrung macht es für diese Tiere notwendig, auch in der Nacht Nahrung aufzunehmen, um ihren Energiebedarf zu decken. Somit sind keine langandauernden Ruhephasen möglich, wie sie beispielsweise von Raubtieren, die sich von energiereicher Nahrung mit einem hohen Anteil tierischer Proteine ernähren, bekannt sind (SIEGEL 2005). Während alle in der vorliegenden Studie beobachteten Giraffen ein polyphasisches Aktivitätsmuster zeigten, konnten in Abhängigkeit vom Alter unterschiedlich viele Liegephasen pro Nacht beobachtet werden. Dies entspricht vorangegangenen Beobachtungen, die für subadulte Giraffen bis zu acht, für adulte Giraffen aber nur drei bis fünf Liegephasen pro Nacht registrierten (IMMELMANN & GEBBING 1962, KRISTAL & NOONAN 1979).

### 5.1.3 Die Liegedauer von Giraffen unter Normalbedingungen

Neben der Anzahl der Liegephasen nimmt auch die nächtliche Liegedauer mit zunehmendem Alter einer Giraffe ab. Dies wird durch diverse Studien an Giraffen bestätigt (IMMELMANN & GEBBING 1962, KRISTAL & NOONAN 1979). Die kurzen Liegezeiten ermöglichen eine bessere Feindabwehr, da Giraffen sich nur in stehender Position effektiv gegen Raubfeinde verteidigen können. Durch gezielte Tritte mit den Vorder- und Hinterbeinen ist eine Giraffe in der Lage, selbst Löwen und Hyänen in die Flucht zu schlagen (DAGG & FOSTER 1982). Wird eine liegende Giraffe von einem Raubtier angegriffen, muss sie daher schnellstmöglich von der liegenden in die stehende Position wechseln. Mit zunehmendem Alter benötigt eine Giraffe jedoch mehr Zeit, um aufzustehen (NITSCHKE 2011), was das Prädationsrisiko erhöht. Daher scheint es hinsichtlich der Feindvermeidung effektiv, die im Alter zunehmende Gefahr durch Verkürzung der Liegezeiten zu minimieren. Dies kann soweit führen, dass eine alte Giraffe, die viel Zeit und evtl. mehrere Versuche benötigt, um aufzustehen, sich überhaupt nicht mehr ablegt. In der Tat war eine solche Tendenz in meinen Untersuchungen zu beobachten: Das älteste von mir beobachtete Tier, der Giraffenbulle George, legte sich in mehr als 50% der beobachteten Nächte gar nicht ab, und auch in den übrigen Nächten waren die Liegephasen mit durchschnittlich ca. 42 Minuten

unterdurchschnittlich kurz. Da George altersbedingte Arthrose und Fehlstellungen an den Hufen aufwies, lässt sich vermuten, dass ihm das Ablegen sowie das Aufstehen Schmerzen bereiteten. Hierfür spricht auch, dass George häufig zum Ablegen ansetzte, diese Versuche jedoch wieder abbrach, was bei keiner anderen Giraffe beobachtet wurde. Da George sich dennoch immer wieder ablegte, muss das Liegen einen wichtigen physiologischen Nutzen für die Giraffe haben. Dieser Nutzen könnte darin bestehen, dass sich im Liegen die Beinmuskulatur entspannt und die Giraffe weniger Energie verbraucht als im Stehen (TOUTAIN ET AL. 1977). Letzteres ist insbesondere deshalb wichtig, weil Giraffen nahezu ständig mit der Energieaufnahme beschäftigt sind. Sollte der Grund für das Ablegen in der Entspannung der Beinmuskulatur bzw. dem Energiesparen zu finden sein, wäre allerdings zu erwarten, dass George, nachdem er sich einmal abgelegt hatte, möglichst lange liegen blieb. Die Liegephasen von George waren jedoch im Vergleich zu denen der übrigen Giraffen bemerkenswert kurz. In Anbetracht des hohen Aufwandes, den es für eine Giraffe bedeutet sich hinzulegen bzw. aufzustehen, scheinen kurze Liegephasen kaum geeignet, um Energie zu sparen. Daher ist eine zweite Beobachtung eher geeignet, das regelmäßige Ablegen zu erklären: In jeder Nacht, in der George lag, ließ sich auch paradoxer Schlaf nachweisen; und zwar selbst dann, wenn die Liegephasen nur wenige Minuten dauerten. So verbrachte George im Mittel ca. ein Fünftel seiner nächtlichen Liegezeit in der PS-Stellung. Der Anteil der PS-Stellung an der Gesamt-Liegedauer war somit bei George viermal höher als bei den subadulten oder anderen adulten Giraffen. Diese Beobachtung legt die Vermutung nahe, dass sich der alte Giraffenbulle George in erster Linie ablegte, um paradox zu schlafen. Die Ursache, weshalb sich Giraffen auch im hohen Alter ablegen (müssen), obwohl sie in liegender Position relativ wehrlos sind und überdurchschnittlich viel Zeit benötigen um aufzustehen, scheint darin zu bestehen, dass Giraffen nur in liegender Position den lebensnotwendigen paradoxen Schlaf einholen können.

### ***Die Liegedauer einer Giraffe pro Nacht***

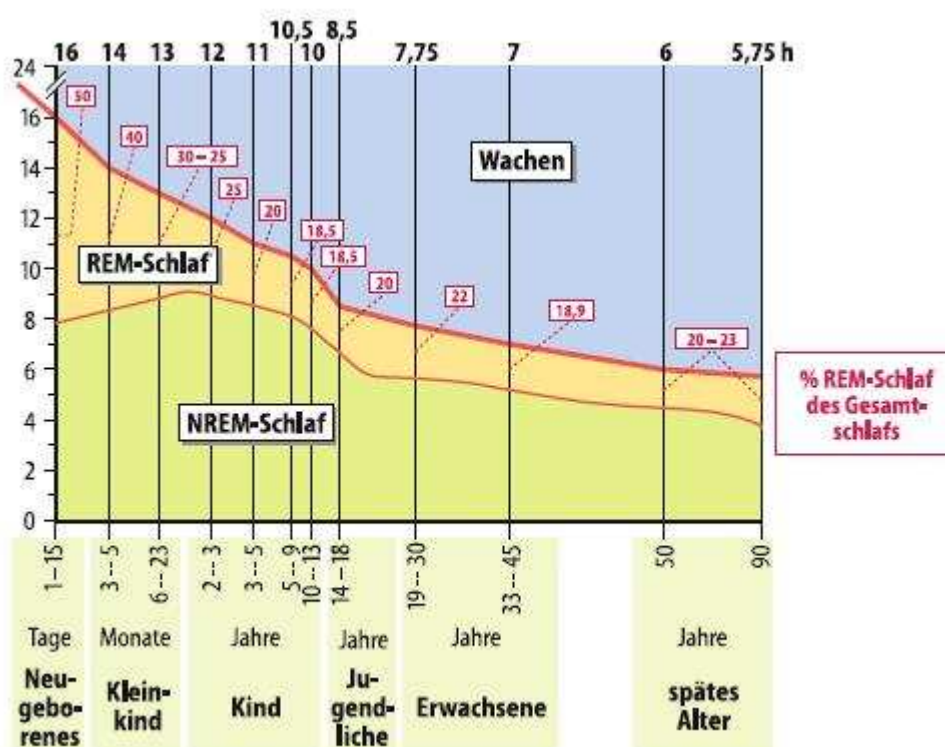
Da die Liegedauer einer Giraffe mit zunehmendem Alter kontinuierlich abnimmt und für eine Giraffe einer bestimmten Altersstufe charakteristische Liegedauern gemessen wurden, ist es möglich, allgemeine Erwartungswerte für die nächtliche Liegezeit einer Giraffe eines bestimmten Alters abzuleiten. Die Gültigkeit solcher Erwartungswerte

kann mit Hilfe der in der Literatur beschriebenen Liegezeiten überprüft werden: Die rund drei- bis vierjährigen Tiere Nike und Maud lagen im Mittel 375 bzw. 329 Minuten. Die beiden von IMMELMANN & GEBBING (1962) beobachteten etwa dreijährigen Giraffen lagen im Mittel 364 bzw. 357 Minuten pro Nacht, womit die aufgenommenen Daten sehr genau den dort ermittelten Erwartungswerten entsprechen. Auch die Liegezeiten einer zweijährigen sowie einer vier Monate alten Giraffe (IMMELMANN & GEBBING 1962) entsprechen mit durchschnittlich 434 bzw. 560 Minuten den Liegezeiten der Giraffen vergleichbaren Alters, die in dieser Arbeit beobachtet wurden. Weitere Untersuchungen zum Liegeverhalten der Giraffen können dazu beitragen, die in Tabelle 4.1.3 aufgeführten Referenzwerte für das Liegeverhalten einer Giraffe weiter zu konkretisieren. Allgemeine Referenzwerte helfen, Abweichungen von der Norm, die in Folge eines Stressors auftreten können, schnell zu identifizieren.

#### **5.1.4 Paradoxe Schlaf von Giraffen unter Normalbedingungen**

Im Mittel verbrachten die 15 in dieser Arbeit unter Normalbedingungen beobachteten Giraffen etwa 30 Minuten pro Tag im paradoxen Schlaf. Dies entspricht Beobachtungen von IMMELMANN & GEBBING (1962), KRISTAL & NOONAN (1976) und TOBLER & SCHWIERIN (1996). Im Vergleich mit anderen Säugetierarten sind 30 Minuten PS pro Tag wenig. So verbringt das Schnabeltier etwa acht Stunden pro Tag im paradoxen Schlaf, eine Fledermaus etwa vier Stunden, ein Gürteltier drei Stunden und ein Mensch etwa 90 Minuten (SIEGEL 2001). Ebenso wie Giraffen schlafen auch Pferde und Schafe kaum mehr als eine halbe Stunde pro Tag paradox (SIEGEL 2001). Diese phylogenetischen Unterschiede in der PS-Dauer sind auf ökologische und physiologische Unterschiede der Tierarten zurückzuführen: Raubtiere schlafen mehr als Beutetiere, Tiere mit sicheren Schlafplätzen schlafen mehr als Tiere an ungeschützten Orten, und Tiere mit einer hohen Stoffwechselrate schlafen mehr als Tiere mit niedriger Stoffwechselrate (ALLISON & TWYVER 1970, ALLISON & CICHETTI 1976, LIMA ET AL. 2005). Diesem Konzept entspricht die Giraffe mit ihrer kurzen Schlafzeit genau, da sie eine niedrige Stoffwechselrate hat und offenes Grasland bewohnt. Zwar ist sie aufgrund ihrer Größe für Raubtiere schwer zu erbeuten, doch gilt dies, wie oben bereits erwähnt, nur für stehende Giraffen. All diese Faktoren lassen für die Giraffe eine geringe Schlaf- und PS-Dauer erwarten. Die Ergebnisse meiner Arbeit bestätigen dies.

Ebenso wie die Liegedauer, nimmt auch die Zeit, die eine Giraffe pro Nacht im paradoxen Schlaf (PS) verbringt, mit zunehmendem Alter kontinuierlich ab. Diese Beobachtung wird sowohl von TOBLER & SCHWIERIN (1996) als auch von IMMELMANN & GEBBING (1962) gestützt. Eine ontogenetische Abhängigkeit der nächtlichen PS-Dauer gilt nicht nur für Giraffen, sondern ist ein generelles Phänomen des Schlafs der Säugetiere (TOBLER & SCHWIERIN 1996). So halbiert sich die Zeit, die pro Nacht im paradoxen Schlaf verbracht



**Abb. 5.1:** Wach- und Schlafzeiten sowie der Anteil von NREM und REM-Schlaf im Verlauf des menschlichen Lebens. Neben dem Rückgang der Gesamtschlafzeit ist die starke Abnahme der REM-Schlafdauer nach den ersten Lebensmonaten bemerkenswert (aus BIRBAUMER & SCHMIDT 2006).

wird, sowohl bei der Giraffe als auch beim Menschen mit jeder weiteren Altersgruppe (Tab. 5.1 und Abb. 5.1). Dieser Prozess verläuft jedoch nicht sprunghaft, sondern graduell. Möglicherweise ist die mit zunehmendem Alter auftretende Reduktion des PS auf die Reifung des zentralen Nervensystems zurückzuführen. Diese Deutung geht davon aus, dass der paradoxe Schlaf ein Relikt aus der Frühphase ontogenetischer Entwicklung ist und daher verzichtbarer wird, sobald die Entwicklung des zentralen Nervensystems abgeschlossen ist (BIRBAUMER & SCHMIDT 2006).

**Tab. 5.1: PS-Dauer, die von den jeweiligen Altersgruppen der Giraffen und Menschen pro Tag im PS verbracht wird. Pro Altersabstufung verringert sich das nächtliche PS-Aufkommen sowohl bei Giraffen als auch beim Menschen etwa um die Hälfte (modifiziert nach Birbaumer & Schmidt 2006).**

Altersgruppe Giraffe	PS pro Tag [Min.]	Altersgruppe Mensch	PS pro Tag [Min.]
Juvenil	63	Baby (6-23 Monate)	240
Subadult	27	Kind (5-13 Jahre)	114
Adult	14	Erwachsen (33-45 Jahre)	78
Aged	5	Alt (70-85 Jahre)	47

Die mit steigendem Alter der Giraffe abnehmende nächtliche PS-Dauer ist dabei auf eine Verringerung der Anzahl der nächtlichen PS-Phasen zurückzuführen und nicht auf eine Verkürzung der einzelnen PS-Phasen. Auch IMMELMANN & GEBBING (1962) konnten beobachten, dass eine fünf Monate alte Giraffe nahezu doppelt so viele PS-Phasen pro Nacht aufwies wie zwei dreijährige Individuen. Eine einzelne PS-Phase dauerte meinen Beobachtungen zufolge im Mittel 172 Sekunden (2:52 Minuten), wobei keine ontogenetischen Unterschiede festgestellt werden konnten. Die von mir ermittelte Dauer einer einzelnen PS-Phase ähnelt den Werten anderer Autoren, die 2,5 bis sechs Minuten (IMMELMANN & GEBBING 1962) bzw. 4,3 Minuten (TOBLER & SCHWIERIN 1996) als mittlere Länge einer PS-Phase angeben. Die geringen Unterschiede sind wohl in erster Linie auf methodische Differenzen bei der zeitlichen Erfassung einzelner PS-Phasen zurückzuführen.

### ***Die Länge des paradoxen Schlafs einer Giraffe pro Nacht***

Wie bei der unter 5.1.3 besprochenen Liegedauer ist es auch für die zeitliche Länge, die eine Giraffe paradox schläft, möglich, altersabhängige Erwartungswerte abzuleiten. Die Gültigkeit solcher Erwartungswerte kann mit Hilfe der in der Literatur beschriebenen nächtlichen PS-Zeiten überprüft werden. So zeigten zwei von IMMELMANN & GEBBING (1962) beobachtete dreijährige Giraffen mit durchschnittlich 18 bzw. 17 Minuten ebenso viel PS pro Nacht wie die beiden von mir beobachteten Giraffen vergleichbaren Alters, Nike und Maud. Gleiches gilt für ein zweijähriges Weibchen, das pro Nacht im Mittel 27 Minuten paradox schlief, sowie für ein fünf Monate altes Jungtier, das im Mittel



67 Minuten PS aufwies und die somit ebenso viel PS zeigten wie die von mir beobachteten Giraffen vergleichbaren Alters (IMMELMANN & GEBBING 1962). Diese Liste ließe sich mit einem 20 Jahre alten Tier, das pro Nacht durchschnittlich sechs Minuten paradox schlief, sowie mehreren zwei- bis dreijährigen Giraffen, die im Mittel 18 bis 16 Minuten PS zeigten, fortsetzen (TOBLER & SCHWIERIN 1996). Zwar lassen sich auch Abweichungen von dieser Regel feststellen, die aber leicht erklärt werden können: Nach TOBLER & SCHWIERIN (1996) verbrachte ein zwei Monate altes Tier durchschnittlich nur 20 Minuten pro Nacht im PS, was etwa halb so viel ist, wie es nach den Ergebnissen meiner Arbeit zu erwarten gewesen wäre. Allerdings wurde dieses Tier für den Zeitraum der Schlafbeobachtungen in eine für die Giraffe fremde Stallbox gesperrt. Wie wir später noch sehen werden (siehe 5.3.2), kann eine ungewohnte Umgebung die Schlafdauer eines Jungtieres beeinflussen. Der mit nur sechs Tagen sehr kurze Beobachtungszeitraum ließ keine Eingewöhnungszeit zu.

In diesem Zusammenhang könnten weitere Untersuchungen zur nächtlichen Dauer des PS einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die Referenzwerte für die PS-Dauer einer Giraffe zu konkretisieren. Dies würde es erleichtern, Abweichungen, die auf vorhandene Stressoren hindeuten könnten, frühzeitig zu identifizieren.

***Fazit: Sowohl die Liegedauer, als auch die Zeit, die eine Giraffe paradox schläft, korreliert unter Normalbedingungen negativ mit dem Alter einer Giraffe. Während die im Alter verkürzten Liegezeiten als Strategie zur Feindvermeidung gewertet werden können, lässt sich das mit zunehmendem Alter reduzierte Auftreten von paradoxem Schlaf bei allen Säugetieren beobachten. Letzteres steht möglicherweise mit der Entwicklung des zentralen Nervensystems in Zusammenhang. Durchschnittlich verbringt eine Giraffe unter Normalbedingungen etwa 30 Minuten pro 24h im paradoxen Schlaf. Im Vergleich mit anderen Säugetierarten ist dies wenig. Anhand der im Rahmen dieser Arbeit unter Normalbedingungen erhobenen Zeiten für das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen lassen sich allgemeine Erwartungswerte für das Liege- und Schlafverhalten einer Giraffe eines bestimmten Alters ableiten. Mit diesen Referenzwerten können auftretende Abweichungen, die möglicherweise durch einen Stressor hervorgerufen werden, frühzeitig identifiziert werden.***

## 5.2 Vergleichende Betrachtung des paradoxen Schlafs bei gesunden und kranken juvenilen Giraffen

### *Einfluss von Nahrungsmangel auf den paradoxen Schlaf*

Die beiden juvenilen Giraffen Lectade und Unk, die bereits wenige Tage nach ihrer Geburt starben, litten unter extremem Nahrungsmangel. Ihre Mutter nahm sie nicht an, und eine künstliche Aufzucht mit Milch aus der Flasche scheiterte. Beide Jungtiere verbrachten etwa dreimal soviel Zeit im paradoxen Schlaf (PS) wie gesunde Giraffen gleichen Alters. Durch eine Fehl- oder Unterernährung wird u.a. bei Paarhufern die Hypothalamus-Hypophysen-Somatotropin (HPS)-Achse aktiviert (VANCE ET AL. 1992, STRAUS 1994). Als Folge dieser Stressantwort schüttet der Körper vermehrt Somatotropin aus (FARMER ET AL. 1991, RUSHEN ET AL. 1993, KETELSLEGGERS ET AL. 1995). Eine erhöhte Somatotropin-Konzentration konnte wiederum bei diversen Säugetierarten mit einem vermehrten Auftreten von PS in Verbindung gebracht werden (DRUCKER-COLIN ET AL. 1975, STERN ET AL. 1975, MENDELSON ET AL. 1980). Eine andere Hypothese zum Zusammenspiel von Nahrungsmangel und PS präsentieren BIRBAUMER & SCHMIDT (2006): Demnach wird in Folge von Nahrungsmangel das Hormon Orexin ausgeschüttet. Dies führt zu einer erhöhten Wachheit, einer gesteigerten Nahrungssuche und blockiert den PS. Meine Beobachtungen zum Schlafverhalten der juvenilen Giraffen bestätigen ein vermehrtes Auftreten von PS in Folge von Nahrungsmangel und bestätigen so die Somatotropin-Hypothese, während sie der Orexin-Hypothese widersprechen: Die Giraffe Unk nahm lediglich tropfenweise Nahrung zu sich und musste bereits nach fünf Tagen eingeschlafert werden. Dementgegen nahm die Giraffe Lectade zwischenzeitlich mehrere Liter eines Elektrolyt-Glucose-Gemischs auf. Daraufhin reduzierte sich für die Dauer von drei Nächten die Zeit, die Lectade im PS verbrachte, auf das Niveau der gesunden juvenilen Giraffen. Auch dies spricht für die Annahme, dass eine erhöhte Somatotropin-Konzentration in Folge einer Aktivierung der HPS-Achse für das vermehrte Auftreten des PS verantwortlich ist. Da eine Ernährung mit Kohlenhydraten und Elektrolyten allerdings nicht in der Lage ist, die an Proteinen und Lipiden reiche Muttermilch von Giraffen (OFTEDAL 1984) zu ersetzen, wurde der Körper der jungen Giraffe dennoch nicht ausreichend mit Nährstoffen versorgt. Als Stressantwort könnte die erneute Aktivierung der HPS-Achse dazu geführt haben, dass die juvenile Giraffe

Lectade mit bis zu 553 Minuten (9:15 Stunden) mehr Zeit pro Nacht im PS verbrachte als jede andere Giraffe, die ich im Rahmen meiner Untersuchungen beobachten konnte. In der abschließenden pathologischen Untersuchung wurde eine „höchstgradige Abmagerung auf Grund der Verweigerung milchhaltiger Nahrung“ diagnostiziert (ESKENS 2010).

Dass sich bei den verstorbenen juvenilen Giraffen keine erhöhte Orexin-Ausschüttung beobachten ließ, lässt sich wohl aus dem jungen Alter der beiden Giraffen erklären: Eine durch Orexin-Ausschüttung gesteigerte Wachsamkeit und intensivierete Nahrungssuche ist für eine adulte Giraffe vorteilhaft, die aufgrund extremer Trockenheit weite Strecken zurücklegen muss, um ein Gebiet zu erreichen, das noch verwertbare pflanzliche Nahrung für sie bereithält. Im Falle einer wenige Tage alten Giraffe, die sich ausschließlich von der Milch der Mutter ernährt, die wiederum jederzeit in unmittelbarer Nähe des Jungtieres weilt, würde ein solches Verhalten viel Energie verbrauchen, ohne einen Vorteil zu generieren. Worin besteht aber der Vorteil, wenn eine unter Nahrungsmangel leidende Giraffe in Folge der Aktivierung der HPS-Achse dreimal mehr paradox schläft als gesunde Giraffen gleichen Alters?

### ***Der Paradoxe Schlaf als Energiesparmodus***

Wie diskutiert zeigten an Nahrungsmangel leidende neugeborene Giraffen mehr PS als gesunde Giraffen gleichen Alters. Dies könnte aus energetischen Gründen vorteilhaft sein. So sehen ALLISON & VAN TWYVER (1970) im Energiesparen die ursprüngliche Funktion des Schlafs. Zwar wird in erster Linie den Tiefschlaf-Phasen eine energiesparende Funktion nachgesagt (BIRBAUMER & SCHMIDT 2006), doch ist bekannt, dass der homoiotherme Organismus während der PS-Phasen zeitweise seine Fähigkeit verliert, die Körpertemperatur konstant zu halten (BERGER & PHILLIPS 1995). Demzufolge spart der Körper während der PS-Phasen Energie. Dennoch verliert der Körper während der PS-Phasen keineswegs vollständig die Fähigkeit zur Homoiothermie, sondern reduziert lediglich die Region, in der die Körpertemperatur konstant gehalten wird, auf eine minimale Größe. So steigt während des paradoxen Schlafs die Körpertemperatur im zentralen Nervensystem (ZNS) sogar an. Auf diese Weise verbraucht der Organismus weniger Energie, ohne dass zentrale Bereiche des Körpers wie das Herz und das ZNS

geschädigt werden (WEHR 1992). Es wird sogar vermutet, dass der paradoxe Schlaf während der frühen Phasen der Ontogenese vermehrt auftritt, da in der postnatalen Entwicklung die Energieversorgung des Organismus besonders kritisch ist (ROFFWARG ET AL. 1966, JOUVET-MOUNIER ET AL. 1969). Demzufolge müsste der PS insbesondere dann vermehrt auftreten, wenn die Energieversorgung eines Neugeborenen mangelhaft ist. Dies konnte ich im Fall der beiden verstorbenen juvenilen Giraffen beobachten. Dennoch könnte der PS auch aus anderen Gründen vermehrt auftreten, die über das Einsparen von Energie hinausgehen. So machen Beobachtungen von Tieren im Winterschlaf weitere Funktionen des Schlafs wahrscheinlich: Arktische Ziesel (*Spermophilus parryii*) unterbrechen unter hohem Energieaufwand ihren Winterschlaf, nur um daraufhin zu schlafen (DAAN ET AL. 1991). Ginge es den Zieseln nur darum Energie zu sparen, so wäre es weitaus sinnvoller im Winterschlaf zu verharren. Da sie jedoch erwachen, um zu schlafen, scheint der Schlaf neben dem Sparen von Energie zumindest eine weitere und möglicherweise wichtigere Funktion zu haben.

***Fazit: Obwohl das Energiesparen vermutlich nicht die wichtigste Funktion des Schlafs ist, so ist als wahrscheinlich anzunehmen, dass ein erhöhtes Schlafaufkommen den jungen Giraffen, die unter Nahrungsmangel litten, geholfen hat, Energie zu sparen.***

#### ***Immunschwäche als Ursache für das erhöhte Auftreten von paradoxem Schlaf***

Als Ursache für die Zunahme des paradoxen Schlafs bei den jung gestorbenen Giraffen kommen neben dem Mangel an Nahrung auch krankheitsbedingte Gründe in Frage. Während bei der Obduktion der Giraffe Unk eine Blutvergiftung sowie eine Hirnhautentzündung infolge einer Salmonelleninfektion diagnostiziert wurde, konnte bei der Giraffe Lektade eine bakterielle Infektion, die eine Blutvergiftung zur Folge hatte, festgestellt werden (ESKENS 2008, 2010). Der Nahrungsmangel hat so wahrscheinlich das Immunsystem der beiden Giraffen geschwächt. Da die Jungtiere zudem nie Muttermilch zu sich nehmen konnten, Muttermilch jedoch zahlreiche Substanzen enthält, die das Immunsystem eines Neugeborenen stärken (GOLDMANN 1993), könnte deren Fehlen dafür verantwortlich sein, dass die Jungtiere erkrankten. Zahlreiche bakterielle Infektionen beispielsweise mit *Staphylococcus aureus* oder *Escherichia coli*,

virale Infektionen durch Influenzaviren oder Protozoeninfektionen (z.B. *Trypanosoma brucei*) sind dafür bekannt, ein erhöhtes Schlafbedürfnis zur Folge zu haben (BRYANT ET AL. 2004). Zwar wird allgemein dem Tiefschlaf die Funktion zugeschrieben, die Immunabwehr zu unterstützen, jedoch zeigen neuere Untersuchungen, dass auch der PS hierbei eine wichtige Rolle spielen kann. Beispielsweise geht eine erhöhte Produktion von Interleukin-6, ein Zytokin, dem eine Schlüsselrolle in der unspezifischen, angeborenen Immunabwehr zukommt, mit einer verlängerten PS-Dauer einher (THOMAS ET AL. 2011). Somit könnte der vermehrt auftretende PS bei beiden später gestorbenen Giraffen auch eine Folge ihrer Erkrankung sein. In der ersten Nacht nach der Geburt verbrachten die beiden Giraffen noch ebenso viel Zeit im PS wie ihre gesunden Altersgenossen. Dies deutet darauf hin, dass beide Jungtiere gesund waren, als sie zur Welt kamen. Auch das sonstige Verhalten der beiden Giraffen zeigte direkt nach der Geburt keinerlei Anzeichen, die auf eine Krankheit hindeuteten. Beispielsweise standen sie bereits nach 86 bzw. 56 Minuten zum ersten Mal auf. Dies entspricht den Werten der anderen Giraffen, die im Rahmen dieser Untersuchung beobachtet wurden und die im Durchschnitt nach 70 Minuten aufstanden, sowie den Angaben aus der Literatur, die zwischen 43 und 87 Minuten schwanken (DAVIS 1949, ZELLMER 1960, ROBINSON ET AL. 1965, KRISTAL & NOONAN 1979). Während aber die übrigen beobachteten Giraffen im Mittel nach 111 Minuten zum ersten Mal gesäugt wurden, was mit den Messungen anderer Autoren von 90 bis 115 Minuten übereinstimmt (DAVIS 1949, ROBINSON ET AL. 1965, KRISTAL & NOONAN 1979), wurden die Versuche der beiden verstorbenen juvenilen Giraffen, das Euter zu erreichen, von ihrer Mutter abgewehrt. Daher nahmen diese beiden Giraffen erst 25 bzw. 41 Stunden nach ihrer Geburt erstmalig Nahrung zu sich, die ihnen von Pflegern aus einer Flasche zugeführt wurde.

### ***Nahrungsmangel hat keinen Einfluss auf die Liegedauer und das Aktivitätsmuster***

Kurz vor ihrem Tod stieg die Zeit, die die juvenilen Giraffen pro Nacht im paradoxen Schlaf verbrachten, um ein Vielfaches an. Ihre Liegedauer blieb hingegen nahezu unverändert und unterschied sich zu keiner Zeit von der Liegedauer der gesunden juvenilen Giraffen. Des Weiteren blieb das polyphasische circadiane Aktivitätsmuster einer juvenilen Giraffe erhalten, das sich am Tage durch lange Stehphasen, die von kurzen Liegephasen unterbrochen werden, auszeichnet und in der Nacht lange

Liegephasen aufweist, die mit kurzen Stehphasen wechseln. Somit veränderte sich bei den beiden später gestorbenen Giraffen zwar nicht die Quantität des Liegens, sehr wohl aber die Qualität. Diese Beobachtung lässt die Hypothese des Energiesparens als Ursache für die verlängerte PS-Dauer unwahrscheinlich werden. Denn wäre das Einsparen von Energie das primäre Ziel der juvenilen Giraffen, so ist eine Verlängerung der Liegezeiten zu erwarten. Allerdings könnte ein vermehrtes Liegen zwar energetisch hilfreich sein, jedoch aus anderen Gründen als Energiespar-Option für juvenile Giraffen ausscheiden. Ein solcher Grund könnte in der Feindvermeidungs-Strategie zu finden sein: Im Liegen ist eine juvenile Giraffe möglichen Raubfeinden schutzlos ausgeliefert. Stehend kann sie hingegen zwischen den langen Beinen der Mutter, die ihr Jungtier aktiv verteidigt (DAGG & FOSTER 1976), Schutz finden. Wenn eine junge Giraffe länger liegt, erhöht sich für sie das Risiko erbeutet zu werden. Somit ist es für eine Giraffe gefährlich, durch eine Verlängerung der Liegedauer Energie zu sparen. Hingegen scheint eine Veränderung der Liege-Qualität (mehr PS) bei gleichbleibender Liegedauer gut geeignet, um Energie zu sparen, ohne dabei das Risiko zu erhöhen, erbeutet zu werden. Somit kann hier nicht abschließend beurteilt werden, welche der beiden Hypothesen für den Anstieg der PS-Dauer verantwortlich ist.

Es gilt jedoch festzuhalten, dass der paradoxe Schlaf der später verstorbenen juvenilen Giraffen eindeutig vom paradoxen Schlaf der gesunden Altersgenossen abwich. Daher kann die Analyse des PS-Musters zukünftig helfen, eine gesundheitliche Fehlentwicklung junger Giraffen frühzeitig zu erkennen. Sowohl die Liegedauer als auch das Aktivitätsmuster waren hingegen als Indikatoren unbrauchbar. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit zeitnah eingreifen zu können, um beispielsweise das Leben einer neugeborenen Giraffe zu retten, wie es bereits von FLEISSNER (1999) beschrieben wurde.

***Fazit: Die beiden unter Nahrungsmangel leidenden neugeborenen Giraffen schliefen dreimal so viel paradox wie ihre gesunden Altersgenossen. Dies kann als direkte Folge des Nahrungsmangels oder aber als Folge einer Infektionskrankheit interpretiert werden. Bei Nahrungsmangel könnte eine verlängerte PS-Dauer helfen, Energie zu sparen, bei einer Infektionskrankheit kann vermehrt paradoxer Schlaf auf der zellulären Ebene die Immunabwehr unterstützen. Daher scheint der***

---

***paradoxe Schlaf ein geeigneter Parameter, um den Gesundheitszustand juveniler Giraffen zu überwachen.***

### **5.3 Stress- und Schlafverhalten von Giraffen nach Transporten**

Um den Einfluss von Transportstress auf das Schlafverhalten von Giraffen zu untersuchen, habe ich neben der Beobachtung des Liege- und Schlafverhaltens eine bereits etablierte Methode zur Messung von Stress angewendet. Diese Methode, die Messung von Cortisolmetaboliten im Kot, hat sich als Nachweis von Transportstress bei anderen Wiederkäuern bewährt (PALME ET AL. 2000). Folglich ergänzen physiologische Daten das beobachtete Liege- und Schlafverhalten nach Transporten und können bei dessen Interpretation herangezogen werden.

#### **5.3.1 Anstieg der 11,17-Dioxoandrostan-Konzentration im Kot der Giraffen in Folge eines Transports**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit war es mir bei fünf Transporten von Giraffen möglich, sowohl vor als auch nach dem Transport Kotproben zu sammeln. Nach allen fünf untersuchten Transporten stieg die 11,17-Dioxoandrostan-(11,17-DOA)-Konzentration im Kot der transportierten Giraffen um ein Vielfaches an. Dieser Anstieg des als Cortisolmetabolit bekannten 11,17-DOA lässt sich darauf zurückführen, dass der Transport eine Stressantwort der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrinden-(HPA)-Achse in Gang setzte, an deren Ende das Hormon Cortisol ausgeschüttet wurde. Demnach bedeutet ein Transport für eine Giraffe Stress. Dies entspricht Beobachtungen von PALME ET AL. (2000), die ebenfalls durch Messung der 11,17-DOA-Konzentration im Kot nachweisen konnten, dass für Wiederkäuer ein Transport Stress bedeutet. Wenn auch ein Vergleich des absoluten 11,17-DOA-Niveaus über Artgrenzen hinweg aufgrund artspezifischer Abbau- und Ausscheidungswege des Cortisols wenig sinnvoll erscheint (PALME & MÖSTL 2001), ist der Vergleich des relativen Anstiegs der 11,17-DOA-Konzentration in Folge eines Transportes durchaus aussagekräftig. Während nach einem Transport die 11,17-DOA-Konzentration bei Kühen um das 5,5- bis 39-fache anstieg (PALME ET AL. 2000), erhöhte sie sich meinen Ergebnissen zu Folge bei Giraffen

um das 2,5- bis 16-fache. Demzufolge scheinen hinsichtlich des relativen Anstiegs der 11,17-DOA-Konzentration individuelle Unterschiede eine entscheidendere Rolle zu spielen als artspezifische Differenzen.

### ***Individuelle Unterschiede im Anstieg der 11,17-Dioxoandrostan-Konzentration im Kot der transportierten Giraffen***

Bei den drei subadulten Giraffen stieg die im Kot gemessene 11,17-DOA-Konzentration nach einem Transport um das drei- bis achtfache stärker an, als dies bei den beiden adulten Giraffenweibchen der Fall war. Dies ist vermutlich auf die individuell unterschiedlichen Vorerfahrungen zurückzuführen: So wurden die beiden adulten Giraffen bereits zum zweiten Mal in ihrem Leben transportiert, während der Transport für die drei subadulten Tiere eine unbekannte Situation darstellte. Auch GRANDIN (1997) konnte nachweisen, dass insbesondere eine neue, unbekannte Situation zu starkem psychischem Stress führt, bei Wiederholung jedoch eine Gewöhnung eintreten kann. Dies bestätigen Untersuchungen an Raubkatzen: Die Cortisol-Konzentration von Tigern (*Panthera tigris*), die bereits an die Transportsituation gewöhnt waren, stieg in Folge eines Transportes nur etwa halb so stark an wie bei Individuen, die nicht mit der Transportsituation vertraut waren (DEMBIEC ET AL. 2004). Zwar kann im Fall der adulten Giraffenweibchen, die zum zweiten Mal in ihrem Leben transportiert wurden, nicht von einer wirklichen „Gewöhnung“ an die Transportsituation ausgegangen werden, jedoch könnte die bereits gesammelte Vorerfahrung zumindest stressmindernd gewirkt haben. Neben dieser Überlegung mag auch das Ziel des Transportes zur Stressreduktion beigetragen haben: Beide Giraffen wurden vom Zoo Neunkirchen in den Zoo Dortmund transportiert und somit zurück in den Stall, in dem sie geboren wurden und die ersten 4 bzw. 2,5 Jahre ihres Lebens verbracht hatten. Es ist daher denkbar, dass die Giraffen zum einen den Stall im Zoo Dortmund und zum anderen einen Teil der dortigen Herdenmitglieder wiedererkannten, was sich durchaus stressmindernd ausgewirkt haben könnte.

### ***Einfluss der Eingewöhnungsphase auf die Stresshormon-Ausschüttung der Giraffen***

Die 11,17-DOA-Konzentrationen aller transportierten Giraffen waren auch noch eine Woche nach dem Transport deutlich erhöht. Im Gegensatz dazu erreichten die



Cortisolmetabolit-Konzentrationen von Kühen bereits einen Tag nach dem Transport wieder ihre Ausgangswerte (PALME ET AL. 2000). Dieser Unterschied kann insbesondere darauf zurückgeführt werden, dass die Kühe lediglich im Kreis gefahren wurden und das Ziel ihrer Reise mit dem Ausgangsort identisch war. Die Giraffen wurden hingegen in eine neue Umgebung gebracht (dies gilt mit den genannten Einschränkungen auch für die adulten Giraffenkühe Himba und Gambela, die in den Zoo Dortmund transportiert wurden). Eine für das Tier unbekannte Umgebung kann bereits alleine zu einer Aktivierung der HPA-Achse führen, ohne dass dabei ein invasiver Transport involviert sein muss, wie Untersuchungen an Bonobos (*Pan paniscus*) und Gorillas (*Gorilla g. gorilla*) zeigten, die „zu Fuß“, d.h. ohne Transportkiste und/oder Zwang des Menschen, ein neues Gehege bezogen und somit weder dem Transportstress in Form eines unruhigen Autos oder einer engen Kiste noch dem Stress einer neuen Sozialgruppe ausgesetzt waren und dennoch signifikant erhöhte Cortisol-Konzentrationen aufwiesen (BEHRINGER 2011). Auch Bengalkatzen (*Felis bengalensis*), die in ein neues Gehege gesetzt worden waren, wiesen für die Dauer einer Woche erhöhte Cortisolmetaboliten-Konzentrationen im Urin auf (CARLSTEAD ET AL. 1993). Im Kot konnten diese erhöhten Werte auch bei Tigern nach Transporten mit anschließender Eingewöhnung in ein neues Gehege gemessen werden, die je nach Individuum über einen unterschiedlich langen Zeitraum von drei bis 12 Tagen auf hohem Niveau blieben (DEMBIEC ET AL. 2004). Solche individuellen Unterschiede in der Dauer der erhöhten Cortisolmetaboliten-Konzentrationen fanden sich auch bei den von mir untersuchten Giraffen. Insbesondere für den subadulten Giraffenbullen Gregor schien die Eingewöhnungsphase im Anschluss an den Transport ein stresserzeugendes Ereignis zu sein: Bei ihm traten die drei höchsten im gesamten Beobachtungszeitraum gemessenen 11,17-DOA-Konzentrationen erst zwei bis drei Wochen nach dem Transport auf. Der erhöhte Cortisolmetaboliten-Wert am zehnten Tag nach dem Transport ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass sich in Gregors Nachbarbox ein Giraffenweibchen für mehrere Stunden in einem Futternetz verfangen hatte, die beiden anderen Maximalwerte konnten hingegen keinem bestimmten Ereignis zugeordnet werden, scheinen aber mit der gesamten Umzugssituation in Verbindung zu stehen. Diese hatte zur Folge, dass Gregor auch noch im Zeitraum von vier Wochen nach dem Transport signifikant erhöhte 11,17-DOA-Konzentrationen gegenüber den Ausgangswerten aufwies. Diese lange Phase erhöhter

11,17-DOA-Konzentrationen mag darin begründet sein, dass der subadulte Giraffenbulle Gregor zum Zeitpunkt des Transportes erst zwölf Monate alt war, während die übrigen transportierten Giraffen mit einem Alter von zwei bis zwölf Jahren deutlich älter waren. Wird der Transport einer jungen Giraffe von einem Zoo in einen anderen als Simulation des im natürlichen Lebensraum beobachteten Prozesses der Abwanderung eines Jungtiers aus seiner Geburtsherde betrachtet, so ist festzustellen, dass die Umsetzung eines Giraffenbullens im Alter von zwölf Monaten vergleichsweise früh ist. Aus dem natürlichen Lebensraum ist bekannt, dass die Mutter-Kind-Bindung bei Giraffen etwa 19 bis 22 Monate hält und sich erst löst, wenn die Mutter erneut Nachwuchs bekommt (DAGG & FOSTER 1976). Die frühe Umsetzung des Giraffenbullens kann erklären, weshalb hier die Eingewöhnung länger dauerte als bei den übrigen Giraffen. So ist denkbar, dass sich ein bei der Umsetzung junges Tier noch nicht vollständig von der Mutter abgenabelt hat. Auch das zweitjüngste Tier, das im Alter von 22 Monaten transportiert wurde, fiel durch extreme Cortisolmetaboliten-Werte auf: Es zeigte im Vergleich mit den anderen transportierten Giraffen den mit Abstand stärksten Anstieg der Cortisolmetaboliten-Konzentration und hatte auch eine Woche nach dem Transport noch deutlich erhöhte 11,17-DOA-Werte. Dennoch ist dies nicht ausschließlich mit dem Alter zu begründen, denn generell könnten auch individuelle Unterschiede eine Rolle spielen.

### **5.3.2 Verändertes Liege- und Schlafverhalten nach Transporten**

In den ersten beiden Nächten nach dem Transport legten sich alle beobachteten Giraffen deutlich weniger ab als im Zeitraum vor dem Transport und schliefen, wenn überhaupt, nur für wenige Minuten paradox. Beide Verhaltensänderungen können auf die neue unbekannte Umgebung zurückgeführt und als Feindvermeidungsverhalten interpretiert werden. Von Nagetieren ist bekannt, dass sie in einer unbekanntem Umgebung freie, offene Flächen meiden und zunächst den Rand oder die Ecken des Geheges bevorzugen (ARCHER 1973, CHAOULOFF ET AL. 1995). Die Giraffe kann sich aufgrund ihrer Größe nicht an einen solchen Sicherheit bietenden Ort zurückziehen. Da sie sich nur in stehender Position effektiv gegen Raubtiere verteidigen kann, im Liegen jedoch wehrlos ist (DAGG & FOSTER 1976), scheint es für eine Giraffe sinnvoll, sich möglichst wenig abzulegen, wenn die äußeren Umstände unsicher sind. Ebendies wird durch meine Beobachtungen bestätigt. Darüber hinaus sollten Tiere in einer unbekanntem Umgebung im Sinne der

Feindvermeidung leichte Schlafphasen (z.B. Dösen) gegenüber tiefen Schlafphasen (Tiefschlaf und paradoxer Schlaf) bevorzugen (LIMA ET AL. 2005). Da die Weckschwelle im paradoxen Schlaf am höchsten ist (NECKELMANN & URSIN 1993), sollte insbesondere diese Schlafphase gemieden werden (LIMA ET AL. 2005). Auch diese Hypothese wird durch meine Beobachtungen gestützt: So legte sich beispielsweise der subadulte Giraffenbulle Gregor bereits in der ersten Nacht nach dem Transport ab (wenn auch so wenig wie in keiner anderen Nacht), zeigte jedoch nur 25 Sekunden lang die PS-Stellung, während er vor dem Transport durchschnittlich mehr als 26 Minuten pro Nacht paradox schlief. Während Gregors nächtliche Liegedauer in den folgenden fünf Nächten wieder anstieg, schlief er weiterhin maximal wenige Sekunden pro Nacht paradox. Daher scheint es wahrscheinlich, dass die unbekannte Umgebung für das veränderte Schlaf- und Liegeverhalten verantwortlich war.

Erhöhte sich in Folge eines Transportes die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe, so verringerte sich die nächtliche Liegedauer und umgekehrt. Dieser negative Zusammenhang war für alle beobachteten Giraffen nachweisbar (mit Einschränkungen bei der Giraffe Himba, siehe Erläuterungen hierzu unter 4.3.1). Ein Anstieg der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffen weist auf eine Aktivierung der HPA-Achse hin. Die Aktivierung der HPA-Achse scheint somit in direktem Zusammenhang mit der beobachteten Reduktionen der Liegedauer zu stehen. Hierfür könnte das Schlüssel-Hormon der HPA-Achsen, das Corticotropin-Releasing Hormon (CRH) verantwortlich sein. Denn das CRH unterdrückt den Schlaf und versetzt den Körper in einen Zustand erhöhter Wachsamkeit (siehe 2.4) (EHLERS ET AL. 1986, HOLSBOER ET AL. 1988, TSUCHIYAMA ET AL. 1995). Der Feindvermeidungstheorie folgend, hat dann die erhöhte Wachsamkeit wiederum eine verkürzte Liegedauer der Giraffe zur Folge. Andererseits wäre denkbar, dass die in Folge eines Transportes beobachtete reduzierte Liegedauer und die damit einhergehende erhöhte Aktivität der Giraffe für den Anstieg der 11,17-DOA-Konzentration verantwortlich ist. Denn von anderen Säugetieren wie beispielsweise dem Menschen ist bekannt, dass nach körperlicher Anstrengung die Cortisolkonzentration im Körper ansteigt (COOK ET AL. 1987, KIRSCHBAUM & HELLHAMMER 1994). Da dies jedoch bislang nur für starke körperliche Anstrengung wie z.B. einen Marathonlauf nachgewiesen werden konnte (KIRSCHBAUM & HELLHAMMER 1994), eine

solch extreme Aktivitätssteigerung bei der Giraffe aber nicht zu beobachten war, scheint der Aktivitätsgrad als Begründung unzureichend.

Im Gegensatz zum Verhältnis von Liegedauer und Cortisolmetaboliten-Konzentration konnte nach Transporten kein signifikanter Zusammenhang zwischen der PS-Dauer und der 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffen nachgewiesen werden. Aus der Literatur ist zwar ein Einfluss der Hormone der HPA-Achse auf den paradoxen Schlaf bekannt (siehe 2.4), die Ergebnisse hierzu sind jedoch widersprüchlich. So wurde zum einen berichtet, dass das Schlüsselhormon der HPA-Achse, das CRH, die PS-Dauer erhöht (GONZALES & VALATX 1998, MÜLLER-PREUSS ET AL. 2005), während andere Autoren zu dem Schluss kamen, dass CRH den PS unterdrückt (HOLSBOER ET AL. 1988). Untersuchungen an Nagetieren demonstrierten, dass es von der Art des Stressors abhängig ist, ob in der Folge die PS-Dauer ansteigt oder abnimmt (PAPALE et al. 2005, CUI et al. 2007, TANG et al. 2007). Wie bereits festgestellt ergaben meine Beobachtungen, dass sich die PS-Dauer bei allen Giraffen direkt nach dem Transport reduzierte, während die 11,17-DOA-Konzentration anstieg. Im weiteren Verlauf unterschied sich das Verhalten der Giraffen jedoch, was dazu führt, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Hormonmetaboliten-Konzentration und der PS-Dauer nachweisbar war. So konnte ich im Vergleich zum Zeitraum vor dem Transport während der Eingewöhnungsphase bei manchen Giraffen eine Reduktion, bei anderen jedoch einen Anstieg der PS-Dauer beobachten, während die 11-17-DOA-Konzentrationen immer auf hohem Niveau blieben. Da während der Eingewöhnungsphase in verschiedenen Gehegen unterschiedliche Stressoren auf ein Tier einwirken können, könnten diese unterschiedlichen Stressoren für die unterschiedlichen Auswirkungen auf die PS-Dauer verantwortlich sein. Ebenso ist jedoch denkbar, dass sich das unterschiedliche Verhalten auf individuelle Unterschiede der Giraffen zurückführen lässt und sich einige Giraffen schneller an die neue Situation anpassen konnten als andere.

Darüber hinaus ist ein weiterer Grund für die unterschiedliche Entwicklung der PS-Dauer in Folge eines Transportes denkbar: Drei von vier Giraffen wurde vor dem Transport ein Neuroleptika verabreicht, das helfen sollte den Transport unbeschadet zu überstehen. Zahlreiche Neuroleptika stehen jedoch in dem Verdacht das Schlafverhalten

zu beeinflussen (LAUER ET AL. 1997, AYALON ET AL. 2002, GIMENEZ ET AL. 2007). Den beiden adulten Giraffenkühen Himba und Gambela wurde jeweils drei Tage vor dem Transport 1,8 ml Perphenazin verabreicht. Da Gambela in den darauffolgenden drei Nächten verglichen mit dem Zeitraum zuvor nur etwa ein Drittel der Zeit paradox schlief, könnte dies als Effekt des Neuroleptikums interpretiert werden. Dies bestätigt Beobachtungen von WALLACH ET AL. (1969), die herausfanden, dass eine Verabreichung von 4 mg/kg Perphenazin den paradoxen Schlaf von Hauskatzen für eine Dauer von drei bis vier Tagen unterdrückte. Jedoch veränderte sich die PS-Dauer der Giraffe Himba nach Perphenazin-Behandlung nicht. Am Tag des Transports bekamen die Giraffen Gregor (1,5 ml), Himba und Gambela (je 30 mg) das Psychopharmaka Haloperidol gespritzt. Die bereits vorgestellte Reduzierung der PS-Dauer dieser Giraffen, die jeweils nach dem Transport zu beobachten waren, könnte somit auch auf die Haloperidol-Gabe zurückzuführen sein. AYALON ET AL. (2002) beobachteten nach Haloperidol Medikamentierung einen unregelmäßigen und unorganisierten Schlaf-Wach-Rhythmus. Allerdings nahmen die von AYALON ET AL. untersuchten Schizophrenie Patienten das Medikament über einen Zeitraum von zwei Jahren. Hingegen hatte eine einmalige Verabreichung von Haloperidol an gesunde Probanden keine signifikanten Auswirkungen auf deren Schlafverhalten (GIMENEZ ET AL. 2007) und auch andere Studien konnten keinen Einfluss von Haloperidol auf die PS-Dauer beobachten (KESHAVAN ET AL. 1989, TAYLOR ET AL. 1991, WETTER ET AL. 1996). Demzufolge scheint es unwahrscheinlich, dass die beobachteten Schlafveränderungen der transportierten Giraffen auf die Neuroleptika zurückzuführen sind. Dies wird untermauert durch die Beobachtung der Giraffe Nike, die vor dem Transport keinerlei Medikamente erhielt. Dennoch schlief sie ebenso wie die übrigen transportierten Giraffen in der Nacht nach dem Transport nicht paradox. Zwar kann nicht ausgeschlossen werden, dass die Neuroleptika einen Einfluss auf das Schlafverhalten der Giraffen haben, zumal deren Effekt stark von der Dosis abhängig ist (WETTER ET AL. 1996) und hinsichtlich der Sensibilität einer Giraffe auf diese Medikamente nichts bekannt ist. Dennoch scheinen die beobachteten Schlafveränderungen der transportierten Giraffe nicht auf die Neuroleptika sondern auf den Transportstress zurückzuführen sein.

Da alle beobachteten Giraffen in den ersten beiden Tagen nach dem Transport ein übereinstimmendes Bild hinsichtlich des Schlafverhaltens sowie der Liege- und PS-Dauer zeigten, das Schlafverhalten im weiteren Verlauf jedoch deutliche Unterschiede aufwies, soll letzteres im Folgenden für jedes Individuum detailliert betrachtet werden. Dabei sollen in jedem Abschnitt unterschiedliche Erklärungen für die beobachteten Ergebnisse diskutiert und hinsichtlich ihrer Plausibilität gegeneinander abgewogen werden.

### ***Detailanalyse des Schlaf- und Liegeverhaltens der subadulten Giraffe Gregor***

Die Giraffe Gregor wies gegenüber der Prä-Transportphase auch drei Wochen nach dem Transport noch eine reduzierte Liege- und PS-Dauer auf. Da zeitgleich auch die 11,17-DOA-Konzentration im Kot der Giraffe Gregor erhöht war, ist davon auszugehen, dass hierfür das bereits weiter oben ausführlich diskutierte Zusammenspiel zwischen HPA-Achse und Schlafverhalten verantwortlich gemacht werden kann.

Allerdings ist auch denkbar, dass die Liege- und PS-Dauer in Folge des Transports und der damit verbundenen Eingewöhnung gar nicht außergewöhnlich kurz ausfielen, sondern im Zeitraum vor dem Transport bereits ungewöhnlich lang waren und sich nach dem Transport lediglich auf das für eine Giraffe normale Niveau einpendelten. Ein Vergleich seiner Liegedauer aus der Zeit vor dem Transport mit derjenigen anderer subadulten Giraffen widerlegt diese Annahme jedoch: Gregors nächtliche Liegedauer in der Prä-Transportphase war nicht ungewöhnlich lang (siehe 5.1.3), dagegen die nach dem Transport für sein junges Alter außergewöhnlich kurz.

Alternativ könnte ein saisonaler Einfluss als Begründung für verkürzte Schlaf- und Liegezeiten angeführt werden: Da sich Giraffen bevorzugt im Dunkeln ablegen, die Beobachtungen von Dezember bis Ende Februar andauerten, ein Zeitraum, in dem die Nächte täglich kürzer werden, könnte der Grund für die verkürzte Liegezeit auch jahreszeitlich bedingt sein. Ein saisonaler Einfluss könnte demzufolge zwar eine kontinuierliche Verkürzung der Liegedauer um wenige Minuten pro Tag mit sich bringen, jedoch scheint ausgeschlossen, dass saisonale Gründe den beobachteten abrupten Rückgang der nächtlichen Liegedauer, der zudem unmittelbar auf den

Transport folgte, auslösten. Somit kann die Tageslänge als Ursache für die reduzierte Liegedauer ausgeschlossen werden.

Daher ist es am Wahrscheinlichsten, die noch drei Wochen nach dem Transport zu beobachtende Verkürzung der Liegedauer sowie die Reduzierung des PS auf die Stress-Situation des Transports mit anschließender Eingewöhnung zurückzuführen. Das zum Zeitpunkt des Transports junge Alter Gregors scheint am ehesten für die langanhaltenden Schlafstörungen verantwortlich.

### ***Detailanalyse des Schlaf- und Liegeverhaltens der adulten Giraffen Himba und Gambela***

Während ich die adulte Giraffe Gambela nur in den ersten beiden Nächten nach dem Transport beobachten konnte und daher über die anschließende Eingewöhnungsphase keine Aussage treffen kann, hatte die adulte Giraffe Himba auch in den Nächten zehn, elf und 14 nach dem Transport gar keinen oder bemerkenswert wenig PS. Dies lässt sich damit erklären, dass sie am Tag vor Nacht zehn und elf erstmalig mit den übrigen Herdenmitgliedern zusammengelassen wurde. Auch bei anderen Säugetierarten wurden in Folge einer Zusammengewöhnung mit neuen Sozialpartnern Stressreaktionen beobachtet (VON HOLST 1994, BEHRINGER 2011). Ebenso war Himba vor Nacht 14 mit einer neuen Situation konfrontiert, da sie erstmalig in einer ihr bis dahin unbekanntem Stallbox übernachten musste. In dieser Nacht scheint, wie bereits oben diskutiert, die unbekannte Umgebung ein Ablegen und somit auch den PS zu unterbinden. Aufgrund fehlender Kotproben kann hier keine Aussage zum Verlauf der 11,17-DOA-Konzentration im selbigen Zeitraum gemacht werden.

Bei der Giraffe Himba konnte bereits vor dem Transport ein potentiell stressintensives Ereignis dokumentiert werden: Vor dem Transport teilte sich Himba einen Stall mit dem adulten Giraffenweibchen Gambela. Letztere wurde zwei Tage vor Himba transportiert. In der Nacht nach dem Abtransport ihrer Stallgefährtin verbrachte Himba mehr als doppelt so viel Zeit im paradoxen Schlaf wie in jeder anderen Nacht vor dem Transport. Aufgrund des Fehlens einer Kotprobe kann hier keine Aussage über die Aktivierung der HPA-Achse getroffen werden. Dennoch ist aufgrund der allgemeinen Unruhe, die das

Verladen der Giraffe Gambela mit sich brachte, sowie der Separierung von einem langjährigen Herdenmitglied (siehe 5.4) davon auszugehen, dass dieses Ereignis für die Giraffe Himba Stress bedeutete. Zwar scheint dies den Beobachtungen zu widersprechen, die als Stressfolge eine Verkürzung der PS-Dauer registrierten, jedoch ist, wie bereits angeführt, aus Untersuchungen an Nagetieren bekannt (PAPALE ET AL. 2005, CUI ET AL. 2007, TANG ET AL. 2007), dass verschiedene Stressoren unterschiedliche Effekte auf die PS-Dauer haben und diesen entweder verlängern oder verkürzen können (siehe auch 6.2). Es wäre auch denkbar diesen zwischenzeitigen Anstieg der PS-Dauer als Rebound-Effekt zu interpretieren, wie er für gewöhnlich nach Schlafentzug auftritt (TOBLER 1985). Dies würde voraussetzen, dass Himba zuvor unter einem Schlafdefizit litt, möglicherweise dadurch hervorgerufen, dass sie sich einen Stall mit Gambela teilen musste. Demnach hätte Himba in ihrer ersten Nacht, die sie alleine verbrachte, den fehlenden Schlaf nachgeholt. Dem widerspricht jedoch, dass sich Himba und Gambela bereits seit acht Jahren einen Stall teilten und daher davon ausgegangen werden muss, dass beide in dieser Zeit Strategien entwickelten, die ihnen ausreichend Schlaf ermöglichten.

***Fazit: Während der auf den Transport folgenden Eingewöhnungsphase führten drei für die Giraffe Himba unbekannt Situationen zu außergewöhnlich kurzen PS- und Liegedauern. Bereits vor dem eigenen Transport wurde Himba von ihrem langjährigen Herdenmitglied separiert. Die in der Folgenacht beobachtete Verdoppelung der PS-Dauer scheint ungewöhnlich, kann jedoch ebenfalls als Stressantwort interpretiert werden.***

#### ***Detailanalyse des Schlaf- und Liegeverhaltens der subadulten Giraffe Nike während der Eingewöhnungsphase***

Während die Giraffen Gregor und Himba auch mehrere Tage bis Wochen nach dem Transport noch eine reduzierte Liegedauer aufwiesen und weniger PS zeigten als vor dem Transport, war ein Rückgang dieser beiden Verhaltensweisen bei der subadulten Giraffe Nike nur in den ersten beiden Nächten zu beobachten. In den darauffolgenden Tagen wurde hingegen ein Anstieg beider Verhaltensweisen registriert. Insbesondere die Zeit, die Nike im paradoxen Schlaf verbrachte, war ein bis vier Wochen nach dem



Transport etwa doppelt so lang wie im Zeitraum vor dem Transport. Hingegen erhöhte sich die Zeit, in der sie sich im gleichen Zeitraum ablegte, nur um 10%. Während eine abrupte Veränderung, wie oben bereits dargelegt, nicht durch saisonale Einflüsse erklärt werden kann, könnte der hier beobachtete geringe Anstieg der Liegedauer durchaus damit begründet werden, dass in dem Beobachtungszeitraum jahreszeitlich bedingt die Tage kürzer wurden. So legte sich die Giraffe Nike mit jedem Tag ein wenig früher ab, was zu einem leichten aber kontinuierlichen Anstieg der Liegezeit führte. Allerdings lässt sich die zeitgleich auftretende Verdoppelung der PS-Dauer nicht durch saisonale Einflüsse erklären. Bei der Betrachtung der Cortisolmetaboliten-Konzentrationen im Kot der Giraffe Nike kann ein bis fünf Wochen nach dem Transport kein signifikanter Unterschied zum Zeitraum vor dem Transport festgestellt werden. Es scheint daher möglich, dass die Giraffe Nike den Transportstress schnell verarbeitete und die anschließende Eingewöhnungsphase für sie wenig stressvoll verlief. Hierfür spricht der Zeitpunkt der Separierung der Giraffe Nike von ihrer Herde, denn Nike war zum Zeitpunkt des Transportes drei Jahre alt und somit bereits älter als Jungtiere, die im natürlichen Lebensraum ihre Geburtsherde verlassen (DAGG & FOSTER 1976). Zudem wurde sie bereits mehrere Monate vor dem Transport nachts getrennt von ihrer Mutter aufgestellt, so dass die endgültige Trennung keine vollständig neue Situation für Nike darstellte. Wenn die Eingewöhnung in den neuen Stall aufgrund des günstigen Zeitraumes und der getroffenen Vorbereitungen für Nike stressfrei waren, wäre jedoch eine gleichbleibende PS-Dauer zu erwarten gewesen. Die pro Nacht beobachtete Verlängerung der PS-Dauer könnte daher auf die Verarbeitung neuer Eindrücke zurückzuführen sein, die in dem neuen Gehege auf Nike einwirkten. So konnten SCHIFFELHOLZ & ALDENHOFF (2002) bei Ratten nachweisen, dass neue Objekte, die in ein Gehege eingebracht wurden, die Anzahl der PS-Phasen erhöhen.

Die Feindvermeidungs-Hypothese scheint im Fall der Giraffe Nike dagegen wenig aufschlussreich. Eine Verlängerung der PS-Dauer wäre hiernach zu erwarten, wenn sich Nike in ihrer neuen Umgebung sicherer fühlen würde als in ihrem Geburtsstall (LIMA ET AL. 2004). Dem widerspricht jedoch, dass der Geburtsstall, in dem ein Tier drei Jahre lang lebte und dessen Routine ihm vertraut war, von diesem eher als „sicher“ betrachtet werden sollte als ein Stall, den das Tier erst seit wenigen Tagen kennt.

Daher scheint die Ursache für die während der Eingewöhnungsphase beobachtete Verlängerung der PS-Dauer das Alter der Giraffe Nike zu sein, das für einen Wechsel in eine neue Herde ideal war. Auch die bereits stattgefundenene Abnabelung von der Mutter machte die Eingewöhnung einfacher.

***Fazit: Die bei allen beobachteten Giraffen registrierte Verkürzung der Liege- und PS-Dauer während der ersten beiden Nächte nach einem Transport können als Feindvermeidungs-Strategie der Giraffen interpretiert werden. Während der Nächte der Eingewöhnungszeit zeigten die Giraffen im Vergleich zum Zeitraum vor dem Transport entweder eine Verkürzung der PS-Dauer oder eine Verlängerung. Diese individuellen Unterschiede könnten mit dem Altersunterschied der Giraffen zum Zeitpunkt des Transportes in Verbindung stehen. Auch ohne allgemeingültige Erklärung bleibt festzuhalten, dass die Stressbelastungen, die durch den Transport wie auch durch die Phase der Eingewöhnung hervorgerufen wurden, bei allen beobachteten Giraffen zu messbaren Veränderungen sowohl der Liegedauer als auch des paradoxen Schlafs führten.***

#### **5.4 Einfluss von Veränderungen der Herdenstruktur auf das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen**

Im Zusammenhang mit Veränderungen in der Herdenstruktur der Giraffen wurden im Rahmen dieser Arbeit drei Ereignisse untersucht:

1. die Reaktion der Giraffen Julia und Jaqueline auf das Ableben des alten Giraffenbullens George;
2. die Reaktion des Giraffenweibchens Jaqueline auf die Trennung von ihren jeweiligen Jungtieren Julia und Gregor sowie
3. die Reaktion der Giraffenherde auf die Geburten von Jungtieren.

Die dabei gewonnenen Resultate sollen für das jeweilige Ereignis im Folgenden diskutiert werden.

### 5.4.1 Reaktionen der Herdenmitglieder auf den Tod des Giraffenbullens

#### George

Nach dem Tod des alten Giraffenbullens George legte sich die Giraffenkuh Jaqueline – mit der Ausnahme von 223 Minuten während der dritten Nacht nach dem Tod – drei Wochen lang nicht ab und zeigte demzufolge auch keinen paradoxen Schlaf. Eine derart langanhaltende und extreme Abweichung des Liege- und Schlafmusters konnte ich im Rahmen dieser Arbeit nach keinem anderen Stressor und bei keinem anderen Tier beobachten. Dabei scheint allein Georges Tod für diese Veränderungen verantwortlich zu sein. Hierfür sprechen insbesondere zwei Beobachtungen: Zum einen konnte ich in den Nächten nach Georges Tod, in denen sich Jaqueline nicht ablegte, keinen weiteren, offensichtlichen Stressor beobachten. Einschränkend ist jedoch zu bemerken, dass die Videoüberwachung nur das Innere des Stalls erfasste und ein Auftreten von akuten Stressoren außerhalb des Stalls möglicherweise unbemerkt blieb. Wäre dies der Fall, so wäre zu erwarten gewesen, dass die subadulte Giraffe Julia auf weitere Stressoren ebenfalls mit einer Veränderung des Liege- und PS-Musters reagiert hätte. Hingegen zeigte Julia lediglich in der Nacht, in der George starb, ein abweichendes PS-Muster.

Jaqueline und George lebten über zehn Jahre gemeinsam in einem Stall und hatten gemeinsam sieben Jungtiere gezeugt. Daher kommen als Stressoren, die bei der Giraffe Jaqueline eine solch starke Reaktion auslösten, sowohl der Verlust des langjährigen Herdenmitglieds als auch die Bedrohung der Sicherheit des Schlafplatzes in Betracht: Wie bereits ausgeführt, hat die Sicherheit des Schlafplatzes und somit die Gefahr, erbeutet zu werden, großen Einfluss auf das Schlafverhalten einer Tierart (SIEGEL 2001, LIMA ET AL. 2004). Fühlt sich ein Tier an seinem Schlafplatz bedroht, so ist zu erwarten, dass es weniger schläft und stattdessen mehr Zeit darauf verwendet, nach Feinden Ausschau zu halten. Da George im Stall gestorben ist, könnte dies zur Folge gehabt haben, dass sich Jaqueline in diesem Stall nicht mehr sicher fühlte und sich aus diesem Grund wochenlang nicht mehr ablegte. Da sich die Beurteilung der Gefahrensituation individuell unterscheidet und die subadulte Giraffe Julia aufgrund ihres Alters noch auf den Schutz ihrer Mutter vertrauen konnte, könnte die Sicherheit des Schlafplatzes auch erklären, weshalb das Schlaf- und Liegemuster der Giraffe Julia in den Tagen nach Georges Tod kaum Veränderungen zeigte.

Ebenso kann auch die Trennung von einem Sozialpartner das Schlafverhalten beeinflussen. Alle bislang an Nagetieren und Primaten untersuchten Trennungen einer Mutter-Kind-Bindung führten in der Folgenacht zu einer signifikanten Reduktion des paradoxen Schlafs (HOFER 1976, REITE & SHORT 1978, REITE ET AL. 1989, MCNAMARA 1996). Diese Beobachtungen veranlassten MCNAMARA (1996) dazu, im paradoxen Schlaf einen Mechanismus für soziale Bindungen zu sehen. Zwar handelt es sich bei Jaqueline und George weder um eine Mutter-Kind-Bindung noch leben Giraffen in vergleichbar sozialen Gruppen wie die Mehrzahl der Primatenarten, doch können sich auch in weniger sozialen Gruppierungen enge soziale Bindungen ausbilden. Beispielsweise beobachteten TAROU ET AL. (2000) nach der Separierung eines Giraffenbullens eine Stressreaktion bei den verbliebenen weiblichen Giraffen der Herde, die der Reaktion vieler Primatenarten auf eine soziale Separierung ähnelte und sich bei der Giraffe durch orale Stereotypen sowie eine Steigerung der Aktivität äußerte. Die von mir bei der Giraffe Jaqueline beobachtete Reduktion des paradoxen Schlafs über einen Zeitraum von mehreren Wochen kann daher als Folge der sozialen Trennung interpretiert werden. Die subadulte Giraffe Julia zeigte im Gegensatz zu Jaqueline nur in der ersten Nacht nach Georges Tod ein verändertes PS-Muster. Die soziale Bindung zwischen Julia und George war jedoch auch deutlich schwächer ausgeprägt als die zwischen George und Jaqueline: Julia hatte kaum direkten Kontakt mit dem Giraffenbullens, da sie während der ersten Lebenswochen sowie während des gesamten Winters getrennt von ihm lebte. Somit war zu erwarten, dass die Giraffe Jaqueline stärker auf den Tod des Bullens reagieren würde als das Jungtier. Ebendies konnte beobachtet werden und bekräftigt die Hypothese, dass bei Jaqueline ein psychischer Stressor infolge der sozialen Separierung für die Veränderungen des Schlaf- und PS-Musters verantwortlich war. Diese Beobachtungen unterstützen die in jüngster Zeit aufkommenden Vermutungen, dass Giraffen engere soziale Bindungen eingehen als allgemein angenommen (TAROU ET AL. 2000, BASHAW ET AL. 2007, BERCOVITCH & BERRY 2010). Ob nun die soziale Trennung oder das Feindvermeidungsverhalten das veränderte Schlaf- und Liegeverhalten bei der Giraffe Jaqueline auslöste, kann nicht abschließend geklärt werden. Da jedoch der Tod einer zwei Tage alten Giraffe beim Muttertier keine Veränderungen des PS-Musters zur Folge hatte, scheint es wahrscheinlich, dass eine Giraffe den Tod einer anderen Giraffe nicht unmittelbar mit Gefahr verknüpft. Diese Überlegung widerspricht der Annahme, dass

die Feindvermeidungsstrategie für das veränderte Schlaf- und Liege-Muster verantwortlich sei.

Sollte bei der Giraffe Jaqueline (sozialer) Stress für die ungewöhnlich lang anhaltenden Veränderungen der Liege- und PS-Dauer in Folge des Todes des Giraffenbullens George verantwortlich sein, so ist zu erwarten, dass als Stressantwort auch Stresshormone ausgeschüttet wurden. Demzufolge sollte ein Anstieg der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot der Giraffe Jaqueline nachweisbar sein. Ebendies konnte aber nicht beobachtet werden. Zwar wurde die Kotprobe am ersten Morgen nach dem Tod des Giraffenbullens aufgrund der allgemeinen Aufregung bei den Tierpflegern nicht gesammelt, doch wies bereits die Kotprobe am zweiten Morgen nach dem Tod des Giraffenbullens eine niedrigere 11,17-DOA-Konzentration auf als alle Proben aus dem Zeitraum vor Georges Tod. Daher ist davon auszugehen, dass der Tod des Giraffenbullens keine Aktivierung der HPA-Achse bei der Giraffe Jaqueline zur Folge hatte. Denn andere starke Stressoren wie beispielsweise ein Transport (vgl. 4.3), die ebenfalls eine über mehrere Tage anhaltende Reduzierung der PS-Dauer zur Folge hatten, führten bei allen untersuchten Giraffen zu einem mindestens vier Tage andauernden Anstieg der 11,17-DOA-Konzentration. Da die extreme Veränderung der Liege- und PS-Dauer für eine Stressbelastung der Giraffe Jaqueline spricht, muss wohl davon ausgegangen werden, dass in diesem Fall eine andere Stressachse als die HPA-Achse aktiviert wurde.

Nach einem Zeitraum von 18 Tagen legte sich das Giraffenweibchen Jaqueline erstmalig wieder ab und schlief in dieser Nacht etwa doppelt so viel paradox wie durchschnittlich vor Georges Tod. In den darauffolgenden beiden Nächten war ihre nächtliche PS-Dauer sogar etwa dreimal so lang wie vor dem Tod. Dieses hohe Aufkommen an paradoxem Schlaf kann als Rebound-Effekt interpretiert werden, wie er für Nächte nach Schlaf- und PS-Entzug charakteristisch ist (GONZALES & VALATX 1998). Dabei ist festzuhalten, dass sich die Liegedauer selbst in diesen Nächten nicht verlängerte. Im Gegenteil lag die nächtliche Liegedauer während der ersten Nächte nach der 18-tägigen Stehphase sogar noch unter der durchschnittlichen Liegedauer des Zeitraums vor dem Tod. Da jedoch der PS einen Rebound-Effekt aufwies, unterstützt dies die unter 5.7.2 zu diskutierende Annahme, dass Giraffen in keiner anderen Stellung (beispielsweise im Stehen) in

ausreichendem Maße paradox schlafen können und die 18-tägige Stehphase tatsächlich mit einem Entzug von paradoxem Schlaf einherging. Möglicherweise war die Giraffe durch dieses große PS-Defizit zum Abliegen gezwungen. Diese Annahme wird auch durch den hohen PS-Anteil während der ersten Liegephase nach 18 Tagen unterstützt. Denn diese erste Liegephase verbrachte sie zu über 20% im paradoxen Schlaf, was ihren durchschnittlichen Anteil um das Fünffache übertraf.

***Fazit: Der Tod des Giraffenbullens George hatte bei der Giraffe Jaqueline die stärksten in dieser Arbeit beobachteten Schlafveränderungen zur Folge. Dies kann sowohl als Feindvermeidungs-Strategie interpretiert werden als auch als Stress in Folge der sozialen Trennung. Da im Kot der Giraffe Jaqueline kein Anstieg der Cortisolmetaboliten-Konzentration gemessen werden konnte, ist davon auszugehen, dass eine andere Stressachse als die HPA-Achse aktiviert wurde. Nach einer 18-tägigen Stehphase legte sich Jaqueline erstmalig wieder ab, möglicherweise um paradoxen Schlaf nach zu holen.***

#### **5.4.2 Reaktionen eines Muttertieres auf die Separierung ihrer Jungtiere**

In der jeweiligen Nacht nach der Separierung der Giraffe Jaqueline von einem ihrer Jungtiere lag Jaqueline kürzer als zuvor und wies auch weniger paradoxen Schlaf auf. Ein vergleichbares Ergebnis ergaben Separierungs-Versuche, die an Primaten und Ratten durchgeführt wurden und in deren Folge ebenfalls ein Rückgang der PS-Dauer registriert werden konnte (HOFER 1976, REITE & SHORT 1978, REITE ET AL. 1989). Auch Kühe zeigten nach der Trennung von ihren Jungtieren einen Rückgang des Schlafaufkommens um 50% (RUCKEBUSCH 1975). Dies untermauert die Hypothese von TAROU ET AL. (2000), die am Beispiel der Giraffe für Tierarten mit scheinbar weniger komplexen Sozialstrukturen Stressreaktionen in Folge von Separierungen nachweisen konnten. Die dort als Stressreaktion interpretierten Verhaltensweisen traten nach TAROU ET AL. (2000) für eine Dauer von etwa fünf Tagen vermehrt auf. Das von mir beobachtete Giraffenweibchen Jaqueline zeigte nach der Separierung von ihrem Jungtier Julia für einen vergleichbaren Zeitraum (vier Tage) nahezu keinen paradoxen Schlaf. Hingegen schlief sie nur in der ersten Nacht nach der Separierung ihres Jungtieres Gregor nicht paradox. Der gleiche Unterschied war für die Liegedauer zu beobachten. Es ist denkbar,

dass Unterschiede im Alter und Geschlecht der Jungtiere für die unterschiedlichen Reaktionen der Mutter verantwortlich gemacht werden können. Da jedoch die beiden Jungtiere mit 12 bzw. 15 Monaten zum Zeitpunkt des Transports in etwa gleich alt waren, scheint ein Altersunterschied als Ursache ausgeschlossen. Vergleicht man jedoch die Separierung mit dem Abwanderungsverhalten von Junggiraffen im natürlichen Lebensraum, so fällt auf, dass Weibchen häufig in der Geburtsherde bleiben, während männliche Jungtiere abwandern (PRATT & ANDERSON 1979). Dies könnte ein Grund dafür sein, weshalb Jaqueline nach der Separierung Julias länger ohne PS blieb als nach der Separierung von ihrem männlichen Jungtier. Die unterschiedlich lang anhaltenden Veränderungen im Liege- und Schlafverhalten der Giraffe Jaqueline nach der Separierung ihrer beiden Jungtiere könnte aber auch einen anderen Grund haben: Nach der Trennung von Gregor, auf die Jaqueline nur kurzzeitig reagierte, war sie noch mit dem alten Giraffenbullen George vergesellschaftet, während sie nach der Separierung von ihrem Jungtier Julia alleine zurückblieb und kein weiteres Herdenmitglied die Anlage mehr bewohnte. Die beobachtete Reduzierung der PS-Dauer in Folge der Separierungen legt demzufolge auch hier die Vermutung nahe, dass Giraffen weitaus sozialere Tiere sind als im Allgemeinen angenommen.

Die von mir beobachteten Separierungen legen außerdem die Vermutung nahe, dass die Fläche, die Giraffen während der Nacht zur Verfügung steht, Einfluss auf ihr Schlafverhalten nimmt. Während sich Jaqueline mit ihrem Jungtier Gregor eine 19 m<sup>2</sup> große Box teilte, stand ihr mit Julia die doppelte Fläche zur Verfügung. Nachdem Jaqueline direkt nach der Separierung des Jungtieres Gregor eine kürzere PS- und Liegedauer aufwies, stieg langfristig, d.h. sechs bis 23 Tage nach der Separierung, sowohl die Liegedauer als auch die Zeit, die sie pro Nacht im paradoxen Schlaf verbrachte, an. Hingegen blieben beide Schlafparameter nach der Separierung des Jungtieres Julia langfristig unverändert. Dieser Unterschied könnte, wie anfangs erwähnt, mit der Haltungssituation in Verbindung stehen: Weil sich Jaqueline mit Gregor eine kleinere Fläche teilen musste, wurde ihr Schlaf- und Liegeverhalten von dessen nächtlicher Aktivität beeinflusst. Daher legte sie sich vor der Separierung weniger lang ab und schlief weniger paradox. Aufgrund der größeren Fläche, die Jaqueline mit Julia zur Verfügung stand, war es dagegen beiden möglich, sich nachts „aus dem Weg zu

gehen“, so dass nach der Separierung keine langfristigen Veränderungen hinsichtlich der Liege- und PS-Dauer Jaquelines beobachtet werden konnten.

***Fazit: Die Separierung einer Giraffe von ihren Jungtieren führte zu einer bis zu vier Tage andauernden Veränderungen des Schlafverhaltens. Dies entspricht den Ergebnissen anderer Separierungsbeobachtungen an Giraffen und anderen Säugetieren mit vermeintlich komplexeren Sozialgefügen und legt die Vermutung nahe, dass Giraffen engere soziale Bindungen aufbauen als allgemein vermutet.***

### **5.4.3 Reaktionen der Herdenmitglieder auf die Geburt eines Jungtieres**

Beide beobachteten Giraffengeburten hatten in der Geburtsnacht einen messbaren Einfluss auf das Liege- und Schlafverhalten aller weiblichen Herdenmitglieder. Dies legt die Vermutung nahe, dass die Geburt einer Giraffe, auch wenn es nicht die Geburt des eigenen Jungtieres ist, für die übrigen Giraffen ein ungewöhnliches Ereignis darstellt.

In der Geburtsnacht legte sich keines der Giraffenweibchen nach erfolgter Niederkunft mehr ab; demzufolge konnte auch kein paradoxer Schlaf mehr stattfinden. Auch Untersuchungen einer Bonobogruppe zeigten, dass eine Geburt nicht nur für die Mutter, sondern für die gesamte Gruppe ein wichtiges Ereignis darstellt: So hatten in einer Studie alle Bonobos (*Pan paniscus*), die der Geburt beiwohnten, nach erfolgter Geburt erhöhte Cortisolwerte, während diejenigen Bonobos, die zum Zeitpunkt der Geburt vom Rest der Gruppe abgetrennt waren, keine erhöhten Cortisol-Konzentrationen im Speichel aufwiesen (BEHRINGER ET AL. 2009). Möglicherweise ist für die Giraffe ebenfalls eine direkte Nähe zum gebärenden Muttertier notwendig, um eine Verhaltensänderung bei den anwesenden Weibchen auszulösen. Denn das Liege- und PS-Muster des Giraffenbullens Gregor, der sich zwar während der Geburt im selben Stall befand, aber keinen Zugang zu den Boxen der Weibchen hatte, veränderte sich nicht. Eine im Vergleich zu den Weibchen fehlende Reaktion des Bullen kann jedoch auch damit zusammenhängen, dass Giraffenbullen im natürlichen Lebensraum eine solitäre Lebensweise bevorzugen und daher soziale Interaktionen mit Ausnahme des Paarungsverhaltens selten sind (DAGG & FOSTER 1976).



***Fazit: Alle im Rahmen dieser Arbeit beobachteten Veränderungen der Herdenstrukturen der Giraffen hatten messbare Veränderungen sowohl im Liegeverhalten als auch in der PS-Dauer zur Folge. Dies bestätigt die Annahme, dass das PS-Muster geeignet ist, sozialen Stress bei Giraffen anzuzeigen. Die Auswirkungen des sozialen Stresses auf das Liege- und PS-Muster übertrafen dabei die auf einen Transport folgenden Veränderungen teilweise um ein Vielfaches. Während weibliche Giraffenherden meist als lose Zusammenkünfte ohne komplexe soziale Beziehungen charakterisiert wurden, legen meine Beobachtungen die Vermutung nahe, dass die Komplexität der Giraffen-Sozialstruktur bislang unterschätzt wurde.***

## **5.5 Einfluss der Geburt eines Jungtieres auf das Liege- und Schlafverhalten des Muttertieres**

Die Niederkunft ist ein natürlich auftretendes Ereignis, das für ein Muttertier Stress und Schmerzen bedeutet (HYDRING ET AL. 1999). Bei Ziegen, Hausrindern, Schweinen und Lamas erreichte die Cortisol-Konzentration des Muttertieres während der Geburt ein Maximum (ADAMS & WAGNER 1970, WHITELY ET AL. 1984, LEON ET AL. 1990, HYDRING ET AL. 1999).

Mit Ausnahme der Giraffenkuh Edita legten sich alle beobachteten Giraffenkühe nach erfolgter Niederkunft in der Geburtsnacht nicht mehr ab und zeigten demzufolge auch keinen PS. Bis zu vier Nächten nach der Niederkunft war die PS-Dauer bei den drei Giraffenkühen gegenüber dem Zeitraum vor der Geburt reduziert. Diese Beobachtung entspricht Untersuchungen an Hausrindern, die ebenfalls in der Geburtsnacht einen deutlichen Rückgang des Schlafaufkommens, insbesondere des PS, aufwiesen (RUCKEBUSCH 1975). Jedoch war dies bei den Hausrindern in den darauffolgenden Nächten nicht mehr zu beobachten, und auch die Cortisol-Konzentrationen der oben genannten Paarhufer erreichten in der Regel bereits nach 24 Stunden wieder ihre Ausgangswerte (WHITELY ET AL. 1984, LEON ET AL. 1990, HYDRING ET AL. 1999), obgleich manche Hausrinder auch noch drei Tage nach der Geburt erhöhte Cortisol-

Konzentrationen im Blut aufwiesen (ADAMS & WAGNER 1970). Dass die Reduktion der Liege- und PS-Dauer bei den beobachteten Giraffen bis zu vier Tage lang anhielt, kann folgende Gründe haben: Bei der Giraffe handelt es sich um ein Wildtier, während in den übrigen zitierten Untersuchungen ausnahmslos Haustiere beobachtet wurden. Zum anderen waren alle drei Giraffen, die reduzierte Schlafzeiten aufwiesen, Erstgebärende. Von Tieren, die das erste Mal gebären, ist bekannt, dass sie bei der Geburt nervöser reagieren als erfahrene Muttertiere (THOMPSON ET AL. 2010). Des Weiteren ist auch das Feindvermeidungsverhalten der Giraffenmütter eine mögliche Erklärung für die langanhaltende Reduktion der Liege- und PS-Dauer. Giraffenmütter können ihr Jungtier effektiv gegen Feinde verteidigen, indem sie sich schützend über dieses stellen (DAGG & FOSTER 1976). Dies verlangt jedoch eine erhöhte Aufmerksamkeit, was in einer verringerten Liege- und PS-Dauer Ausdruck findet. Folgende Beobachtung scheint diese Hypothese zu unterstützen: Das Jungtier der Giraffe Maud starb bereits im Alter von zwei Tagen. Während Maud sich in den beiden Nächten, in denen ihr Jungtier noch lebte, nicht ablegte, hatte sie direkt nach dem Tod ihres Jungtieres eine Liege- und PS-Dauer, wie sie für Maud aus dem Zeitraum vor der Geburt charakteristisch war. Dies könnte seinen Grund darin haben, dass die Giraffe im Gegensatz zu den beiden anderen Erstgebärenden, die vier Tage lang reduzierte PS- und Liege-Zeiten aufwiesen, ihr Jungtier nicht mehr schützen musste.

Eine Sonderstellung nimmt die Giraffenkuh Edita ein: Sie hatte sich bereits in der ersten Nacht nach der Geburt ihres Jungtieres doppelt so lang abgelegt wie im Zeitraum vor der Geburt, eine Beobachtung, die der Feindvermeidungs-Hypothese zu widersprechen scheint. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass Edita ihr Jungtier nicht annahm und es in der Folge nicht aufzog. Somit könnte die erhöhte Liegedauer als Fehlen der Mutter-Kind-Bindung interpretiert werden. Es ist daher auch zweifelhaft, ob Edita ihr Jungtier im Falle einer Bedrohung verteidigt hätte. Möglicherweise kann das Schlafverhalten des Muttertieres Auskunft darüber geben, ob diese ihr Jungtier annimmt oder nicht.

***Fazit: Die Geburt eines Jungtieres ist für eine Giraffe ein stressintensives Ereignis. In der Geburtsnacht legten sich die Giraffenmütter, die ihr Jungtier annahmen, nach erfolgter Niederkunft nicht mehr ab. Auch in den folgenden Nächten zeigten die***

*Muttertiere, die ihre Jungtiere säugten, reduzierte PS- und Liegedauern, was als Feindabwehrverhalten erklärt werden kann. Möglicherweise kann das während der ersten Nächte nach der Geburt zu beobachtende PS- und Liegemuster einer Giraffenmutter Auskunft darüber geben, ob sie ihr Jungtier annimmt oder nicht.*

## **5.6 Einfluss zusätzlicher Stressoren auf das Liege- und Schlafverhalten von Giraffen**

In den vorangegangenen Kapiteln wurden Stress-Situationen diskutiert, deren Stresspotential aufgrund Untersuchungen an anderen Tierarten bereits bekannt war. Hierzu zählten die Transporte, Veränderungen in der Herdenstruktur sowie die Geburten der Jungtiere. Diese Situationen werden allgemein als Stress auslösend betrachtet und wurden daher gezielt für diese Arbeit ausgewählt. Darüber hinaus war das Auftreten dieser Stress-Situationen absehbar; die entsprechenden Untersuchungen konnten daher mit verschiedenen Individuen wiederholt werden.

Zusätzlich zu diesen vorhersehbaren Situationen konnten sechs singuläre Ereignisse, die unvorhersehbar auftraten, hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die Liege- und PS-Dauer sowie auf die Cortisolmetaboliten-Konzentration analysiert werden. Diese Ereignisse wurden während der auf den Transport folgenden Eingewöhnungsphase des subadulten Giraffenbullens Gregors registriert und von den Tierpflegern subjektiv als mögliche Stressbelastungen bewertet. Bei den auf Gregor einwirkenden unvorhersehbaren Stress-Situationen handelte es sich um:

- 1) erstmaliges Zusammentreffen mit den übrigen Herdenmitgliedern
- 2) Giraffe in der Nachbarbox verfängt sich nachts im Futternetz
- 3) Gregor beißt sich beim Spiel auf die Zunge
- 4) Gregor ist erstmalig im Treibgang und im Vorgehege
- 5) Gregor hat sich am Fesselgelenk verletzt
- 6) Gregor ist erstmalig auf der Außenanlage

Diese vermeintlichen Stressbelastungen hatten unterschiedliche Auswirkungen auf die drei Parameter Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot, PS-Dauer und Liege-Dauer. Nur ein einziges dieser sechs untersuchten Ereignisse, nämlich als sich die Giraffe in der Nachbarbox eine Nacht lang im Futternetz verfangen hatte, führte zu einem außergewöhnlichen Anstieg (einer Verfünffachung) der Cortisolmetaboliten-Konzentration in Gregors Kot. Weshalb bei den übrigen fünf Ereignissen keine Veränderung der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot nachweisbar war, kann unterschiedliche Gründe haben. Zum einen ist denkbar, dass die subjektiv von den Tierpflegern als stressvoll eingestuften Ereignisse für die Giraffe Gregor keinen Stress bedeuteten und sein Körper somit nicht vermehrt Cortisol ausschüttete. Ebenso könnten die Stressoren zu schwach gewesen sein, um Veränderungen in der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot anzuzeigen, oder der Anstieg war lediglich in der von mir gesammelten morgendlichen Kotprobe nicht nachweisbar, während er in einer früher oder später gesammelten Probe durchaus hätte festgestellt werden können. Umgekehrt ist denkbar, dass kein Cortisol ausgeschüttet wurde, weil die Stressoren nicht die HPA-Achse, sondern eine andere Stressachse aktivierten. Folglich wären kein oder nur wenig Cortisol, dafür aber vermehrt andere Stresshormone wie z.B. Katecholamine ausgeschüttet worden. Katecholamine wie Adrenalin und Noradrenalin sind im Blut jedoch sehr instabil. Ein Nachweis im Kot ist aufgrund der Metabolisierungsprozesse bislang nicht möglich. Da Stressoren von kurzer Dauer beim Menschen nur geringe bzw. keinen Anstieg von Cortisol zur Folge hatten, während das sympathische Nervensystem mit seinen Endprodukten Adrenalin und Noradrenalin sensibel reagierte (BRENNER ET AL. 1998), scheint es auch im Fall der Giraffe denkbar, dass die oben genannten Stressoren eine andere Stressachse aktivierten. Auch im Fall der Giraffe Jaqueline, bei der nach dem Tod des Giraffenbullens George kein Anstieg der Cortisolmetaboliten-Konzentration nachgewiesen werden konnte, hingegen das Schlaf- und Liegeverhalten starken Veränderungen unterworfen war (siehe 4.4.1), wurde bereits die Aktivierung einer anderen Stressachse diskutiert. Auch CHATTERTON ET AL. (1996) machten die Beobachtung, dass Hitze- und Kältestress beim Menschen zwar zu einem Anstieg der Alpha-Amylase-Konzentration im Speichel führten, die Cortisol-Konzentration jedoch keine Veränderungen aufwies. Da Alpha-Amylase als Biomarker für das vegetative Nervensystem angesehen wird (NATER & ROHLER 2009), scheint je nach Art und Dauer

des Stressors nicht immer jede Stressachse bei der Stressantwort involviert zu sein, so dass im Fall der Giraffe Gregor ein fehlender Cortisol-Anstieg nicht bedeuten muss, dass das Tier keinem Stress ausgesetzt war.

Im Gegensatz zur Cortisolmetaboliten-Konzentration wurde die PS-Dauer von allen sechs Ereignissen beeinflusst. So hatte Gregor nach fünf von sechs Ereignissen in der Folgenacht im Vergleich zum jeweiligen Referenzzeitraum maximal viel bzw. maximal wenig PS. So sank die nächtliche PS-Dauer nach den Stress-Situationen 1, 2, 5 und 6 auf den geringsten Wert des gesamten Referenzzeitraumes, während sie nach Stressor Nr. 4 auf den höchsten Wert des gesamten Referenzzeitraumes anstieg. Nach Ereignis Nr. 3 war zwar nicht der Maximal-Wert der PS-Dauer des gesamten Referenzzeitraumes zu beobachten, doch stieg die PS-Dauer gegenüber der durchschnittlichen PS-Dauer des Referenzzeitraumes auch in diesem Fall um das Dreifache an. Somit konnte bei der Giraffe Gregor in Folge eines Stressors sowohl eine Verlängerung als auch eine Verkürzung der PS-Dauer beobachtet werden. Eine solche bidirektionale Veränderung der PS-Dauer in Abhängigkeit vom Stressor wurde zuvor bereits bei Ratten festgestellt (PAPALE et al. 2005, CUI et al. 2007, TANG et al. 2007).

Die Liegedauer unterschied sich nur in der Hälfte der Ereignisse wesentlich von der durchschnittlichen Liegedauer des zugehörigen Referenzzeitraumes. Veränderungen in der Liegedauer waren dabei immer nur in Form von Verkürzungen festzustellen. Die extremste Verkürzung der Liegedauer trat auf, nachdem Gregor sich am Fesselgelenk verletzt hatte und sich in der Folgenacht nur etwa halb so lang ablegte wie durchschnittlich im zugehörigen Referenzzeitraum. Möglicherweise bereiteten ihm die Schmerzen Probleme beim Ablegen oder Aufstehen. Ebenso ist denkbar, dass er sich im Zuge der Feindvermeidung weniger ablegte, um trotz Verletzung möglichst schnell reagieren zu können, falls sich ein Raubtier nähern sollte.

Da die sechs untersuchten Situationen ähnliche Auswirkungen auf die PS-Dauer hatten wie andere allgemein als stressvoll akzeptierte Ereignisse (z.B. Transport), ist es wahrscheinlich, dass diese für die Giraffe Gregor ebenfalls Stress bedeuteten, auch wenn kein Anstieg der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot nachweisbar war. Demnach

scheint bei Giraffen der paradoxe Schlaf ein besonders sensibler Parameter zur Bestimmung von Stress zu sein.

***Fazit: Die nächtliche PS-Dauer der Giraffe Gregor veränderte sich nach allen spontan beobachteten Ereignissen, die zuvor als potentielle Stressoren eingestuft wurden, messbar. Hingegen wies die Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot nur nach einem dieser Ereignisse Veränderungen auf. Die PS-Dauer muss daher als besonders sensibler Parameter zur Identifizierung von Stress bei Giraffen gelten.***

## **5.7 Diskussion der Methode**

### **5.7.1 Eignung des Beobachtungszeitraums und der Beobachtungsmethode**

Den im Kapitel Ergebnisse dargestellten Beobachtungen zum Schlafverhalten der Giraffe unter „Normalbedingungen“ liegt kein 24-Stunden-Zyklus zugrunde, sondern ein nächtlicher Beobachtungszeitraum von 18 bis 9 Uhr (siehe 3.3.5). In diesem Zeitraum befanden sich die Giraffen in der Regel im Stall. Das Schlafverhalten der Giraffen außerhalb des Stalls war zu vernachlässigen, da eigenen Beobachtungen sowie Berichten der Tierpfleger zufolge Giraffen auf den Außenanlagen nur in äußerst seltenen Fällen paradoxen Schlaf (PS) zeigten. Auch Tierpfleger mit jahrelanger Erfahrung in der Giraffenhaltung haben die PS-Stellung im Außenbereich wenn überhaupt meist nur bei Jungtieren beobachten können (siehe Abb. 2.9). Daher können die in dieser Arbeit unter „Normalbedingungen“ erhobenen PS-Zeiten, obwohl sie ausschließlich in den Ställen erhoben wurden, als charakteristisch für den innerhalb eines 24-Stunden-Zyklus auftretenden paradoxen Schlaf einer in Menschenobhut lebenden Giraffe betrachtet werden.

Um den Einfluss von Stress auf das Schlafverhalten von Giraffen untersuchen zu können, hatte es höchste Priorität, das Verhalten der Giraffen nicht bereits durch die Wahl der Beobachtungsmethode zu beeinflussen. Da Giraffen bereits auf kleinste Veränderungen in ihrer Umgebung nervös reagieren können, wurde die non-invasive Offline-Beobachtung mit Hilfe von Videotechnik als Beobachtungsmethode gewählt. Ein

Beobachter, der sich nachts im Giraffenstall aufhält, also zu Zeiten, während der sich sonst weder Pfleger noch Besucher im Zoo befinden, hätte mit hoher Wahrscheinlichkeit für Unruhe gesorgt. Ein langwieriges Habituieren an einen oder mehrere Beobachter, wie es häufig bei der Verhaltensbeobachtung von Primaten im natürlichen Lebensraum praktiziert wird (BERTOLANI & BOESCH 2008), musste aufgrund der hohen Zahl unterschiedlicher Beobachtungsorte ausgeschlossen werden. Die vergleichsweise kurzen Beobachtungszeiträume an den jeweiligen Standorten hätten die notwendigen, lang andauernden Habituierungsphasen nicht gerechtfertigt. Für die Videobeobachtung wurden daher Videokameras und Infrarot(IR)-Scheinwerfer eingesetzt. Diese Ausrüstung hatte keinen beobachtbaren Einfluss auf das Verhalten der Tiere. Damit sich die Giraffen an die Videokameras in ihrem Gehege gewöhnen konnten, wurde die Überwachungsanlage mehrere Tage vor dem Beginn der Beobachtungen installiert. In Untersuchungen zum Farbsehen konnten Giraffen rot, orange, gelb, gelbgrün und violett sicher von 34 Graustufen unterscheiden (BACKHAUS 1959). Somit verfügen sie über ein ähnliches Farbsehvermögen wie der Mensch, und es ist davon auszugehen, dass sie wie dieser und wie die übrigen Säugetiere das infrarote Licht der IR-Scheinwerfer mit einer Wellenlänge von 850 nm nicht wahrnehmen. Auch so konnte ausgeschlossen werden, dass die Beobachtungsmethode das Verhalten der Giraffen beeinflusste. Generell hat die Methode der Videobeobachtung gegenüber der Direktbeobachtung den Nachteil, dass Details bei der Direktbeobachtung besser erkannt werden können. Die Detailerkennung spielte für die vorliegende Untersuchung jedoch nur eine untergeordnete Rolle, da das zu beobachtende Verhalten (PS-Stellung) aufgrund der Körpergröße der Giraffen auf Videos deutlich zu erkennen war. Eine Schwierigkeit der Videobeobachtung besteht darin, die Apparaturen im technikfeindlichen Umfeld eines Giraffenstalls sorgfältig gegen Staub und Stromausfälle zu schützen. Darüber hinaus bedarf die Installation einer Videoanlage eines relativ großen Aufwandes, da genaue Kenntnisse des Beobachtungsortes erforderlich sind und jeder Stall unterschiedliches Equipment erfordert. Die Videoauswertung kann zwar in Echtzeit erfolgen, verlangt jedoch, da die Auswertung zeitintensiv ist, einen vergleichsweise hohen personellen Aufwand. Hier sind in der Zukunft allerdings computergestützte Auswertungsmethoden denkbar, die im Rahmen meiner Arbeit noch nicht realisierbar waren.

Im natürlichen Lebensraum ist die Methode der Videoüberwachung nicht anwendbar, da es nahezu unmöglich ist, den genauen Ort vorherzusagen, an dem sich eine Giraffe ablegen wird. Auch die Direktbeobachtung des Schlafverhaltens ist auszuschließen, da die Anwesenheit eines Menschen den Schlaf einer (nicht habituierten) Giraffe beeinflussen würde. Um dennoch den paradoxen Schlaf einer Giraffe im natürlichen Lebensraum beobachten zu können, müssten automatische Registrierungsmethoden entwickelt werden. So ließe sich mit 3-Achsen-Beschleunigungs-Datenloggern arbeiten, die am Kopf der Giraffe befestigt werden. Diese wären in der Lage, die Bewegungen zu erfassen, durch die die Giraffe ihren Kopf nach hinten biegt, um ihn auf der Flanke abzulegen. Da solche Geräte nicht viel größer sind als Streichholzschachteln, ist anzunehmen, dass sich eine Giraffe leicht an sie gewöhnen könnte. Zugleich ist zu beachten, dass die beobachteten PS-Zeiten einer in Menschenobhut lebenden Giraffe nicht zwangsläufig mit den Werten einer Giraffe im natürlichen Lebensraum zu vergleichen sind. So ist zu erwarten, dass eine im sicheren Stall lebende Giraffe mehr Zeit schlafend verbringt als im natürlichen Lebensraum, wo die Giraffe einer Vielzahl von äußeren Reizen ausgesetzt ist, die das Schlafverhalten beeinflussen. Dies könnte wiederum bedeuten, dass eine Giraffe in einem sicheren Umfeld in Folge eines Stressors leichter partiell auf Schlaf verzichten kann. Somit könnte die PS-Dauer in einem Zoo stärkeren Schwankungen unterliegen, als dies im natürlichen Lebensraum der Fall wäre. In der Regel wird beim Schlaf von Säugetieren zwischen orthodoxem Schlaf und paradoxem Schlaf unterschieden. Beim Menschen wird darüber hinaus der orthodoxe Schlaf in vier weitere Schlafphasen unterteilt. Im Rahmen dieser Arbeit habe ich mich aus methodischen Gründen allein auf die Erfassung des paradoxen Schlafes beschränkt. Zwar ist auch der orthodoxe Schlaf einer Giraffe im Stehen sowie im Liegen leicht zu beobachten (TOBLER & SCHWIERIN 1996), jedoch gestaltet sich die exakte zeitliche Erfassung des orthodoxen Schlafs allein anhand von Verhaltensbeobachtungen als schwierig, da zwar das plötzliche Erwachen einer Giraffe in der Regel deutlich zu erkennen ist, jedoch der exakte Zeitpunkt des Einschlafens meist nicht angegeben werden kann. Dies gilt hingegen nicht für den paradoxen Schlaf: Das Ablegen des Kopfes auf der Flanke ist zeitlich exakt zu bestimmen, ebenso der Zeitpunkt, zu dem der Kopf die Flanke wieder verlässt. Somit kann die Verhaltensweise „PS-Stellung“ im Gegensatz zur Verhaltensweise „Schlafen“ mit Hilfe der Videobeobachtung sekundengenau erfasst



werden. Inwieweit die Giraffe in der PS-Stellung tatsächlich paradox schläft, soll im Folgenden diskutiert werden.

### **5.7.2 In der PS-Stellung haben Giraffen paradoxen Schlaf**

In dieser Arbeit wurde die Schlafstellung, bei der die Giraffe ihren Hals nach hinten biegt und den Kopf auf der Flanke ablegt, als PS-Stellung („paradoxe Schlaf“-Stellung) bezeichnet. Demgegenüber wurde diese Schlafstellung Mitte des letzten Jahrhunderts von diversen Autoren als Tiefschlaf-Stellung bezeichnet (GRZIMEK 1956, IMMELMANN 1958, IMMELMANN & GEBBING 1962). Da der PS erst 1953 von ASERINSKY & KLEITMAN wissenschaftlich beschrieben wurde, ist davon auszugehen, dass frühe Autoren dieses Schlafstadium nicht kannten oder zumindest mit den Charakteristika des PS nicht vertraut waren. Zunächst beschrieben KRISTAL & NOONAN (1979) die PS-Stellung noch widersprüchlich als „D-sleep“ („deep sleep or fast wave sleep“), während TOBLER & SCHWIERIN (1996) erstmalig annahmen, dass Giraffen während der oben beschriebenen Schlafstellung paradox schlafen. Da die verschiedenen Schlafstadien in erster Linie mit Hilfe des EEG-Musters differenziert werden, mochte diese Vermutung zunächst gewagt erscheinen. Doch haben sich neben dem EEG-Muster auch weitere Parameter für den PS als charakteristisch erwiesen, insbesondere die raschen Augenbewegungen (rapid eye movement = REM) und die Atonie der Tonusmuskulatur (BIRBAUMER & SCHMIDT 2006). Das Beobachten der raschen Augenbewegungen wäre mit Hilfe von Videotechnik zwar prinzipiell möglich, hätte jedoch einen wesentlich höheren technischen Aufwand erfordert, als dies im Rahmen meiner Arbeit zu realisieren war. Hingegen war der Verlust des Muskeltonus mit der eingesetzten Videotechnik leicht zu erfassen. So konnte ich im Rahmen meiner Untersuchungen drei Schlafpositionen beobachten und videotechnisch aufzeichnen, die eine Entspannung der Willkürmuskulatur erkennen ließen: die „PS-Stellung“, die „Kamel-Stellung“ sowie die „Kinn-Stellung“ (siehe 3.3.2). In allen drei Schlaf-Stellungen lag die Giraffe mit dem Bauch auf dem Boden, während der Kopf entweder auf der Hüfte, auf dem Boden oder auf einem anderen festen Untergrund in Reichweite des liegenden Tieres abgelegt wurde. Von diesen drei Schlafstellungen konnte lediglich die PS-Stellung bei allen beobachteten Giraffen regelmäßig registriert werden. Sowohl die Kamel- als auch die Kinn-Stellung traten dagegen nur bei einzelnen Individuen und nur in bestimmten Lebensphasen auf: So zeigte sich die Kamel-Stellung

ausschließlich bei einem Teil der juvenilen Giraffen und nur während der ersten Lebenstage. Zudem war die Kamel-Stellung nie die einzige Schlafstellung innerhalb eines 24-Stunden-Zyklus, die eine Entspannung der Willkürmuskulatur ermöglichte. Sie wurde immer von der PS-Stellung begleitet und von dieser in ihrer zeitlichen Dauer grundsätzlich übertroffen. Die Kinn-Stellung konnte ich ausschließlich bei dem adulten Giraffenweibchen Jaqueline beobachten. Diese Schlafstellung war von einem Hilfsmittel, in diesem Fall von einem Holzbalken, abhängig, auf den Jaqueline ihren Kopf abstützen konnte. Im Gegensatz zur PS-Stellung trat die Kinn-Stellung nur an wenigen Nächten für jeweils wenige Sekunden auf. Die PS-Stellung ist somit die dominierende Schlafstellung, in der die Willkürmuskulatur einer Giraffe erschlaffen kann. Daher ist davon auszugehen, dass Giraffen ihrem Bedürfnis nach paradoxem Schlaf in der PS-Stellung nachkommen, wie dies bereits von TOBLER & SCHWIERIN (1996) angenommen wurde.

Auch bei verschiedenen anderen Säugetierarten wurden spezifische Schlafstellungen erfolgreich als Anzeiger eines bestimmten Schlafstadiums ausgemacht (TOBLER 1992, TOBLER & SCHWIERIN 1996, BALZAMO ET AL. 1998, HÄNNINEN ET AL. 2008). Bei dieser Vorgehensweise besteht das grundsätzliche Problem, dass die Schlafstadien durch ein bestimmtes EEG-Muster definiert werden. Um eine Aussage treffen zu können, in welcher Schlafstellung welche Schlafphase durchlaufen wird, ist es notwendig, zeitgleich EEG-Ableitungen und Verhaltensbeobachtungen durchzuführen. Einen solchen Versuchsansatz praktizierten RUCKEBUSCH (1975) sowie HÄNNINEN et al. (2008) an Kühen. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass die „Schlafposition mit entspannter Nackenmuskulatur“, eine Schlafstellung, die der hier beschriebenen PS-Stellung der Giraffe stark ähnelt, zeitgleich mit den anhand des EEG-Musters identifizierten PS-Phasen auftrat. Obwohl es bisher für Giraffen noch keine vergleichbaren Untersuchungen gibt, kann davon ausgegangen werden, dass dies auch für die Giraffe gilt und die zeitliche Länge des paradoxen Schlafes mit der zeitlichen Länge, die eine Giraffe in der PS-Stellung verbringt, weitgehend übereinstimmt. Einschränkend ist zu bemerken, dass in der PS-Stellung die Willkürmuskulatur nicht zwangsläufig entspannt ist. Es ist daher ebenso denkbar, dass in der PS-Stellung auch kurze NREM-Schlafphasen auftreten, wie es auch für Kühe nachgewiesen wurde (RUCKEBUSCH 1975, HÄNNINEN ET AL. 2008). Zum anderen konnten länger andauernde Phasen von Muskelatonie auch mit

NREM-Schlaf in Verbindung gebracht werden: Diese als MAN („muscle atonia in non-REM sleep“) bezeichneten Schlafphasen traten verstärkt während der Regenerationsphasen nach vorangegangenem PS-Entzug auf und wurden daher als PS-Äquivalente beschrieben, die den Körper bei der Kompensation eines PS-Defizits unterstützen (WERTH ET AL. 2002). Um solche Aspekte auch für Giraffen detaillierter zu erfassen, müssten zukünftig EEG-Messungen in Verbindung mit Verhaltensbeobachtungen durchgeführt werden.

***Fazit: Es ist als sehr wahrscheinlich anzunehmen, dass paradoxer Schlaf bei Giraffen nahezu ausschließlich in der PS-Stellung möglich ist. Zugleich schlafen Giraffen in der PS-Stellung nicht ausschließlich paradox.***

### **5.7.3 Sammelprozedere und Analyse der Kotproben**

Mithilfe des an der Veterinärmedizinischen Universität Wien etablierten 11-Oxoätiocholanolon-Enzymimmunoassays konnte in Kotproben der Giraffen der Cortisolmetabolit 11,17-Dioxoandrostan bestimmt werden. Der ausgewählte Enzymimmunoassay wurde schon bei verschiedenen anderen Wiederkäuern erfolgreich eingesetzt (PALME & MÖSTL 1997, PALME ET AL. 2000, DEHNHARD ET AL. 2001, HUBER ET AL. 2003) und konnte erstmals im Rahmen dieser Arbeit bei Giraffen erprobt werden. Weil mit dem Enzymimmunoassay sinnvolle Ergebnisse gemessen werden konnten, ist für zukünftige Stresshormonanalysen bei Giraffen das Sammeln von Kot anderen Alternativen vorzuziehen. Zwar wäre auch ein Nachweis der Cortisolmetaboliten der Giraffe im Urin denkbar, doch ist das Sammelprozedere von Urin im Vergleich zu Kot ungleich aufwendiger und zeitintensiver. So müsste das Absetzen des Urins direkt beobachtet werden, um diesen sofort aufnehmen zu können, da Urin in Naturböden schnell einsickert und leicht mit anderen Substanzen am Boden kontaminiert wird. Auch der direkte Nachweis von Cortisol im Speichel oder Blut erscheint im Falle der Giraffe wenig sinnvoll. Dies würde ein zeitaufwendiges Training der Tiere voraussetzen, wobei nicht auszuschließen wäre, dass bereits das Sammelprozedere für die Giraffe Stress bedeuten und somit das Ergebnis beeinflussen würde, wie es von Blutabnahmen bekannt ist (WILSON et al. 1978, BEERDA et al. 1996). Da pro Tag nur der Kothaufen des Vormittags beprobt wurde, kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass ein in Folge

eines Stressors hervorgerufener kurzfristiger Cortisolanstieg über einen Kothaufen (beispielsweise am Nachmittag) ausgeschieden wurde, der nicht beprobt wurde. Zwar sind kleinere Konzentrationsschwankungen des Cortisols, wie sie beispielsweise im Tagesverlauf zu beobachten sind, im Kot nicht nachweisbar (PALME ET AL. 1999), dennoch wurde darauf geachtet, dass die Kotproben eines Individuums möglichst immer zur gleichen Zeit beprobt wurden, um tierpflegerisch bedingte Einflüsse oder ähnliches auszuschließen. Es sei jedoch darauf hingewiesen, dass die Probenentnahme in Abhängigkeit vom jeweiligen Zoo zu unterschiedlichen Zeiten stattfinden musste, da zum einen das Sammeln der Kotprobe in das tägliche Pflegeregime der Tierpfleger integriert werden musste und zum anderen nicht alle Giraffen zur gleichen Zeit Kot absetzten. Insgesamt ist es jedoch gelungen, den ersten abgesetzten Kot des jeweiligen Tages zu beproben.

#### **5.7.4 Zuordnung der 11,17-Dioxoandrostan-Konzentration zu den Verhaltensdaten**

Die Liegedauer bzw. die PS-Dauer einer Beobachtungsnacht wurde der Kotprobe des Folgetages zugeordnet, die in der Regel zwischen 9:00 und 11:00 Uhr gesammelt wurde. Folgende Überlegung macht diese Zuordnung plausibel: Das als Stressantwort ausgeschüttete Cortisol hat im Blut nur eine kurze Halbwertszeit von wenigen Minuten und wird dann von der Leber metabolisiert. Anschließend werden die Cortisolmetabolite über die Galle in den Darm sezerniert (PALME & MÖSTL 2001). Bis zum Kotabsatz vergeht je nach Tierart eine unterschiedlich lange Zeit, die beispielsweise beim Wiederkäuer einen halben und beim Pferd etwa einen ganzen Tag beträgt (PALME & MÖSTL 2001). Bisher wurde die Darmpassagengeschwindigkeit von Cortisolmetaboliten bei der Giraffe noch nicht analysiert. In meiner Untersuchung zeigte sich jedoch, dass der größte Anstieg der Cortisolmetaboliten-Konzentration nach einem Transport erfolgte. Der maximale Anstieg war hierbei in der Kotprobe nachweisbar, die am Morgen nach dem Transport gesammelt wurde. Diese Beobachtung lässt zwar keine Aussage über die Darmpassagezeit der Cortisolmetaboliten zu, zeigt aber, dass die von mir vorgenommene Zuordnung des Schlafverhaltens einer Beobachtungsnacht zur Kotprobe des Folgetages sinnvoll ist.

Problematisch ist dagegen, dass die beiden Parameter „Schlafverhalten“ und „Nachweis eines Anstiegs der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot“ eine unterschiedlich lange Latenzzeit zwischen Auftritt des Stressors und Auftritt des Parameters haben können. Tritt der Stressor beispielsweise in der Nacht auf, so kann dies zwar unmittelbar das Schlafverhalten beeinträchtigen, jedoch ist denkbar, dass die Cortisolmetaboliten-Konzentration in der Kotprobe des darauffolgenden Morgens noch nicht erhöht ist, sondern sich erst auf den am Nachmittag abgesetzten Kot auswirkt. Da wie bereits ausgeführt die Nachmittagsprobe nicht gesammelt wurde, ist es möglich, dass ein Anstieg der Cortisolmetaboliten-Konzentration unbemerkt blieb, sofern diese nicht auch noch in der Kotprobe des folgenden Morgens nachweisbar war. Auf diese Weise könnte die vorgenommene Zuordnung des Schlafverhaltens einer Beobachtungsnacht zur Kotprobe des Folgetages scheitern, obwohl sowohl das Schlafverhalten als auch die Cortisolmetaboliten-Konzentration auf den gleichen Stressor reagierten.

***Fazit: Die nächtliche Beobachtung des Schlafverhaltens der Giraffen mit Hilfe von Videokameras hat sich als erfolgreich erwiesen, da so ein Einfluss der Beobachtungsmethode auf das Verhalten der Tiere ausgeschlossen werden konnte. Die eingeschränkte Detailerkennung, die eine Videoüberwachung mit sich bringt, kann bei der Beobachtung angesichts der Größe von Giraffen vernachlässigt werden. In dieser Arbeit wurde ausschließlich der paradoxe Schlaf erfasst, da sich der orthodoxe Schlaf der Giraffe nicht exakt erfassen ließ. Die Giraffe schläft nahezu ausschließlich in der PS-Stellung paradox, jedoch können in dieser Schlafstellung auch orthodoxe Schlafstadien auftreten.***

***Erstmals konnte ein Enzymimmunoassay zum Nachweis von Cortisolmetaboliten im Kot von Giraffen eingesetzt werden. Aufgrund der sinnvollen Ergebnisse dieses Assays ist für Giraffen das Sammeln von Kotproben als Methode zum Nachweis von Stresshormonmetaboliten zweckmäßig und vergleichbaren Methoden vorzuziehen. Um die Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot einer Giraffe mit deren Schlafverhalten in Beziehung zu setzen, ist es sinnvoll, das Schlafverhalten einer Beobachtungsnacht der Kotprobe des Folgetages zu zuordnen.***

## 6. Abschließende Diskussion

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, zu untersuchen, ob die PS-Stellung als Parameter zur Identifizierung von Stress bei Giraffen dienen kann. Hierfür war zunächst die Beobachtung des Schlafverhaltens der Giraffen unter „Normalbedingungen“ notwendig (siehe 5.1.1), um Referenzwerte zu generieren. Im Anschluss konnte ich verschiedene als stressintensiv einzustufende Situationen, wie Transporte (siehe 5.3), Nahrungsmangel (siehe 5.2), Veränderungen der Herdenstruktur (siehe 5.4) oder Geburten (siehe 5.5) hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf die PS-Dauer analysieren und die gewonnenen Ergebnisse den Referenzwerten gegenüberstellen. Da die PS-Dauer als Parameter zur Bestimmung von Stress bislang weitgehend unerforscht ist (RUSHEN 2000), habe ich begleitend eine in der Stressforschung seit Jahren etablierte Methode, die Messung der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot, angewendet, um die Ergebnisse zur PS-Dauer in ihrer Aussagekraft zu bewerten. Im Folgenden werden abschließend die Vor- und Nachteile, die die Wahl der PS-Dauer gegenüber der Cortisolmetaboliten-Konzentration als Parameter der Stressbestimmung impliziert, diskutiert sowie die Möglichkeiten und Grenzen dieser neuartigen Methode aufgezeigt.

### 6.1 Vor- und Nachteile des paradoxen Schlafs als Parameter zur Bestimmung von Stress bei Giraffen

#### *Vorteile*

Die Beobachtung der PS-Stellung als Parameter zur Bestimmung von Stress hat gegenüber der etablierten Methode der Stresshormonmetaboliten-Bestimmung im Kot verschiedene Vorteile: Erstens ist auf diese Weise eine Identifizierung der Stressbelastung ohne zeitliche Verzögerung möglich. Demgegenüber werden Kotproben zumeist über mehrere Tage und Wochen gesammelt, müssen dann in ein geeignetes Labor geschickt werden, wo sie aus Kostengründen zeitgleich analysiert werden. Ein Analyseergebnis liegt auf diese Weise erst mehrere Wochen nach Auftritt des Stressors

vor. Ein zweiter Vorteil des paradoxen Schlafs als Parameter der Stressbestimmung lässt sich darin erkennen, dass seine zeitliche Analyse nicht in einem spezialisierten Labor vorgenommen werden muss, sondern von jedem beliebigen Arbeitsplatz aus geschehen kann. Dabei sind Giraffenindividuen auf Videoaufnahmen dank ihrer unterschiedlichen Fellmuster leicht zu unterscheiden, während sich Kotproben nicht immer zweifelsfrei einem bestimmten Individuum zuordnen lassen, sofern das Absetzen des Kots nicht direkt beobachtet wurde. Schließlich könnte es moderne Videosoftware in Zukunft möglich machen, die Dauer, die eine Giraffe in der PS-Stellung verbringt, automatisch zu registrieren. Damit wäre nur noch die einmalige Installation einer Videoanlage erforderlich, um die Stressbelastung einer Giraffe über einen beliebig langen Zeitraum aufzuzeichnen.

Der größte Vorteil des paradoxen Schlafs als Parameter zur Bestimmung von Stress besteht drittens jedoch darin, dass die Ergebnisse dieser Arbeit die Vermutung nahelegen, dass der PS sensibler und auf eine größere Vielzahl von Stressoren zu reagieren scheint als die Liege-Dauer oder die Bestimmung der Cortisolmetaboliten-Konzentration. Denn die PS-Dauer wurde im Gegensatz zu den beiden anderen untersuchten Parametern (Liegendauer, Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot) von allen beobachteten Ereignissen messbar beeinflusst. Dabei reduzierte sich die PS-Dauer in Abhängigkeit vom Stressor in manchen Fällen nur um wenige Minuten, konnte aber im Extremfall für eine Dauer von bis zu 18 aufeinanderfolgenden Tagen auf null sinken. Dies legt die Vermutung nahe, dass sich in Abhängigkeit von der Intensität des Stressors eine graduell unterschiedliche Veränderung der PS-Dauer beobachten lässt. Ähnliches gilt für die Ausschüttung des Stresshormons Cortisol: Langzeitstress kann hier zu einer Dauerausschüttung des Cortisols führen, während akuter Stress nur eine kurzzeitige Erhöhung der Cortisol-Konzentration im Körper zur Folge hat. Die hohe Sensibilität der PS-Dauer als Parameter der Stressbestimmung wird darüber hinaus durch ihre bidirektionale Wirkungsweise begünstigt. So konnte sich die Zeit, in der eine Giraffe pro Nacht paradox schläft, in Folge eines Stressors sowohl verlängern als auch verkürzen. Dies kann als Vorteil gegenüber der in der Stressforschung häufig angewandten Methode der Stresshormon-Bestimmung betrachtet werden, die nur eine unidirektionale Antwort zulässt, da das Stresshormon in Folge eines Stressors

ausgeschüttet wird oder nicht. Eine Reduktion der Cortisol-Ausschüttung kann als Stressantwort jedoch nicht auftreten. Die Liege-Dauer könnte in der Theorie zwar ebenfalls eine bi-direktionale Wirkungsweise aufzeigen, doch ergaben meine Untersuchungen, dass sich die Liegedauer in Folge eines Stressors lediglich verkürzte und nie verlängerte. Dies kann damit erklärt werden, dass bei der Giraffe eine verlängerte Liegedauer mit einem erhöhten Risiko einhergehen würde, erbeutet zu werden. Demnach wäre eine verlängerte Liegedauer als Stressantwort nachteilig. Auch eine erhöhte PS-Dauer in Folge eines Stressors scheint mit einem erhöhten Prädationsrisiko einherzugehen, da sich die Giraffe für die PS-Phasen ablegen muss (TOBLER & SCHWIERIN 1996) und darüber hinaus die Reaktionsgeschwindigkeit im paradoxen Schlaf deutlich reduziert ist (ALLISON & CICHETTI 1976). Allerdings ist zu beachten, dass die Liegedauer in den von mir beobachteten Situationen, in denen sich die nächtliche PS-Dauer der Giraffe in Folge eines Stressors verlängerte, gerade keinen Veränderungen unterworfen war. Selbst die unterernährten, neugeborenen Giraffen, die pro Nacht durchschnittlich etwa dreimal so viel paradox schliefen wie gesunde, neugeborene Giraffen, unterschieden sich hinsichtlich ihrer Liegedauer nicht von den übrigen Jungtieren. Da die PS-Dauer physiologischen Zwängen unterworfen ist und der Organismus daher auf bestimmte Stresssituationen mit einer verlängerten PS-Dauer antwortet, so scheint es im Sinne der Feindvermeidung für eine Giraffe von Vorteil zu sein, in Folge eines Stressors nur die Liege-Qualität (mehr paradoxen Schlaf), nicht jedoch die Liege-Quantität zu verändern. Wenn eine Giraffe somit mehr paradox schlafen kann, ohne dabei mehr zu liegen, so ist die PS-Dauer ein sensiblerer Parameter zur Bestimmung von Stress als die Liegedauer.

### ***Nachteile***

Die Anwendung der PS-Dauer als Parameter zur Bestimmung von Stress bringt jedoch auch einige Probleme mit sich: Zum einen muss zunächst ungeklärt bleiben, ob in der PS-Stellung ausschließlich paradox geschlafen wird, oder ob in der PS-Stellung auch andere Schlafphasen durchlaufen werden (siehe 5.7.2). Das fehlende Wissen hierüber erschwert die vergleichende Diskussion der Ergebnisse mit anderen Schlaf-Studien. Zum anderen kann als nachteilig betrachtet werden, dass zwischen dem Auftreten des Stressors sowie den beobachtbaren Auswirkungen auf das Schlafverhalten immer eine



Latenzzeit besteht. Dies erschwert den Nachweis eines kausalen Zusammenhangs zwischen Stressor und Schlaf-Aufkommen, da in der Zwischenzeit noch weitere Stressoren mit weiteren Auswirkungen auf das Schlafverhalten auftreten können. Gleiches gilt für die Cortisolmetaboliten-Bestimmung im Kot von Tieren, denn die Kot-Ausscheidung erfolgt ebenfalls zeitlich verzögert.

Ein weiterer Nachteil der PS-Stellung als Parameter der Stressbestimmung ist darin zu sehen, dass sie nur begrenzt auf andere Tierarten zu übertragen ist. Abgesehen von großen Pflanzenfressern wie Kamelen, Nashörnern, Elefanten oder Pferdeartigen, suchen die meisten Tierarten eine Höhle oder den Schutz dichter Vegetation auf, um zu schlafen. Dies erschwert die Beobachtung des Schlafverhaltens solcher Tiere. Wird aus methodischen Gründen darauf verzichtet, den Tieren einen Schutz anzubieten, um sie besser beobachten zu können, legen die hier präsentierten Beobachtungen die Vermutung nahe, dass bereits die Methodik Einfluss auf das PS-Muster nehmen wird. Eine weitaus größere Herausforderung stellt jedoch die Identifizierung des PS bei den verschiedenen Tierarten dar. Denn die Entspannung der Willkürmuskulatur ist nicht bei allen Tieren so leicht zu erkennen wie im Falle der anatomisch einzigartigen Giraffe. Viele Tiere rollen sich im Schlaf zusammen. Hier müssten andere Parameter des PS – wie die Atemfrequenz, das sporadische Zucken oder die raschen Augenbewegungen – herangezogen werden, um den PS zu identifizieren.

***Fazit: Die Erfassung des paradoxen Schlafs als Parameter der Stressbestimmung bei Giraffen hat den Vorteil, dass für die Erfassung sowie die Auswertung kein Speziallabor benötigt wird und eine zeitnahe Analyse realisierbar ist. In Abhängigkeit vom jeweiligen Stressor scheint die PS-Dauer graduell unterschiedlichen Veränderungen zu unterliegen, was Aussagen zur Intensität der Stressoren ermöglicht. Darüber hinaus begünstigt die in Folge eines Stressors beobachtete bi-direktionale Wirkungsweise eine hohe Sensibilität der PS-Dauer als Stresskriterium.***

***Die Erfassung des paradoxen Schlafs als Kriterium für Stress hat den Nachteil, dass vorerst noch unsicher bleiben muss, ob Giraffen in der PS-Stellung ausschließlich***

*paradox schlafen. Zudem erschwert die Latenzzeit zwischen Stressor und der nächsten Schlafepisode die Interpretation der Ergebnisse. Ohne grundsätzliche Modifizierungen bei der Erfassung des paradoxen Schlafs ist die PS-Dauer als Parameter der Stressbestimmung bei einer Vielzahl anderer Tierarten noch nicht anwendbar.*

## **6.2 Differenzierung unterschiedlicher Stresstypen mit Hilfe des paradoxen Schlafs**

### ***Physischer und psychischer Stress***

In meiner Arbeit konnte ich nachweisen, dass unterschiedliche Stressoren die nächtliche PS-Dauer der Giraffen in unterschiedlicher Weise beeinflussen. Während die meisten Stressoren eine Reduktion der nächtlichen PS-Dauer zur Folge hatten, konnten auch drei Stressoren identifiziert werden, die eine Verlängerung der nächtlichen PS-Dauer nach sich zogen. Dies war der Fall, nachdem 1) Gregor sich auf die Zunge gebissen hatte, 2) er zum ersten Mal im Vorgehege war, sowie 3) im Fall der juvenilen Giraffen, die nicht genügend Nahrung aufgenommen hatten und in der Folge verstarben. Dass sich die PS-Dauer nach bestimmten Stressoren verringert und nach anderen verlängert, ist auch das Ergebnis einiger anderer Studien (KANT ET AL. 1995, CHEETA ET AL. 1997, DUGOVIC ET AL. 1999, SANFORD ET AL. 2003a, 2003b, SINHA & RAY 2006). CUI ET AL. (2007) versuchten sich daher an einer Kategorisierung der Stressoren und differenzierten zwischen physischem und psychischem Stress. Demnach erhöhte sich bei Ratten die PS-Dauer nach psychischem und verringerte sich nach physischem Stress. Der Einteilung von CUI ET AL. (2007) folgend, wären die meisten der in der vorliegenden Arbeit untersuchten Stressoren daher im Bereich des psychischen Stresses einzuordnen. So wurden die Giraffen durch einen Transport physisch nicht belastet, und die Separierung eines Artgenossen hatte für das Individuum ebenfalls keine physischen Folgen. Dieser Mehrzahl an psychischen Stressoren stehen in meiner Arbeit drei physische Stressoren gegenüber: 1) die beiden juvenilen Giraffen, die an Unterversorgung litten, nahmen physischen Schaden, der letztlich sogar zum Tod führte, 2) war Gregor physischem Stress ausgesetzt, als er sich auf die Zunge biss und sich 3) am Fesselgelenk verletzte.

Zwar zeigte Gregor, wie es nach der Hypothese von CUI ET AL. (2007) zu erwarten gewesen wäre, in der Nacht nach der Fesselgelenksverletzung überhaupt keinen PS. Allerdings wiesen die beiden an Nahrungsmangel leidenden juvenilen Giraffen ebenso wie Gregor, nachdem er sich auf die Zunge gebissen hatte, in der Folgenacht eine deutlich erhöhte PS-Dauer auf, was den Erkenntnissen von CUI ET AL. (2007) widerspricht. Meine Beobachtungen zeigen zudem, dass auch psychischer Stress zu einer erhöhten PS-Dauer führen kann, wie es beispielsweise in der Nacht beobachtbar war, die auf Gregors ersten Kontakt mit dem neuen Vorgehege folgte. Weil diese Ergebnisse kein eindeutiges Bild ergeben und den Beobachtungen von CUI ET AL. (2007) entgegenstehen, erscheint die Differenzierung in physische und psychische Stressoren für die vorliegende Studie nicht geeignet.

### ***Eustress und Distress***

Verschiedene Stressoren hatten unterschiedliche Auswirkungen auf die PS-Dauer einer Giraffe. So wies die Giraffe Jaqueline nach der Separierung eines ihrer Jungtiere nur für die Dauer einer Nacht keinen paradoxen Schlaf auf, nach dem Tod des Giraffenbullens George dagegen blieb der paradoxe Schlaf an 18 aufeinander folgenden Tagen und Nächten aus. Dieser Unterschied legt die Vermutung nahe, dass Stress verschieden stark sein kann und einen Organismus unterschiedlich stark beeinträchtigt. Generell wird in der Biologie zwischen negativem Stress (Distress) und positivem Stress (Eustress) differenziert. Nach MOBERG (2000) entscheiden die biologischen Kosten eines Stressors („biological cost of stress“), ob dieser für den Organismus negative Folgen hat. Demnach handelt es sich um Distress, wenn die biologischen Reserven nicht mehr ausreichen, um auf einen Stressor zu reagieren. Somit ist es nicht die biologische Abwehr (beispielsweise ein bestimmtes Verhalten), die ein Tier anwendet, sondern die daraus resultierende Beeinträchtigung der biologischen Funktionen, die darüber entscheidet, ob das Tier durch einen Stressor in seinem Wohlbefinden bedroht wird oder nicht (MOBERG 2000). Eine Beurteilung der biologischen Kosten, die für eine Differenzierung essentiell wäre, ist jedoch mittels der gängigen Parameter zur Stressbelastung kaum möglich. Denn es ist schwer zu beurteilen, ob beispielsweise das Auftreten von Stereotypen in Folge eines Stressors das Wohlbefinden des Tieres beeinträchtigt oder diesem lediglich dabei hilft, den Stressor zu bewältigen. Allein das Auftreten von

Stereotypien gibt keinerlei Auskunft über die biologischen Kosten des Stressors. Ähnliches gilt für die Sekretion von Cortisol in Folge eines Stressors. Denn beispielsweise steigt die Cortisolkonzentration von Pferdehengsten gleichermaßen an, egal ob die Hengste sich gepaart haben, trainiert wurden oder im Zwangsstand aufgestellt wurden. Doch ist leicht verständlich, dass alle drei Situationen einen unterschiedlichen Einfluss auf das Wohlbefinden der Hengste haben (MOBERG 2000).

Demgegenüber könnte der paradoxe Schlaf dabei helfen, die biologischen Kosten eines Stressors zu ermitteln: Nach PS-Entzug litten Ratten trotz erhöhter Nahrungsaufnahme an starkem Gewichtsverlust und starben nach einen Zeitraum von 16 bis 54 Tagen (RECHTSCHAFFEN ET AL. 1989). Auch Katzen reagierten auf PS-Entzug mit erhöhtem Appetit, Gewichtsverlust sowie einer deutlich schnelleren Herzschlagrate, wenn auch ein 70 Tage andauernder PS-Entzug bei Katzen nicht tödlich endete (VIMONT-VICARY ET AL. 1965 in RECHTSCHAFFEN ET AL. 1989, DEMENT ET AL. 1967). Bei Menschen hatte ein PS-Entzug über einen Zeitraum von 16 Tagen allerdings keine physiologischen Schäden zur Folge (RECHTSCHAFFEN ET AL. 1989). Die wenigen verfügbaren Daten zu den Folgen von PS-Entzug, die zudem methodisch unterschiedlich und an verschiedenen Tierarten erhoben wurden, erschweren eine Aussage über die biologischen Kosten, die eine reduzierte PS-Dauer bei Giraffen zur Folge haben könnte. Die Tatsache, dass aber sowohl Katzen als auch Ratten nach PS-Entzug einen Gewichtsverlust trotz erhöhter Nahrungsaufnahme nicht mehr ausgleichen konnten, lässt hohe biologische Kosten vermuten, die weit über ein Aufbrauchen biologischer Reserven hinausgehen. Umgekehrt scheint ein vermehrtes Auftreten von PS mit Übergewicht in Verbindung zu stehen, was durch Beobachtungen an Anorexie-Patienten, die ihr Gewicht wieder normalisierten und in dieser Phase ebenfalls erhöhte PS-Dauern aufwiesen, belegt wird (LACEY ET AL. 1975). Dies legt einen Zusammenhang zwischen dem PS und dem Energieumsatz eines Organismus nahe. Um aus der Länge des PS-Ausfalls Rückschlüsse auf die damit verbundenen biologischen Kosten für eine Giraffe ziehen zu können, was bei der Identifizierung eines Stressors als Distress helfen würde, bedarf es jedoch noch weiterer Forschung.

***Fazit: Für Giraffen scheint eine Einteilung in physische und psychische Stressoren zur Erklärung, wann sich die PS-Dauer verkürzt oder verlängert, wenig sinnvoll. Hingegen könnte die Erfassung der PS-Dauer zukünftig dabei helfen, Distress von Eustress zu unterscheiden. Der Entzug von paradoxem Schlaf über einen längeren Zeitraum hinweg bringt für einige Tierarten hohe biologische Kosten mit sich, die im Extremfall zum Tode führen. Für Giraffen wären die genauen Zusammenhänge hier aber noch zu untersuchen.***

### **6.3 Der Paradoxe Schlaf – ein universeller Parameter zur Bestimmung von Stress?**

In der Stressforschung galt bislang, dass eine Stressantwort immer stressorspezifisch ist und es daher keine Reaktionsweise gibt, die universell, d.h. bei jedem Stressor eintritt (RUSHEN 2000). In der vorliegenden Untersuchung wurde allerdings die PS-Dauer durch alle von mir beobachteten Stressoren nachweisbar verändert. Diese scheinbar universelle Reaktivität könnte ihre Ursache in der Vielfältigkeit der Mechanismen haben, die die PS-Dauer beeinflussen. Denn Vielfältigkeit ist auch ein Charakteristikum der Stressantwort, die sich allgemein aus einer Kombination von vier Systemen zusammensetzt (MOBERG 2000):

1. einer Verhaltensreaktion,
2. einer Antwort des vegetativen Nervensystems,
3. einer neuroendokrinen Antwort und
4. einer Immunantwort.

Während die meisten Stress-Studien nur ein oder zwei dieser Stressantwort-Systeme betrachten, kann der PS als Schnittstelle aller vier Systeme betrachtet werden:

1. Eine häufig als Parameter zur Bestimmung von Stress herangezogene Verhaltensreaktion ist das Anti-Prädations-Verhalten (RUSHEN 2000). Dies

äußert sich bei der Giraffe durch erhöhte Aufmerksamkeit und vermehrtes Stehen. Eine stehende Giraffe kann jedoch nicht paradox schlafen.

2. Das vegetative Nervensystem ist allgemein dafür bekannt, den Schlaf-Wach-Rhythmus zu steuern (MOORE & EICHLER 1972), und hat demzufolge ebenfalls einen Einfluss auf die PS-Dauer.
3. Die vielseitigen Wechselwirkungen der PS-Dauer mit dem Neuroendokrinen-System der Stressantwort wurden einleitend bereits ausführlich beschrieben (siehe 2.4).
4. Auch für das Zusammenspiel des Immunsystems mit der PS-Dauer gibt es zahlreiche Belege (KRUEGER & MAJDE 2003, BRYANT ET AL. 2004).

Da sich der PS bei Giraffen aufgrund anatomischer Zwänge in der PS-Stellung äußert und leicht identifizierbar ist (siehe 5.7.2), wird dieser Schlafstellung aufgrund der komplexen Verknüpfung mit allen vier Stress-Antwortssystemen eine herausragende Stellung als Parameter zur Bestimmung von Stress zuteil.

Folgende Beispiele sollen das Gesagte belegen: In der 14. Nacht vor dem Transport der Giraffe Nike trat ein heftiges Gewitter auf. Solche extremen Wetterereignisse können für Säugetiere Stress bedeuten (WINGFIELD 2005). Dies ist hinreichend für Haushunde bekannt (DRESCHEL & GRANGER 2005), gilt aber ebenso für große Pflanzenfresser wie den Elefanten (MILLSPAUGH ET AL. 2007). In der von mir beobachteten Gewitternacht zeigte die Giraffe Nike nur 88 Sekunden PS, was lediglich 7% der Zeit umfasst, die sie durchschnittlich pro Nacht in paradoxen Schlaf verbrachte. Die 11,17-DOA-Konzentration erhöhte sich in Folge des Gewitters nicht. Dies kann zwei Gründe haben: Da das Gewitter in der Nacht stattfand, könnte die Darmpassagezeit dafür verantwortlich gewesen sein, dass die Abbauprodukte des Cortisols in der Kotprobe des Morgens noch nicht nachweisbar waren. Es ist aber ebenso denkbar, dass das Gewitter überhaupt keine Aktivierung der HPA-Achse zur Folge hatte, sondern möglicherweise eine andere Stressachse aktivierte, deren Hormone hier nicht nachgewiesen worden

sind. Ähnliches gilt für die Giraffe Jaqueline, deren Cortisolmetaboliten-Konzentration sich nach dem Tod der Giraffe George nicht erhöhte, obwohl der paradoxe Schlaf extreme Veränderungen aufwies. Auch hatten alle beobachteten singulären Stressoren (siehe 4.6) einen Einfluss auf die PS-Dauer, während die 11,17-DOA-Konzentration nur nach einem der sechs Ereignisse bemerkenswert anstieg.

Auch aus anderen Untersuchungen ist bekannt, dass eine Stressantwort nicht immer mit einer Aktivierung der HPA-Achse einhergehen muss (CHATTERTON ET AL. 1996, BRENNER ET AL. 1998). Da wie oben ausgeführt alle vier Systeme der Stressantwort einen Einfluss auf den paradoxen Schlaf zu haben scheinen, könnte dies erklären, weshalb sich der PS im Rahmen meiner Untersuchung als besonders sensibler Parameter zur Bestimmung von Stress bewährt hat. Ob der paradoxe Schlaf tatsächlich als universeller Parameter zur Identifizierung von Stress bei Giraffen dienen kann, müssen zukünftige Untersuchungen zeigen.

***Fazit: Die PS-Dauer wurde im Gegensatz zur Cortisolmetaboliten-Konzentration von allen beobachteten Stressoren verändert. Dies kann darauf zurückgeführt werden, dass die Aktivierung der HPA-Achse mit ihrem Endprodukt Cortisol nur eine von vielen Stressantwortmöglichkeiten ist, während der paradoxe Schlaf von allen vier Systemen der Stressantwort beeinflusst wird. Somit kann der paradoxe Schlaf als überaus sensibler Parameter zur Identifizierung von Stress bei Giraffen dienen.***

## 7. Zusammenfassung

Das Wohlbefinden von Tieren zu schützen ist im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland festgeschrieben. Das Wohlbefinden eines Tieres wissenschaftlich zu bewerten ist jedoch eine bislang ungelöste Herausforderung. Die Biologie nähert sich dem Problem, subjektive Empfindungen eines Tieres objektiv darzustellen, vorrangig über die Messung der Stressbelastung.

Die Stressantwort eines Organismus setzt sich allgemein aus einer Kombination von vier Systemen zusammen: einer Verhaltensreaktion, einer Antwort des vegetativen Nervensystems, einer neuroendokrinen Antwort und einer Immunantwort. Der in Zoologischen Gärten am häufigsten untersuchte Parameter zur Messung der Stressbelastung ist die Analyse der Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot der Tiere. Da jedoch nicht in jeder Stresssituation das „Stresshormon“ Cortisol ausgeschüttet wird, ist es für eine exakte Bewertung der Stressbelastung notwendig, weitere Systeme der Stressantwort wie beispielsweise das Verhalten zu erfassen. Die Chronoethologie verfolgt diesen Ansatz, indem sie Änderungen des Zeitmusters im Verhalten eines Tieres als Antwort auf Veränderungen in der Umwelt oder eines endogenen Faktors erfasst und diese nach Kriterien der Befindlichkeit bewertet. Hier könnte zukünftig das Schlafverhalten eine herausragende Stellung einnehmen, da es von allen vier oben genannten Stressantwortsystemen beeinflusst wird. Zudem wird aus der medizinischen Schlafforschung berichtet, dass sich insbesondere die Dauer, die ein Organismus im Paradoxen Schlaf (PS) verbringt, durch Stress verändert. Dennoch fand das Schlafverhalten zur Messung der Stressbelastung bei Zoo- und Wildtieren bislang kaum Beachtung. Ziel dieser Arbeit war es daher, die Anwendbarkeit des Paradoxen Schlafs als Parameter zur Messung der Stressbelastung bei Zoo- und Wildtieren zu erforschen, um letztlich die Beurteilung des Wohlbefindens von Tieren weiter zu objektivieren. Aufgrund ihrer einzigartigen Schlafstellung während des PS sowie ihrer hohen Sensibilität gegenüber Umweltveränderungen wurde die Giraffe (*Giraffa camelopardalis*) als Modelltier für diesen non-invasiven Forschungsansatz gewählt.

Im Rahmen der Arbeit wurde in 9.675 nächtlichen Beobachtungsstunden (645 Nächten) das Schlafverhalten von 17 Giraffen unterschiedlichen Alters und Geschlechts beobachtet und analysiert. Um stressbedingte Veränderungen im PS-Muster erkennen zu können, wurden die Giraffen zunächst unter „Normalbedingungen“ beobachtet, um hieraus Referenzwerte zu generieren. Anschließend wurden unterschiedliche als stressintensiv einzustufende Situationen wie Nahrungsmangel, Transport, Veränderungen in der Herdenstruktur, Auswirkungen einer Geburt auf das Muttertier sowie verschiedene singuläre Ereignisse hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf das PS-Muster der Giraffen untersucht und den Referenzwerten gegenübergestellt. Um die Methode der Schlafbeobachtung als Parameter der Stressbelastung zu validieren, wurde zusätzlich ein bei Wiederkäuern etablierter, bereits genannter Stress-Parameter eingesetzt: die Messung der Cortisolmetaboliten-



Konzentration im Kot mit Hilfe eines Enzymimmunoassays. Diese Methode wurde hier erstmalig an Giraffen angewendet.

Durchschnittlich hielt eine Giraffe unter Normalbedingungen 27 Minuten pro Nacht paradoxen Schlaf. Dabei war die nächtliche PS-Dauer in hohem Maße vom Alter abhängig. Während juvenile Giraffen im Mittel 63 Minuten PS pro Nacht aufwiesen, verbrachten gealterte Giraffen nur 4,5 Minuten pro Nacht in der PS-Stellung. Infolge eines Stressors veränderte sich die PS-Dauer der Tiere: So zeigten alle vier transportierten Giraffen in den ersten Nächten nach ihrem Transport keinen PS oder stark reduzierte PS-Zeiten. Parallel erhöhte sich nach dem Transport die Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot aller Giraffen für mehrere Tage. Auch die untersuchten Veränderungen in der Herdenstruktur hatten in den meisten Fällen signifikante Veränderungen der PS-Dauer zur Folge. Die stärkste im Rahmen dieser Arbeit beobachtete Veränderung des Schlafverhaltens bewirkte der Tod eines Giraffenbullens: Die adulte Giraffenkuh Jaqueline hielt in der Folge für eine Dauer von 21 Tagen keinen paradoxen Schlaf mehr. Ihre Cortisolmetaboliten-Konzentration im Kot stieg nach dem Tod des Bullen hingegen nicht an. Die beobachteten Giraffenmütter zeigten nach der Geburt ihrer jeweiligen Jungtiere ebenfalls eine reduzierte PS-Dauer. Hingegen hatten neugeborene Giraffen, die an Nahrungsmangel litten und innerhalb weniger Tage verstarben, eine höchst signifikant längere PS-Dauer als gleichaltrige Jungtiere, die überlebten.

Während bei Nahrungsknappheit eine erhöhte PS-Dauer, wie sie bei den im folgenden verstorbenen Jungtieren beobachtet wurde, helfen kann Energie zu sparen, ist eine Reduktion der PS-Dauer, wie sie als Antwort auf die meisten anderen Stressoren beobachtet wurde, als Resultat erhöhter Aufmerksamkeit zu interpretieren, wie sie im Zuge der Feindvermeidung in Stress-Situationen sinnvoll ist.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die PS-Dauer im Gegensatz zur Cortisolmetaboliten-Konzentration von allen beobachteten Stressoren beeinflusst wurde. Dabei veränderte sich die PS-Dauer in Abhängigkeit des jeweiligen Stressors graduell unterschiedlich, was Rückschlüsse auf die Intensität des Stressors ermöglicht. Weiterhin wird eine hohe Sensibilität des Parameters PS-Dauer durch dessen in Folge eines Stressors beobachtete bi-direktionale Veränderlichkeit begünstigt.

Der Paradoxe Schlaf ist infolge dieser Ergebnisse hervorragend als Parameter zur Messung der Stressbelastung bei Giraffen geeignet. Die Analyse des Paradoxen Schlafs kann dabei helfen, die Auswirkungen von subjektiv als stressintensiv oder stressarm eingestuften Situationen auf das Wohlbefinden eines Tieres objektiv zu bewerten. Darüber hinaus ermöglicht die kontinuierliche Überwachung des PS-Musters, z.B. mit Hilfe moderner Videosoftware, Beeinträchtigungen des Wohlbefindens, wie sie beispielsweise durch Unterernährung, Verletzung oder Krankheit hervorgerufen werden, frühzeitig zu erkennen, was ein zeitnahes Eingreifen zum Wohle des Tieres möglich macht.

## 8. Literaturverzeichnis

ABOU-ISMAIL, U.A., BURMAN, O.H.P., NICOL, C.J., MENDEL, M. 2007. Can sleep behavior be used as an indicator of stress in group-housed rats (*Rattus norvegicus*)? *Animal Welfare* 16: 185-188.

ADAMS, W.M. & WAGNER, W.C. 1970. The Role of Corticoids in Parturition. *Biology of Reproduction* 3: 223-228.

ALLIN, M. 1999. Zarafa. Die außergewöhnliche Reise einer Giraffe aus dem tiefsten Afrika ins Herz von Paris. Diana-Verlag, München, Zürich. Pp: 238.

ALLISON, T., VAN TWYVER, H. 1970. The evolution of sleep. *Natural History* 79: 56-65.

BERGER, R.J., PHILLIPS, N.H. 1995. Energy conservation and sleep. *Behavioural Brain Research* 69: 65-73.

AMOROSO, E., EDHOLM, O., REWELL, R. 1947. Venous valves in the giraffe, camel and ostrich. *Proceedings of the Zoological Society London* 117: 433.

APPELBOOM-FONDU, J., KERHOFS, M., MENDLEWICZ, J. 1988. Depression in adolescents and young adults- polysomnographic and neuroendocrine aspects. *Journal of Affective Disorders* 14: 35-40.

ARCHER J. 1973. Tests for emotionality in rats and mice: A review. *Animal Behavior* 21: 205-235.

ASCHAFFENBURG, R., GREGORY, M.E., ROWLAND, S.J., THOMPSON, S.Y., KON, V.M., 1962. The composition of the milk of the giraffe (*Giraffa camelopardalis reticulata*). *Proceedings of the Zoological Society London* 139: 359-363.

ASCHOFF, J. 1954. Zeitgeber der tierischen Tagesperiodik. *Naturwissenschaften* 41: 46-56.

ASCHOFF, J. 1958. Tierische Periodik unter dem Einfluss von Zeitgebern. *Zeitschrift Tierpsychologie* 15: 1-30.

ASCHOFF, J. 1960. Exogenous and endogenous components in circadian rhythms. *Cold spring harbour Symposium of Quantitative Biology*: 11-21.

ASCHOFF, J. 1971. Die Lebensdauer von Fliegen unter dem Einfluss von Zeitverschiebungen. *Naturwissenschaften* 58: 574.

ASCHOFF, J. 1981. A survey on biological rhythms. *Handbook of behavioral Biology – Biological Rhythms*. Plenum Press, New York, London 4: 3-8.

- ASERINSKY, E., KLEITMAN, N. 1953. Regularly occurring periods of eye motility and concomitant phenomena during sleep. *Science* 118: 273.
- AXELROD, J., REISINE, T.D. 1984. Stress hormones: Their interaction and regulation. *Science* 224: 452-459.
- AYALON, L., HERMESH, H., DAGAN, Y. 2002. Case study of circadian rhythm sleep disorder following Haloperidol treatment: Reversal by Risperidone and Melatonin. *Chronobiology International* 19(5): 947-959.
- BACKHAUS, D. 1959. Experimentelle Prüfung des Farbsehvermögens einer Massai-Giraffe (*Giraffa camelopardalis tippelskirchi* Matschie 1898). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 16(4): 468-477.
- BACKHAUS, D. 1961. Beobachtungen an Giraffen in Zoologischen Gärten und freier Wildbahn. Imprimerie Hayez, Bruxelles. Pp: 202.
- BAHR, N.I., PALME, R., MÖHLE, U., HODGES, J.K., HEISTERMANN, M. 2000. Comparative aspects of the metabolism and excretion of Cortisol in three individual non-human primates. *General and Comparative Endocrinology* 117: 427-438.
- BALZAMO, E., VAN BEERS, P., LAGARDE, D. 1998. Scoring of sleep and wakefulness by behavioral analysis from video recordings in rhesus monkeys: comparison with conventional EEG analysis. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 106: 206-212.
- BASHAW, M.J. 2003. Social behavior and communication in a herd of captive giraffe. Doctoral Dissertation, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA.
- BASHAW, M.J., BLOOMSMITH, M.A., MAPLE, T.L., BERCOVITCH, F.B. 2007. The structure of social relationships among captive female giraffe. *Journal of Comparative Psychology* 121(1): 46-53.
- BEERDA, B., SCHILDER, M.B.H., JANSSEN, N.S., MOL, J.A. 1996. The use of saliva cortisol, urinary cortisol, and catecholamine measurement for a noninvasive assessment of stress response in dogs. *Hormones and behavior* 30: 272-279.
- BEHRINGER, V., CLAUß, W., HACHENBURGER, K., KUCHAR, A., MÖSTL, E., SELZER, D. 2008. Effect of giving birth on the cortisol level in a bonobo groups' (*Pan paniscus*) saliva. *Primates* 50(2): 190-193.
- BENESCH, A.R., EHLERT, K., HOFMANN, M., HOLLAND, R., KANDLER, C., LUEDICKE, T., RATZEL, S., RUCH, T., SCHUBERT, C., SICKS, F., BECKER, M., FLEISSNER, GE. AND FLEISSNER, GU. 2005a. The influence of husbandry on the circadian activity rhythms of zoo animals. *Mammalian Biology* 70S: 9-10.
- BENESCH, A.R., KANDLER, C., SCHUBERT, C., BECKER, M., SCHRATTER, D., SCHWAMMER, H., FLEISSNER, GE. AND FLEISSNER, GU. 2005b. Circadian activity rhythms: a method to detect problems in health and animal welfare in zoo animals. *Mammalian Biology* 70S: 8.

- BENESCH, A.R. 2007. Chronoethological assessment of well-being and husbandry in captive koalas *Phascolarctos cinereus*, Goldfuss 1817. Dissertation. Fachbereich Biowissenschaften. Frankfurt am Main, Germany, Johann-Wolfgang-Goethe Universität. Pp: 271.
- BENESCH, A.R., MUNRO, U., SCHRATTER, D., FLEISSNER, G. 2008. Chronoethology of captive koalas *Phascolarctos cinereus*. Australian Mammology 29: 237-240.
- BERCOVITCH, F.B., BASHAW, M.J., PENNY, C.G., RIECHES, R.G. 2004. Maternal investment in captive giraffes. Journal of Mammalogy. 85: 428-431.
- BERCOVITCH, F.B., BASHAW, M.J., DEL CASTILLO, S.M. 2006. Sociosexual behavior, male mating tactics, and the reproductive cycle of giraffe *Giraffa camelopardalis*. Hormones and Behavior 50: 314-321.
- BERCOVITCH, F.B., BERRY, P.S.M. 2010. Ecological determinants of herd size in the Thornicroft's giraffe of Zambia. African Journal of Ecology 48(4): 962-971.
- BERGER, A., SCHEIBE, K.-M., MICHAELIS, S., STREICH, W.J. 2003. Evaluation of living conditions of free-ranging animals by automated chronobiological analysis of behavior. Behavior Research Methods, Instruments & Computers 35(3): 458-466.
- BERGER, M., RIEMANN, D. 2009. REM sleep in depression – an overview. Journal of sleep research 2(4): 211-223.
- BERGER, R.J., PHILLIPS, N.H. 1995. Energy conservation and sleep. Behavioural Brain Research 69: 65-73.
- BERRY, P.S.M. 1978. Range movements of giraffe in the Luangwa Valley, Zambia. East African Wildlife Journal 16: 77-84.
- BERT, J., PEGRAM, V., RHODES, J.M., BALZANO, E., NAQUET, R. 1970. A comparative sleep study of two cercopithecinae. Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 28(1): 32-40.
- BERTOLANI, P. & BOESCH, C. 2008. Habituation of Wild Chimpanzees (*Pan troglodytes*) of the South Group at Tai Forest, Côte d'Ivoire: Empirical Measure of Progress. Folia Primatologica 79(3): 162-171
- BERTONE, J.J. 2009 Sleep deprivation is not narcolepsy in horses. CVC PROCEEDINGS Aug. 2009. <http://veterinarycalendar.dvm360.com>
- BIRBAUMER, N., SCHMIDT, R.F. 2006. Biologische Psychologie. Zirkadiane Periodik, Schlaf und Traum. 6. Aufl. Springer Verlag, Heidelberg: 535-569.
- BLAUM, N. 2007. Chronoethologie von Okapis: Veränderungen der Aktivitätsmuster von trächtigen Tieren und Jungtieren. Vdm Verlag Dr. Müller, Saarbrücken. Pp: 152.

- BLECHA, F. 2000. Immune system response to stress. In: MOBERG, G.P., MENCH, J.A. (Eds.): *The Biology of Animal Stress*. CAB International, New York: 111-121.
- BORBÉLY, A. 1984. *Das Geheimnis des Schlafs*. Deutsche Verlagsanstalt, Stuttgart.
- BORN, J., SPATH-SCHWALBE, E., SCHWANKENHOFER, H, KERN, W. , FREHM, H.L. 1989. Influences of corticotropin-releasing hormone, adrenocorticotropin, and cortisol on sleep in normal man. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 68: 904-911.
- BOULOS, Z., MACCHI, M.M., TERMAN, M. 2002. Twilights widen the range of photic entrainment in hamsters. *Journal of Biological Rhythms* 17(4): 353-363.
- BRADBURY, M.J., DEMENT, W.C., EDGAR, D.M. 1998. Effects of adrenalectomy and subsequent corticosterone replacement on rat sleep state and EEG power spectra. *American Journal of Physiology* 275: R555-R565.
- BRENNER, I., SHEK, P.N., ZAMECNIK, J., SHEPHARD, R.J. 1998. Stress hormones and the immunological responses to heat and exercise. *Int. J. Sports Med*. 19: 130-143.
- BROOM, D.M. 1986. Indicators of poor welfare. *British Veterinary Journal* 142: 524-526.
- BROOM, D.M., JOHNSON, K.G. 2000. *Stress and animal welfare*. Chapman and Hall Animal Behaviour Series. Kluwer Academic Publisher, Dordrecht: 87-144.
- BROWN, D.M., BRENNEMAN, R.A., KOEPFLI, K.P., POLLINGER, J.P., MILÁ, B., GEORGIADIS, N.J., LOUIS, E.E., GREYER, G.F., JACOBS, D.K., WAYNE, R.K. 2007. Extensive population genetic structure in the giraffe. *BMC Biology* 5: 57.
- BRYANT, P.A., TRINDER, J., CURTIS, N. 2004. Sick and tired: does sleep have a vital role in the immune system? *Nature Reviews Immunology* 4: 457-467.
- BUCKLEY, T.M., SCHATZBERG, A.F. 2005. Review: On the interactions of the hypothalamic-pituitary-adrenal (HPA) axis and sleep: Normal HPA axis activity and circadian rhythm, exemplary sleep disorders. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 90(5): 3106-3114.
- BÜNNING, E. 1977. *Die physiologische Uhr*. Springer Verlag, Berlin.
- CAMERON, E.Z., DU TOIT, J.T. 2005. Social influence on vigilance behaviour in giraffes, *Giraffa camelopardalis*. *Animal Behaviour* 69: 1337-1344.
- CAMERON, E.Z., DU TOIT, J.T. 2007. Winning by a neck: Tall Giraffes avoid competing with shorter browsers. *American Naturalist* 169(1): 130-135.
- CARLSTEAD, K., BROWN, J.L., SEIDENSTICKER, J. 1993. Behavioral and Adrenocortical Response to Environmental Changes in Leopard Cats (*Felis bengalensis*). *Zoo Biology* 12: 321-331.

- CHAOULOFF, F., KULIKOV, A., SAIEAU, A., CASTANON, N., MORMEDE, P. 1995. Male Fischer 344 and Lewis rats display differences in locomotor reactivity, but not in anxiety-related behaviours: relationship with the hippocampal serotonergic system. *Brain Research* 693: 169-178.
- CHATTERTON JR, R.T., VOGELSONG, K.M., LU, Y.C., ELLMAN, A.B., HUDGENS, G.A. 1996. Salivary Alpha-Amylase as a measure of endogenous adrenergic activity. *Clinical Psychology* 16 (4): 433-448.
- CHEETA, S., RUIGT, G., VAN PROOSDIJ, J., WILLNER, P. 1997. Changes in sleep architecture following chronic mild stress. *Biological Psychiatry* 41: 419-427.
- CHINNADURAI, S.K., MILLSPAUGH, J.J., MATTHEWS, W.S., CANTER, K., SLOTOW, R., WASHBURN, B.E., WOODS, R.J. 2009. Validation of fecal glucocorticoid metabolite assays for South African herbivores. *Journal of Wildlife Management* 73(6): 1014-1020.
- CIOFOLO, I., LE PENDU, Y. 2002. The feeding behavior of giraffe in Niger. *Mammalia* 66(2): 183-194.
- CLARK, D.K., FRIEND, T.H., DELLMEIER, G. 1993. The effect of orientation during trailer transport on heart rate, Cortisol and balance in horses. *Applied Animal behavior Science* 38: 179-189.
- CLARK, J.D., RAGER, D.R., CALPIN, J.P. 1997. Animal well-being II. Stress and distress. *Laboratory Animal Science* 47(6): 571-579
- COE, M.J. 1967. Necking behavior in giraffe. *Journal of Zoology, London* 151: 313-321.
- COLBERT, E.H. 1935. Distributional and phylogenetic studies on indian fossil mammals. V. The classification and phylogeny of the giraffidae. In: *American Museum Novitates* Nr. 800, New York: 1-15.
- COOK, N.J., NG, A., READ, G.F., HARRIS, B., RIAD-FAHMY, D. 1987. Salivary Cortisol for monitoring adrenal activity during marathon runs. *Hormone Research* 25(1): 18-23.
- COOPER, T.R., TRUNKFIELD, H.R., ZANELLA, A.J. BOOTH, W.D. 1989. An enzyme-linked immunosorbent assay for Cortisol in the saliva of man and domestic farm animals. *Journal of Endocrinology* 123: R13-R16.
- CUI, R., LI, B., SUEMARU, K., ARAKI, H. 2007. Differential effects of psychological and physical stress on the sleep pattern in rats. *Acta Medica Okayama* 61(6): 319-327.
- DAAN, S., ASCHOFF, J. 1975. Circadian rhythms of locomotor activity in captive birds and mammals: their variation with season and latitude. *Oecologica* 18: 269-316.
- DAAN, S., BARNES, B.M., STRIJKSTRA, A.M. 1991. Warming up for sleep? - Ground squirrels sleep during arousals from hibernation. *Neuroscience Letters* 128: 265-268.

- DAGG, A.I., FOSTER, J.B. 1982. The Giraffe: its Biology, Behavior, and Ecology. 2<sup>nd</sup> Edition. Krieger Publishing Company, Melbourne. Pp: 232.
- DARWIN, C. 1872. The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. 6<sup>th</sup> edition. John Murray, London.
- DAVENPORT M.D., TIEFENBACHER S., LUTZ C.K., NOVAK M.A., MEYER J.S. 2006. Analysis of endogenous cortisol concentrations in the hair of rhesus macaques. *General and Comparative Endocrinology* 147(3):255-261.
- DAVIS, M. 1949. Parturition of the Nubian giraffe (*Giraffa c. camelopardalis*). *Journal of Mammalogy* 30: 306-307.
- DAWKINS, M.S. 2001. How can we recognize and assess good welfare? In: BROOM, D.M. (Ed.). *Coping with challenge: welfare in animals including humans*. Dahlem University Press, Berlin: 63-76.
- DAWKINS, M.S. 2006. A user's guide to animal welfare science. *Trends in Ecology & Evolution* 21: 77-82.
- DEL CASTILLO, S.M., BASHAW, M.J., PATTON, M.L., RIECHES, R.R., BERCOVITCH, F.B. 2005. Fecal steroid analysis of female giraffe (*Giraffa camelopardalis*) reproductive condition and the impact of endocrine status on daily time budgets. *General and Comparative Endocrinology* 141: 271-281.
- DEMBIEC, D.P., SNIDER, R.J., ZANELLA, A.J. 2004. The Effect of transport stress on tiger physiology and behavior. *Zoo Biology* 23: 335-346.
- DEMENT, W., HENRY, P., COHEN, H., FERGUSON, J., 1967. Studies on the effect of REM deprivation in humans and in animals. In: KETY, S., EVARTS, E., WILLIAMS, H. (Eds.). *Sleep and altered states of consciousness*. Grune and Stratton, New York: 456-468.
- DENHARD, M., CLAUSS, M., LECHNER-DOLL, M., MEYER, H.H.D., PALME, R. 2001. Noninvasive monitoring of adrenocortical activity in Roe deer (*Capreolus capreolus*) by measurement of fecal Cortisol metabolites. *General and Comparative Endocrinology* 123: 111-120.
- DE KLOET, E.R., JOELS, M., HOLSBOER, F. 2005. Stress and the brain: from adaptation to disease. *Nature Reviews Neuroscience* 6: 463-475.
- DESIR, D. VAN CAUTER, E., FANG, V.S. 1981. Effects of "jet lag" on hormonal patterns. I. Procedures, variations in total plasma proteins, and disruption of adrenocorticotropin-cortisol periodicity. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* 52: 628-641.
- DITTAMI, J., KATINA, S., MÖSTL, E., ERIKSSON, J., MACHATSCHKE, I.H., HOHMANN, G. 2008. Urinary androgens and cortisol metabolites in field-sampled bonobos (*Pan paniscus*). *General and Comparative Endocrinology* 155: 552-557.

- DRESCHEL, N.A., GRANGER, D.A. 2005. Physiological and behavioral reactivity to stress in thunderstorm-phobic dogs and their caregivers. *Applied Animal Behaviour Science* 95: 153-168.
- DRUCKER-COLIN, R.R., SPANIS, C.W., HUNYADI, J., SASSIN, J.F., MCGAUGH, J.L. 1975. Growth hormone effects on sleep and wakefulness in the rat. *Neuroendocrinology* 18: 1-8.
- DUGOVIC, C., MACCARI, S., WEIBEL, L., TUREK, F.W., VAN REETH, O. 1999. High corticosterone levels in prenatally stressed rats predict persistent paradoxical sleep alterations. *Journal of Neuroscience* 19: 8656-8664.
- DUNLAP, J.C., LOROS, J.J., DECOURSEY, P.J., 2003. *Chronobiology: Biological Timekeeping*. Sinauer Associates Inc., Sunderland, MA. Pp: 406.
- DURÁN, P., GALLER, J.R., CINTRA, L., TONKISS, J. 2006. Prenatal malnutrition and sleep states in adult rats: Effect of restraint stress. *Physiology & Behavior* 89: 156-163.
- DU TOIT, J.T. 1990. Feeding-height stratification among African browsing ruminants. *African Journal of Ecology* 28: 55-61.
- EAST, R. 1998. *African Antelope Database* Gland, Switzerland and Cambridge, UK: IUCN/SSC Antelope Specialist Group.
- EHLERS, C.L., REED, T.K., HENRIKSEN, S.J. 1986. Effects of corticotrophin-releasing factor and growth hormone-releasing factor on sleep and activity in rats. *Neuroendocrinology* 42: 467-474.
- EVERSON, C.A., BERGMANN, B.M., RECHTSCHAFFEN, A. 1989. Sleep deprivation in the rat: III. Total sleep deprivation. *Sleep* 12: 13-21.
- FARMER, C., DUBREUIL, P., COUTURE, Y., BRAZEAU, P., PETITCLERC, D. 1991. Hormonal changes following an acute stress in control and somatostatin-immunized pigs. *Domestic Animal Endocrinology* 8: 527-536.
- FELL, L.R., SHUTT, D.A., BENTLEY, C.J. 1985. Development of a salivary cortisol method for detecting changes in plasma "free" cortisol arising from acute stress in sheep. *Australian Veterinary Journal* 62: 403-406.
- FENNESSY, J. & BROWN, D. 2010. *Giraffa camelopardalis*. In: IUCN 2011. *IUCN Red List of Threatened Species*. Version 2011.2.
- FENNESSY, J. 2009. Home range and seasonal movements of *Giraffa camelopardalis angolensis* in the northern Namib desert. *African Journal of Ecology* 47: 318-327.
- FERNSTRÖM, A.L., SUTIAN, W., ROYO, F., WESTLUND, K., NILSSON, T., CARLSSON, H.-E., PARAMASTRI, Y., PAMUNGKAS, J., SAJUTHI, D., SCHAPIRO, S.J., HAU, J. 2008. Stress in cynomolgus monkeys (*Macaca fascicularis*) subjected to long-distance transport and simulated transport housing conditions. *Stress* 11(6): 467-476.



- FIELD, C.R., ROSS, I.C. 1976. The savanna ecology of Kidepo National Park II. Feeding ecology of elephants and giraffe. *East African Wildlife Journal* 14: 1-15.
- FLANIGAN, W.F. 1972. Behavioral states and electroencephalograms of reptiles. In: CHASE, M.H. (Ed.). *The sleeping Brain: Perspectives in the Brain Sciences*. Brain Information Service/Brain Research Institute, Los Angeles. Pp: 14-18.
- FLEISSNER, G., FLEISSNER, G. 1978. The optic nerve mediates the circadian pigment migration in the median eyes of the scorpion. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 61: 69-71.
- FLEISSNER, G., FLEISSNER, G. 1993. Seeing time. In: WIESE, K., GRIBAKIN, F.G., POPPV, A.V., RENNINGER, G. (Eds.): *Sensory Systems of Arthropods*. Birkhäuser-Verlag, Basel: 288-306.
- FLEISSNER, G., FLEISSNER, G. 1998. Natural photic Zeitgeber signals and underlying neuronal mechanisms in scorpions. In: TOITOU, Y. (Eds.): *Biological Clocks. Mechanisms and Applications. Proceedings of the International Congress on Chronobiology in September 1997, Paris*. Elsevier, Amsterdam: 171-180
- FLEISSNER, G. 2001. Rhythmizität, zirkadiane Rhythmik und Schlaf. In: DUDEL, J., MENZEL, R., SCHMIDT, R.F. (Eds.): *Neurowissenschaft, 2nd Edition*. Springer, Berlin: 527-542.
- FLEISSNER, G. 2003. Applied chronoethology - a tool to evaluate animal well-being. 96. *Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, Berlin, 9.-13. Juni 2003*: 18.
- FOSTER, J.B. 1966. The giraffe of Nairobi National Park: Home range, sex ratios, the herd, and food. *East African Wildlife Journal* 4: 139-148.
- FOSTER, J.B., DAGG, A.I. 1972. Notes on the biology of the giraffe. *East African Wildlife Society Journal* 10: 1-16.
- FOWLER, M.E. 1978. Peracute mortality in captive giraffe. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 173(9): 1088-1093.
- FOWLER, M.E., BOEVER, W.J. 1986. Giraffidae (Giraffe and Okapi). In: FOWLER, M.E. (Ed.). *Zoo & Wild Animal Medicine 2<sup>nd</sup> Edition*. W.B. Saunders Company, Philadelphia: 986-988.
- FRANZ-ODENDAAL, T.A., SOLOUNIAS, N. 2004. Comparative dietary evolutions of an extinct giraffid (*Sivatherium hendeyi*) (Mammalia, Giraffidae, Sivatheriinae) from Langebaanweg, South Africa (early Pliocene). *Geoversitas* 26(4): 675-685.
- FREEMON, F.R., MCNEW, J.J., ADEY, W.R. 1971. Chimpanzee sleep stages. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 31(5): 485-489.
- FRIESS, E., VON BARDELEBEN, U., WIEDEMANN, K., LAUER, C., HOLSBOER, F. 1994. Effects of pulsatile cortisol infusion on sleep EEG and nocturnal growth hormone release in healthy men. *Journal of sleep Research* 3: 73-79.

- FRIESS, E., TAGAYA, H., GRETHE, C., TRACHSEL, L., HOLSBOER, F. 2004. Acute Cortisol administration promotes sleep intensity in man. *Neuropsychopharmacology* 29: 598-604.
- GANEY, T., OGDEN, J., OLSEN, J. 1990. Development of the giraffe horn and its blood supply. *Anatomical Record* 227: 497-507.
- GANSWINDT, A., PALME, R., HEISTERMANN, M., BORRAGAN, S., HODGES, J.K. 2003. Non-invasive assessment of adrenocortical function in the male African Elephant (*Loxodonta africana*) and its relation to musth. *General and Comparative Endocrinology* 134: 156-166.
- GIMENEZ, S., CLOS, S., ROMERO, S., GRASA, E., MORTE, A., BARBANOJ, M.J. 2007. Effects of olanzapine, risperidone and haloperidol on sleep after single oral morning dose in healthy volunteers. *Psychopharmacology* 190: 507-516.
- GINNETT, T.F., DEMMENT, M.W. 1999. Sexual segregation by Masai giraffes at two spatial scales. *African Journal of Ecology* 37: 93-106.
- GLASER, R., KIECOLT-GLASER, J.K. 2005. Stress-induced immune dysfunction: implications for health. *Nature Reviews Immunology* 5: 243-251.
- GLOTZBACH, S.F., HELLER, C.H. 1976. Central nervous regulation of body temperature during sleep. *Science, New Series* 194, No 4264: 537-539.
- GOETZ, R.H. 1955. Preliminary observations on the circulation of the giraffe. *Transactions of the American College of Cardiology* 5: 39-48.
- GOLDMAN, A.S. 1993. The immune system of human milk: antimicrobial, antiinflammatory and immunomodulating properties. *Pediatric Infectious Disease Journal* 12(8): 664-672.
- GOLDSTEIN, D.S. & MCEWEN, B. 2002. Allostasis, homeostats, and the nature of stress. *The International Journal of the Biology of Stress* 5(1): 55-58.
- GONZALES, M.M.C., VALATX, J.L. 1998. Involvement of stress in the sleep rebound mechanism induced by sleep deprivation in the rat: use of alpha-helical CRH. *Behavioral Pharmacology* 9: 655-662.
- GOULD, S.J. 2002. *The structure of evolutionary theory*. Belknap Press, Cambridge.
- GOYMANN, W., EAST, M.L., WACHTER, B., HÖNER, O.P., MÖSTL, E., VAN'T HOF, T.J., HOFER, H. 2001. Social, state-dependent and environmental modulation of faecal corticosteroid levels in free-ranging female spotted hyenas. *Proceedings of the Royal Society of London Series B* 268: 2453-2459.
- GRANDIN, T. 1997. Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science* 75: 249-257.

- GROVES, C., GRUBBS, P. 2011. *Ungulate Taxonomy*. John Hopkins University Press, Baltimore.
- GRZIMEK, B. 1956. Schlaf von Giraffen und Okapi. *Naturwissenschaften* 43(17): 406.
- HÄNNINEN, L., DE PASSILLÉ, A.M., RUSHEN, J. 2005. The effect of flooring type and social grouping on the rest and growth of dairy calves. *Applied Animal Behaviour Science* 91: 193-204.
- HÄNNINEN, L., LOVENDAHL, P., DE PASSILLÉ, A.M., RUSHEN, J. 2006. The effect of floor type or relocation on calves' pulsatile growth hormone and Cortisol secretion. *Acta Agriculturae Scand. Sect. A* 56: 99-108.
- HÄNNINEN, L., MÄKELÄ, J.P., RUSHEN, J., DE PASSILLÉ, A.M., SALONIEMI, H. 2008. Assessing sleep state in calves through electrophysiological and behavioural recordings: A preliminary study. *Applied Animal Behaviour Science* 111: 235-250.
- HALL-MARTIN, A.J. 1974. Food selection by Transvaal lowveld giraffe as determined by analysis of stomach contents. *Journal of the South African Wildlife Management Association* 4: 191-202.
- HALL-MARTIN, A.J. 1977. Giraffe weight estimation using dissected leg weight and body measurements. *Journal of Wildlife Management* 41(4): 740-745.
- HAMILTON, W.R. 1978. Fossil giraffes from Miosene of Africa and arevision of the phylogeny of the giraffoidea. In: *Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Ser. B* 283: 165-229.
- HARRIS, G.W. 1948. Neural control of the pituitary gland. *Physiological Review* 28: 139-179.
- HAY, M., MORMÈDE, P. 1998. Urinary excretion of catecholamines, cortisol and their metabolites in Meishan and Large White sows: validation as a non-invasive and integrative assessment of adrenocortical and sympathoadrenal axis activity. *Veterinary Research* 29: 119-128.
- HILL, S.P., BROOM, D.M. 2009. Measuring zoo animal welfare: Theory and practice. *Zoo Biology* 28: 531-544.
- HOFER, M.A. 1976. The organization of sleep and wakefulness after maternal separation in young rats. *Developmental Psychobiology* 9(2): 189-205.
- HOLLY, J.M., WASS, J.A. 1989. Insulin-like growth factors; autocrine, paracrine or endocrine? New perspectives of the somatomedin hypothesis in light of recent developments. *Journal of Endocrinology* 122: 611-618.

- HOLSBOER, F., VON BARDELEBEN, U., STEIGER, A. 1988. Effects of intravenous corticotropin-releasing hormone upon sleep-related growth hormone surge and sleep EEG in man. *Neuroendocrinology* 48: 32-38.
- HONG, C.I., TYSON, J.J. 1997. A proposal for temperature compensation of the circadian rhythm in *Drosophila* based on dimerization of the *per* protein. *Chronobiology International* 14(5): 521-529.
- HUBER, S., PALME, R., ARNOLD, W. 2003. Effects of season, sex, and sample collection on concentrations of fecal cortisol metabolites in red deer (*Cervus elaphus*). *General and Comparative Endocrinology* 130: 48-54.
- HYDBRING, E., MADEJ, A., MACDONALD, E., DRUGGE-BOHOLM, G., BERGLUND, B., OLSSON, K. 1999. Hormonal changes during parturition in heifers and goats are related to the phases and severity of labour. *Journal of Endocrinology* 160: 75-85.
- IMMELMANN, K. 1958. Vom Schlaf der Giraffe. *Tierärztliche Umschau* 12: 356-357.
- IMMELMANN, K., GEBBING, H. 1962. Schlaf bei Giraffiden. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 19(1): 84-92.
- INNIS, A.C. 1958. The behavior of the giraffe, *Giraffa camelopardalis*, in the eastern Transvaal. *Proceedings of the Zoological Society of London* 131: 245-278.
- JOUVET-MOUNIER, D., ASTIC, L., LACOTE, D. 1969. Ontogenesis of the states of sleep in the rat, cat and guinea-pig during the first postnatal month. *Developmental Psychobiology* 2(4): 216-239.
- JOLLY, L. 2003. Giraffe husbandry manual. Zoo Victoria. Pp: 65.
- KANDLER, C. 2010. Analyse des nächtlichen Verhaltens von Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) in Menschenobhut unter Anwendung chronoethologischer Methoden. Dissertation. Fachbereich Biowissenschaften. Frankfurt am Main, Germany, Johann-Wolfgang-Goethe Universität. Pp: 117.
- KANT, G.J., PASTEL, R.H., BAUMAN, R.A., MEININGER, G.R., MAUGHAN, K.R., ROBINSON, T.N., WRIGHT, W.L., COVINGTON, P.S. 1995. Effects of chronic stress on sleep in rats. *Physiology and Behavior* 57: 359-365.
- KESHAVAN, M., REYNOLDS, C., BRAR, J., HOUCK, P., CAMPBELL, K., GANGULI, R., McEVOY, J. 1989. Sleep EEG changes in schizophrenia during haloperidol treatment. *Biological Psychiatry* 25: A181.
- KETELSLEGERS, J.M., MAITER, D., MAES, M., UNDERWOOD, L.E., THISSEN, J.P. 1995. Nutritional regulation of insulin-like growth factor. *Metabolism: Clinical and Experimental* 44: 50-57.

- KINGDON, J. 1997. The Kingdon Field Guide to African Mammals. Academic Press, San Diego.
- KIRSCHBAUM, C., HELHAMMER, D.H. 1994. Salivary Cortisol in psychoneuroendocrine research: Recent Developments and Applications. *Psychoneuroendocrinology* 19(4): 313-333.
- KRIEGER, D.T., GLICK, S.M. 1974. Sleep EEG stages and plasma growth hormone concentration in states of endogenous and exogenous hypercortisolemia or ACTH elevation. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 39: 986-1000.
- KRISTAL, M.B., NOONAN, M. 1979. Note on sleep in captive giraffes (*Giraffa camelopardalis reticulata*). *South African Journal of Zoology* 14: 108.
- KROPP, J.R., HOLLOWAY, J.W., STEPHENS, D.F., KNORI, L., MORRISON, R.D., TOTUSEK, R. 1973. Range Behavior of Hereford, Hereford X Holstein and Holstein Non-Lactating Heifers. *J. Anim Sci.* 36:797-802.
- KRUEGER, J.M., MAJDE, J.A. 2003. Humoral links between sleep and the immune system. *Annals of the New York Academy of Science* 992: 9-20.
- KRUMBIEGEL, I. 1971. Die Giraffe. Die Neue Brehm-Bücherei, Wittenberg Lutherstadt. Pp: 160.
- LACEY, J.H., CRISP, A.H., KALUCY, R.S., HARTMANN, M.K., CHIEN, C.N. 1975. Weight gain and the sleeping electroencephalogram: study of 10 patients with anorexia nervosa. *British Medical Journal* 4: 556-558.
- LADEWIG, J. 1994. Stress. In DÖCKE, F. (Hrsg) *Veterinärmedizinische Endokrinologie*. Gustav Fischer Verlag, Jena – Stuttgart: 377-398.
- LANGMAN, V.A. 1973. Radio-tracking giraffe for ecological studies. *Journal of the South African Wildlife Management Association* 3: 75-78.
- LANGMAN, V.A. 1977. Cow-calf relationships in Giraffe (*Giraffa camelopardalis giraffa*). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 43(3): 264-286.
- LANKESTER, R. 1908. On certain points in the structure of the cervical vertebrae of the okapi and the giraffe. *Proceedings of the Zoological Society of London* 78(2): 320-334.
- LAUER, C.J., SCHREIBER, W., POLLMACHER, T., HOLSBOER, F., KRIEG, J.C. 1997. Sleep in Schizophrenia: A Polysomnographic Study on Drug-Naive Patients. *Neuropsychopharmacology* 16(1): 51-60.
- LAWERENCE, W.E., REWELL, R.E. 1948. The cerebral blood supply in the Giraffidae. *Proceedings of the Zoological Society of London* 118: 202-212.

- LEE, A.R. 1991. Management Guidelines for the welfare of zoo animals – Giraffe. Federation of Zoological Gardens of Great Britain and Ireland, London. Pp: 23.
- LEMMER, B., KERN, R., NOLD, G., LOHRER, H. 2002. Jet-lag in athletes after westward and eastward time zone transitions. *Chronobiology International* 19: 743-764.
- LEON, J.B., SMITH, B.B., TIMM, K.I., LECREN, G. 1990. Endocrine changes during pregnancy, parturition and the early post-partum period in the Llama (*Lama glama*). *Journal of Reproduction and Fertility* 88: 503-511.
- LE PENDU, Y., CIOFOLO, I., GOSSER, A. 2000. The social organization of giraffes in Niger. *African Journal of Ecology* 38: 78-85.
- LEUTHOLD, B.M. 1979. Social organization and behavior of giraffe in Tsavo East National Park. *African Journal of Ecology* 17(1): 19-34.
- LEUTHOLD, W., LEUTHOLD, B.M. 1972. Food habits of giraffe in Tsavo National Park, Kenya. *East African Wildlife Journal* 10: 129-141.
- LEUTHOLD, B.M., LEUTHOLD, W. 1978. Daytime activity patterns of gerenuk and giraffe in Tsavo National Park, Kenya. *East African Wildlife Journal* 16: 231-243.
- LEXEN, E., EL-BAHR, S.M., SOMMERFELD-STUR, I., PALME, R., MÖSTL, E. 2008. Monitoring the adrenocortical response to disturbances in sheep by measuring glucocorticoid metabolites in the faeces. *Wiener Tierärztliche Monatsschrift* 95: 64-71.
- LEXER, D., HAGEN, K., PALME, R., TROXLER, J., WAIBLINGER, S. 2009. Time budgets and adrenocortical activity of cows milked in a robot or a milking parlour: interrelationship and influence of social rank. *Animal Welfare* 18: 73-80.
- LIMA, S.L., RATTENBORG, N.C., LESKU, J.A., AMLANER, C.J. 2005. Sleeping under the risk of predation. *Animal Behavior* 70: 723-736.
- LINDNER, H.R. 1972. Enterohepatic circulation and patterns of urinary excretion of Cortisol metabolites in the ewe. *Journal of Endocrinology* 52: 19-20.
- LÜTTGEN, M.A. 1993. Entrainment der circadianen Laufrhythmik durch Lichtzeitgeber: Untersuchungen biologisch relevanter Lichtparameter am Beispiel der Lokomotionsrhythmik von *Androctonus australis* L. (Scorpiones, Buthidae). Dissertation im FB Biologie, Universität Frankfurt/M.
- LYDEKKER, R. 1904. On the subspecies of *Giraffa camelopardalis*. *Proceedings of the Zoological Society of London* 1: 202-207.
- MACFADYEN, U.M., OSWALD, I., LEWIS, S.A. 1973. Starvation and human slow-wave sleep. *Journal of Applied Physiology* 35(3): 391-394.

- MCEWEN, B.S. 1979. Influences of adrenocortical hormones on pituitary and brain functions. *Monographs in Endocrinology* 12: 467-492.
- MCNAMARA, P. 1996. REM Sleep: A social bonding mechanism. *New Ideas in Psychology* 14(1): 35-46.
- MANSER, C.E. 1992. The assessment of stress in laboratory animals. Royal Society for the prevention of Cruelty to animals, Horsham.
- MATTERI, R.L., CARROLL, J.A., DYER, C.J. 2000. Neuroendocrine Responses to stress. In: MOBERG, G.P., MENCH, J.A. (Eds.): *The Biology of Animal Stress*. CAB International, New York: 43-76.
- MENDELSON, W.B., SLATER, S., GOLD, P., GILLIN, J.C. 1980. The effect of growth hormone administration on human sleep: a dose-response study. *Biological Psychiatry* 15: 613-618.
- MILLSPAUGH, J.J., BURKE, T., VAN DYK, G., SLOTOW, R., WASHBURN, B.E., WOODS, R.J. 2007. Stress response of Working African Elephants to transportation and Safari Adventures. *Journal of Wildlife Management* 71(4): 1257-1260.
- MITCHELL, G., SKINNER, J.D. 2009. An allometric analysis of the giraffe cardiovascular system. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 154: 523-529.
- MITCHELL, G., VAN SITTEERT, S.J., SKINNER, J.D. 2009. Sexual selection is not the origin of long necks in giraffes. *Journal of Zoology London* 278: 281-286.
- MITRA, R., JOHNSON, H.D. 1972. Growth hormone response to acute thermal exposure in cattle. *Proceedings of the Society of Experimental Biology and Medicine* 139: 1086-1089.
- MITRA, R., CHRISTISON, G.I., JOHNSON, H.D. 1972. Effects of prolonged thermal exposure on growth hormone (GH) secretion in cattle. *Journal of Animal science* 34: 776-779.
- MOBERG, G.P. 2000. Biological response to stress: Implications for animal welfare. In: MOBERG, G.P., MENCH, J.A. (Eds.): *The Biology of Animal Stress*. CAB International, New York: 1-21.
- MÖSTL, E., MAGGS, J.L., SCHRÖTTER, G., BESENFELDER, U., PALME, R. 2002. Measurement of cortisol metabolites in faeces of Ruminants. *Veterinary Research Communications* 26: 127-139.
- MONTANHOLI, Y.R., SWANSON, K.C., PALME, R., SCHENKEL, F.S., MCBRIDE, B.W., LU, D., MILLER, S.P. 2010. Assessing feed efficiency in beef steers through feeding behavior, infrared thermography and glucocorticoids. *Animal* 4(5): 692-701.
- MOORE, R.Y., EICHLER, V.B. 1972. Loss of a circadian adrenal corticosterone rhythm following suprachiasmatic lesions in the rat. *Brain Research* 42:201-206.

- MOSS, C. 1975. Portraits in the wild: Animal behavior in East Africa. Houghton Mifflin, Boston. Pp: 363.
- MÜLLER-PREUSS, P., WIESNER, E., LU, A., DEUSSING, J.M., KIMURA, M. 2005. CNS-specific overexpression of CRH alters sleep-wake behavior in transgenic mice. *Pharmacopsychiatry* 38: 265.
- MUKHAMETOV, L.M., SUPIN, A.Y., POLYAKOVA, I.G. 1977. Interhemispheric asymmetry of the electroencephalographic sleep patterns in dolphins. *Brain Research* 134(3): 581-584.
- MUKHAMETOV, L.M. 1987. Unihemispheric slow-wave sleep in the Amazonian dolphin, *Inia geoffrensis*. *Neuroscience Letters* 79(1-2): 128-132.
- NATER, U.M., ROHLEDER, N. 2009. Salivary alpha-amylase as a non-invasive biomarker for the sympathetic nervous system: Current state of research. *Psychoneuroendocrinology* 34: 486-496.
- NECKELMANN, D. & URSIN, R. 1993. Sleep stages and EEG power spectrum in relation to acoustical stimulus arousal threshold in the rat. *Sleep* 16: 467-477.
- NITSCHKE, J. 2011. Chronoethologische Untersuchungen des Schlafverhaltens bei Giraffen (*Giraffa camelopardalis*) in Stresssituationen. Fachbereich Biowissenschaft, Goethe-Universität, Frankfurt am Main. Pp: 200.
- OATES, L.G. 1972. Food preferences of giraffe in Transvaal mopane woodland. *Journal of the South African Wildlife Management Association* 2: 21-23.
- OBÁL, JR F., ALFÖLDI, P., CADY, A.B., JOHANNSEN, L., SARY, G., KRUEGER, J.M. 1988. Growth hormone-releasing factor enhances sleep in rats and rabbits. *American Journal of Physiology* 255: R310-R316.
- OBÁL, JR F., PAYNE, L., KAPÁS, L., OPP, M., KRUEGER, J.M. 1991. Inhibition of growth hormone-releasing factor suppresses both sleep and growth hormone secretion in the rat. *Brain Research* 557: 149-153.
- OBÁL, JR F., PAYNE, L., OPP, M., ALFÖLDI, P., KAPÁS, L., KRUEGER, J.M. 1992. Growth hormone-releasing hormone antibodies suppress sleep and prevent enhancement of sleep after sleep deprivation. *American Journal of Physiology* 263: R1078-R1085.
- OBÁL, JR F., KAPÁS, L., GARDI, J., TAISHI, P., BODOSI, B., KRUEGER, J.M. 1999. Insulin-like growth factor-1 (IGF-1)-induced inhibition of growth hormone secretion is associated with sleep suppression. *Brain Research* 818: 267-274.
- OBÁL, JR F. AND KRUEGER, J.M. 2004. GHRH and sleep. *Sleep Medicine Reviews* 8: 367-377.
- ODYUO, L.T., JANA, D.N., DAS, N. 1995. Maintenance behaviour of Murrah buffalo under an intensive management system. *Applied Animal Behaviour Science* 45: 293-299.



- OFTEDAL, O.T. 1984. Milk composition, milk yield and energy output at peak lactation: A comparative review. Symposium Zoological Society London 51: 33-85.
- PALMA, B.D., SUCHECKI, D., TUFIK, S. 2000. Differential effects of acute cold and footshock on the sleep of rats. Brain Research 861: 97-104.
- PALME, R., FISCHER, P., SCHILDORFER, H., ISMAIL, M.N. 1996. Excretion of infused <sup>14</sup>C-steroid hormones via faeces and urine in domestic livestock. Animal Reproduction Science 43: 43-63.
- PALME, R., MÖSTL, E. 1994. Biotin-streptavidin enzyme immunoassay for the determination of oestrogens and androgens in boar faeces. In: GÖRÖG, S. (Ed.): Proc. of the 5<sup>th</sup> Symposium on the analysis of steroids '93. Akademiai Kiado, Budapest: 111-117.
- PALME, R., MÖSTL, E. 1997. Measurement of Cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of Cortisol concentration in blood. International Journal of Mammalian Biology 62(2): 192-197.
- PALME, R., ROBIA, C., BAUMGARTNER, W., MÖSTL, E. 2000. Transport stress in cattle as reflected by an increase in faecal Cortisol metabolite concentrations. Veterinary Record 146: 108-109.
- PALME, R., MÖSTL, E. 2001. Bestimmung von Kortisolmetaboliten im Kot von Nutztieren zur nicht-invasiven Erfassung von Belastungen. KTBL-Schrift 403: 9-17.
- PAPALE, L.A., ANDERSEN, M.L., ANTUNES, I.B., ALVARENGA, T.A.F., TUFIK, S. 2005. Sleep pattern in rats under different stress modalities. Brain Research 1060: 47-54.
- PARKER, D.M., BERNARD, R.T.F., COLVIN, S.A. 2003. The diet of a small group of extralimital giraffe. African Journal of Ecology 41: 245-253.
- PATRICK, D. 1980. Time-Budgets of Camargue Horses II. Time-budgets of adult horses and weaned sub-adults. Behaviour 72(1-2): 26-48.
- PELLEW, R.A. 1984. The feeding ecology of a selective browser, the giraffe (*Giraffa camelopardalis tippelskirchi*). Journal of Zoology London 202: 57-81.
- PESENHOFER, G., PALME, R., PESENHOFER, R.M., KOFLER, J. 2006. Comparison of two methods of fixation during functional claw trimming – walk in crush versus tilt table – in dairy cows using faecal Cortisol metabolite concentrations and daily milk yield as parameters. Wiener Tierärztliche Monatschrift 93: 288-294.
- PHILLIPSON, E.A., BOWES, G. 1986. Control of Breathing during sleep. In: BETHESDA, M.D. (Ed.): Handbook of physiology. The Respiratory System. Control of breathing. The American Physiological Society Section 3, Vol II Part 2: 649-690.
- PITTENDRIGH, C.S., MINIS, D.H. 1960. Circadian rhythms and the circadian organization of living systems. Cold Spring Harbour Symposium on Quantitative Biology 25: 159-184.

- PIVIK, R.T., BYLSMA, F.W., COOPER, P. 1986. Sleep-Wakefulness rhythms in the rabbit. *Behavioral and Neural Biology* 45(3): 275-286.
- POTTINGER, T.G., CARRICK, T.R. 1999. Modification of the plasma Cortisol response to stress in Rainbow Trout by selective breeding. *General and Comparative Endocrinology* 116(1): 122-132.
- PRATT, D.M., ANDERSON, V.H. 1979. Giraffe cow-calf relationships and social development of the calf in the Serengeti. *Zeitschrift für Tierpsychologie* 51: 233-251.
- PRATT, D.M., ANDERSON, V.H. 1982. Population, distribution, and behaviour of giraffe in the Arusha National Park, Tanzania. *Journal of Natural History* 16: 481-489.
- PRATT, D.M., ANDERSON, V.H. 1985. Giraffe social behaviour. *Journal of Natural History* 19: 771-781.
- RECHTSCHAFFEN, A., KALES, A. 1968. A manual of standardized terminology, techniques, and scoring system for sleep stages of human subjects. National Institutes of Health Publication 204, US Government Printing Office, Washington DC.
- RECHTSCHAFFEN, A., GILLILAND, M.A., WINTER, J.B. 1983. Physiological correlates of prolonged sleep deprivation in rats. *Science* 221: 182-184.
- RECHTSCHAFFEN, A., BERGMANN, B.M., EVERSON, C.A., KUSHIDA, C.A., GILLILAND, M.A. 1989. Sleep Deprivation in the rat: X. Integration and discussion of the findings. *Sleep* 12(1): 68-87.
- REICHE, E.M., MORIMOTO, H.K., NUNES, S.M. 2006. Stress and depression-induced immune dysfunction: Implications for the development and progression of cancer. *International Review of Psychiatry* 17(6): 515-527.
- REINBERG, A.E., ASHKENAZI I., SMOLENSKY, M.H. 2007. Echronism, allochronism, and dyschronism: Is internal desynchronisation of human circadian rhythms a sign of illness? *Chronobiology International* 24(4): 553-588.
- REITE, M., SHORT, R.A. 1978. Nocturnal Sleep in Separated Monkey Infants. *Archives of General Psychiatry* 35(10): 1247-1253.
- REITE, M., KAEMINGK, K., BOCCIA, M.L. 1989. Maternal Separation in Bonnet Monkey Infants: Altered Attachment and Social Support. *Child Development* 60: 473-480.
- RETTENBACHER, S., MÖSTL, E., HACKL, R., GHAREEB, K., PALME, R. 2004. Measurement of corticosterone metabolites in chicken droppings. *British Poultry Science* 45(5): 704-711.
- RIEDL-DORN, C. 2008. Hohes Tier – Die Geschichte der ersten Giraffe in Schönbrunn. In: PECHLANER, H., SCHRATTER, D., HEINDL, G. (Hg.). *Tiergarten Schönbrunn – Geschichte*. Band 4. Braumüller Verlagsbuchhandlung, Wien. Pp: 182.

- RIETVELD, W.J., MINORS, D.S., Waterhouse, J.M. 1993. Circadian rhythms and masking: An Overview. *Chronobiology International* 10: 306-312.
- ROBINSON, H.G.N., GRIBBLE, W.G., PAGE, W.G., JONES, G.W. 1965. Notes on the birth of a reticulated giraffe, *Giraffa camelopardalis antiquorum*. *International Zoo Yearbook* 5: 49-52.
- ROFFWARG, H.P., MUZIO, J., DEMENT, W.C. 1966. Ontogenetic development of the human sleep-dream cycle. *Science* 152: 604-619.
- RUANE, N.M., KOMEN, H. 2003. Measuring cortisol in the water as an indicator of stress caused by increased loading density in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture* 218 (1-4): 685-693.
- RUCKEBUSCH, Y. 1972. The relevance of drowsiness in the circadian cycle of farm animals. *Animal Behavior* 20: 637-643.
- RUCKEBUSCH, Y. 1975. Feeding and sleep patterns of cows prior to and post parturition. *Applied Animal Ethology* 1: 283-292.
- RUSHEN, J., SCHWARZE, N., LADEWIG, J., FOXCROFT, G. 1993. Opioid modulation of the effects of repeated stress on ACTH, cortisol, prolactin and growth hormone in pigs. *Physiology and Behavior* 53: 923-928.
- RUSHEN, J. 2000. Some Issues in the interpretation of behavioural responses to stress. In: MOBERG, G.P., MENCH, J.A. (Eds.): *The Biology of Animal Stress*. CAB International, New York: 23-42.
- SANFORD, L.D., FANG, J., TANG, X. 2003a. Sleep after differing amounts of conditioned fear training in BALB/cj mice. *Behavioural Brain Research* 147: 193-202.
- SANFORD, L.D., TANG, X., ROSS, R.J., MORRISON, A.R. 2003b. Influence of shock training and explicit fear-conditioned cues on sleep architecture in mice: strain comparison. *Behavioral Genetics* 33: 43-58.
- SANFORD, L.D., YANG, L., TANG, X. 2003c. Influence of contextual fear on sleep architecture in mice: a strain comparison. *Sleep* 26: 527-540.
- SASSIN, J.F., PARKER, D.C., MACE, J.W., GOTLIN, R.W., JOHNSON, L.C., ROSSMAN, L.G. 1969. Human growth hormone release: relation to slow-wave sleep and sleep-waking cycles. *Science* 165: 513-515.
- SAUER, J.J.C., THERON, G.K., SKINNER, J.D. 1977. Food preferences of giraffe *Giraffa camelopardalis* in the arid bushveld of the western Transvaal. *South African Journal of Wildlife Research* 7: 53-59.

- SAUER, J.J.C., SKINNER, J.D., NEITZ, A.W.H. 1982. Seasonal utilization of leaves by giraffe *Giraffa camelopardalis*, and the relationship of the seasonal utilization to the chemical composition of the leaves. *South African Journal of Zoology* 17: 210-219.
- SCHEIBE, K.M., BERGER, A., LANGBEIN, W.J., STREICH, W.J., EICHHORN, K. 1999. Comparative analysis of ultradian and circadian behavioural rhythms for diagnosis of biorhythmic state of animals. *Biological Rhythms Research* 30(2): 216-233.
- SCHIFFELHOLZ, T., ALDENHOFF, J.B. 2002. Novel object presentation affects sleep-wake behavior in rats. *Neuroscience Letters* 328: 41-44.
- SCHÖNREITER, S., HUBER, H., LOHMÜLLER, V., ZANELLA, A.J., UNSHELM, J., HENKE, J., ERHARDT, W. 1999. Speichelkortisol als Stressparameter bei Saugferkeln. *Tierärztliche Praxis* 27: 175-179.
- SCHREIDER, E. 1950. Geographical distribution of the body-weight/body-surface ratio. *Nature* 165: 286.
- SCHUBERT, C. 2006. Bedeutung chronoethologischer Erkenntnisse und Methoden zur Beurteilung des Wohlbefindens und der artgerechten Haltung von Elchen (*Alces alces*) in Menschenobhut. Dissertation. Fachbereich Biowissenschaften. Frankfurt am Main, Germany, Johann-Wolfgang-Goethe Universität. Pp: 316.
- SCHWARZENBERGER, F., TOMASOVA, K., HOLECKOVA, D., MATERN, B., MÖSTL, E. 1996. Measurement of fecal steroids in the black rhinoceros (*Diceros bicornis*) using group-specific enzyme-immunoassays for 20-oxo-pregnanes. *Zoo Biology* 15: 159-171.
- SCHWARZENBERGER, F. 2007. The many uses of non-invasive faecal steroid monitoring in zoo and wildlife species. *International Zoo Yearbook* 41: 52-74.
- SEBISCH, S., NICKEL, H., SEIDEL, B., SCHILDGER, B., WICKER, R., FLEISSNER, G. 1997. Circadiane Umstellung des nördlichen Streifenkiwis (*Apteryx australis*) mit Lichtzeitgebern auf Nachthausbedingungen (Abstract). *Schriftenreihe aus dem Institut für Zoo- und Wildtierforschung* 2: 401.
- SEGERSTROM, S.C., MILLER, G.E. 2004. Psychological stress and the human immune system: a meta-analytic study of 30 years of inquiry. *Psychological Bulletin* 130(4): 601-630.
- SELEY, H. 1936. A syndrome produced by a diverse nocuous agents. *Nature* 138: 32.
- SELEY, H. 1939. The effect of adaption to various damaging agents in the female sex organs in the rat. *Endocrinology* 25: 615-624.
- SEIDEL, B., WICKER, R., SEBISCH, S., NICKEL, H., FLEISSNER, G., SCHILDGER, B. 1999. Chronoethological studies on kiwi (*Apteryx australis*). *Der Zoologische Garten* 69(1): 40-48.

- SHIPLEY, J.E., SCHTEINGART, D.E., TANDON, R., STARKMAN, M.N. 1992. Sleep architecture and sleep apnea in patients with Cushing's diseases. *Sleep* 15(6): 514-518.
- SICKS, F. 2005. Chronoethologische Untersuchungen am Kurzschnabeligel. Diplomarbeit. Fachbereich Biowissenschaft, Goethe-Universität, Frankfurt am Main. Pp: 147.
- SIEGEL, J.M., HARPER, R.M. 1996. Sleep. In: GREGER, R., WINDHORST, U. (Eds.): *Comprehensive Human Physiology*, Vol. 1. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg: 1183-1196.
- SIEGEL, J.M. 2001. The REM-sleep-Memory Consolidation Hypothesis. *Science* 294: 1058-1063.
- SIEGEL, J. 2005. Clues to the functions of mammalian sleep. *Nature* 437: 1264-1271.
- SIMMONS, R.E., SCHEEPERS, L. 1996. Winning by a neck: sexual selection in the evolution of giraffe. *American Naturalist* 148(5): 771-786.
- SINHA, R.K., RAY, A.K. 2006. Sleep-wake study in an animal model of acute and chronic heat stress. *Physiology & Behavior* 89: 364-372.
- SNYDER, F., HOBSON, J. 1964. Changes in respiration, heart rate and systolic blood pressure in human sleep. *Journal of Applied Physiology* 19: 417-422.
- SOLOUNIAS, N. 1999. The remarkable anatomy of the giraffe's neck. *Journal of Zoology London* 247: 257-268.
- SPORK, P. 2004. *Das Uhrwerk der Natur*. Rowohlt-Verlag, Hamburg. Pp: 217.
- STAUNTON, H. 2005. Mammalian Sleep. *Naturwissenschaften* 92: 203-220.
- STEIGER, A., HERTH, T., HOLSBOER, F. 1987. Sleep-electroencephalography and the secretion of cortisol and growth hormone in normal controls. *Acta Endocrinologica (Copenhagen)* 116: 36-42.
- STEIGER, A., GULDNER, J., HEMMETER, U., ROTHE, B., WIEDEMANN, K., HOLSBOER, F. 1992. Effects of growth hormone-releasing hormone and somatostatin on sleep EEG and nocturnal hormone secretion in male controls. *Neuroendocrinology* 56: 566-573.
- STEIGER, A. 2007. Neurochemical regulation of sleep. *Journal of psychiatric research* 41: 537-552.
- STERN, W.C., JALOWIEC, J.E., SHABSHELOWITZ, H., MORGANE, P.J. 1975. Effects of growth hormone on sleep-waking patterns in cats. *Hormones and Behavior* 6: 189-196.
- STORCH, C., HÖHNE, A., HOLSBOER, F., OHL, F. 2004. Activity patterns as a correlate for sleep-wake behavior in mice. *Journal of Neuroscience Methods* 133: 173-179.

- STRAUS, D.S. 1994. Nutritional regulation of hormones and growth factors that control mammalian growth. *Federation of American Societies for experimental Biology Journal* 8: 6-12.
- TANG, X., LIU, X., YANG, L., SANFORD, L.D. 2005A. Rat strain differences in sleep after acute mild stressors and short-term sleep loss. *Behavioural Brain Research* 160: 60-71.
- TANG, X., XIAO, J., PARRIS, B.S., FANG, J., SANFORD, L.D. 2005B. Differential effects of two types of environmental novelty on activity and sleep in BALB/cj and C57BL/J mice. *Physiology and Behavior* 85: 419-429.
- TANG, X., YANG, L., SANFORD, L.D. 2007. Interactions between brief restraint, novelty and footshock on subsequent sleep and EEG power in rats. *Brain Research* 1142: 110-118.
- TAROU, L.R., BASHAW, M.J., MAPLE, T.L. 2000. Social attachment in giraffe: Response to social separation. *Zoo Biology* 19: 41-51.
- TAROU, L.R., BASHAW, M.J., MAPLE, T.L. 2003. Failure of chemical spray to significantly reduce stereotypic licking in a captive giraffe. *Zoo Biology* 22: 601-607.
- TARRANT, P.V. 1990. Transportation of cattle by road. *Applied Animal behavior science* 28: 153-170.
- TAYLOR, S.F., TANDON, R., SHIPLEY, J.E., EISER, A.S. 1991. Effect of neuroleptic treatment on polysomnographic measures in schizophrenia. *Biological Psychiatry* 30: 904-912.
- THENIUS, E. 1979. *Die Evolution der Säugetiere*. Fischer-Verlag, Stuttgart. Pp: 294.
- THENIUS, E. 1980. *Grundzüge der Faunen- und Verbreitungsgeschichte der Säugetiere. Eine historische Tiergeographie*. Fischer-Verlag, Stuttgart. Pp: 375.
- THOMAS, K.S., MOTIVALA, S., OLMSTEAD, R. IRWIN, M.R. 2011. Sleep depth and fatigue: Role of cellular inflammatory activation. *Brain Behavioural Immunology* 25(1): 53-58.
- THOMPSON, K.V., BAKER, A.J., BAKER, A.M. 2010. Parental Care and Behavioral Development in Captive Mammals. In: KLEIMAN, D.G., THOMPSON, K.V., BAER, C.K. (Eds.): *Wild Mammals in Captivity – Principles & Techniques for Zoo Management* 2<sup>nd</sup> Ed. University Press, Chicago: 367-385.
- TOBLER, I. 1985. Deprivation of sleep and rest in vertebrates and invertebrates. In: INOUÉ, S., BROBÉLY, A.A.: *Endogenous Sleep Substances and Sleep Regulation*. Japan Scientific Society Press, Tokyo: 57-66.
- TOBLER, I. 1989. Napping and polyphasic sleep in mammals. In: DINGES, D.F., BROUGHTON, R.J.: *Chronobiological, Behavioral and Medical Aspects of Napping*. Raven Press, New York: 9-30.
- TOBLER, I. 1992. Behavioral sleep in the Asian Elephant in captivity. *Sleep*. 15(1): 1-12.

- TOBLER, I., SCHWIERIN, B. 1996. Behavioral sleep in the giraffe (*Giraffa camelopardalis*) in a zoological garden. *Journal of sleep research* 5(1): 21-32.
- TOUTAIN, P.L., TOUTAIN, C., WEBSTER, A.J.F., McDONALD, J.C. 1977. Sleep and activity, age and fatness, and the energy expenditure of confined sheep. *British Journal of Nutrition* 38: 445-454.
- TSUCHIYAMA, Y., UCHIMURA, N., SAKAMOTO, T., MAEDA, H., KOTORI, T. 1995. Effects of hCRH on sleep and body temperature rhythms. *Psychiatry & Clinical Neurosciences* 49: 299-304.
- VAN CAUTER, E., TUREK, F.W. 1995. Endocrine and other biological rhythms. In: DE GROOT, L.J. (Ed.) *Endocrinology*, 3<sup>rd</sup> Ed. Philadelphia: Saunders: 2497-2548.
- VAN CAUTER, E., SPEIGEL, K. 1999. Circadian and sleep control of hormonal secretions. In: TUREK, F.W., ZEE, P. (Eds.) *Regulation of sleep and circadian rhythms*. New York: Marcel Decker: 397-425.
- VANCE, M.L., HARTMAN, M.L., AND THORNER, M.O. 1992. Growth hormone and nutrition. *Hormone Research* 38: 85-88.
- VAN DER JEUGD, H.P., PRINS, H.H.T. 2000. Movements and group structure of giraffe (*Giraffa camelopardalis*) in Lake Manyara National Park, Tanzania. *Journal of Zoology London* 251: 15-21.
- VAZQUEZ-PALACIOS, G., RETANA-MARQUEZ, S., BONILLA-JAIME, H., VELAZQUEZ-MOCTEZUMA, J. 2001. Further definition of the effect of corticosterone on the sleep-wake pattern in the male rat. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* 70: 305-310.
- VERKERK, G.A., PHIPPS, A.M., CARRAGHER, J.F., MATTHEWS, L.R., STELWAGEN, K. 1998. Characterization of milk Cortisol concentrations as a measure of short-term stress responses in lactating dairy cows. *Animal Welfare* 7: 77-86.
- VGONTZAS, A.N., BIXLER, E.O., PAPANICOLAOU, D.A., KALES, A., STRATAKIS, C.A., VELA-BUENO, A., GOLD, P.W., CHROUSOS, G.P. 1997. Rapid Eye Movement sleep correlates with the overall activities of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis and sympathetic system in healthy humans. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism* 82: 3278-3280.
- VON HOLST, D. 1994. Auswirkungen sozialer Kontakte bei Säugetieren. *Biologie in unserer Zeit* 4: 164-173.
- WAKI, T., NAKAO, T., MORIYOSHI, M., KAWATA, K. 1987. A practical test of adrenocortical function in dairy cows: Cortisol levels in defatted milk and its response to ACTH. *Journal of the College of Dairying. Natural Science (Japan)* 12(1): 231-243.
- WALLACH, M.B., WINTERS, W.D., MANDELL, A.J., SPOONER, C.E. 1969. Effects of Antidepressant drugs on wakefulness and sleep in the cat. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology* 27: 574-580.

- WAZA (World Association of Zoos and Aquariums) 2005A. Building a future for wildlife – the World Zoo and Aquarium Conservation Strategy. WAZA Executive Office, Bern. Pp: 72.
- WAZA (World Association of Zoos and Aquariums) 2005b. Zoos und Aquarien für Naturschutz – Die Welt-Zoo- und Aquarium-Naturschutzstrategie. WAZA Executive Office, Bern. Pp: 72.
- WEISS, D., HELMREICH, S., MÖSTL, E., DZIDIC, A., BRUCKMAIER, R.M. 2004. Coping capacity of dairy cows during the change from conventional to automatic milking. *Journal of Animal Science* 82: 563-570.
- WEITZMAN, E.D. 1976. Circadian Rhythm and episodic hormone secretion in man. *Annual Review of Medicine* 27: 225-243.
- WELLS, A., TERIO, K.A., ZICCARDI, M.H., MUNSON, L. 2004. The stress response to environmental change in captive cheetahs (*Acinonyx jubatus*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine* 35(1): 8-14.
- WETTER, T.C., LAUER, C.J., GILLICH, G., POLLMÄCHER, T. 1996. The Electroencephalographic Sleep Pattern in Schizophrenic Patients Treated with Clozapine or Classical Antipsychotic Drugs. *J. Psychiatr. Res.* 30(6): 411–419.
- WHITELY, J.L., WILLCOX, D.L., NEWTON, J.A., BRYANT-GREENWOOD, G.D., HARTMANN, P.E. 1984. Total and free plasma concentrations of progesterone, cortisol and oestradiol-17 beta during pregnancy, parturition and early lactation in sows. *Australian Journal of Biological Science* 37: 267-276.
- WILSON, D.E., REEDER, D.M. 2005. Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3<sup>rd</sup> Edition. Hopkins University Press, Baltimore. Pp: 2000.
- WILSON, M.I., BROWN, G.M., WILSON, D. 1978. Annual and diurnal changes in plasma androgen and cortisol in adult male squirrel monkeys (*Saimiri sciureus*) studied longitudinally. *Acta Endocrinologica* 87: 424-433.
- WINFREE, A. 1988. Biologische Uhren – Zeitstrukturen des Lebendigen. Spektrum der Wissenschaft, Heidelberg.
- WINGFIELD, J.C. 2005. The Concept of Allostasis: Coping with Capricious Environment. *Journal of Mammalogy* 86(2): 248-254.
- WINGFIELD, J.C., RAMENOFSKY, M. 1999. Hormones and the behavioural ecology of stress. In: BALM, P.H.M. (Ed.). *Stress physiology in animals*. Sheffield Academic Press: 1-51.
- WYATT, J.R. 1971. Osteophagia in Masai giraffe. *East African Wildlife Journal* 9: 157.
- ZEITLER-FEICHT, M.H., PRANTNER, V. 2000. Liegeverhalten von Pferden in Gruppenauslaufhaltung. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 43: 327-335.



ZELLMER, G. 1960. Hand-rearing of giraffe at Bristol Zoo. *International Zoo Yearbook* 2: 90-93.

ZHANG, J., OBÁL, JR F., ZHENG, T., FANG, J., TAISHI, P., KRUEGER, J.M. 1999. Intrapreoptic microinjection of GHRH or its antagonist alters sleep in rats. *Journal of Neuroscience* 19: 2187-2194.

ZWICKY, K.T. 1970. Behavioral aspects of the extraocular light sense of *Urodacus*, a scorpion. *Experientia* 26: 747-748.

## 9. Abkürzungsverzeichnis

ACTH	Adrenocorticotropes-Hormon
C	Kohlenstoff
CCD	charge-coupled Device
CRH	Corticotropin-Releasing Hormon
DOA	Dioxoandrostan
EEG	Elektroenzephalogramm
EIA	Enzymimmunoassay
G. c.	<i>Giraffa camelopardalis</i>
GH	Growth hormone (Wachstumshormon oder Somatotropin)
GHRH	Growth-hormone releasing hormone (Wachstumshormon-Releasing Hormon)
GPS	Global Positioning System
HPA	Hypothalamus-pituitary-adrenal (Hypothalamus-Hypophysen-Nebennieren)
HPS	Hypothalamic-pituitary-somatotrophic (Hypothalamus-Hypophysen-Somatotropin)
IGF-1	insulin-like growth factor-1 (Insulinähnlichen-Wachstumsfaktors-1)
IR	Infrarot
IUCN	International Union for Conservation of Nature (Weltnaturschutz Union)
JG	juvenile Giraffen
JG DNS	juvenile Giraffe – did not survive
LED	Licht emittierende Diode
n.G.T.	nach Georges Tod

NREM-Schlaf	Non-rapid eye movement-Schlaf
n.T.	nach dem Transport
PS	Paradoxer Schlaf
Q	Quite sleep (Einschlafstadium)
REM-Schlaf	Rapid Eye Movement-Schlaf
RS	recumbent sleep (liegender Schlaf)
SF	Standardfehler
SS	Somatostatin
SWS	Slow wave sleep (Tiefschlaf)
TB	Terabyte
Th1	Thoracic vertebra 1 (erster Brustwirbel)
UV	Ultraviolett
v.G.T.	vor Georges Tod
VHS	Video-Home-System
v.T.	vor dem Transport
W	Wake (Wachzustand)

## 10. Danksagung

Mein besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. Günther Fleissner für die Betreuung dieser Arbeit und die herzliche Aufnahme in den Arbeitskreis „Neurobiologie circadianer Rhythmen“. Ohne sein unermüdliches Engagement, das weit über die Betreuung einer Promotion hinausging, wäre diese Arbeit nie entstanden. Ich danke ihm für eine sowohl wissenschaftlich als auch menschlich prägende Zeit.

Ein herzlicher Dank geht auch an Frau Dr. Gerta Fleissner, die beim gemeinsamen Kaffeetrinken in einer Buchhandlung einst zur geistigen Mutter meiner Schlafforschungen wurde. Ihre Literaturkenntnisse haben ebenso zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen wie ihre wertvollen Hilfen in allen Lebenslagen.

Herrn Prof. Dr. Franz Schwarzenberger danke ich für die Betreuung der Hormonuntersuchungen. Dank seiner Gastfreundschaft fühlte ich mich an der Veterinärmedizinischen Universität Wien jederzeit willkommen. Frau Elke Leitner danke ich für die Durchführung der Analysen sowie die Anleitung und Betreuung im Labor.

Herrn Dr. Thomas Kauffels, Direktor des Georg von Opel-Freigeheges für Tierforschung, danke ich herzlich für die finanzielle Unterstützung sowie für die Möglichkeit, den größten Teil meiner Untersuchungen an den Giraffen im Opel-Zoo durchzuführen. Herrn Dr. Martin Becker danke ich für die freundschaftliche und engagierte Betreuung vor Ort. Selbst die ausgefallensten Wünsche und Forschungsvorhaben stießen im Opel-Zoo auf offene Ohren. Ein besonderer Dank gebührt den beiden Giraffen-Revierpflegern des Opel-Zoos Frau Judith Wantia und Herrn Michael Gühlke sowie ihren Mitarbeitern. Ihre ausdauernde und selbstlose Unterstützung, die sie so manche Mittagspause kostete, waren für mich eine besonders wertvolle Hilfe.

Ich danke den Freunden und Förderern der Goethe-Universität Frankfurt für ihre finanzielle Unterstützung. Insbesondere die Finanzierung meiner Vortragsreisen ermöglichte es mir, mit Giraffenforschern auf der ganzen Welt in den wissenschaftlichen Dialog zu treten.

Der Hermann-Willkomm-Stiftung danke ich ebenfalls für die finanzielle Unterstützung meiner Arbeit. Hierdurch waren mir die Analyse der Kotproben sowie der Forschungsaufenthalt an der Veterinärmedizinischen Universität Wien möglich.

Den folgenden Zoos und Personen bin ich zu Dank verpflichtet, da sie mich bei der Installation der Überwachungskameras unterstützten, zuverlässig Kotproben sammelten, Videokassetten wechselten und mir ermöglichten ihre Giraffen zu beobachten:

- Zoo Frankfurt, insbesondere Herrn Dr. Stefan Stadler sowie dem Reviertierpfleger Gerd Fuchs.

- Zoo Dortmund, Direktor Dr. Frank Brandstätter, Frau Ilona Schappert sowie den Giraffenpflegern Mike Pernau und Stefan Bohland.
- Zoo Köln, Frau Dr. Waltraud Zimmermann sowie den Kölner Giraffenpflegern.
- Zoo Karlsruhe, Herrn Dr. Clemens Becker und den Giraffenpflegern.
- Zoo Neunkirchen, Herrn Direktor Dr. Norbert Fritsch, Frau Dr. Carina Johann sowie den Giraffenpflegern.
- Zoo Dresden, Herrn Dr. Roland Brockmann sowie den Giraffenpflegern.
- Allwetter-Zoo Münster, insbesondere Herrn Dr. Dirk Wewers sowie den Giraffenpflegern.

Ein großer Dank geht an die gesamte NCR, die mich in zahlreichen wissenschaftlichen Diskussionen inspirierte. Hier danke ich insbesondere Frau Julia Nitsche für ihr außerordentliches Engagement beim Auswerten der Giraffen-Videos sowie beim Erstellen ihrer Diplomarbeit. Auf ihren unermüdlichen Einsatz konnte ich mich jederzeit verlassen. Herrn Ruben Holland danke ich für seine großartige Unterstützung und die treue Begleitung in die verschiedenen Zoos. Immer wenn handwerkliche Kreativität gefragt war sowie zahllose Spontanbesuche im Elektrofachhandel anstanden, konnte ich auf seine Unterstützung zählen. Herrn Thomas Gbenro danke ich für die kreativen Lösungen meiner zahllosen Computerprobleme, und Frau Semela Dukova gebührt ein großer Dank für die Hilfe bei statistischen Fragen.

Frau Dr. Verena Behringer danke ich herzlich für die zahllosen wissenschaftlichen Diskussionen zu den Themen Tierhaltung, Stress und Stresshormone. Ihre intensive und ausgesprochen konstruktive Auseinandersetzung mit meinem Manuskript war mir immer eine zuverlässige Hilfe. Dank ihrer Motivation habe ich auch nach längeren Pausen die Promotion nie aus den Augen verloren.

Meinem Bruder Dr. Kai Sicks danke ich von ganzem Herzen für sein ausdauerndes Korrekturlesen jeder einzelnen Seite dieser Dissertation. Insbesondere seine Ratschläge zur wissenschaftlichen Konsistenz meiner Ausführungen waren für mich von unschätzbarem Wert.

Herrn Dr. Bernhard Blaszkiewitz danke ich für sein Vertrauen und seine Geduld, dass auch eine „fast fertige“ Arbeit irgendwann zum Abschluss kommt. Ebenso danke ich ihm für die Möglichkeit, meine Ergebnisse auf Tagungsreisen einem Fachpublikum vorstellen zu können. Dank seiner finanziellen und ideellen Unterstützung meines Forschungsansatzes wird es mir auch in der Zeit nach der Promotion möglich sein, die Schlafgewohnheiten von Giraffen zu erforschen.

Nicht zuletzt danke ich meinen lieben Eltern für ihre unendliche Geduld sowie ihr uneingeschränktes Vertrauen, mit dem sie mir jederzeit liebevoll zur Seite standen. Ohne ihre finanzielle und logistische Unterstützung wäre diese Arbeit nie entstanden.

# 11. Lebenslauf

## Persönliche Daten

Florian Sicks  
Geboren am 28.06.1979 in Bad Homburg  
Ledig



## Ausbildung

10/2012	GOETHE-UNIVERSITÄT, Frankfurt am Main Abgabe der Dissertationsschrift
2006-2012	GOETHE-UNIVERSITÄT, Frankfurt am Main Promotionsprojekt im FB Biowissenschaften unter Anleitung von Prof. G. Fleissner  Thema: „Paradoxe Schlaf als Parameter zur Messung der Stressbelastung bei Giraffen ( <i>Giraffa camelopardalis</i> )“
1999-2005	GOETHE-UNIVERSITÄT, Frankfurt am Main Studium der Biologie Abschluss: Diplom 1,0  Hauptfächer: Tierphysiologie (Prof. G. Fleissner), Spezielle Zoologie (Prof. W. Wiltschko) und Ökologie (Prof. J. Oehlmann)  Diplomarbeit: „Chronoethologische Untersuchungen am Kurzchnabeligel ( <i>Tachyglossus aculeatus</i> ) im Zoologischen Garten“. Betreuer: Prof. G. Fleissner
1989-1998	HUMBOLDT-GYMNASIUM, Bad Homburg Abschluss: Abitur

**Berufspraxis**

09/10 bis heute

TIERPARK BERLIN  
Kurator für Säugetiere

10/08 bis 04/10

ZOO DORTMUND  
Volontärassistent  

- Assistent des Zoodirektors

11/07-09/08

OPEL-ZOO, Kronberg  
Volontärassistent

04/08-06/08

GOETHE-UNIVERSITÄT, Frankfurt am Main  
Wissenschaftliche Hilfskraft und Betreuer  

- Praktikum-Tiergartenbiologie (Hauptstudium Biologie)
- Kompaktpraktikum-Tiergartenbiologie (Hauptstudium Biologie)

08/06-09/08

GOETHE-UNIVERSITÄT, Frankfurt am Main  
Wissenschaftliche Hilfskraft  

- Tierpflege (Wirbellose)

09/02-08/03

GOETHE-UNIVERSITÄT, Frankfurt am Main  
Studentische Hilfskraft  

- Orientierungsverhalten von Tauben
- Zugverhalten von Rotkehlchen

09/1998-09/1999

FORSCHUNGSINSTITUT SENCKENBERG, Frankfurt/M.  
Zivildienstleistender  

- Entnahme und Auswertung limnischer Gewässerproben (Prof. W. Tobias)

**Ehrenamtliche Mitgliedschaften**

- Mitglied der IUCN Giraffe Specialist Group
- Giraffe Conservation Foundation (Zoological Management Associated)