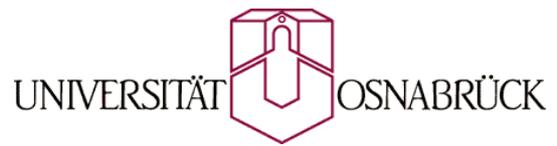


Aus der Abteilung Zoologie des Fachbereichs
Biologie der Universität Osnabrück
in Zusammenarbeit mit der Abteilung für
Reproduktionsbiologie des
Deutschen Primatenzentrums in Göttingen



Beziehungsbildung bei einem neu zusammengestellten Paar
Orang-Utans (*Pongo pygmaeus*) im Zoo Osnabrück

—

Ethologische Beobachtungen und endokrinologische Untersuchungen

vorgelegt von:

Eva - Maria Mantel

Bahnhofstraße 2a

67714 Waldfishbach

Osnabrück im April 2008

1. Gutachter:

apl. Prof. Dr. Günter Purschke

Abteilung Spezielle Zoologie

Universität Osnabrück

2. Gutachter:

PD Dr. Udo Gansloßer

Zoologisches Institut und Museum

Greifswald



Foto: Stephan Schute

*Der Wunsch, ein Tier zu halten,
entspringt einem uralten
Grundmotiv –
nämlich der Sehnsucht des
Kulturmenschen
nach dem verlorenen Paradies.*

Konrad Lorenz

Inhaltsverzeichnis

EINLEITUNG	7
LITERATURÜBERSICHT.....	12
2.1 Biologie und Sozialsystem des Orang-Utans.....	12
2.2 Hormone: Eigenschaften und biologische Funktionen	17
2.2.1 Östrogene und Gestagene.....	18
2.2.2 Androgene	19
2.2.3 Glucocorticoide	20
2.3 Stress und Stressreaktion	21
2.4 Nicht-invasive Methoden zur Hormonquantifizierung	24
EIGENE UNTERSUCHUNGEN: TIERE, MATERIAL UND METHODEN.....	27
3.1 Fokustiere im Zoo Osnabrück.....	27
3.2 Haltungsbedingungen	29
3.2.1 Innenanlage	30
3.2.2 Außenanlage.....	31
3.2.3 Ernährung	34
3.3 Ethologische Beobachtungen.....	35
3.3.1 scan sampling	35
3.3.2 continuous recording	37
3.3.3 Auswertung der Verhaltensdaten und Statistik	39
3.3.3.1 Inferenzstatistische Prüfverfahren	40
3.3.3.2 Deskriptive Statistik	41
3.4 Endokrinologische Untersuchungen	42
3.4.1 Probensammlung	42
3.4.2 Kotprobenanalysen.....	43
3.4.2.1 Funktionsweise des Enzymimmunoassays	44
3.4.2.2 Eingesetzte Chemikalien, Immunreagenzien und Apparaturen	45
3.4.2.3 Aufbereitung des Probenmaterials.....	47
3.4.4 Quantifizierung von Glucocorticoid-Metaboliten.....	48
3.4.5 Quantifizierung von Androgen-Metaboliten.....	51
3.4.6 Datenverarbeitung und Statistik	52
3.5 Methodendiskussion	52

ERGEBNISSE	55
4.1 Ethologische Beobachtungen.....	55
4.1.1 Kontaktaufnahme	55
4.1.2 Kontaktabbruch	57
4.1.3 Aktivitätsunterschiede	59
4.1.4 Dominanzverhältnis innerhalb der Dyade.....	62
4.1.5 Partnerdistanz	65
4.2 Endokrinologische Untersuchungen	68
4.2.1 Quantifizierung von Glucocorticoid-Metaboliten.....	68
4.2.2 Quantifizierung von Androgen-Metaboliten.....	75
DISKUSSION	78
5.1 Ethologische Beobachtungen.....	78
5.1.1 Beziehungsbildung innerhalb der Dyade	78
5.1.2 Aktivitätsunterschiede	82
5.1.3 Dominanzverhältnis innerhalb der Dyade.....	87
5.1.4 Partnerdistanzen	91
5.2 Endokrinologische Untersuchungen	97
5.2.1 Quantifizierung von Glucocorticoid-Metaboliten.....	97
5.2.2 Quantifizierung von Androgen-Metaboliten.....	104
AUSBLICK	108
ZUSAMMENFASSUNG	110
LITERATURVERZEICHNIS	112
ANHANG	124
Anhang I: Liste der verwendeten Abkürzungen	124
Anhang II: Arbeitsethogramm	125
Anhang III: Beobachtungszeiten	134
Anhang IV: Wetterlage	136
Anhang V: Besucherzahlen.....	138
Anhang VI: Abbildungsverzeichnis.....	140
Anhang VII: Tabellenverzeichnis.....	142
Anhang VIII: Datenträger mit Rohdaten	143
DANKSAGUNG	144

Einleitung

Die soziale Organisation der Orang-Utans (Gattung *Pongo*) konnte bislang trotz intensiver Freilandbeobachtungen nicht vollständig aufgeklärt werden und wird von verschiedenen Autoren kontrovers diskutiert. Es steht jedoch fest, dass die großen asiatischen Menschenaffen „unter allen Alt- und Neuweltaffen [...] am wenigsten gemeinschaftsorientiert“ sind (SOMMER & AMMANN, 1998, S. 34). In ihrem natürlichen Lebensraum in den Urwäldern Borneos und Sumatras leben adulte Männchen außerhalb der Paarungszeit überwiegend solitär und die Weibchen ziehen mit ihren Jungtieren umher. Zeitweise schließen sich jedoch auch mehr oder weniger große Gruppen oder Einheiten für eine gewisse Zeit zusammen und nutzen beispielsweise gemeinsam eine ergiebige Nahrungsquelle (RIJKSEN 1978, SUGARDJITO et al. 1987). Aufgrund diverser Hinweise auf Zusammenhänge zwischen dem Angebot bzw. der räumlichen Verteilung von Nahrung und der Gruppengröße dieser Primaten (RIJKSEN 1978, RODMAN 1979, RIJKSEN & MEIJAARD 1999), vermuten einige Autoren, dass Orang-Utans nicht grundsätzlich ungesellig sind. Vielmehr scheint sich ihre solitäre Lebensweise zur Vermeidung direkter Nahrungskonkurrenz evolviert zu haben (WRANGHAM 1979, MITANI et al. 1991).

Beobachtungen an Individuen in Menschenobhut stützen diese Annahmen und ließen häufig ein beträchtliches Potential zu sozialen Verhaltensweisen und Interaktionen erkennen (z.B. EDWARDS & SNOWDON 1980, POOLE 1987). In der auf Dauer reizarmen Umwelt des Zoogeheges bietet die Beschäftigung mit Artgenossen den intelligenten Primaten zudem Abwechslung und verhindert soziale Isolation, weshalb eine Haltung dieser Tiere in Paaren oder Gruppen der Einzelhaltung vorzuziehen ist. PERKINS (1992) kam zu dem Ergebnis, dass adulte Männchen in Einzelhaltung von allen untersuchten Orang-Utans in verschiedenen Zoos die geringste Grundaktivität aufwiesen, unabhängig von der Art und der Gestaltung des Geheges. BECKER & HICK (1984) konnten im Gegensatz dazu beobachten, dass die Vergrößerung einer Gruppe Orang-Utans im Zoo Köln positiven Einfluss auf das Verhalten und die Aktivität der Tiere hatte.

Auch im Zoo Osnabrück sollte das adulte Männchen nach dem Tod seiner Partnerin und einigen Monaten in Einzelhaltung mit einem neuen Weibchen zusammengeführt werden. Dies bildete den Ausgangspunkt für die vorliegende Arbeit.

Durch die Vergesellschaftung einander bislang fremder Individuen ergeben sich für die Tiere veränderte Lebensbedingungen, welche mit einem hohen Maß an Stress verbunden sind. Die soziale Neustrukturierung einer Gruppe kann beispielsweise aufgrund der zunächst

ungeklärten Rangfolge zu gesteigerter Aggressivität oder stressbedingten hormonellen Veränderungen führen. Bei vielen Tieren ist dabei eine Korrelation mit der Konzentration an spezifischen Hormonen, insbesondere Sexual- und Stresshormonen, feststellbar. Man nimmt an, dass der Androgentiter, der Indikator für physiologische sexuelle Reifung ist (BERCOVITCH & CLARKE, 1995), auch in einem Zusammenhang mit Dominanzrang und Aggressivität steht (EBERHART et al. 1980, MULLER & WRANGHAM 2004b).

Erhöhte Cortisolkonzentrationen können den Ergebnissen diverser Untersuchungen zufolge zur Bewertung der physiologischen Stressreaktion eines Individuums herangezogen werden (WHITTEN et al. 1998, GANSWINDT et al. 2003, MULLER & WRANGHAM 2004a, HEISTERMANN et al. 2006).

Nicht-invasive Nachweismethoden für verschiedene Hormon-Metabolite aus dem Kot oder Urin erlauben eine für die Tiere stress- und risikofreie Darstellung endokriner Korrelate und finden daher häufig Anwendung bei Studien in Gefangenschaft und auch freier Wildbahn. Entsprechende Ergebnisse konnten bereits für verschiedene Primatenspezies publiziert werden (z.B. CROCKETT et al. 2000, WHITTEN et al. 1998). Während die Individuen dabei meist im Hinblick auf stressbedingte hormonelle Veränderungen in Folge einer Sedierung untersucht wurden, sollte im Rahmen der vorliegenden Studie zudem erfasst werden, in wieweit sich sozialer Stress durch eine Vergesellschaftung auf den Hormonstatus zweier Tiere auswirkt, da Daten im Bezug auf diesen Aspekt bislang limitiert sind.

KUMMER (1975) untersuchte die Zusammenführung einander fremder Primaten an Dscheladas (*Theropithecus gelada*) und Maltelpavianen (*Papio hamadryas*) unter verhaltensbiologischen Aspekten. Von besonderem Interesse waren dabei jegliche Formen von Interaktionen sozialer und aggressiver Ausprägung. Der Autor entwickelte schließlich ein Modell, das Vorhersagen über den Verlauf und die Dauer der Beziehungsbildung innerhalb einer Dyade erlaubt. Dabei werden diskrete Stufen in einer bestimmten Reihenfolge (Kampf, Präsentieren, Aufreiten, soziale Körperpflege) durchlaufen, wobei jede Stufe durch das erstmalige Auftreten spezifischer Verhaltensweisen charakterisiert wird.

Im Rahmen ethologischer Untersuchungen sollte die Beziehungsbildung der beiden Fokustiere mit den Ergebnissen von KUMMER (1975) verglichen und die Übertragbarkeit des Stufenmodells und der dazugehörigen Regeln auf Orang-Utans überprüft werden.

Vor diesem Hintergrund wurden folgende Fragestellungen formuliert:

- Verläuft die Konfrontation zweier sich bislang fremder adulter Orang-Utans in Übereinstimmung mit den Beobachtungen von KUMMER (1974) und gelten das Stufenmodell sowie die entsprechenden Regeln auch für diese Primaten?
- Lassen sich Auswirkungen der Vergesellschaftung auf das Individualverhalten der Tiere hinsichtlich ihrer Aktivität feststellen und ergeben sich diesbezüglich Änderungen im zeitlichen Verlauf?
- Zeigen die von Natur aus eher weniger geselligen Primaten Interesse an sozialer Interaktion mit einem bislang fremden Artgenossen oder zeigen sie auch in der räumlich begrenzten Gehegeumgebung eher die Tendenz zum Alleinsein?
- Eignen sich die angewandten nicht-invasiven Nachweismethoden für die Erfassung der Nebennierenrindenaktivität sowie der Gonadenfunktion von Orang-Utans und lassen sich neben den Auswirkungen von Sedierung und Transport auch hormonelle Veränderungen als Folge von sozialem Stress feststellen?
- Können Zusammenhänge zwischen Cortisol- sowie Testosteronkonzentrationen und Verhaltensparametern festgestellt werden?
- Hat die Anwesenheit eines fremden Orang-Utan-Weibchens Auswirkungen auf die Testosteronsekretion beim Männchen?

Diese Fragen führten schließlich zur Aufstellung folgender Hypothesen:

Hypothese 1:

H₀: Die Tiere zeigen keine Unterschiede bezüglich des Kontaktaufnahmeverhaltens.

H₁: Die Kontaktaufnahme geht hauptsächlich von Astrid aus.

Hypothese 2:

H₀: Beide Tiere beenden in gleichem Maße den Kontakt zum jeweiligen Partner.

H₁: Der Kontaktabbruch geschieht hauptsächlich durch Buschi.

Hypothese 3:

H₀: Es bestehen keine Aktivitätsunterschiede zwischen den Tieren während der ersten vier Wochen nach ihrer Zusammenführung.

H₁: Die Eingewöhnungsphase in der neuen Umgebung bewirkt bei Astrid eine höhere Aktivität.

Hypothese 4:

H₀: Männchen und Weibchen verhalten sich in gleichem Maße inaktiv.

H₁: Buschi ist inaktiver zeigt mehr stationäres Verhalten als Astrid.

Hypothese 5:

H₀: Es besteht kein eindeutiges Dominanzverhältnis zwischen den Partnern, so dass beide sich in einer Auseinandersetzung mit gleicher Wahrscheinlichkeit durchsetzen können.

H₁: Das Männchen vertritt einen höheren Status innerhalb der Dyade und hat bei Auseinandersetzungen eine höhere Erfolgsrate.

Hypothese 6:

H₀: Der zeitliche Verlauf der Eingewöhnungsphase nimmt keinen Einfluss auf die räumliche Entfernung zwischen den Partnern.

H₁: Mit fortschreitender Gewöhnung der Tiere aneinander ergeben sich Änderungen im Bezug auf die Partnerdistanz.

Hypothese 7:

H₀: Die veränderten Lebensbedingungen wirken sich nicht auf den Cortisoltitel der Orang-Utans aus.

H₁: Bei beiden Tieren steigt die Stresshormonkonzentration an, nachdem ihre Zusammenführung stattgefunden hat.

Hypothese 8:

H₀: Der Anstieg der Stresshormonkonzentration ist bei beiden Tieren gleich.

H₁: Durch die vorangegangene Sedierung, den Transport und die fremde Umgebung ist Astrid stressanfälliger und zeigt einen höheren Anstieg als Buschi.

Hypothese 9:

H₀: Der Cortisoltitel der Tiere verändert sich im Laufe der Zeit nicht.

H₁: Es gibt eine zeitliche Änderung im Bezug auf die Stresshormonausschüttung.

Hypothese 10:

H₀: Der Androgenstaus des Männchens wird nicht durch das Weibchen beeinflusst.

H₁: Die Anwesenheit eines neuen Weibchens bewirkt eine erhöhte Testosteronsekretion beim Männchen.

Literaturübersicht

In diesem Teil der Arbeit soll dem Leser zunächst grundlegendes Wissen über Biologie und Sozialsystem von Orang-Utans sowie Eigenschaften, Wirkungsweise und nicht-invasive Nachweismethoden der relevanten Sexual- und „Stresshormone“ vermittelt werden, bevor Tiere, Material und Methoden der eigenen Untersuchungen vorgestellt werden.

2.1 Biologie und Sozialsystem des Orang-Utans

Die Gattung *Pongo* zählt zur Familie der Großen Menschenaffen (Pongidae) und zur Ordnung Primates (MACKINNON, 1988). Während sich der ursprüngliche Lebensraum der Orang-Utans über weite Teile Südostasiens erstreckte, beschränkt sich der Bestand wildlebender Tiere derzeit auf die Inselpopulationen Borneos und Sumatras. Im Jahre 2004 wurde ihre Anzahl nach einer Bestandsaufnahme des „Population and Habitat Viability Assessment Workshop“ (PHVA) auf 62000 beziffert, was Schätzungen zufolge etwa einem Prozent des ursprünglichen Gesamtbestandes entspricht (SCHUSTER, 2007). Auf der Roten Liste bedrohter Tierarten (IUCN, 1996) gelten Orang-Utans als gefährdet, einige Populationen stehen kurz vor der Ausrottung. Illegaler Holzeinschlag, großflächige Brandrodungen und der Aufbau großflächiger Ölpalmpflanzungen lassen den Lebensraum der Tiere ständig kleiner werden und ihren Bestand jährlich um weitere zehn Prozent abnehmen. Palmöl gilt als billiger Rohstoff und wird neben der Verwendung in Kraftwerken als vermeintlich erneuerbarer und damit umweltfreundlicher Energieträger auch in einer Vielzahl von Produkten wie Lebensmitteln oder Kosmetika weltweit verarbeitet. Dazu kommt, dass die roten Menschenaffen häufig illegal an zahlungskräftige Privatpersonen verkauft werden, die sie als eine Art Statussymbol halten. Um an die begehrten Jungtiere zu kommen, töten Wilderer meist mehrere Mütter, weil nicht selten auch die Babys den Sturz vom Baum nicht überleben. Da Orang-Utans sich nur sehr langsam fortpflanzen, im Freiland etwa mit zwölf Jahren das erste Jungtier bekommen und bis zu neun Jahre zwischen zwei Geburten liegen können (SOMMER & AMMANN, 1998), bedeuten solche Eingriffe erhebliche Schäden für die Gesamtpopulation. Zum Schutz der Tiere haben sich verschiedene Organisationen gegründet. Die „Borneo Orangutan Survival Foundation“ (BOS) beispielsweise wurde 1992 von Willi Smits ins Leben gerufen und ist ein staatlich anerkanntes Rehabilitationsprojekt, das beschlagnahmte Tiere auf Borneo in Obhut nimmt und ihre spätere Wiederauswilderung und -ansiedlung in geschützten Gebieten anstrebt. Des Weiteren setzt sich die Organisation für

den Erhalt der Lebensräume ein, was für den langfristigen Schutz der Orang-Utans unumgänglich ist. Aufgrund der Tatsache, dass derartige Bemühungen unter Umständen nicht ausreichen, um dauerhaft überlebensfähige Populationen in der Natur zu erhalten, sind zudem weltweit zoologische Einrichtungen bestrebt, eine sich selbst erhaltende Zuchtpopulation in menschlicher Obhut aufzubauen. Dadurch können Reserven genetischen Materials geschaffen werden und Tiere für mögliche zukünftige Auswilderungsprogramme bewahrt werden. Eine wichtige Rolle spielt dabei der Erhalt der genetischen Vielfalt. Hilfe leistet dabei seit 1985 das EEP (Europäisches Erhaltungszucht Programm), das die Zucht und den Austausch von Tieren zwischen verschiedenen zoologischen Gärten koordiniert.

In freier Wildbahn existieren derzeit noch ungefähr 55000 Orang-Utans auf Borneo und 7000 auf Sumatra. Diese Affen unterscheiden sich sowohl in verschiedenen Körpermerkmalen als auch in ihrem Verhalten leicht voneinander (RIJKSEN 1978, SCHWARTZ 1988).

Lange Zeit wurden Borneo- und Sumatra-Orang-Utans innerhalb der Systematik als zwei verschiedene Unterarten der Gattung *Pongo* geführt (*Pongo pygmaeus pygmaeus* und *Pongo pygmaeus abelii*). Im Rahmen neuerer molekulargenetischer Untersuchungen konnte jedoch gezeigt werden, dass es sich dabei um zwei eigenständige Arten handelt. *Pongo pygmaeus* (Borneo-Orang-Utan) und *Pongo abelii* (Sumatra-Orang-Utan) sind seither als solche anerkannt (KREBS, 2008).

Zwischen adulten Männchen und Weibchen besteht ein ausgeprägter Sexualdimorphismus, welcher sich unter anderem in sichtbaren Differenzen bezüglich Körpergröße- und -gewicht zeigt (RODMAN & MITANI, 1987). Mit zunehmendem Alter entwickeln Männchen deutlich erkennbare Backenwülste, die das Gesicht optisch stark vergrößern sowie einen mächtigen Kehlsack, welcher als eine Art Resonanzkörper deren Lautäußerungen verstärkt. Der so genannte „Langruf“ der Männchen, der eine wichtige Funktion bei der Partnerfindung und Revierabgrenzung gegen andere Männchen hat, wird durch die Backenwülste zudem in eine bestimmte Richtung kanalisiert (SOMMER & AMMANN, 1998). Auch Geschlechtsgenossen oder Rivalen können anhand der Ausprägung dieser Merkmale Stärke und Kampfpotential ihres Gegners einschätzen, so dass direkte Kämpfe unter voll erwachsenen Orang-Utans eher selten auftreten.

Die tagaktiven Tiere zeigen eine vorwiegend arboreale Lebensweise und sind morphologisch außerordentlich gut an das Klettern und Schwinghängeln angepasst. Ihre langen kräftigen Arme und die als Greiforgane gestalteten Hände und Füße mit den abspreizbaren,

gegenüberstellbaren Daumen und langen Fingern bzw. Zehen erlauben ein festes Umfassen der Äste (SCHWARTZ, 1988).

Im Gegensatz zu den Armen sind die Hinterextremitäten im Verhältnis zum Rumpf recht kurz und erlauben durch die O-Beinartige Stellung keine komplette Streckung der Knie. Orang-Utans bewegen sich daher am Boden meist quadrupedal fort, stehen jedoch auch hin und wieder aufrecht oder laufen kurze Strecken auf zwei Beinen, etwa beim Transport von Nahrung.

Orang-Utans ernähren sich vorwiegend frugivor, konsumieren jedoch auch Blätter, Zweige, Rinde und Knospen einer Vielzahl der in ihrem natürlichen Lebensraum vorkommenden Baumarten. Gelegentlich verzehren sie außerdem geringe Mengen an Insekten, wie Termiten, Ameisen oder Raupen sowie wilden Honig, Vogeleier, kleinere Vertebraten und mineralhaltige Erde (MACKINNON, 1974). Für die Erschließung schwer zugänglicher Nahrungsquellen haben sie bemerkenswerte manipulatorische Fähigkeiten entwickelt und sind in der Lage, Werkzeuge herzustellen und diese zielgerichtet einzusetzen. Auch bei Individuen in Gefangenschaft konnte LETHMATE (1977) derartiges Verhalten beobachten.

Trotz der Vielfalt potentieller Nahrungsquellen gehen Orang-Utans bei der Nahrungsauswahl vor allem aufgrund ihres Körpergewichtes und dem damit verbundenen hohen Energiebedarf selektiv vor und bevorzugen reife, energetisch hochwertige Früchte (KREBS, 2008). Die Fruchtreifung und die räumliche Verteilung der Nahrung unterliegen im Regenwald starken saisonalen Schwankungen und nehmen Einfluss auf Gruppengröße, soziale Organisation und Wanderungsverhalten der Orang-Utans (RIJKSEN 1978, RODMAN 1979, RIJKSEN & MEIJAARD 1999).

Die soziale Organisation dieser Menschenaffen wird von verschiedenen Autoren kontrovers diskutiert und konnte auch im Rahmen mehrerer Freilandstudien bislang nicht vollständig aufgeklärt werden. VAN SCHAIK & VAN HOOFF (1996) beschreiben adulte, wild lebende Orang-Utans als Einzelgänger, deren Streifgebiete häufig mit denen anderer Artgenossen überlappen, so dass es dadurch zu seltenen, unregelmäßigen Kontakten zwischen den Individuen kommt.

Mit Ausnahme der über Jahre hinweg bestehenden Mutter-Kind-Einheiten konnten die Tiere im Rahmen einiger Freilandstudien überwiegend solitär oder in zeitweilig bestehenden kleinen Gruppen beobachtet werden. Der Hauptgrund für ihr einzelgängerisches Wesen liegt vermutlich im hohen Energiebedarf der großen, schweren Männchen, für die die alleinige Nutzung einer Nahrungsquelle energetisch günstiger erscheint als die gemeinsame Futtersuche innerhalb einer Gruppe (MITANI et al. 1991, SOMMER & AMMANN 1998).

Im Gegensatz zu den wendigeren, kleineren Weibchen müssen sie deutlich mehr Zeit in die Nahrungsaufnahme investieren und können sich aufgrund ihres Gewichtes in den Baumwipfeln nur langsam fortbewegen. Dennoch zeigten sich die als eher „unsozial“ (SOMMER & AMMANN, 1998) geltenden Primaten im Freiland bei reichhaltigem Nahrungsangebot vielfach auch in größeren Ansammlungen bei der gemeinsamen Nutzung einer Futterquelle (RIJKSEN 1978, SUGARDJITO et al. 1987). Einzelne Individuen und/oder kleinere, unterschiedlich zusammengesetzte soziale Einheiten treffen für einen begrenzten Zeitraum in großen Gruppen zusammen und trennen sich anschließend wieder, da die Grundeinheit ihres Sozialsystems vornehmlich klein ist. „In wieweit diese kleinen Einheiten möglicherweise Teil eines übergeordneten Systems sind, bleibt zu klären“ (KREBS, 2008). Eine ähnliche Organisation zeigen nach VAN SCHAIK (1999) auch andere arboreale, frugivore Primaten von großer Statur, wie z.B. Schimpansen (*Pan troglodytes*). Diese leben permanent in Gruppen zusammen und spalten sich zeitweise in kleinere Einheiten oder Individuen auf (group-based fission-fusion), um Nahrungskonkurrenz zu vermeiden.

Da Orang-Utans im Gegensatz dazu mehrheitlich solitär leben und sich nur temporär zusammenschließen, bezeichnet VAN SCHAIK (1999) deren Sozialsystem daher als „individual-based-fission-fusion-sociality“. Weibliche Tiere ziehen im Allgemeinen mit einem Jungtier oder zwei noch von der Mutter abhängigen Nachkommen verschiedenen Alters umher. Mehrere solcher Mutter-Kind-Einheiten können sich zeitweise zusammenfinden oder auch mit subadulten Männchen offene Kleingruppen bilden. Des Weiteren konnten vorübergehende Zusammenschlüsse subadulter Individuen beider Geschlechter beobachtet werden. Paarungswillige adulte Weibchen bilden für einen begrenzten Zeitraum so genannte „Consortbeziehungen“ mit adulten, bezüglich der sekundären Geschlechtsmerkmale vollständig ausgeprägten Männchen aus, welche außerhalb der Paarungszeit meist eine solitäre Lebensweise zeigen und häufig eigene Reviere besitzen (KREBS, 2008). Bezüglich der Dauer solcher „Partnerschaften“ gibt es bedeutende Unterschiede zwischen den Arten. Paarungswillige männliche und weibliche Sumatra-Orang-Utans ziehen Beobachtungen von RIJKSEN (1978) zufolge zwischen mehreren Tagen und mehreren Wochen gemeinsam umher. Hin und wieder bleiben die Partner sogar bis nach der Geburt des Jungtiers zusammen (MACKINNON, 1974). Borneo-Orang-Utans hingegen zeigen sich diesbezüglich weitaus weniger sozial. Partnerschaften dauern hier nur wenige Tage. MACKINNON (1974) sieht den Hauptgrund für die länger anhaltenden Consortbeziehungen der Orang-Utans auf Sumatra in der Existenz großer Prädatoren, wie etwa Tigern (*Panthera tigris*), welche auf Borneo nicht

vorkommen. Die Anwesenheit des Männchens scheint dem Schutz des Weibchens und des Jungtiers zu dienen.

Im Revier eines voll ausgewachsenen Männchens bewegen sich häufig viele subadulte und adoleszente Männchen, deren Backenwülste und Kehlsack noch nicht deutlich ausgebildet sind. Die Anwesenheit eines überlegenen Männchens verursacht Untersuchungen zufolge bei jüngeren Männchen häufig eine verzögerte Entwicklung dieser sekundären Geschlechtsmerkmale, obwohl sie physiologisch betrachtet bereits uneingeschränkt fortpflanzungsfähig sind. MAGGIONCALDA & SAPOLSKY (2002a und 2002b) sehen in dieser Stagnation eine evolutionäre Strategie. Die kleineren Männchen meiden meist die direkte Konfrontation mit dem dominanten Revierinhaber und werden aufgrund ihres unreifen äußeren Erscheinungsbildes von selbigem nicht als ernstzunehmende Konkurrenten angesehen und folglich geduldet. In ihren revierübergreifenden, großen Streifgebieten haben sie dementsprechend ungehinderten Zugang zu adulten Weibchen. Da diese sich jedoch nicht freiwillig mit solch halbwüchsigen Partnern paaren, konnten in diesem Zusammenhang überwiegend gewaltsam erzwungene Kopulationen beobachtet werden (GALDIKAS, 1985a).

Im Zoo werden Orang-Utans trotz ihrer im Vergleich zu afrikanischen Menschenaffen der Gattungen *Pan* oder *Gorilla* eher weniger gruppenorientierten Lebensweise zumindest paarweise gehalten. Dadurch sollen negative Auswirkungen sozialer Isolation verhindert und den Tieren durch die Möglichkeit zur Beschäftigung mit einem Sozialpartner eine gewisse Abwechslung im Zooalltag geboten werden (BECKER & HICK, 1984). Im Rahmen zahlreicher Beobachtungen an Orang-Utans in menschlicher Obhut konnte festgestellt werden, dass auch diese eine Vielzahl sozialer Verhaltensweisen zeigen, welche mit denen anderer, in Gruppen lebenden Primaten vergleichbar sind. So ist etwa soziales Spielverhalten bei Orang-Utans im Zoo durchaus zu beobachten. Dabei kommt es zwischen subadulten Individuen oder Müttern und Jungtieren häufiger zu derartigen Kontakten als zwischen erwachsenen Tieren (BECKER 1982, MAPLE 1982, ZUCKER 1986). Im Gegensatz dazu konnten zwischen adulten Tieren in freier Wildbahn derartige Interaktionen überhaupt nicht beobachtet werden (MACKINNON, 1974).

Auch McNULTY (2002) betont, dass die Bedingungen in Gefangenschaft bei Orang-Utans, die in ihrem natürlichen Lebensraum einen Großteil des Lebens solitär verbringen, das Auftreten sozialer Verhaltensweisen und häufiger Kontakte mit Artgenossen fördern. Dabei gelten Sumatra- verglichen mit Borneo-Orang-Utans im Allgemeinen als geselliger und

weniger aggressiv (MARKHAM, 1980). Trotz derartiger Untersuchungsergebnisse müssen jedoch auch individuelle Charaktereigenschaften der intelligenten Primaten beachtet werden.

2.2 Hormone: Eigenschaften und biologische Funktionen

Der Begriff „Hormon“ leitet sich aus dem Griechischen ab und bedeutet „antreibend“ (CAMPBELL, 2000). Als Hormone werden interzellulär wirksame chemische Substanzen bezeichnet, die in speziellen endokrinen Drüsen gebildet und ins Blut oder die Hämolymphe sezerniert werden. Die Biosynthese der verschiedenen Hormone des endokrinen Systems der Vertebraten findet in unterschiedlichen Geweben statt und die Substanzen lassen sich aufgrund ihrer chemischen Struktur in vier Klassen unterteilen:

Die *Steroidhormone* werden in der Rinde der kappenartig auf der Niere aufsitzenden Nebenniere und in den Gonaden aus Cholesterin synthetisiert.

Zur Substanzklasse der *Amine*, bei denen es sich um Aminosäurederivate handelt, gehören die Catecholamine Adrenalin und Noradrenalin sowie die Schilddrüsenhormone (ECKERT, 2002). *Prostaglandine* sind langkettige ungesättigte Fettsäuren, die in den Nieren, im Nervengewebe, in den Samenbläschen, den Ovarien oder im Uterus synthetisiert werden.

Proteine und *Peptidhormone* bilden schließlich die vierte Substanzklasse.

Obwohl Hormone über die Blutbahn in alle Körperregionen gelangen, wirken sie nur auf bestimmte Zielzellen, an deren spezifische Rezeptoren sie binden können. Diese sind entweder in die Plasmamembran integriert oder befinden sich intrazellulär im Cytoplasma. Während Protein hormone an membrangebundene Rezeptorproteine binden und intrazelluläre Veränderungen durch die Aktivierung eines second messenger Systems bewirken, können die lipophilen Steroidhormone die Plasmamembran passieren und ins Zellinnere gelangen, wo sie an ein Rezeptorprotein im Cytoplasma binden. Derartige Hormon-Rezeptor-Komplexe wirken nach ihrer Translokation in den Zellkern und der Bindung an bestimmte DNA-Sequenzen genomisch und beeinflussen die Transkription. Es erfolgt die Translation der induzierten mRNA, so dass die Proteinsynthese in der Zelle verändert wird und es so zur eigentlichen Hormonwirkung kommt (DÖCKE 1981, BECKER & BREEDLOVE 1992, CAMPBELL 2000, ALCOCK 2005).

Für die vorliegende Arbeit sind lediglich die Steroidhormone relevant, so dass im Folgenden auch nur diese näher beschrieben werden sollen.

Zu den Steroidhormonen gehören die Sexualhormone (Androgene, Östrogene und Gestagene), die vor allem in den Testes bzw. Ovarien gebildet werden sowie die Mineral- und Glucocorticoide der Nebennierenrinde.

Steroide sind polyzyklische Kohlenwasserstoffe, die je nach Anzahl vorhandener Kohlenstoffatome (C-Atome) in die drei Hauptgruppen *Östrogene* (18 C-Atome), *Androgene* (19 C-Atome) sowie *Mineral-* und *Glucocorticoide* (21 C-Atome) gegliedert werden können.

Für ihren Transport im Blut werden sie zu einem Großteil an Proteine gebunden, so dass inaktive Komplexe entstehen. Bei Bedarf können sie jedoch sehr schnell dissoziiert und die jeweiligen Hormone zur Verfügung gestellt werden (NORMAN & LITWACK 1987, ECKERT 2002). Der Abbau der Steroidhormone beginnt in der Leber, wo verschiedene katabole Prozesse zur Inaktivierung dieser Substanzen führen und ihre Wasserlöslichkeit steigern, so dass sie in großen Mengen hauptsächlich über den Urin ausgeschieden werden. Über die Galle gelangt ein Teil der Hormon-Metabolite jedoch auch in den Darm, wo geringe Mengen resorbiert und über den enterohepatischen Kreislauf erneut dem Blutkreislauf zugeführt werden während der Rest mit dem Kot abgegeben wird.

2.2.1 Östrogene und Gestagene

Weibliche Geschlechtshormone können in Östrogene und Gestagene unterschieden werden, welche in den Ovarien und teilweise in der Nebennierenrinde synthetisiert werden. In ihrer Gesamtheit regulieren diese Hormone nahezu alle reproduktiven Vorgänge sowie Wachstum und Entwicklung des weiblichen Organismus (CAMPBELL 2000, ECKERT 2002).

Östradiol stellt den wichtigsten Vertreter der Gruppe der *Östrogene* dar, welche besonders für das weibliche Fortpflanzungssystem, die Kontrolle des weiblichen Zyklus, die Gametenproduktion sowie die Ausbildung primärer und sekundärer Geschlechtsmerkmale eine wichtige Rolle spielen. Für die geschlechtsspezifische morphologische Differenzierung während der Embryonalentwicklung sind Östrogene im Gegensatz zu den Androgenen kaum von großer Bedeutung (ECKERT, 2002).

Zu den wichtigsten Funktionen der *Gestagene*, zu denen beispielsweise Progesteron gehört, zählen die Vorbereitung und Aufrechterhaltung der Uterusschleimhaut, durch die das Wachstum und die Entwicklung eines Embryos ermöglicht wird (CAMPBELL, 2000).

In der Phase des Östrus, wenn das weibliche Individuum empfänglich ist, bewirken die Geschlechtshormone zudem Verhaltensänderungen, die einem potentiellen Partner die Paarungsbereitschaft signalisieren und den Reproduktionserfolg erhöhen (ECKERT, 2002).

2.2.2 Androgene

Als Androgene wird die Gesamtheit männlicher Sexualhormone bezeichnet, welche hauptsächlich in den Leydig-Zellen der Hoden und zusätzlich in geringen Mengen in der Nebennierenrinde gebildet werden (BAUM, 1992). Sie kommen in kleinen Mengen auch im weiblichen Organismus vor, jedoch herrschen dort die Östrogene als Vertreter der Sexualhormone deutlich vor. Die physiologische Bedeutung adrenocorticoider Androgene ist noch nicht eindeutig geklärt, allerdings könnten sie die Ursache des weiblichen Geschlechtstriebes darstellen (CAMPBELL, 2000).

Androgenen kommt eine große Bedeutung in der Embryonalentwicklung und den damit einhergehenden morphologischen Differenzierungsprozessen zur Ausbildung der primären männlichen Geschlechtsmerkmale zu. Während der Pubertät bewirkt eine vermehrte Sekretion von Androgenen das Einsetzen der Spermatogenese und fördert das Körper- und Muskelwachstum. Beim Erreichen der Geschlechtsreife kommt es zur Ausprägung sekundärer männlicher Geschlechtsmerkmale.

Der Androgentiter steht des Weiteren in direktem Zusammenhang mit dem sexuellem Interesse, dem sozialen Status, der Zeugungsfähigkeit und damit dem Fortpflanzungserfolg eines adulten Männchens (CARTER, 1992). Einige Verhaltensparameter eines Tieres werden unterschiedlichen Untersuchungen zufolge ebenfalls von der Androgenkonzentration mitbestimmt. So zeigen beispielsweise kastrierte männliche Meerschweinchen eine stark verminderte sexuelle Aktivität, welche durch die Gabe von Testosteron wieder deutlich erhöht wird (VALENSTEIN et al., 1955). Im Rahmen einer Studie von MULLER & WRANGHAM (2004a) im Kibale National Park, Uganda, konnte eine positive Korrelation zwischen dem Testosterontiter männlicher Schimpansen und deren Rang innerhalb der Gruppe festgestellt werden. Zudem standen hohe Testosteronkonzentrationen mit einer erhöhten Aggressionsrate dieser Individuen in Zusammenhang. VAN SCHAİK et al. (1991) konnten hingegen bei Langschwanzmakaken (*Macaca fascicularis*) keine Korrelation zwischen Rang und Testosterontiter feststellen.

Umgekehrt kann sich auch das Verhalten eines Individuums im Sinne einer positiven oder negativen Rückkopplung auf dessen Hormonspiegel auswirken. Es konnte gezeigt werden, dass der Testosterontiter männlicher Schwerträger (*Xiphophorus helleri*) nach einem Kampf mit einem Rivalen beim Sieger ansteigt, wohingegen er beim Verlierer absinkt (HANNES et al., 1984). Dieser Effekt konnte im Rahmen verschiedener Studien von ROSE et al. (1975) auch bei Rhesusaffen (*Macaca mulatta*) oder von ZUCKER et al. (1996) bei Mantelbrüllaffen (*Alouatta palliata*) nachgewiesen werden.

Wichtige Vertreter der Androgene sind das bereits erwähnte Testosteron sowie Dihydrotestosteron und Dehydroepiandrosteron (NORMAN & LITWACK 1987). Die Biosynthese erfolgt aus Cholesterin über Progesteron und dessen Metabolisierung zu Androstendion und Testosteron (ECKERT, 2002). Um in den Zielzellen wirken zu können, muss Testosteron zunächst in die aktiven Metabolite 5α -Dihydrotestosteron und 17β -Östradiol umgewandelt werden. Letzteres wirkt besonders auf das Zentrale Nervensystem als Zielort.

2.2.3 Glucocorticoide

Wie bereits erwähnt werden Glucocorticoide in der Nebennierenrinde synthetisiert. Analog zur Biosynthese der Androgene erfolgt auch hier zunächst die Umwandlung von Cholesterin in Progesteron, aus dem daraufhin unterschiedliche Glucocorticoide gebildet werden können, je nach dem, welches Kohlenstoffatom des Moleküls hydroxyliert wird (NORMAN & LITWACK, 1987). Die wichtigsten Vertreter dieser Hormongruppe sind Cortisol, Cortison und Corticosteron (ECKERT, 2002). Dabei herrscht Corticosteron beispielsweise bei Vögeln und Nagern vor während bei Primaten, den Menschen eingeschlossen, Cortisol als Hauptvertreter der Glucocorticoide gilt (NELSON, 1995).

Glucocorticoide werden im Allgemeinen häufig als „Stresshormone“ bezeichnet. Tatsächlich spielen sie die wichtigste Rolle bei der Reaktion eines Organismus auf die psychische oder physische Belastung durch Stressoren, vor allem wenn diese über einen längeren Zeitraum anhält. Besonders der Cortisoltitert hat sich in verschiedenen Studien als guter Indikator für sozialen Stress bei Säugetieren erwiesen (WHITTEN et al. 1998, MULLER & WRANGHAM 2004a). Des Weiteren haben Glucocorticoide eine Funktion bei der Regulation des Kohlenhydratstoffwechsels.

Zielorgane für die Glucocorticoide stellen aufgrund der hohen Anzahl spezifischer Rezeptoren hauptsächlich Leber, Nieren, Schilddrüse, Gehirn und Lymphknoten dar, welche im Rahmen der Stressreaktion von Bedeutung sind (NORMAN & LITWACK, 1987). Eine detaillierte Beschreibung dieses Mechanismus findet im Abschnitt 2.3 statt.

Das Ausmaß ihrer Sekretion unterliegt tageszeitlichen Schwankungen, die durch eine zyklische Ausschüttung von CRF (Corticotropin-Releasing-Faktor) bedingt sind (ECKERT, 2002).

2.3 Stress und Stressreaktion

Bereits 1914 beschrieb der Physiologe Walter B. Cannon eine Erregung des sympathischen

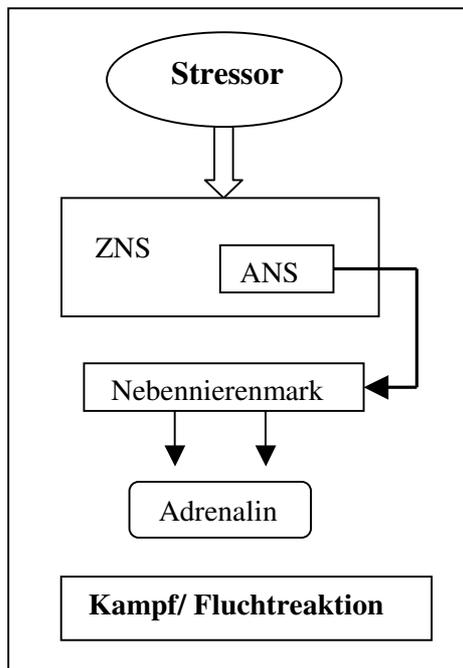


Abb. 1: Modell der "flight or fight response" von Cannon (nach SCHEDLOWSKI 1994)
 ANS Autonomes Nervensystem,
 ZNS Zentrales Nervensystem

Nervensystems und eine damit einhergehende gleichzeitige Hemmung des parasympathischen Systems, wenn ein Organismus mit physischen oder psychischen Belastungssituationen konfrontiert wurde (SCHEDLOWSKI, 1994). Auf derartige Stressbedingungen reagierte der Organismus stets mit einer Ausschüttung bestimmter Hormone und der körperlichen Anpassung in Form von erhöhter Herzfrequenz, verbesserter Sauerstoff- und Blutversorgung von Muskeln und Gehirn sowie der verstärkten Bereitstellung von Zucker durch die Leber. Cannon nannte diese Stressreaktion „flight or fight response“ (SAPOLSKY, 1992; vgl. Abb. 1).

Eine aktuelle Definition für den Begriff Stress liefert GATTERMANN (2006). Demnach versteht man darunter einen „durch exogene und endogene

Faktoren (Stressoren) ausgelöste[n] Belastungszustand, der sich in einer Vielzahl von miteinander gekoppelten spezifischen und unspezifischen physiologischen Anpassungsreaktionen äußert, die von Verhaltensänderungen begleitet werden“ (GATTERMANN 2006, S. 311 f.).

Die adäquate Reaktion auf diverse Stressoren und die Bewältigung der daraus resultierenden suboptimalen Umstände stellt eine wichtige Voraussetzung für das Überleben eines Organismus dar. Je nach Dauer der Belastung werden unterschiedliche Stressreaktionen ausgelöst, um die Erhaltung der Homöostase zu gewährleisten. Eine plötzlich auftretende Stresssituation, wie etwa die Konfrontation eines Individuums mit einem Rivalen oder Prädator, regt dabei vor allem das sympathoadrenale System an, so dass die Catecholamine Adrenalin und Noradrenalin aus dem Nebennierenmark ausgeschüttet werden. Diese Hormone bewirken die von Cannon beschriebene, unmittelbare Erhöhung der Herzfrequenz und des Blutdrucks, was zur besseren Sauerstoffversorgung des Körpers und zur gesteigerten Durchblutung von Gehirn und Skelettmuskulatur führt. Des Weiteren erfolgt eine erhöhte Energiebereitstellung durch den verstärkten Glycogenabbau in der Leber sowie eine

gleichzeitige Hemmung des Aufbaus von Körpersubstanz und der Durchblutung von Haut, Nieren und Magen-Darm-Trakt (SCHEDLOWSKI 1994, CAMPBELL 2000, ECKERT 2002, MULLER & WRANGHAM 2004a). Somit wird der Organismus optimal auf eine eventuelle Kampf- oder Fluchtaktion vorbereitet während Körperfunktionen, welche nicht unmittelbar der Anpassung oder Überwindung der Stresssituation dienen, aus energetischen Gründen vorübergehend herabgesetzt werden.

Der Endokrinologe Hans Selye erweiterte 1936 Cannons Untersuchungen und betrachtete auch die Körperreaktion auf dauerhafte Stresseinwirkung. Selye prägte den Begriff des „allgemeinen Adaptions-Syndroms“, bei dem es durch verschiedene biochemische und sogar morphologische Veränderungen des Körpers zu einer gesteigerten Widerstandsfähigkeit kommt (SAPOLSKY 1992, SCHEDLOWSKI 1994). Um auch im Falle länger anhaltender psychischer oder physischer Belastung durch Stressoren die Erhaltung der Homöostase zu gewährleisten und den Körper in gewissem Maße „stressresistent“ zu machen, kommt es zur Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindenachse (vgl. Abb. 2). Dies bewirkt zunächst die Sekretion des Corticotropin-Releasing-Faktors (CRF) durch bestimmte neurosekretorische Zellen des Hypothalamus, was wiederum die Adenohypophyse zur Abgabe von Adrenocorticotropin (ACTH) in den Blutkreislauf anregt (SCHEDLOWSKI 1994, ECKERT 2002). In der Nebennierenrinde führt ACTH schließlich zur Synthese und Sekretion von Corticosteroiden, zu denen auch die Glucocorticoide gehören (CAMPBELL, 2000).

Ihre Hauptwirkung besteht in einer Stimulation

der Gluconeogenese, bei der Glucose aus Proteinen oder Aminosäuren synthetisiert und dem Organismus als Energiequelle bereitgestellt wird. Im Rahmen einer längerfristigen Belastungsphase des Körpers, bei der der Energiebedarf des zentralen Nervensystems und der Muskulatur derart erhöht ist, dass die Glycogenreserven der Leber für eine adäquate Energiezufuhr nicht ausreichen, regen Glucocorticoide zudem den Abbau von Muskelproteinen an, die dann in Leber und Nieren zu Glucose umgewandelt werden (CAMPBELL,

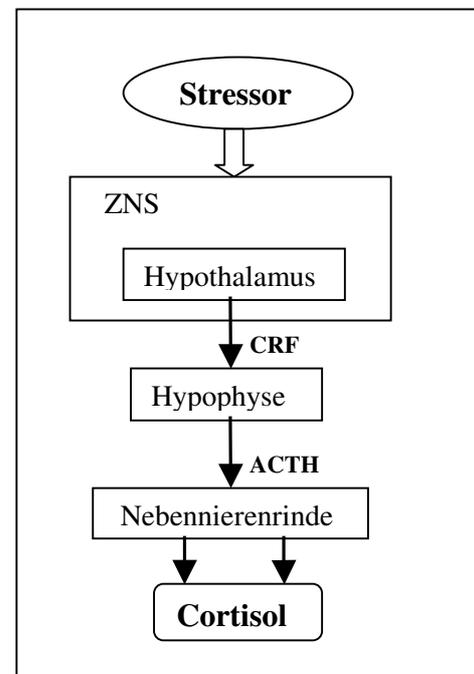


Abb. 2: Modell der Stressreaktion mit Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindenachse von Selye (nach SCHEDLOWSKI, 1994)

2000). Des Weiteren wirken adrenocorticoide Hormone förderlich auf die Verdauung (ECKERT, 2002).

In einer Reihe von Studien konnte gezeigt werden, dass Stress bei den meisten Säugetieren mit einem deutlichen Anstieg der Konzentration von Glucocorticoiden, vor allem von Cortisol, einhergeht und sich die Hormonquantifizierung zur Darstellung und qualitativen Bewertung der physiologischen Stressreaktion eines Individuums eignet (WHITTEN et al. 1998, GANSWINDT et al. 2003, MULLER & WRANGHAM 2004a, HEISTERMANN et al. 2006).

Die vermehrte Ausschüttung adrenocorticioder Hormone hat neben den adaptiven Effekten, von denen besonders die Bereitstellung körpereigener Energie eine wichtige Rolle für die Bewältigung der Stresssituation spielt, auch negative Auswirkungen. Im Rahmen tierexperimenteller Untersuchungen konnte gezeigt werden, dass Glucocorticoide bei dauerhaft hoher Konzentration, also bei anhaltenden Belastungszuständen durch Stressoren, zu neuroplastischen Veränderungen im Gehirn führen können (FUCHS & FLÜGGE, 2006). Dabei kommt es zur Degeneration apikaler Dendriten von Neuronen im Hippocampus, wo Glucocorticoid-Rezeptoren in einer besonders hohen Dichte vorkommen (McEWENS, 2000). Des Weiteren wirken Corticosteron und Cortisol inhibitorisch auf die im Hippocampus lebenslang stattfindende Neurogenese, d.h. die Neubildung von Nervenzellen. Aufgrund der dadurch verminderten Anzahl von Neuronen, die für bestimmte Vorgänge, wie etwa Lernprozesse oder die Verarbeitung von Emotionen, zur Verfügung stehen, kann es zur Entstehung depressiver Erkrankungen kommen.

Die immunsuppressive Wirkung adrenaler Steroide kann zudem bei Individuen, die über eine anhaltende Zeitdauer sozialem Stress ausgesetzt sind, zu einer erhöhten Anfälligkeit für Infektionskrankheiten führen (DE VRIES et al., 2003). Sozialer Stress wird bei einem Individuum laut GATTERMANN (2006) durch die Anwesenheit einer zu großen oder aber zu geringen Anzahl von Artgenossen ausgelöst und tritt besonders bei Tieren in Menschenobhut häufig auf, wenn soziale Gruppen im Bezug auf Alter und Geschlecht nicht genügend strukturiert sind und „das Individuum seine Umweltansprüche, insbesondere Raum- und Sozialansprüche, über längere Zeit nicht verwirklichen kann“ (GATTERMANN 2006, S. 298). Allerdings kann auch die Neustrukturierung einer Gruppe, beispielsweise durch die Zusammenführung einander bislang fremder Artgenossen, unter anderem aufgrund der zunächst ungeklärten Rangordnung zu sozialem Stress führen (HENRY & STEPHENS 1977, VON HOLST 1987).

2.4 Nicht-invasive Methoden zur Hormonquantifizierung

Zunächst konnten endokrine Substanzen lediglich durch die Entnahme von Blut gemessen werden. Diese Methode hat die Vorteile, dass es zu keiner Zeitverzögerung kommt und so im Falle der Glucocorticoid-Messung die physiologische Reaktion auf Stressoren unmittelbar feststellbar ist. Zudem können durch die direkte Blutplasmaentnahme Verunreinigungen des Probenmaterials vermieden werden, welche die Ergebnisse verfälschen könnten. Allerdings bestehen auch erhebliche Nachteile bei dieser Vorgehensweise. Besonders im Umgang mit Tieren in freier Wildbahn ist die Blutentnahme meist nur unter sehr großem Aufwand realisierbar. Die Tiere müssen gefangen und häufig sediert werden, was für sie mit gesundheitlichen Risiken verbunden ist. Nicht selten steht auch das Artenschutzgesetz dieser Vorgehensweise entgegen. Außerdem ist das Fangen mit einem erheblichen Maß an Stress für die Individuen verbunden. Die damit einhergehende Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindennachse und Ausschüttung stressrelevanter Hormone führt zu Ergebnissen, die kaum eindeutig bewertet werden können.

Auch bei Tieren in Gefangenschaft ist eine stressfreie Blutentnahme ohne Sedierung kaum möglich. In Ausnahmefällen mögen gut trainierte Tiere den Eingriff zulassen und auch keine oder nur geringfügige stressbedingte Veränderungen endokriner Parameter zeigen, jedoch kann die invasive Methode aufgrund eines bleibenden gesundheitlichen Restrisikos im Rahmen einer Langzeitstudie auch aus tierschutzrechtlichen Gründen nicht als geeignet bewertet werden.

Dies führte zur Entwicklung nicht-invasiver Methoden zur Hormonquantifizierung. Die im Blutplasma vorliegenden Steroidhormone werden auf verschiedene Art und Weise abgebaut und die entstehenden Metabolite ausgeschieden. Sie gelangen beispielsweise über die Niere in den Urin oder aber über die Galle und den Darm in den Kot. Des Weiteren lassen sich diverse Hormone auch im Speichel oder der Muttermilch laktierender Individuen nachweisen.

Das Sammeln von Urin- und Kotproben ist besonders einfach und ohne größeren Aufwand durchführbar. Diese Methoden eignen sich somit sowohl für Studien an Tieren in Gefangenschaft als auch für Freilanduntersuchungen. Da die Gewinnung von Urinproben durch den Untergrund dort jedoch deutlich erschwert ist, sollte dementsprechend auf Kotproben zurückgegriffen werden. In Zoos können in betonierten Gehegeteilen Urinproben nicht versickern oder die Tiere können gar darauf trainiert werden, in einen zur Verfügung gestellten Behälter zu urinieren, um zusätzlich Verunreinigungen zu vermeiden. Kotproben können ohne größere Probleme und ohne jede Beeinflussung der Tiere sowohl im Freiland als auch im Zoo gesammelt werden, so dass auch im Rahmen der vorliegenden Studie diese

Methode zur Anwendung kam. Als Nachteil muss die stoffwechselbedingte zeitverzögerte Messung des Hormonstatus angeführt werden, wobei man bei Orang-Utans in etwa eine Zeitspanne von 24 Stunden annimmt (HEISTERMANN, pers. Mitteilung). Zudem kann es im Gegensatz zur Hormonmessung im Blutplasma zu Verwechslungen von Tieren in Gruppenhaltung kommen, falls das Absetzen von Kot oder Urin nicht direkt beobachtet wurde. Des Weiteren sollte darauf geachtet werden, die Exkreme möglichst bald nach dem Absetzen zu sammeln und bis zur Laboranalyse bei -20°C zu lagern, da es durch den fortschreitenden Abbau der Hormone ansonsten zu verfälschten Ergebnissen kommen kann. Da dies aus organisatorischen Gründen nicht immer gewährleistet werden kann, besteht auch darin ein leichter Nachteil der Methode.

Dennoch wurden in einer Reihe neuerer Untersuchungen Hormone anhand nicht-invasiver Methoden aus den Medien Urin und Kot quantifiziert, da die Vorteile deutlich überwiegen (z.B. EPPLE et al. 1991, PALME & MÖSTL 1997, MÖHLE et al. 2002, HEISTERMANN et al. 2002 und 2006). Als Messsystem hat sich der so genannte Enzymimmunoassay etabliert, dessen Funktionsweise in Abschnitt 3.4.2.1 erläutert wird. Eine Grundvoraussetzung für die Anwendbarkeit eines Assays ist eine sorgfältige Validierung. Zunächst muss für die untersuchte Art festgestellt werden, welche Metabolite des betreffenden Hormons im Kot bzw. Urin vorliegen und wie die prozentuale Verteilung ist, da diese Kriterien zwischen verschiedenen Spezies sehr variabel sein können. HEISTERMANN et al. (2006) verglichen beispielsweise unterschiedliche Assays zur Bewertung der Nebennierenrinden-Aktivität bei diversen Primaten. Dafür wurde zunächst ein „Ruhewert“ für die Konzentration von Nebennierenrindenhormonen bestimmt und den Tieren anschließend unter Narkose ACTH injiziert, um gewissermaßen eine künstliche Stressreaktion hervorzurufen. Wie bereits erwähnt führt ACTH in der Nebennierenrinde zur vermehrten Ausschüttung von Corticosteroiden, deren Metabolite dann im Kot messbar sind. Die Auswirkung der Injektion zeigt sich bei einem geeigneten Messsystem in einem deutlichen Kurvenanstieg.

Eine erfolgreiche Darstellung der Auswirkungen von Stress durch die Messung der fäkalen Cortisol-Metabolit-Konzentration konnte außerdem z.B. von WHITTEN et al. (1998) bei Schimpansen (*Pan troglodytes*) oder von GANSWINDT et al. (2003) bei Afrikanischen Elefanten (*Loxodonta africana*) publiziert werden.

MÖHLE et al. (2002) und GANSWINDT et al. (2002) beschrieben des Weiteren die Quantifizierung von Androgen-Metaboliten in Kot und Urin von Primaten bzw. Elefanten als geeignete Methode zur Erfassung des Androgenstatus bzw. des Testosterontiters eines Individuums. Testosteron wird ebenso wie Cortisol in vielfältiger Weise um- und abgebaut

und ist in seiner ursprünglichen Form im Kot nicht messbar. In der vorliegenden Untersuchung fand eine Quantifizierung von immunreaktivem Epiandrosteron statt, welches von HEISTERMANN (pers. Mitteilung) für die Darstellung des Androgentiters bei Orang-Utans als geeignet erachtet wird.

Eigene Untersuchungen: Tiere, Material und Methoden

Der folgende Teil der Arbeit lässt sich in vier Teilabschnitte gliedern. Zunächst werden die beiden Fokustiere vorgestellt und anschließend die Haltungsbedingungen im Zoo Osnabrück beschrieben. Der dritte Abschnitt befasst sich mit den Methoden der ethologischen Beobachtungen und im letzten Teil werden die Methoden der endokrinologischen bzw. laboranalytischen Untersuchungen erläutert.

3.1 Fokustiere im Zoo Osnabrück

Das Orang-Utan-Männchen Buschi wurde am 21.12.1972 im Zoo Osnabrück geboren und ist ein Mischling zwischen den beiden Arten *Pongo pygmaeus* und *Pongo abelii*. Da seine Mutter Suma sich nicht um ihn kümmerte verbrachte er die ersten Lebenswochen im städtischen Kinderhospital und verblieb anschließend in der Obhut eines Tierpflegers. Im Juli 1972 wurde Buschi im Zoo zunächst zeitweise gekäfigt, konnte sich jedoch unter Aufsicht tagsüber frei auf dem Zoogelände bewegen (LETHMATE, 1977). Im Juli 1973 wurde das



Abb. 3: Orang-Utan-Männchen Buschi

3-jährige Männchen Mano aus dem Zoologischen Garten Stuttgart nach Osnabrück verbracht und teilte sich ein Gehege mit Buschi. Im selben Jahr untersuchte LETHMATE im Rahmen einer Studie das Problemlöseverhalten von Orang-Utans und konfrontierte sowohl die beiden Jungtiere als auch

das adulte Weibchen Suma mit Versuchen zur Herstellung und dem Gebrauch von Werkzeugen. In einem Zeitraum von 1975 bis 1976 wurden weitere derartige Experimente durchgeführt. Die Versuchstiere sollten dabei manipulatorische Fähigkeiten, räumliches Vorstellungsvermögen und einen gewissen Grad an einsichtigem Handeln zeigen und durch den Gebrauch oder gar die eigenständige Herstellung geeigneter Werkzeuge Lösungswege für vorgegebene Problemsituationen finden. Unter Anderem mussten verschiedenartige

Schließvorrichtungen an Futterkisten in einer bestimmten Reihenfolge geöffnet werden, um an die Belohnung zu gelangen. Später wurden die Versuche durch das Anbieten eines Werkzeuges erweitert und erforderten das Erkennen einer optisch-funktionalen Verbindung zwischen Werkzeug und Ziel durch das Tier (LETHMATE, 1977). Im so genannten „Doppelstockverfahren“ nach Köhler lernte Buschi durch gezieltes Anspitzen und anschließendes Zusammenstecken von Eisenrohren und Holzstöcken eine Art Armverlängerung herzustellen, welche ihm ermöglichte, ein weiter entfernt liegendes Objekt außerhalb des Käfigs zu erreichen. Derartige Aufgaben werden ihm bis heute im Rahmen von Besucherführungen durch die Zoopädagogen gestellt.

Nach der Überführung Manos nach Wassenaar lebte Buschi mit seiner Mutter zusammen. Diese zeigte ihm gegenüber jedoch wenig Interesse und verhielt sich eher sozionalnegativ (LEYENDECKER, 1999).

Nach dem Tod von Buschis Mutter Suma am 16.12.1991 lebte dieser einige Monate alleine bis die damals etwa 37-jährige Suma II am 12.03.1992 aus dem Zoo Dresden nach Osnabrück kam. Die beiden Orang-Utans teilten daraufhin ein Gehege bis Suma II aufgrund von Altersschwäche im September 2006 eingeschlafert werden musste. Nach einigen Monaten in Einzelhaltung bekam Buschi schließlich eine neue Partnerin.

Dabei handelt es sich um das Weibchen Astrid, welches der Art *Pongo pygmaeus* angehört und am 30.01.1983 im Zoo Rotterdam geboren wurde. Am 27.12.1988 wurde sie nach Antwerpen umgesiedelt,

wo sie sich ein Gehege mit einem adulten Männchen und, bis zum 20.07.2001, einem zweiten Weibchen teilte, welches nach Angaben der Tierpfleger in der Rangfolge unter ihr stand. Nachdem dieses Weibchen nach Apeldoorn verbracht worden war,



Foto: Eva Mantel

Abb. 4: Orang-Utan-Weibchen Astrid

lebte Astrid mit dem Männchen Tuan alleine. Dieser verhielt sich ihr gegenüber äußerst dominant und zeitweise auch recht aggressiv.

Im November 1994 bekam Astrid ihr erstes Jungtier, welches sie jedoch nicht annahm, so dass es durch die Pfleger aufgezogen werden musste. Im Dezember des darauf folgenden Jahres tötete sie ihr zweites Jungtier kurz nach der Geburt. Um eine erneute Schwangerschaft zu vermeiden verabreichten die Tierpfleger ihr anschließend regelmäßig die Antibabypille.

Anhand verschiedener vorbereitender Maßnahmen sollte Astrid in den folgenden Jahren den richtigen Umgang mit einem Jungtier erlernen und trainierte mit den Pflegern das Tragen und Stillen mit einer Puppe. Dennoch blieb auch 1999 der Zuchterfolg aus und Astrid tötete erneut das Neugeborene.

Im Jahre 2007 entschloss sich die Zooleitung des Zoo Antwerpen, die Orang-Utan-Haltung aufzugeben. Daraufhin wurde Tuan in eine größere Weibchengruppe eines englischen Zoos integriert und Astrid am 25.06.2007 nach Osnabrück verbracht, wo sie am 29.06.2007 mit dem Männchen Buschi zusammengeführt wurde.

3.2 Haltungsbedingungen

Im Menschenaffenhaus des Zoo Osnabrück ist neben den Orang-Utans auch eine Schimpansengruppe (*Pan troglodytes*), bestehend aus einem adulten Männchen, drei adulten Weibchen und drei Jungtieren, untergebracht. Zusätzlich bewohnt ein Paar Schopfgibbons (*Hylobates concolor*) samt Jungtier eine Anlage des Hauses.

Die Gestaltung des Besucherraumes soll einen Eindruck vom natürlichen Lebensraum der Tiere vermitteln. Der Boden ist mit Rindenmulch bedeckt und die Wände mit teilweise hinterleuchteten Fotoleinwänden mit Orang-Utan- und Regenwaldmotiven verkleidet. Echte Grünpflanzen, vereinzelte Würgefeigenstämme, die bis zur mit Tarnnetzen abgehängten Decke reichen sowie Baumstümpfe, die als Sitzmöglichkeit dienen, schaffen eine naturnahe Atmosphäre. Die Gehegeabgrenzungen, welche fast ausschließlich aus großen Sicherheitsglasscheiben bestehen, ermöglichen ein ungehindertes Beobachten der Primaten aus nächster Nähe. Neben den Informationstafeln an den Gehegen, die den Besuchern Verbreitungsgebiet, Lebensweise, morphologische Merkmale und Besonderheiten der gezeigten Tierart näher bringen sollen, informiert ein zusätzlicher Schaukasten mit Text, Bildern und Anschauungsmaterial über die Bedrohung der Primaten aufgrund von Bejagung, Brandrodung und illegalem Holzeinschlag durch den Menschen.

Während des Beobachtungszeitraumes war das Haus Zoobesuchern von 9:00 bis 18:15 Uhr zugänglich und stets gut besucht. Zwischen etwa 10:00 und 17:00 Uhr befanden sich alle Tiere in ihrem jeweiligen Außengehege. Als tägliche Anzahl der Personen, welche die Orang-

Utan-Anlage passierten, wurde die Gesamtbesucheranzahl des Zoos angenommen (vgl. Anhang V), da Orang-Utans generell als Attraktion in zoologischen Gärten betrachtet werden und zusätzlich aufgrund des Neuzugangs von Astrid und die Ankündigung darüber in Presseberichten ein vermehrtes Interesse der Besucher an der Menschenaffen-Anlage anzunehmen war.

3.2.1 Innenanlage

Die Innenanlage besteht aus zwei bei Bedarf abtrennbaren Gehegen. Das kleine Innengehege hat eine Größe von ca. 30 m² und führt bei geöffnetem Metallschieber über eine Gitterschleuse nach draußen. Die Raumhöhe in diesem Bereich der Innenanlage beträgt etwa 4 m. Der Betonuntergrund weist eine große Vertiefung in Form eines ungenutzten Badebeckens auf, dessen Wasserabfluss jedoch eine Funktion beim täglichen Säubern des Geheges hat. Zum Besucherraum hin schließt das Gehege in Form einer dreigeteilten Sicherheitsglasfront ab, welche sich über eine Gesamtbreite von ca. 4 m und eine Höhe von ungefähr 2,5 m erstreckt. In diesem Bereich ist der Gehegeboden meist mit Holzwolle oder Stroh bedeckt und bietet den Orang-Utans eine bequeme Liegemöglichkeit im direkten Blickfeld der Besucher. Im hinteren Bereich des Geheges liegt eine zweigeteilte Schlafbox von etwa 8 m² Grundfläche und 1,7 m Höhe. Diese war den Tieren jedoch nur während der ersten Tage nach der Zusammenführung zugänglich und wurde von Astrid als Rückzugsmöglichkeit bei großem Besucherandrang genutzt.

Die rechte Gehegewand besteht bis auf den Durchlass zur angrenzenden großen Innenanlage komplett aus Beton. Im Gegensatz dazu ist die gegenüberliegende Gehegebegrenzung zum Pflegergang hin vergittert und ermöglicht den Tierpflegern bei Bedarf Kontakt mit den Affen. Durch das Fenster zur Außenanlage kann genügend Tageslicht einfallen. Eine etwa 4 m² große Hängematte aus Hanfseilen sowie eine verzweigte Baumstamm- oder Astnachbildung aus Beton bieten Sitz- und Klettergelegenheiten.

Das große Innengehege hat eine Grundfläche von ca. 80 m² und ist etwa 6 m hoch. Der Untergrund ist meist zu großen Teilen mit Stroh bedeckt, welches von Astrid auch zum Nestbau verwendet wird. Der an den Besucherraum angrenzende, vordere Gehegeteil ist auf das Bodenniveau des Menschenaffenhauses abgesenkt und über eine ungefähr 0,3 m hohe abgerundete Stufe mit dem hinteren Teil verbunden. Zum Besucherraum hin ist die Anlage in Form eines Erkers aus Sicherheitsglasscheiben und Gitterelementen ausgebaut. Die Gitter

gewährleisten eine ausreichende Luftzirkulation im ansonsten geschlossenen Gehege. An der linken Vergitterung ist eine von LEYENDECKER (1999) gestaltete Futterbox angebracht, die regelmäßig mit Nüssen befüllt wird und den Orang-Utans als Beschäftigungsmöglichkeit zur freien Verfügung steht. An das Futter gelangen die Tiere mit Hilfe eines Holzspanes, der mit den Zähnen eigenständig aus einem Balken des Klettergerüsts herausgelöst werden muss, und mit dem die Nüsse über drei mit Hindernishölzern ausgestattete Ebenen zu einer Öffnung bewegt werden.

Ein zu nahes Herantreten der Besucher an die Anlage wird durch eine Absperrung aus Bambus und Metall, sowie einen dahinter liegenden bepflanzten Abschnitt verhindert.

3.2.2 Außenanlage

Die Orang-Utan-Außenanlage umfasst eine Fläche von etwa 100 m² und weist eine maximale Höhe von ca. 6,5 m auf. Das Dach besteht aus einer Gitterkonstruktion, welche den Affen die Sicht auf die rundherum angrenzenden Außenanlagen von Schimpansen, Seelöwen (*Zalophus californianus*) und Elefanten ermöglicht und auch als Klettergelegenheit genutzt wird. Bis auf einen schmalen gepflasterten Streifen im hinteren, seitlichen und vorderen Bereich ist der Untergrund flächendeckend mit Gras bewachsen. Ein in die hintere Gehegewand integriertes Fenster von 3,3 m Breite und 2,5 m Höhe erlaubt eine gute Sicht auf den Pflegegang und das angrenzende kleine Innegehege. Daneben befindet sich zusätzlich die Luke zur Gitterschleuse, welche Innen- und Außenanlage verbindet sowie ein zweites 40 cm schmales und 2,5 m hohes Sichtfenster. Auch die linksseitige Betonwand der Anlage ist von insgesamt drei solcher schmaler Fenster durchbrochen. Auf den drei stufenartig in unterschiedlicher Höhe angeordneten Plattformen ist durch diese Fenster auch unterhalb der Gitterkuppel das Beobachten der Elefanten-Außenanlage möglich.

Zum Besucherweg hin ist das Gehege im unteren Bereich durch drei Sicherheitsglasscheiben begrenzt, die Beobachtern einen ungehinderten Blick auf die Anlage gewähren. Ein etwa 1,5 m breiter bepflanzter Streifen sowie ein angrenzendes Metallgitter verhindern jedoch ein zu nahes Herantreten. Dies ist aus Sicherheitsgründen besonders wichtig, da die linke vordere Ecke der Anlage abgeschrägt und vergittert ist, um den Zoopädagogen bei Führungen eine Interaktion mit den Orang-Utans, z.B. bei der Demonstration des Steckversuches, zu ermöglichen.

In der rechten, an die Schimpansen-Außenanlage angrenzenden Betonwand, ist ebenfalls eine große Glasscheibe integriert und erlaubt Sichtkontakt zwischen den Primaten.

In der rechten hinteren Ecke ergibt sich durch den Verlauf des Pflegergangs im Inneren des Menschenaffenhauses ein Vorbau von etwa 3 m Länge, 1,5 m Breite und 2,5 m Höhe. Eine Gittertür mit einer zusätzlichen dahinter liegenden Vollmetalltür ermöglicht den Pflegern das Betreten der Anlage. Daneben können den Orang-Utans durch eine kleine vergitterte Durchreiche in der Wand des Vorbaus Futter und Getränke während der Nachmittagsfütterung vom Pflegergang aus nach draußen gegeben werden.

Auf der Anlage sind Klettermöglichkeiten in Form eines Holzgerüsts, einer Schaukel, diverser Hanftaue und Baumstümpfen verteilt. Die stufenartigen Vorsprünge sowie das Dach des Vorbaus sind mit Holzbrettern bedeckt und werden als Sitzgelegenheit oberhalb des Bodenniveaus gerne genutzt.

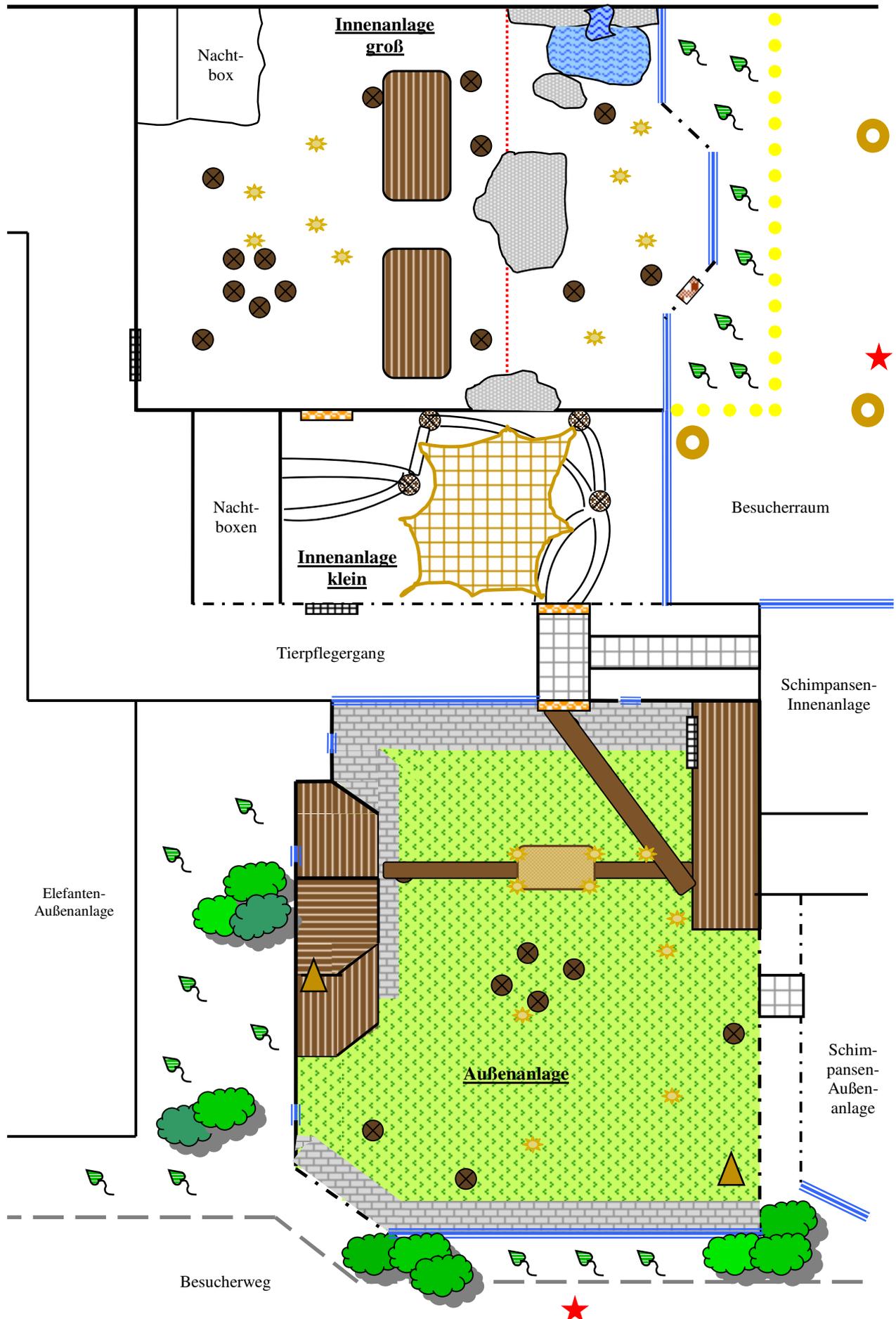


Abb. 5: Schematische Darstellung der Orang-Utan-Anlage im Zoo Osnabrück (1 cm \approx 1 m)

Legende:

	Felsen		Futterbox
	Baumstamm		Stufe
	Pfosten des Klettergerüsts		Gitter
	Klettergerüst		Sicherheitsglas
	hängendes Tau		Pflegertür
	Wasserbecken		Beobachtungsposition
	Wasserfall		Sitzgelegenheit
	Sitzbrett		Bambusabspernung
	Baumähnliche Betonkonstruktion		Besucherabspernung
	Netzhängematte		Durchlassschieber
	Schaukelbrett		Bepflanzung
	Gitterschleuse		Grasbewuchs

3.2.3 Ernährung

Die Nahrung der Orang-Utans bestand aus einer abwechslungsreichen Mischung von frischem Obst und Gemüse, wobei der Gemüseanteil etwa zwei Drittel der Gesamtmenge ausmachte. Astrid litt im Zoo Antwerpen unter Übergewicht und musste aus gesundheitlichen Gründen vor ihrem Transport nach Osnabrück 15 kg abnehmen, was durch eine Reduktion des fruchtzucker- und kalorienreichen Obstanteils der Nahrung geschehen war. Diese Diät wurde auch durch die Pfleger im Zoo Osnabrück fortgeführt.

Das Obstangebot setzte sich unter anderem aus Ananas, Äpfeln, Bananen, Birnen, Kiwis, Mango, Melonen, Orangen, Weintrauben und verschiedenen Beeren zusammen. Der Gemüseanteil umfasste beispielsweise Brokkoli, gekochte Kartoffeln, Fenchelknollen, Kohlrabi, Lauch, Mais, Möhren, Paprika, Porree, Rote Beete, Salatgurken, Sellerie, Tomaten, Zwiebeln und verschiedene Blattsalate. Das Futter wurde zum Teil in grob zerkleinerter Form und bei Bedarf entkernt, teilweise aber auch ungeschält und -geschnitten angeboten.

Ergänzt wurde das Hauptfutter durch die gelegentliche Gabe von Milchprodukten wie z.B. Fruchtojoghurt oder Quark, aber auch Nüssen, frischen Zweigen verschiedener Laubbäume, Maispflanzen, gekochten Eiern, Körnern oder Kugeln aus gekochtem Reis und Gemüse.

Die Aufnahme von Flüssigkeit geschah in Form von Kräuter- oder Früchtetee, welcher in eine Flasche abgefüllt zu jeder Mahlzeit gereicht wurde. Als besonders beliebte Leckerei wurde gelegentlich zusätzlich Malzbier angeboten und kleine Mengen an Süßigkeiten wie Bonbons oder Fruchtgummi als Belohnung an die Tiere verteilt.

3.3 Ethologische Beobachtungen

Der Beobachtungszeitraum erstreckte sich vom 29.06.2007 bis zum 31.10.2007 und umfasste insgesamt 84 Beobachtungstage. Die Tiere wurden täglich für eine Dauer von 3 Stunden zwischen 10:00 bis 13:00 Uhr beobachtet, wobei in den ersten Tagen die Beobachtungsphase variiert werden musste, da die Tiere zunächst nur für eine gewisse Zeit zusammen gelassen wurden und die Nacht getrennt verbrachten. Zudem durfte Astrid in den ersten Wochen nach ihrer Ankunft nicht auf die Außenanlage, um eine Infektion aufgrund der niedrigen Temperaturen zu verhindern. Im Zoo Antwerpen stand den Orang-Utans kein Außengehege zur Verfügung, so dass Regen, Wind und Temperaturen unter 20°C ungewohnte Bedingungen für das Tier darstellten. Buschi hingegen wurde der tägliche Aufenthalt im Außengehege nicht vorenthalten. Somit ergaben sich zum Teil Beobachtungsphasen mit einer Dauer unter 3 Stunden (vgl. Anhang III). Die Gesamtzahl der Stunden, in denen Daten erhoben wurden, belief sich auf 250.

Die Aufnahme der Verhaltensdaten erfolgte nach den Methoden des *scan sampling* und des *continuous recording* nach LEHNER (1996).

3.3.1 scan sampling

Bereits vor Beginn der Versuchsdurchführung wurde festgelegt, dass beide Orang-Utans gleichzeitig beobachtet werden sollen. LEHNER (1996) bezeichnet diese Beobachtungsmethode als *all-animal sampling*, wobei eine geringe Anzahl zu beobachtender Individuen als Voraussetzung gilt.

Im Rahmen des *scan sampling* wurde neben dem momentanen Verhalten beider Tiere auch der Aufenthaltsort innerhalb des Geheges in Zeitintervallen von 5 min protokolliert. Dazu wurde die Orang-Utan-Anlage anhand einer Skizze vorab in möglichst gleich große Sektoren

unterteilt und diese mit einer Buchstaben-Zahlen-Kombination gekennzeichnet (vgl. Abb. 6). Bei Bestimmung des Aufenthaltsortes der Tiere wurde zudem zwischen Bodenniveau und erhöhtem Gehegeinventar bzw. Gitterdach differenziert. Das genaue Einhalten der Zeitintervalle wurde durch das Verwenden einer Stoppuhr ermöglicht.

Des Weiteren fand eine Bestimmung der momentanen Partnerdistanz zwischen den Affen statt, wobei sich der geschätzte Abstand stets auf die Körperteile bezog, welche gerade die geringste Entfernung zueinander aufwiesen. Die Begründung hierfür liegt in der enormen Armlänge der Orang-Utans. Diese ermöglichen beispielsweise Körperkontakt durch die Berührung der Hände zweier Individuen, zwischen deren Rumpf dennoch eine Distanz von mehr als 2 m liegen kann.

Für die abgeschätzten Partnerdistanzen wurden vorab sechs durch Buchstaben definierte Kategorien festgelegt, welche von „Körperkontakt“ bis zum „Aufenthalt in zwei unterschiedlichen Gehegen“ reichten.

Tab. 1: Einteilung der einzelnen Partnerdistanzen in Kategorien

Kategorie	Partnerdistanz
A	Körperkontakt bis 1 m Abstand
B	zwischen 1 m und 2 m Abstand
C	zwischen 2 m und 3 m Abstand
D	zwischen 3 m und 4 m Abstand
E	mehr als 4 m Abstand
F	beide Tiere halten sich in unterschiedlichen Gehegen auf

Besondere Ereignisse, äußere Umstände oder Reaktionen der Tiere auf exogene Faktoren wurden zusätzlich zu den Scan-Daten *ad libitum* festgehalten (LEHNER, 1992). Anhand dieser Notizen können im Rahmen der Datenauswertung möglicherweise bessere Rückschlüsse gezogen oder Verhaltensweisen besser interpretiert werden. Aus den gleichen Gründen fand auch eine tägliche Dokumentation der Wetterlage und der Temperatur sowie der an der Zookasse registrierten Besucherzahlen statt (vgl. Anhang IV und V).

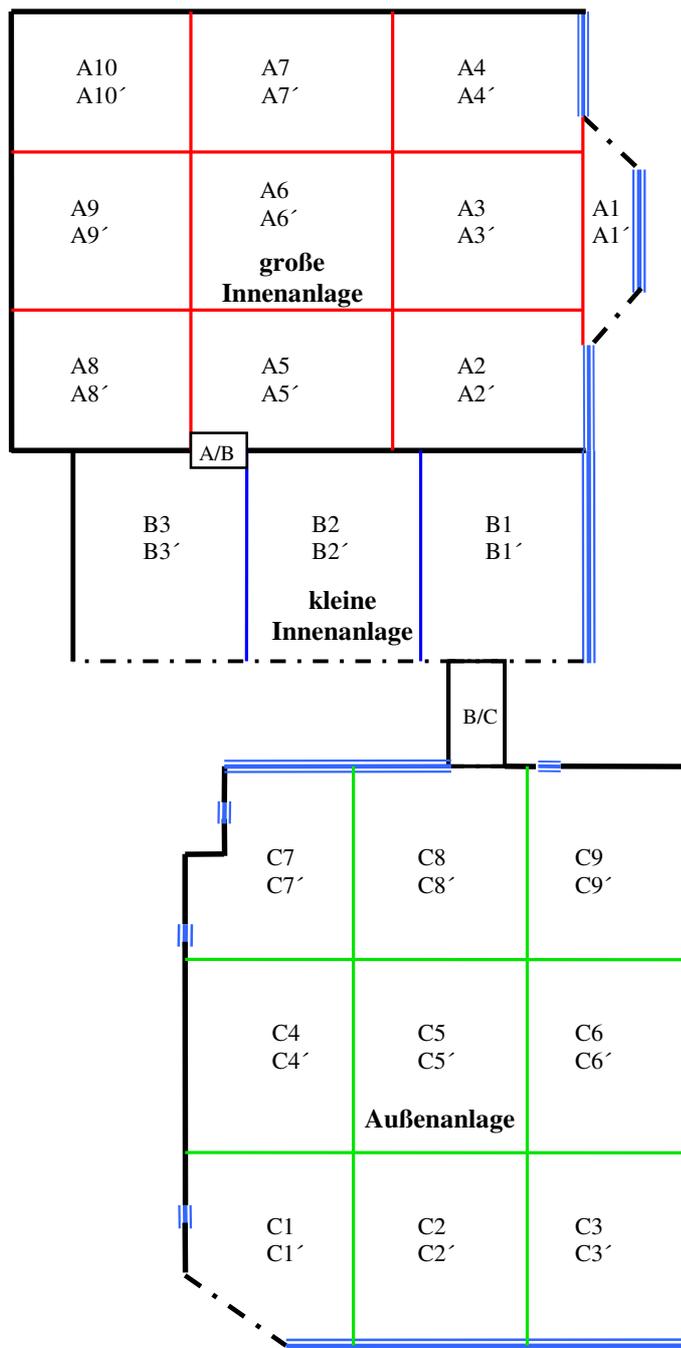


Abb. 6: Übersicht über die Einteilung der Orang-Utan-Anlage in Sektoren
Ax-Cx: Aufenthaltsorte auf Bodenniveau, **Ax'-Cx':** Gehegeeinrichtung oder Gitterdach

3.3.2 continuous recording

Zusätzlich zum *scan sampling* wurde die Methode des *continuous recording*, speziell des *all-occurrences sampling* nach LEHNER (1996) angewandt. Dabei werden Auftreten und Dauer einer limitierten Anzahl von Verhaltensweisen aufgenommen. Diese Beobachtungs- und Protokollmethode führt zu den genauesten und vollständigsten Daten, wenn bestimmte

Voraussetzungen erfüllt sind. LEHNER (1996) zufolge sollten die Tiere leicht zu beobachten und die festgelegten Verhaltensweisen leicht erkennbar sein. Dafür ist es unumgänglich, diese vorab so genau wie möglich zu definieren, was im Rahmen der vorliegenden Untersuchung durch die Erfassung in einem „Arbeitsethogramm“ erfolgte (vgl. Anhang II). Diese Bezeichnung wurde gewählt, da laut IMMELMANN (1975) ein „Ethogramm“ alle Verhaltensweisen enthalten muss, die bei der beobachteten Art vorkommen. Ein derart ausführlicher Verhaltenskatalog konnte im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht erstellt werden. Das Arbeitsethogramm enthält jedoch alle Verhaltensweisen, die bei den Fokustieren beobachtet wurden.

Zudem wurde festgelegt, dass sich die Datenaufnahme mittels *all-occurrences sampling* auf Verhaltensweisen beschränkte, welche dem Sozialverhalten zuzuordnen waren (vgl. Tab. 2). Als Höchstabstand wurde dafür eine Distanz von 4 m zwischen den Partnern festgesetzt. Betrat eines der Tiere diesen „Kontaktradius“, so wurden von diesem Zeitpunkt an alle gezeigten Verhaltensweisen beider Tiere in einem Protokoll festgehalten. Kurze Handlungen oder Aktionen wurden dabei in ihrer Häufigkeit, länger andauernde Verhaltensweisen mit Hilfe einer Stoppuhr zeitlich erfasst. Beim Verlassen des Radius wurde zudem die Gesamtdauer, die die Individuen innerhalb dessen verbracht hatten, notiert.

Tab. 2: Liste der im Rahmen des *continuous recording* erfassten Verhaltensweisen (für die jeweilige Definition vgl. Anhang II: Arbeitsethogramm)

Soziopositives Verhalten	Grooming
	soziales Spiel (Spielkampf)
	positive Berührung (mit Mund oder Hand)
	sich gegenüber sitzen
Kontaktaufnahme	sich nähern
	Partner ansehen
	Partner beobachten
	folgen
	Decke hochheben
Submissives Verhalten	zurückweichen
	Nahrung reichen
	fliehen
	sich ducken
Kontaktabbruch	sich abwenden

	sich zudecken
	zugedeckt liegen
	sich zurückziehen (Partner meiden)
	Kontaktradius verlassen
Sozionegatives Verhalten	verdrängen
	Nahrung fordern
	imponieren
	drohen
	gerichtetes Gähnen
	Objekt wegnehmen
	Schlagintention
	Beißintention
direktes aggressives Verhalten	Haare ziehen
	festhalten
	stoßen (negative Berührung)
	beißen
	schlagen
Sexualverhalten	(Paarung)*
	Masturbation
	Genitalinspektion
Vokalisation	Langruf
Selbstgerichtetes Verhalten	Autogrooming
	sich kratzen

* nicht beobachtete Verhaltensweisen

3.3.3 Auswertung der Verhaltensdaten und Statistik

Die unterschiedlichen angewandten Beobachtungsmethoden führten dazu, dass die jeweiligen Daten kein identisches Niveau zeigten. Im Folgenden soll kurz beschrieben werden, welche statistischen Prüfverfahren bei welchen Datensätzen angewandt wurden. Details zu deren Funktionsweise werden an entsprechender Stelle im Ergebnisteil erläutert. Zudem wird dort individuell angegeben, aus welchen Daten sich die getesteten Stichproben zusammensetzen und mit welchem Statistikprogramm die entsprechenden Tests durchgeführt wurden. Zur Verfügung standen die Programme „SsS 1.1“ sowie eine Testversion von „SsS 2.0 gamma“ der Firma Rubisoft und „SPSS 16.0“ in einer Evaluationsversion. Das Signifikanzniveau wurde generell auf 5% festgesetzt, so dass bei einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p \leq 0,05$

die Nullhypothese (H_0) verworfen bzw. die Alternativhypothese (H_1) bestätigt werden konnte. Von dieser Vorgabe abweichende Signifikanzgrenzen werden gegebenenfalls an entsprechender Stelle speziell angegeben. In Fällen, in denen Stichproben für mehr als einen Test verwendet wurde, erfolgte sofern erforderlich eine Anpassung des Signifikanzniveaus nach dem sequentiellen Bonferroni-Verfahren nach RICE (1989).

Die graphische Darstellung erfolgte mit Hilfe des Programmes „Microsoft Excel“. Boxplots konnten mit dem Add-In „DrawBoxPlot.xla“ ebenfalls mit Excel erstellt werden.

Die vorstehenden allgemeinen Angaben gelten auch für die statistische Auswertung der Daten der Hormonquantifizierung, die in Abschnitt 3.4.6 beschrieben wird.

3.3.3.1 Inferenzstatistische Prüfverfahren

Die mittels *scan sampling* erhobenen Daten sind als Ordinaldaten einzustufen und lassen sich in geordnete Klassen einteilen. Während des gesamten Beobachtungszeitraums wurden insgesamt 3079 Scans aufgenommen.

Um zu testen, ob zwischen den beiden Orang-Utans während der ersten Wochen der Eingewöhnungsphase Aktivitätsunterschiede feststellbar waren, wurden die Tagesmediane verschiedener Verhaltensweisen anhand der Scan-Daten ermittelt und mit dem nicht-parametrischen Verfahren des **Mann-Whitney-U-Tests** statistisch geprüft. Dieser dient dazu, zwei unabhängige Stichproben von Ordinaldaten auf Medianunterschiede zu testen.

Die parallel zum momentanen Verhalten der Fokustiere protokollierten Partnerdistanzen wurden ebenfalls statistisch ausgewertet. Die Frage, ob sich eine zeitliche Änderung im Verlauf der Beobachtungszeit nachweisen lässt, wurde mittels **linearer Regression** geklärt, wobei beobachtete Werte einer abhängigen Variablen mit den festgelegten Werten einer unabhängigen Variablen verglichen werden. Gesucht wird dabei nach der Art und Weise, in der die abhängige Variable die unabhängige beeinflusst. Im Rahmen der durchgeführten Analyse stellte das Datum oder vielmehr der entsprechende Tag nach der Zusammenführung der Orang-Utans die unabhängige und die Partnerdistanz die abhängige Variable dar.

Bei den Verhaltensdaten, die im Rahmen des *continuous recording* aufgenommen wurden, handelt es sich um Intervalldaten. Sie liegen einerseits als Häufigkeiten von vorab klar definierten, schnell ablaufenden Ereignissen und zum Anderen als zeitlich abgrenzbare Messwerte länger andauernder Verhaltensweisen vor.

Mit Hilfe des **Randomisierungstests** (und exakten Permutationstests) für **unabhängige Stichproben** wurde bestimmt, ob zwischen den beiden Tieren im Bezug auf die Mittelwerte oder Varianzen der Häufigkeiten sowie der Dauer verschiedener Verhaltensweisen Unterschiede bestehen. Bei diesem Test handelt es sich um ein nicht-parametrisches Prüfverfahren, so dass die Daten keine Voraussetzungen, wie etwa Normalverteilung, erfüllen müssen. Das geforderte Datenniveau von Intervalldaten lag vor.

3.3.3.2 Deskriptive Statistik

Bei der Auswertung eines Teils der Verhaltensdaten wurde auf die deskriptive Statistik zurückgegriffen. Sie dient dazu, Ergebnisse in zusammenfassender Weise aufzubereiten, erlaubt jedoch keine Rückschlüsse auf die Korrektheit der aufgestellten Hypothese, da keine Abgrenzung vom Zufall möglich ist.

Um das Dominanzverhältnis innerhalb der Dyade zu klären, wurden die *continuous recording*-Daten der Verhaltensweisen „Platzverdrängung“ und „Nahrung fordern“ bzw. „Nahrung reichen“ des gesamten Beobachtungszeitraums herangezogen. Es sollte festgestellt werden, wie hoch diesbezüglich die Erfolgsrate des Männchens gegenüber seiner Partnerin war. Dazu wurde zunächst die absolute Häufigkeit der relevanten Verhaltensdaten während des gesamten Untersuchungszeitraumes ermittelt. Daraufhin wurde der prozentuale Anteil der Situationen errechnet, in denen das Männchen sich durchsetzen konnte und Astrid ihm freiwillig ihren Platz respektive die geforderte Nahrung überließ. Die Darstellung der Datensätze erfolgte schließlich in einem Säulendiagramm. Eine Bewertung des Dominanzstatus erfolgte in Anlehnung an die Angaben für Flachlandgorillas (*Gorilla gorilla gorilla*) von STOINSKI et al. (2004). Demgemäß liegt bei einer Erfolgsrate von mindestens 90% im Bezug auf die Platzverdrängung eine klare Dominanz des entsprechenden Tieres vor. Bei 70-90% kann von einem mittleren, darunter von einem niedrigen oder unklaren Status innerhalb der Dyade gesprochen werden.

Auf die deskriptive Statistik wurde auch bei der Darstellung der prozentualen Verteilung der verschiedenen Partnerdistanzkategorien während des gesamten Untersuchungszeitraums zurückgegriffen. Die Ergebnisse wurden graphisch anhand eines Säulendiagramms veranschaulicht.

3.4 Endokrinologische Untersuchungen

3.4.1 Probensammlung

Bereits vor Beginn der eigentlichen Beobachtungsphase eines jeden Tages wurden Buschi und Astrid beobachtet und das Gehege auf Kotproben der vergangenen Nacht überprüft.

Das Sammeln von Kotproben beider Orang-Utans fand stets direkt nach dem Umsperren der Tiere auf die Außenanlage oder in ein gemeinsames Innengehege statt. Dazu wurde unter Verwendung von Handschuhen Probenmaterial aus verschiedenen Stellen der Fäzes entnommen in ein mit Datum, Name des Tieres und fortlaufender Probennummer beschriftetes Plastikröhrchen überführt und unmittelbar bei -20°C eingefroren. In einem Protokollbogen wurde zusätzlich, soweit möglich, festgehalten, wann der Kot abgesetzt und wann er gesammelt worden war, ob er mit Urin kontaminiert wurde und ob er besondere Merkmale, z.B. hinsichtlich seiner Konsistenz, aufwies. Bei Kotproben, welche nicht unter Aufsicht abgesetzt wurden, fand eine ungefähre Abschätzung des Alters statt. Die Zusatzdaten dienen vor der späteren Analyse im Labor dazu, die für die Hormonquantifizierung am Besten geeigneten Proben auszuwählen.

In Fällen, in denen das Umsperren der Orang-Utans während der Beobachtungszeit erfolgte, wurde die Probensammlung von den Tierpflegern übernommen, um Datenverlust durch eine längere Unterbrechung zu vermeiden, den Kot aber dennoch möglichst rasch nach dem Absetzen einfrieren zu können. Auf das Sammeln von Proben, welche nicht eindeutig einem Tier zugeordnet werden konnten, wurde generell verzichtet.

Aus verschiedenen Gründen war es nicht möglich, jeden Tag Proben von beiden Tieren zu gewinnen. Teilweise lag eine Zeitspanne von mehreren Tagen zwischen den Defäkationen oder aber es wurde Kot direkt nach dem Umsperren im Außengehege abgesetzt, welcher erst am frühen Abend oder am nächsten Morgen dort hätte eingesammelt werden können, wenn die Tiere sich wieder in der Innenanlage befanden. So wäre das Probenmaterial über einen langen Zeitraum der Witterung ausgesetzt gewesen und möglicherweise nicht mit Proben aus dem Innengehege vergleichbar.

Um die Auswirkungen der veränderten Lebensbedingungen, welche sich allen Annahmen nach bei beiden Tieren in einem deutlichen Anstieg der Stresshormonkonzentration zeigen sollten, letztendlich beurteilen zu können, war es notwendig, einen Referenzwert für den regulären Cortisoltitel der Individuen zu ermitteln. Dazu wurden bereits eine Woche vor Astrids Ankunft Kotproben von Buschi gesammelt. Auch die Pfleger im Zoo Antwerpen

schickten für die spätere Analyse mehrere Proben von Astrid aus den Tagen vor ihrem Transport ins Deutsche Primatenzentrum (DPZ).

Der Transport aller während des Beobachtungszeitraumes gesammelten Proben erfolgte mittels Über-Nacht-Express. Dazu wurden die tiefgefrorenen Kotproben-Röhrchen beider Orang-Utans in mehrere Schichten aus Plastiktüten verpackt und diese fest verschlossen. Die Tüten wurden in einen Karton überführt, welcher mit Luftpolstern und Zeitungspapier ausgelegt war, um ein Antauen des Materials während des Transports möglichst lange hinaus zu zögern.

3.4.2 Kotprobenanalysen

Die Hormonanalysen fanden in der Abteilung für Reproduktionsbiologie des Deutschen Primatenzentrums in Göttingen statt. Die Quantifizierung von Hormon-Metaboliten adrenocorticoiden Ursprungs fand nach der von GANSWINDT et al. (2003) und HEISTERMANN et al. (2006) beschriebenen Methode des gruppenspezifischen Enzymimmunoassays (EIA) für die Quantifizierung von immunoreaktivem 5β -Androstan- $3\alpha,11\beta$ -diol-17-on statt. Dieses Messsystem ist sensitiv für die $3\alpha,11\beta$ -dihydroxy-Cortisol-Metabolite und eignet sich bei verschiedenen Primatenarten zur Reflektion der Nebennierenrindenaktivität (BAHR et al. 2000, HEISTERMANN et al. 2004). Für eine gute und detaillierte Übersicht über die Durchführung und Validierung verschiedener Enzymimmunoassays empfiehlt sich auch die Arbeit von WOLFF (2004).

Immunoreaktives Epiandrosteron (IUPAC-Nomenklatur: 5α -Androstan- 3β -ol-17-on), ein Androgen-Metabolit, wurde mit dem EIA nach den Methoden von GANSWINDT et al. (2002) und MÖHLE et al. (2002) gemessen.

Die Autorin dieser Arbeit übernahm die Weiterverarbeitung der vorbereiteten, gefriergetrockneten Proben und assistierte bei der Quantifizierung der Hormon-Metabolite aus dem Kot. Eine völlig eigenständige Analyse war aufgrund der fehlenden Laborpraxis innerhalb der kurzen Zeit nicht möglich, da bereits geringfügige Pipettierfehler beim Ansetzen der Enzymimmunoassays die Ergebnisse stark verfälschen und unbrauchbar machen.

3.4.2.1 Funktionsweise des Enzymimmunoassays

Im Rahmen der vorliegenden Untersuchung sollten Steroidhormon-Metabolite (Androgen- und Cortisol-Metabolite) aus dem Kot der Orang-Utans quantifiziert werden.

Die Funktionsweise der eingesetzten Assays beruht auf einer Konkurrenzreaktion des jeweiligen in der zu analysierenden Probe enthaltenen Hormons mit einem kontrolliert und stets in gleicher Menge hinzugefügten markierten Hormon um spezifische Anti-Hormon-Antikörper. Diese sind in begrenzter Anzahl über unspezifische Antikörper an die Oberfläche einer Microtiterplatte gebunden.

Je weniger des zu messenden Hormons in einer Probe vorhanden ist, desto mehr des markierten Hormons kann die limitierten Bindungsstellen besetzen. Ein anschließend hinzu gegebenes Enzym (hier: Enzym-Konjugat Streptavidin-Peroxidase) wird wiederum nur von den markierten Steroidhormonen gebunden und bildet mit einem im nächsten Schritt der Versuchsdurchführung zugefügten Substrat einen Komplex. Die einsetzende Reaktion ruft eine Blaufärbung der Probe hervor. Dabei nimmt die Farbintensität mit abnehmender Hormonkonzentration in der Probe zu. Nach dem Abstoppen des Substratabbaus mit Schwefelsulfat wird die Extinktion der Probe photometrisch bestimmt und daraus die entsprechende Hormonkonzentration errechnet.

Um eine Verfälschung der ermittelten Werte aufgrund der Variabilität innerhalb der Microtiterplatte zu verhindern, werden bei jeder Hormonquantifizierung an zwei verschiedenen Stellen der Platte so genannte Qualitätskontrollen (quality controls, *QC's*) von unterschiedlicher Konzentration mit gemessen (vgl. Abschnitt 3.4.4). Die niedrig konzentrierte Kontrolle (*QC low*) bindet etwa 30%, die höher konzentrierte (*QC high*) etwa 70% des markierten Hormons. Dem jeweiligen Bindungsvermögen entspricht eine bestimmte optische Dichte bei der photometrischen Messung. Qualitätsunterschiede innerhalb der Microtiterplatte, die etwa durch exogene Faktoren wie Wärme oder Lichteinstrahlung entstanden sein können, zeigen sich in Abweichungen der Extinktionswerte der *QC's* von den erwarteten Werten. Bei zu starken Abweichungen muss davon ausgegangen werden, dass die verwendete Microtiterplatte aus irgendwelchen Gründen qualitativ nicht für die Hormonquantifizierung geeignet war und die Messung wiederholt werden muss.

Auch zwischen den Doppelbestimmungen der Proben gibt es stets leichte Abweichungen, die auf die Platte, Pipettierungenauigkeiten oder die Probensubstanz selbst zurückzuführen sind. Das Computerprogramm errechnet deshalb anhand der nachstehenden Formel einen Variationskoeffizienten, mit dem die Intra-Assay-Varianz, also die Variabilität innerhalb der Platte, in Prozent angegeben wird:

Formel 1:

$$\text{Variationskoeffizient [\%]} = \frac{\text{Standardabweichung} \cdot 100}{\text{Mittelwert}}$$

3.4.2.2 Eingesetzte Chemikalien, Immunreagenzien und Apparaturen**Tab 3:** Liste der verwendeten Materialien und Apparaturen

Art	Typ	Hersteller
Automatische Multipipette	EDOS 5221	Eppendorf
Frischhaltefolie	-	Melitta
Glasröhrchen, 5 ml	-	Rettberg
Gefriertrocknungsanlage	ALPHA II-12	Christ
Lyophilizer	ALPHA I-5	Christ
Microtiterplatten	immuno Maxisorp F96	Nunc
Multi Tube Vortex	VX-2500	VWR
Photometer (plate reader)	MRX Revelation	Dynatech Laboratories
Pipetten, 100 und 1000 µl	Varipetten	Eppendorf
Plastikröhrchen, 15 ml	-	Sarstedt
Schüttler	MTS 4	IKA Labortechnik
Vortex	REAX top and REAX 2000	Heidolph
Waage	1702	Sartorius
Washer	ELx 405	BIO-TEK
Zentrifuge	Cryofuge 8000	Heraeus Christ

Tab. 4: Liste der verwendeten Chemikalien

Name	Bezugsquelle	Artikelnummer
BSA	Sigma	A 4503
Citronensäure x H ₂ O	Merck	244
DMSO	Serva	20385
H ₂ SO ₄	Roth	4623.1

KCl	Merck	4937
KH ₂ PO ₄	Merck	4871
Methanol	Roth	4627.1
Na ₂ CO ₃	Merck	6392
NaCl	Merck	6400
NaHCO ₃	Merck	6329
Na ₂ HPO ₄	Merck	6585
Streptavidin-Peroxidase	Sigma	S 5512
Tetramethylbenzidin	Sigma	T 2885
Tween 20	Roth	9127.1
Tween 80	Roth	4859.1
Wasserstoffperoxid-Harnstoff	Merck	818356

Tab. 5: Liste der verwendeten Immunreagenzien (zur Quantifizierung der Glucocorticoid-Metabolite)

Name	Bezugsquelle	Beschreibung
5β-androstane-3α,11β-diol-17-CMO-BSA	IZW Berlin	Steroid-spezifischer Antikörper (aus Schafen gewonnen, mit Bovine Serum Albumine gekoppelt)
5β-androstane-3α,11β-diol-17-on-DADOO-biotin	Dr. Möstl, Vet. med. Universität Wien	Biotin-markiertes Steroidhormon (Label), gekoppelt mit N-biotinyl-1,8-diamino-3,6-dioxaoctane
Immunglobulin G Kaninchen anti Schaf	Sigma (Art. Nr.: S 1265)	Beschichtungsantikörper der Microtiterplatte

Tab. 6: Liste der verwendeten Immunreagenzien (zur Quantifizierung der Androgen-Metabolite)

Name	Bezugsquelle	Beschreibung
5α-androstane-3α-ol-17-one-HS-BSA	IZW Berlin	Steroid-spezifischer Antikörper (aus Kaninchen gewonnen, mit Bovine Serum Albumine gekoppelt)
5α-androstane-3,17-dione-thioether-DADOO-biotin	Dr. Möstl, Vet. med. Universität Wien	Biotin-markiertes Steroidhormon (Label), gekoppelt mit N-biotinyl-1,8-diamino-3,6-dioxaoctane
Immunglobulin G Kaninchen anti Schaf	Sigma (Art. Nr.: S 1265)	Beschichtungsantikörper der Microtiterplatte

3.4.3.3 Aufbereitung des Probenmaterials

Nach Eintreffen des Probenmaterials im Deutschen Primatenzentrum wurden alle Röhrchen mit den Kotproben mit geöffnetem Deckel bei 20,3 mbar und -20°C für mehrere Tage in eine Gefriertrocknungsanlage (*Typ ALPHA II-12, Firma Christ*) überführt. Im Bezug auf ihre unterschiedlichen Wassergehalte wurden sie dadurch untereinander angeglichen.

Die so vorbereiteten, trockenen Proben wurden nun durch die Autorin dieser Arbeit zunächst durch das Pulverisieren mit Hilfe eines Mörsers homogenisiert. Größere Partikel wie unverdaute Obstkerne oder grobfaserige Nahrungsreste wurden mittels eines feinen Siebes entfernt und das restliche Kotpulver zurück in Plastikröhrchen überführt, mit Frischhaltefolie luftdicht verschlossen und bis zur Weiterverarbeitung bei -22°C eingefroren.

Von jeder Probe wurden daraufhin etwa 0,05 g in ein mit der jeweiligen Probennummer beschriftetes 15 ml Röhrchen eingewogen (*Waage Typ 1702, Firma Sartorius*) und in einem Protokollbogen das exakte Gewicht vermerkt. Die Extraktion der Hormon-Metabolite erfolgte durch die Zugabe von 3 ml Methanol (80%), wodurch diese in Lösung gehen. Nach 10-minütigem Schütteln auf dem Multi Tube Vortex und ebenfalls 10-minütigem Zentrifugieren bei 3000 U/min (*Typ Cryofuge 8000, Firma Heraeus Christ*) wurde der Überstand in ein Reagenzglas dekantiert.

Anschließend wurden die gewonnenen Probenextrakte für die nachfolgende Messung der Glucocorticoid-Metabolite mit Assaypuffer (2,42 g Tris + 23,3 g NaCl + 1 g BSA + 0,5 ml Tween 80 in 1 l H₂O) verdünnt, wobei für die Proben von Buschi eine Verdünnung von 1:60 gewählt wurde. Bei Astrids Proben war eine Verdünnung zwischen 1:60 und 1:3000 nötig, um adäquate Ergebnisse zu erzielen. Aufgrund der Erfahrungswerte der Labormitarbeiter wurde für die ersten Proben nach dem Transport des Tiers die Verdünnung auf 1:600 erhöht. Einzelne Proben mussten im Anschluss an eine erste Analyse aufgrund der stark erhöhten Hormonkonzentration noch weiter auf 1:1800, in einem Fall sogar 1:3000, verdünnt und erneut ausgewertet werden. Proben, die ab dem Zeitpunkt von etwa zwei Wochen nach dem Eintreffen in Osnabrück gesammelt worden waren, wurden 1:100 verdünnt.

3.4.4 Quantifizierung von Glucocorticoid-Metaboliten

Das Ansetzen des EIA geschah auf einer Microtiterplatte (*Typ immuno Maxisorp F96, Firma Nunc*). Diese wies insgesamt 96 Vertiefungen, so genannte *wells*, auf und waren mit einem unspezifischen Antikörper beschichtet.

Dazu war die Platte im Vorfeld mit einem Beschichtungspuffer (1 µg IgG + 0,48 mg Na₂CO₃ + 0,88 mg NaHCO₃ in H₂O) bedeckt und bei 4°C über Nacht inkubiert worden.

Nach der Inkubation wurde die Flüssigkeit abgegossen und in jede Vertiefung der Microtiterplatte 300 µl Assaypuffer pipettiert. Nach einer erneuten Inkubation über Nacht wurde der Assaypuffer entfernt und die Platte durch kräftiges Ausklopfen getrocknet. Bis zum endgültigen Gebrauch wurden alle derartig vorbereiteten Microtiterplatten mit Frischhaltefolie luftdicht verschlossen und bei -20°C gelagert.

Vor dem Ansetzen des EIA wurden die eingesetzten Reagenzien, d.h. Assaypuffer, hormonspezifischer Antikörper, Biotin-markiertes Steroidhormon (*Label*), Standard, Qualitätskontrollen und die zu messenden Proben, die teilweise bei -20°C oder im Kühlschrank gelagert waren, auf Raumtemperatur gebracht sowie die Microtiterplatte im *Washer (Typ ELx 405, Firma BIO-TEK)* vier mal mit einem Waschpuffer gespült und anschließend trocken geklopft.

Um aus den Extinktionswerten der photometrischen Messung im letzten Schritt der Versuchsdurchführung die Hormonkonzentration in den Proben errechnen zu können, wurde eine Standardkurve zur anschließenden Erstellung einer Kalibrierkurve angesetzt. Dazu wurde ein Cortisol-Standard in einer neunstufigen Reihe mit Assaypuffer verdünnt (156 pg/50 µl bis 0,6 pg/50 µl). Die genauen Werte sind aus Abbildung 7 ersichtlich.

Die Verdünnungsstufe 39 pg/50 µl entsprach dabei zusätzlich der hochkonzentrierten Qualitätskontrolle (*QC high*), die Verdünnung des Standards von 2,4 pg/50 µl der niedrigkonzentrierten Qualitätskontrolle (*QC low*).

Nun erfolgte das Befüllen der Microtiterplatte nach einem vorgegebenen Schema jeweils in einer Doppelbestimmung (vgl. Abb. 7). In die Leerwerte, die so genannten *blanks*, wurden zunächst je 100 µl, in die Nullstandards, die als *zeros* bezeichnet werden, je 50 µl Assaypuffer gefüllt. Danach erfolgte das Pipettieren der Standardkurve, der Qualitätskontrollen und der Proben. Anschließend wurde in alle Vertiefungen der Platte je 50 µl Cortisol-Label dazugegeben und danach die gleiche Menge an Cortisol-Antikörper, wobei die *blanks* bei diesem Schritt ausgespart wurden. In allen *wells* befand sich somit letztlich eine Gesamtmenge von 150 µl, wobei die jeweilige Zusammensetzung der Reagenzien in den Vertiefungen der Platte variierte (vgl. Tab. 7).

Die *blanks* dienen als Leerwert für die photometrische Messung, da in diesen nur Assaypuffer und das markierte Hormon, jedoch kein Antikörper und damit keine Bindungsstellen enthalten sind und es somit zu keiner Reaktion kommen kann. Die Flüssigkeit bleibt klar.

Die *zeros* legen den Nullstandard fest. Dabei handelt es sich um den Wert für die optische Dichte bei einer Bindung von 0% des zu messenden Hormons. In den *zeros* kommt es zur größtmöglichen Bindung des markierten Hormons durch den zugegebenen Antikörper, da kein konkurrierendes Hormon vorhanden ist. Dies führt zu einer maximalen Färbung und der maximalen Extinktion.

Nach dem Verschließen mit Frischhaltefolie wurde die Microtiterplatte vorsichtig gerüttelt, um die Reagenzien in den Vertiefungen zu mischen, bevor die Platte zur Inkubation bei 4°C über Nacht gelagert wurde.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	Bl	Bl	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
B	Z	Z	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
C	0,6	0,6	39	39	P	P	QCh	QCh	P	P	P	P
D	1,2	1,2	78	78	P	P	QCl	QCl	P	P	P	P
E	2,4	2,4	156	156	P	P	P	P	P	P	P	P
F	4,9	4,9	P	P	P	P	P	P	QCh	QCh	P	P
G	9,6	9,6	P	P	P	P	P	P	QCl	QCl	P	P
H	19	19	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

Abb. 7: Pipettierschema einer Microtiterplatte, Zahlen geben die Verdünnung der Standardkurve an [pg/50 µl]; **Bl** blank, **P** Probe, **QCh** Qualitätskontrolle high, **QCl** Qualitätskontrolle low, **Z** zero (nach einem Laborprotokoll des DPZ)

Tab. 7: Übersicht über die unterschiedliche Zusammensetzung der Reagenzien in den wells der Microtiterplatte (nach einem Laborprotokoll des DPZ)

	Assaypuffer	Standard	zu messende Probe	Label	Antikörper
Blank	100 µl	-	-	50 µl	-
Zero	50 µl	-	-	50 µl	50 µl
Standard	-	50 µl	-	50 µl	50 µl
Probe bzw. QC's	-	-	50 µl	50 µl	50 µl

Am darauf folgenden Morgen wurde die Platte zunächst im *Washer* gespült, um ungebundene Steroide zu entfernen. Daraufhin wurde die Zugabe von Streptavidin-Peroxidase vorbereitet. Dazu wurde ein Aliquot mit 2000 ng/20 µl des Enzyms in 16 ml Assaypuffer überführt und 150 µl dieser Lösung in jedes *well* pipettiert. Die mit Folie verschlossene Platte wurde daraufhin zur Inkubation bei Raumtemperatur für 30 min auf den Schüttler (*Typ MTS 4, Firma IKA Labortechnik*) gestellt. Nach einem erneuten Waschvorgang erfolgte unmittelbar die Zugabe von 150 µl einer Indikatorlösung aus zwei Komponenten (1 g Wasserstoffperoxid-Harnstoff x HO + 18 g Na₂HPO₄ x H₂O + 10,3 g Citronensäure x H₂O in 1 l H₂O und 0,5 g Tetramethylbenzidin + 40 ml DMSO + 960 ml H₂O). Die Platte wurde abermals verschlossen und bei Raumtemperatur im Dunkeln geschüttelt. Sobald eine Blaufärbung der Platte erkennbar war, wurde die Substratreaktion durch die Zugabe von 50 µl 4 N H₂SO₄ pro Vertiefung abgestoppt, was zu einem Farbumschlag von blau zu gelb führte.

Im letzten Schritt der Versuchsdurchführung wurde die Extinktion für jedes *well* der Platte im Photometer (*Typ MRX Revelation, Firma Dynatech Laboratories*) bei 450 nm (Referenzfilter 630 nm) bestimmt. Durch ein integriertes Computerprogramm erfolgte eine automatische Berechnung der Hormonkonzentration (Einheit: pg/50 µl Probenextrakt) aus der optischen Dichte. Um Aussagen über die fäkale Hormonkonzentration (ng/g Kot Trockengewicht) machen zu können, wurden diese Werte anhand der nachstehenden Formel umgerechnet:

Formel 2:

$$\text{fäkale Hormonkonzentration} \left[\frac{\text{ng}}{\text{g}} \right] = \frac{\text{EIA-Wert} \left[\frac{\text{pg}}{50\mu\text{l}} \right] \cdot \text{Verdünnungsfaktor}}{\text{Koteinwaage [g]} \cdot 1000}$$

Extinktionsmesswerte, die außerhalb des linearen Bereiches der anhand der Standard-Verdünnungsreihe ermittelten Kalibrierkurve lagen, erforderten eine stärkere Verdünnung der entsprechenden Probenextrakte und deren erneutes Einsetzen ins Messsystem des EIA.

3.4.5 Quantifizierung von Androgen-Metaboliten

Die Quantifizierung des Androgen-Metaboliten Epiandrosteron erfolgte analog zu der oben beschriebenen Methode, wobei jedoch ein anderer EIA zum Einsatz kam. Die abweichend zum Glucocorticoid-Metabolit-Assay verwendeten Immunreagenzien sind in Tabelle 6 aufgelistet. Zudem wurde anstelle des Cortisol-Standards ein Epiandrosteron-Standard verwendet, dessen Konzentration für die Verdünnungsreihe von 1,9–500 pg/50 µl reichte.

Für Orang-Utans im Speziellen gibt es bislang keine Publikationen zu Androgenmessungen im Kot, jedoch ist der verwendete Assay im Rahmen verschiedener Untersuchungen bereits validiert worden und es konnte gezeigt werden, dass die Messung von Epiandrosteron im Kot sich zur Erfassung des Androgenstatus bei Orang-Utans eignet (HEISTERMANN, pers. Mitteilung).

Gleiches gilt im Übrigen auch für diverse andere Primaten wie z. B. Weißbüschelaffen (*Callithrix jacchus*) (MÖHLE et al., 2002) und verschiedene Vertreter der Gattung *Macaca* (HEISTERMANN, pers. Mitteilung) sowie andere Spezies wie etwa Afrikanische Elefanten (*Loxodonta africana*) (GANSWINDT et al., 2002).

3.4.6 Datenverarbeitung und Statistik

Die Illustration der Stresshormonprofile beider Tiere im zeitlichen Verlauf der Untersuchung erfolgte mittels deskriptiver Statistik in einem Liniendiagramm. Dazu wurden die absoluten Messwerte der Hormonquantifizierung, welche zunächst gemäß Formel 2 in die fäkale Hormonkonzentration in ng/g Kot (Trockengewicht) umgerechnet worden waren, in Abhängigkeit vom Datum aufgetragen. Dieses wurde in Form des jeweiligen Tages nach dem Transport bzw. der Ankunft des Weibchens im Zoo Osnabrück dargestellt. Analog dazu erfolgte auch die Präsentation des Androgenprofils des Männchens.

Neben der reinen Beschreibung des gewonnenen Datensatzes, sollten anhand inferenzstatistischer Prüfverfahren zudem Aussagen über die Reproduzierbarkeit des Versuches gemacht werden. Die eingangs formulierten Hypothesen wurden mit Hilfe verschiedener statistischer Tests untersucht.

Die Auswirkungen der Zusammenführung beider Tiere auf deren Cortisoltitel wurden mit dem **Friedman-Test** überprüft. Dieser eignet sich für den Vergleich mehrerer gleichgroßer abhängiger Stichproben von Ordinaldaten. Werden signifikante Medianunterschiede erkannt, so erfolgen zusätzlich *post hoc* **Paarvergleiche nach Dunnet**, um zu zeigen, zwischen welchen Stichproben der Unterschied besteht. Die Abhängigkeit der Stichproben ergibt sich aus der Tatsache, dass die einzelnen Werte beim selben Tier zu verschiedenen Zeitpunkten gemessen wurden.

Das gleiche Prüfverfahren wurde dazu verwendet, eine mögliche zeitliche Änderung im Bezug auf die Stresshormonausschüttung beider Individuen festzustellen und mögliche Einflüsse des Weibchens auf die Testosteronsekretion beim Männchen zu untersuchen.

3.5 Methodendiskussion

Zunächst sind die Beobachtungsmethoden kritisch zu betrachten. Die Datenerhebung im Rahmen ethologischer Beobachtungen ist stets mit einem großen Fehlerpotential behaftet. Besonders während des *continuous recording* war es äußerst schwierig, zwei Individuen gleichzeitig zu beobachten, alle Verhaltensweisen individuell in ihrer Häufigkeit bzw. ihrer Dauer zu erfassen und zu protokollieren. Zu Beginn der Untersuchung wurden die Tiere bei Aufenthalt im Kontaktradius mit einer Digitalkamera aufgenommen und das Videomaterial

anschließend ausgewertet. Mit zunehmender Praxiserfahrung konnte nach einiger Zeit auf das Filmmaterial verzichtet werden.

Beobachtungsdaten sind generell stets in gewissem Maße vom subjektiven Eindruck des Betrachters geprägt. Die einzelnen Verhaltensweisen der Orang-Utans wurden zwar vorab in einem Arbeitsethogramm klar definiert und die Autorin war durch bereits im Vorfeld durchgeführte mehrwöchige Beobachtungen des Männchens Buschi im Erkennen dieser geübt, es ist jedoch trotz alledem nicht möglich, Fehler in der Interpretation des Verhaltens auszuschließen. Auch bei der Zeitmessung kann nicht von fehlerfreien Daten ausgegangen werden. Eine Minimierung dieser Fehlerquellen wäre lediglich durch das ständige Filmen der Tiere mit Kameras möglich gewesen, da Videomaterial mehrfach gesichtet werden kann während beim direkten Beobachten Unklarheiten schnell zu Datenverlust führen.

Während der Beobachtungszeiten sollte durch die Anwesenheit der Versuchsleiterin möglichst wenig störender Einfluss auf die Tiere genommen werden. Allerdings konnte die zweigeteilte Innenanlage nicht von einem Standort vollständig überblickt werden, so dass es unumgänglich war, hin und wieder die Beobachtungsposition leicht zu variieren, um erheblichen Datenverlust zu vermeiden. Die Bewegung innerhalb des Besucherraumes geschah so leise und unauffällig wie möglich und wurde meist von den Fokustieren nicht weiter beachtet.

Aus organisatorischen Gründen war es nicht möglich, die Beobachtungen stets unter gleich bleibenden Bedingungen durchzuführen. Während der ersten Tage nach der Vergesellschaftung der Tiere verbrachten diese zunächst nur einen gewissen Zeitraum des Tages zusammen und wurden dann wieder getrennt. So ergaben sich zum Teil Beobachtungsphasen, die nicht den angestrebten 3 Stunden entsprachen oder zu einer anderen Tageszeit stattfinden mussten (vgl. Anhang III). Erst nach einiger Zeit konnte die Datenaufnahme regelmäßig zwischen 10:00 und 13:00 Uhr stattfinden. Für die Auswertung und Ergebnisdarstellung wurden Verhaltensdaten aus Beobachtungsphasen von mehr oder weniger als 3 Stunden mit einem entsprechenden Faktor multipliziert, um diese anzugleichen.

Die Orang-Utans konnten außerdem nicht stets unter den gleichen Umweltbedingungen beobachtet werden und es bestanden zum Teil sehr verschiedene Gehegenutzungs-möglichkeiten (gesamtes Innengehege, nur kleines Innengehege, nur großes Innengehege, Außengehege, kleines Innengehege und Außengehege). Aufgrund der Tatsache, dass Astrid in Antwerpen keine Außengehege zur Verfügung gestanden hatte, durfte sie zunächst nicht nach draußen, um das Infektionsrisiko zu minimieren. Demnach fanden während dieser Zeit die Beobachtungen ausschließlich im Innengehege statt. Um diese säubern zu können, wurde

zeitweise die Durchlassschleuse von den Pflegern geschlossen und die Tiere zusammen in eines der Gehegeteile gesperrt. Besonders im kleineren Teil war es diesen kaum möglich, einen großen Abstand voneinander einzunehmen, was die Partnerdistanz-Daten beeinflusst haben könnte. Im Rahmen der Datenauswertung wurde auf eine Unterscheidung zwischen den einzelnen Haltungsbedingungen verzichtet, da die jeweilige Beobachtungsdauer sehr unterschiedlich war. In weiterführenden Untersuchungen sollten nach Möglichkeit diesbezüglich gleich bleibende Bedingungen geschaffen werden, um Einflüsse der Gehegeumgebung auf das Verhalten zu verhindern und vergleichbare Daten zu gewinnen.

Das Sammeln von Kotproben im Rahmen der endokrinologischen Untersuchungen war zum Teil ebenfalls nicht in der gewünschten Weise durchführbar. Über Nacht abgesetzter Kot war beispielsweise häufig nicht zweifelsfrei einem Tier zuzuordnen, so dass auf solche Proben verzichtet werden musste. Teilweise wurden Proben im Außengehege abgesetzt, die nicht unmittelbar gesammelt werden konnten und witterungsbedingt auch zu einem späteren Zeitpunkt, wenn die Tiere zur Abendfütterung wieder drinnen waren, unbrauchbar gewesen wären. Dies führte dazu, dass hin und wieder mehrere Tage zwischen zwei Kotproben eines Tieres lagen und eventuelle hormonelle Veränderungen nicht erfasst werden konnten.

Probleme ergaben sich auch daraus, dass bislang keine Publikationen zur Messung fäkaler Androgen-Metabolite bei Orang-Utans verfügbar sind. Die Ergebnisse konnten demnach nicht eindeutig interpretiert und bewertet werden.

Ergebnisse

Der nachstehende Ergebnisteil ist in zwei Hauptabschnitte gegliedert. In Teil 4.1 werden die Ergebnisse der nach den unter 3.3 vorgestellten Methoden durchgeführten ethologischen Beobachtungen präsentiert. Eine Darstellung der Resultate der unter 3.4 beschriebenen Hormonquantifizierung findet in Teilabschnitt 4.2 statt.

4.1 Ethologische Beobachtungen

Wie bereits in Abschnitt 3.3 beschrieben, wurden die Verhaltensdaten im Rahmen des *continuous recording* zum Teil in ihrer Häufigkeit, teilweise jedoch auch in ihrer Dauer erfasst. Die in Tabelle 2 aufgelisteten Kategorien des Sozialverhaltens enthalten meist Verhaltensweisen beider Arten. Eine gemeinsame Auswertung solcher Daten war somit nicht möglich. Die Durchführung statistischer Prüfverfahren sowie die graphische Darstellung der Ergebnisse erfolgten daher gegebenenfalls getrennt für Verhaltensereignisse und länger andauernde Verhaltensweisen.

4.1.1 Kontaktaufnahme

In Abbildung 8 ist die Häufigkeit der Kontaktaufnahmeereignisse der beiden Orang-Utans für den Zeitraum der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung als Boxplot-Graphik dargestellt. Dabei wurden für jedes Fokustier die Verhaltensweisen „sich nähern“, „Partner ansehen“ und „Decke hochheben“ zur Kategorie „Kontaktaufnahmeereignisse“ zusammengefasst und die absoluten Häufigkeiten pro Beobachtungsstunde jedes einzelnen Tages im betreffenden Zeitraum ermittelt. Aus diesen Daten wurde daraufhin pro Beobachtungstag ein Tagesmedian gebildet.

Für die graphische Darstellung in Form von Boxplots wurden die Tagesmediane jedes Datensatzes wiederum zu einem Median (+ 75/25% Quartile (Box), 90/10% Perzentile (whisker) und Ausreißer) zusammengefasst.

Es ist zu erkennen, dass die Kontaktaufnahme insgesamt häufiger von Astrid ausging. Dieser Unterschied erwies sich nach statistischer Prüfung als signifikant (SsS 1.0, Randomisierungstest für unabhängige Stichproben, $p = 0,000400$).

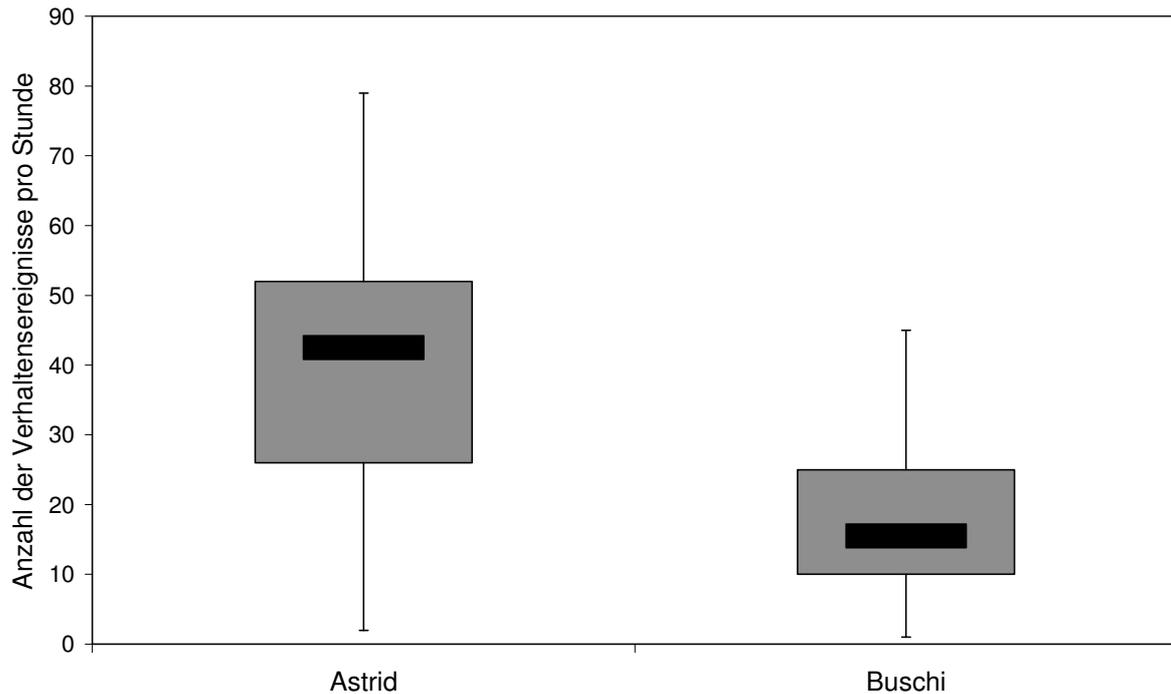


Abb. 8: Anzahl der Kontaktaufnahmeereignisse pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker)

Im Rahmen des *continuous recording* wurden neben Kontaktaufnahmeereignissen auch länger andauernde Verhaltensweisen (> 2 s) zeitlich erfasst, die der Kategorie „Kontaktaufnahme“ zuzuordnen waren. Dabei handelte es sich im Einzelnen um die Verhaltensweisen „Partner beobachten“ und „folgen“. Analog zu der oben beschriebenen Vorgehensweise wurden für die Dauer der Kontaktaufnahme jedes Orang-Utans im Zeitraum der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung Tagesmediane ermittelt und die Datensätze beider Tiere untereinander verglichen. Die entsprechenden Boxplots in Abbildung 9 verdeutlichen erneut, dass die Kontaktaufnahme während des betrachteten Zeitraumes hauptsächlich durch Astrid geschah. Die zweifaktorielle Rangvarianzanalyse lieferte einen hoch signifikanten p-Wert, so dass eindeutige Unterschiede zwischen den Stichproben belegt werden konnten (SsS 1.1, Randomisierungstest für unabhängige Stichproben, $p < 0,000005$).

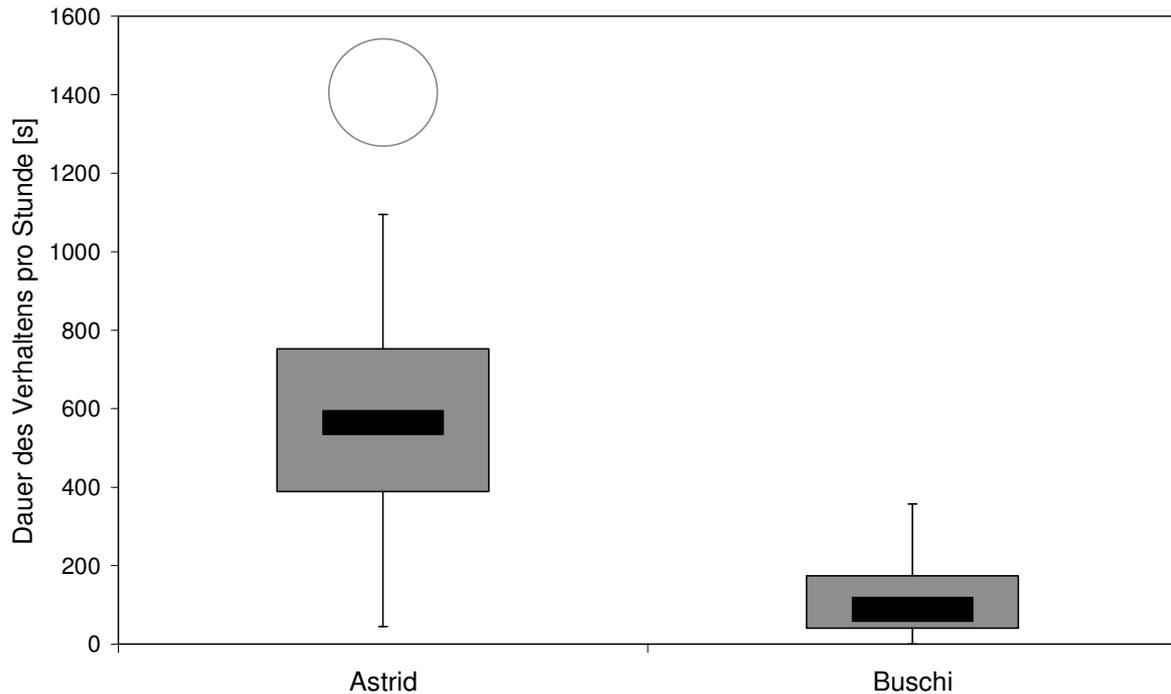


Abb. 9: Dauer des Kontaktaufnahmeverhaltens pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer

4.1.2 Kontaktabbruch

Mit dem Ziel, bessere Aussagen darüber treffen zu können, welcher der beiden Orang-Utans mehr Interesse an Kontakt mit dem Partner und damit der Beziehungsbildung zeigt, sollte zusätzlich zum Kontaktaufnahmeverhalten auch das Kontaktabbruchverhalten hinsichtlich individueller Unterschiede zwischen den Tieren überprüft werden.

Dafür wurden analog zu der unter 4.1.1 beschriebenen Vorgehensweise für den Zeitraum der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung der Tiere die Tagesmediane der zur Kategorie „Kontaktabbruch“ zusammengefassten Verhaltensereignisse „sich abwenden“, „sich zudecken“ und „Kontaktradius verlassen“ ermittelt und in Form von Boxplots in Abbildung 10 dargestellt.

Bei Betrachtung der Graphik wird deutlich, dass die mittlere Häufigkeit für das Kontaktabbruchverhalten bei Buschi höher liegt als bei Astrid. Der sichtbare Unterschied zwischen den Datensätzen erwies sich auch bei statistischer Überprüfung als signifikant (SsS 1.1, Randomisierungstest für unabhängige Stichproben, $p = 0,002200$). Der Kontaktabbruch ging demnach signifikant häufiger vom Männchen aus.

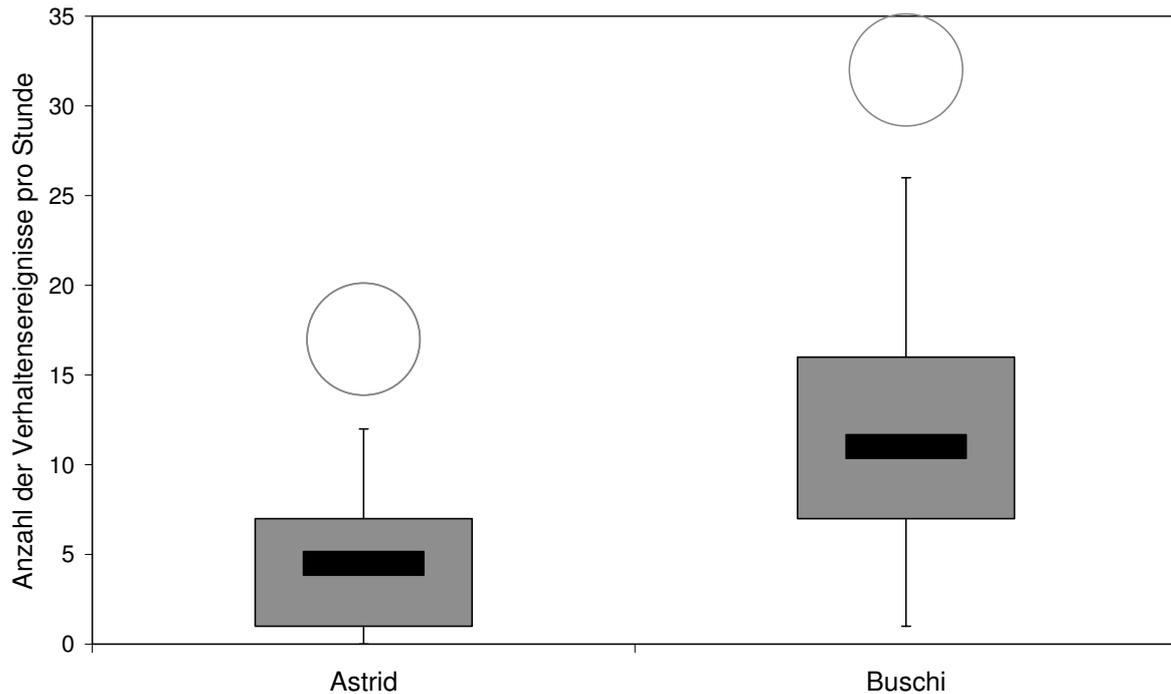


Abb. 10: Anzahl der Kontaktabbruchereignisse pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer

Auch die Auswertung der aufgenommenen Verhaltensweisen mit messbarer Dauer, bei denen es sich im Einzelnen um „zugedeckt liegen“ und „sich zurückziehen“ handelt, bestätigte, dass der Kontaktabbruch hauptsächlich durch Buschi geschah (vgl. Abb. 11). Beide Verhaltensweisen konnten fast ausschließlich bei ihm beobachtet werden. Lediglich an zwei der berücksichtigten Beobachtungstage zeigte das Weibchen Astrid dieses Verhalten. Statistisch konnte ein hoch signifikanter Unterschied belegt werden (SsS 1.1, Randomisierungstest für unabhängige Stichproben, $p < 0,000005$).

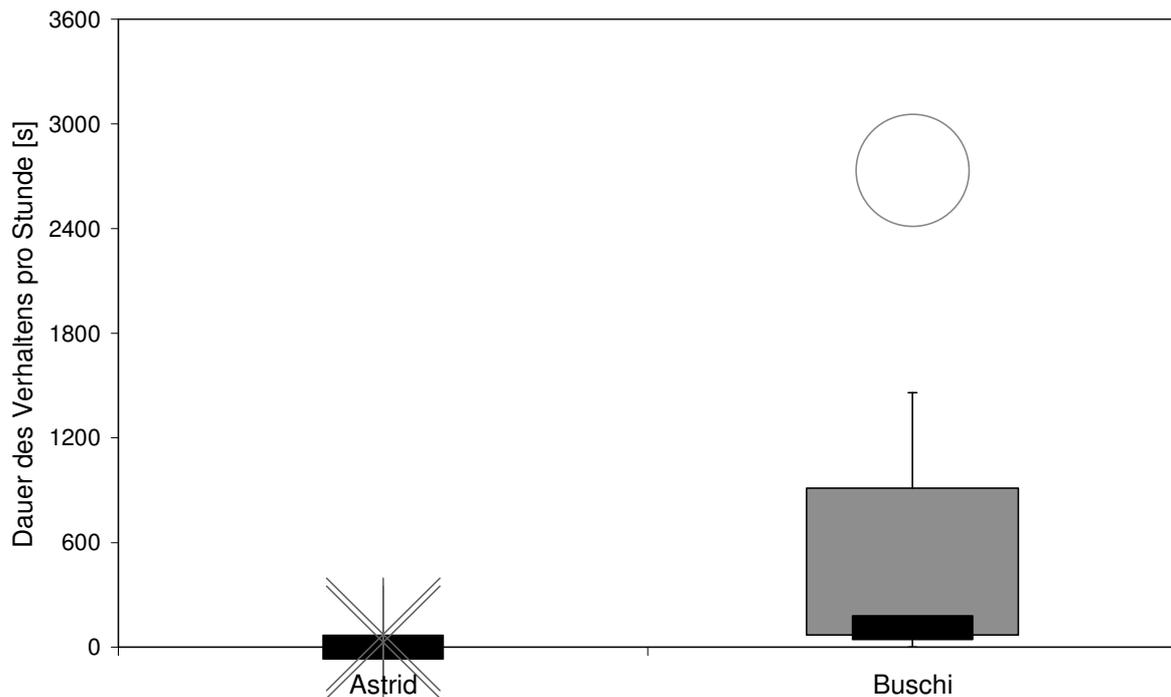


Abb. 11: Dauer des Kontaktabbruchverhaltens pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer, Stern = Extremwerte

4.1.3 Aktivitätsunterschiede

Um zu überprüfen, ob sich während der ersten vier Wochen der Eingewöhnungsphase Aktivitätsunterschiede zwischen beiden Tieren feststellen lassen, wurden die im Rahmen des *scan-sampling* aufgenommenen Verhaltensweisen „quadrupedales Laufen“, „bipedales Laufen“, „klettern“, „schwinghängeln“ und „stützhängeln“ der übergeordneten Kategorie „Lokomotion“ zugewiesen.

Für jeden Tag des besagten Zeitraumes wurde anschließend der Median für die Häufigkeit lokomotorischer Ereignisse ermittelt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 12 in Form von Boxplots dargestellt und lassen zunächst erkennen, dass bei beiden Tieren generell die mittlere Anzahl aufgenommener Scan-Daten aus der Kategorie „Lokomotion“ sehr gering ist. Der optische Eindruck der Graphik, dass die Stichproben sich unterscheiden und Astrid aktiver war als Buschi, konnte statistisch belegt werden (SPSS 16.0, Mann-Whitney-U-Test, $p = 0,017$). Demnach bestanden während der ersten Eingewöhnungsphase nach der Zusammenführung zwischen den Tieren signifikante Unterschiede bezüglich ihrer lokomotorischen Aktivität.

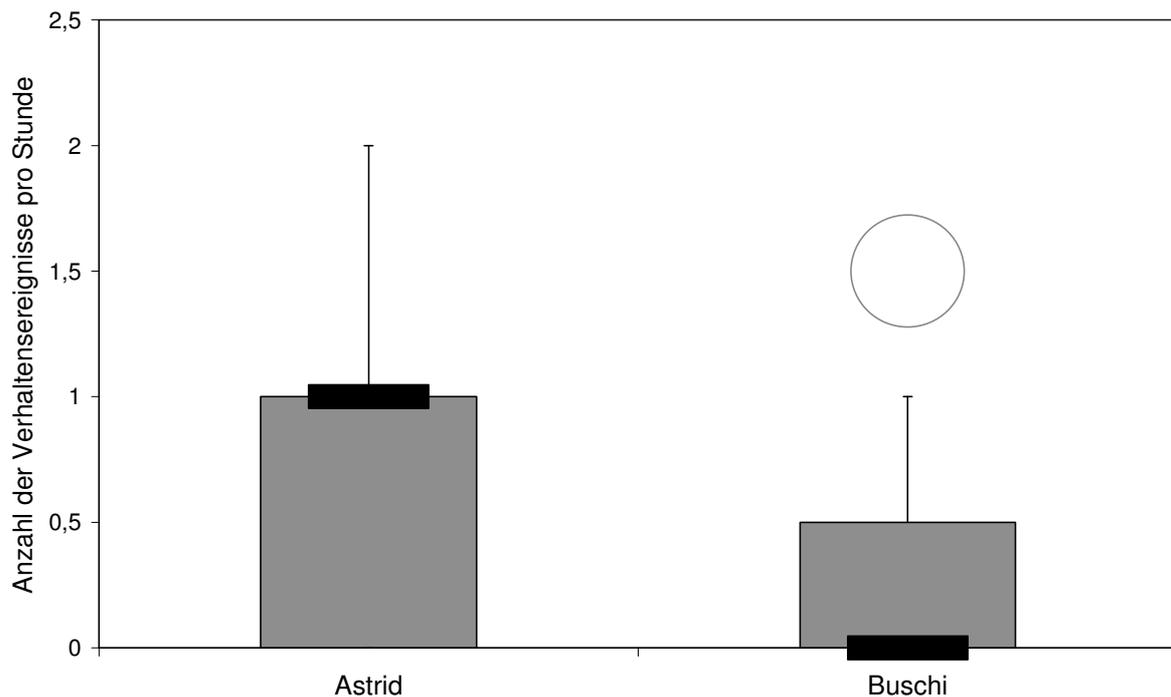


Abb. 12: Anzahl lokomotorischer Verhaltensweisen pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer

Des Weiteren fand eine Auswertung der aufgenommenen Scan-Daten aus der Kategorie „Stationäres Verhalten“ statt. Dazu zählen „liegen“, „stehen“, „sitzen“, „hängen“ und „Mundbewegungen“.

Ein Vergleich der Tagesmediane der Anzahl stationärer Verhaltensweisen pro Stunde fand sowohl für die ersten als auch für die letzten vier Beobachtungswochen statt. Dabei sollten individuelle Unterschiede zwischen den Fokustieren während dieser Zeiträume festgestellt werden. Die Abbildungen 13 und 14 zeigen die entsprechenden Boxplots.

In beiden untersuchten Phasen der Eingewöhnung zeigte sich Buschi häufiger inaktiv als das Weibchen Astrid. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Stichproben konnte jedoch nur für die letzten vier Wochen des Beobachtungszeitraums festgestellt werden (SPSS 16.0, Mann-Whitney-U-Test, $p = 0,003$). Während der ersten Phase der Zusammengewöhnung unterschieden sich die Tiere bezüglich des stationären Verhaltens nicht ($p = 0,743$).

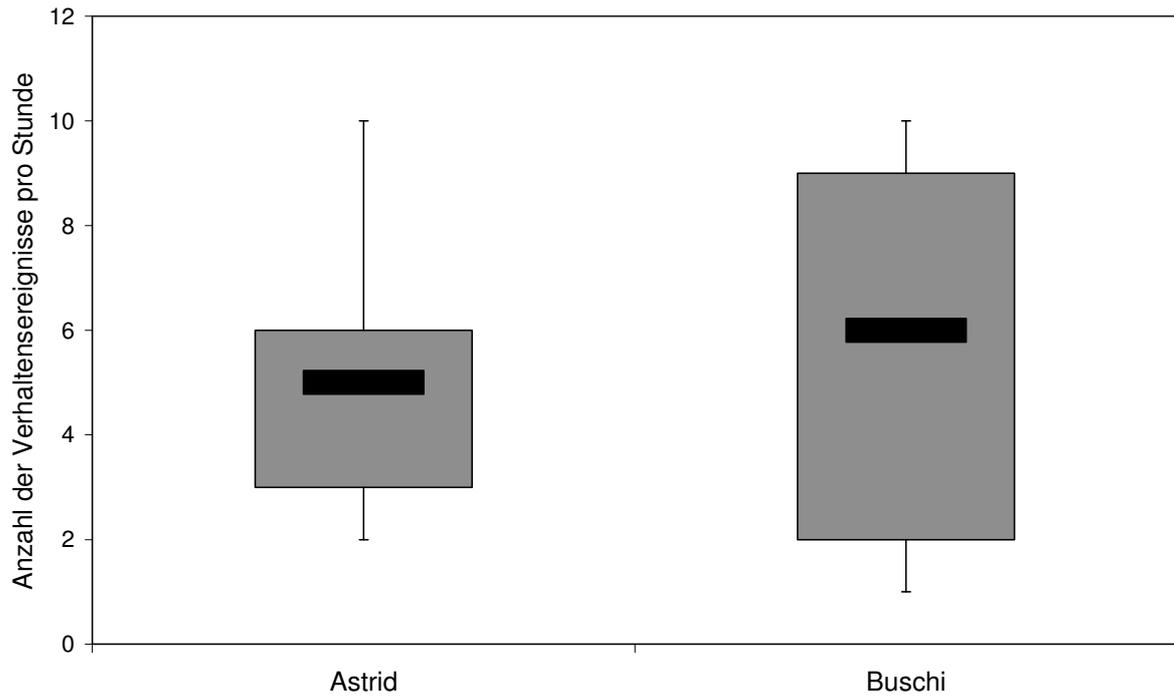


Abb. 13: Anzahl stationärer Verhaltensweisen pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker)

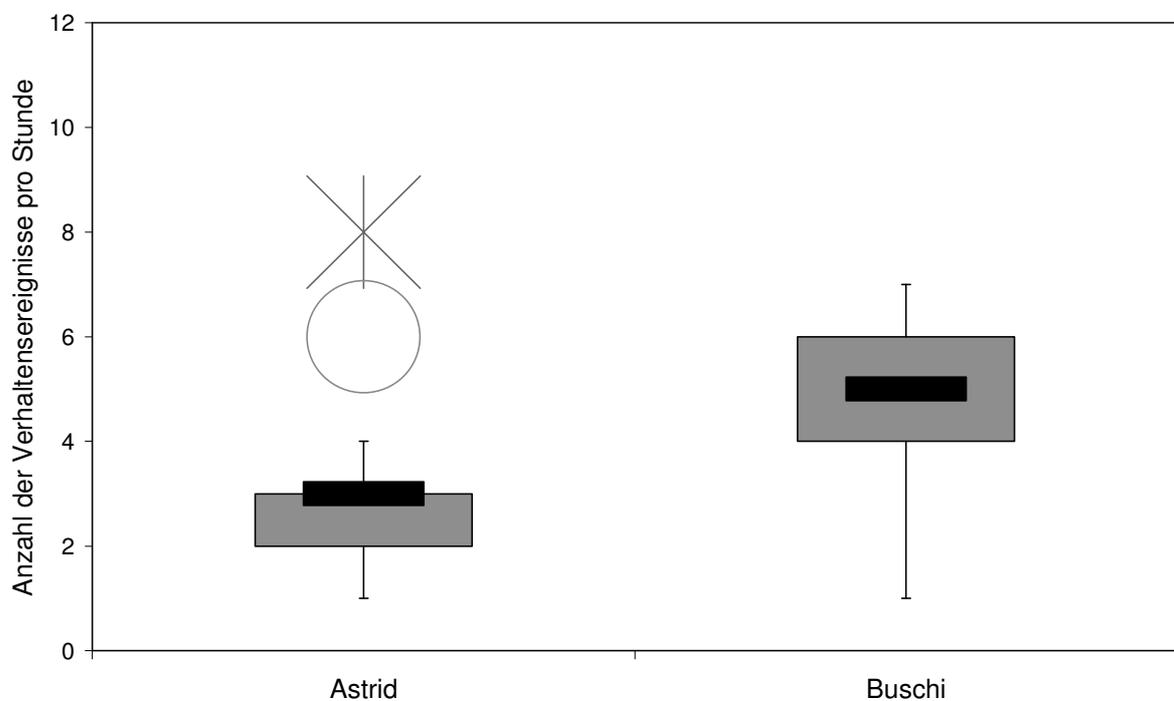


Abb. 14: Anzahl stationärer Verhaltensweisen pro Stunde während der letzten vier Wochen des Beobachtungszeitraums; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer, Stern = Extremwerte

4.1.4 Dominanzverhältnis innerhalb der Dyade

Das Dominanzverhältnis innerhalb der Dyade, bzw. der Status beider Tiere, sollte anhand verschiedener Verhaltensparameter beurteilt werden.

Da die Verhaltensweisen „**Platzverdrängung**“ und „**Nahrung fordern**“ ausschließlich bei Buschi beobachtet werden konnten, wurden diese näher untersucht. Von Interesse war dabei, in wie vielen Fällen das Männchen sich gegen das Weibchen durchsetzen konnte und damit seinen höheren Status demonstrierte. Um den Status eines Partners dem anderen gegenüber als „klar dominant“ einstufen zu können, wurde eine Erfolgsrate von mindestens 90% festgesetzt.

In Abbildung 15 ist dargestellt, wie hoch der prozentuale Anteil der Situationen ist, in denen sich das Männchen Buschi bei seiner Partnerin im Bezug auf die beiden untersuchten Verhaltenweisen während des gesamten Beobachtungszeitraums durchsetzen konnte. Es zeigt sich, dass hinsichtlich der Platzverdrängungen seine Erfolgsrate bei 100% lag. Astrid gab also in jeder der insgesamt 148 beobachteten Situationen freiwillig ihren Aufenthaltsort auf und wich zurück, so dass Buschi diesen Platz einnehmen konnte.

Ein abweichendes Ergebnis zeigte sich bei der Auswertung des zweiten Verhaltensparameters. Das Männchen forderte seine Partnerin insgesamt 36 Mal dazu auf, ihm Nahrung zu reichen. Astrid kam der Forderung jedoch nur in 27 Fällen nach. Das bedeutet, dass Buschi sich lediglich in 75% der Situationen durchsetzen konnte, was seinen Status in dieser Hinsicht nicht eindeutig als „dominant“ charakterisiert.

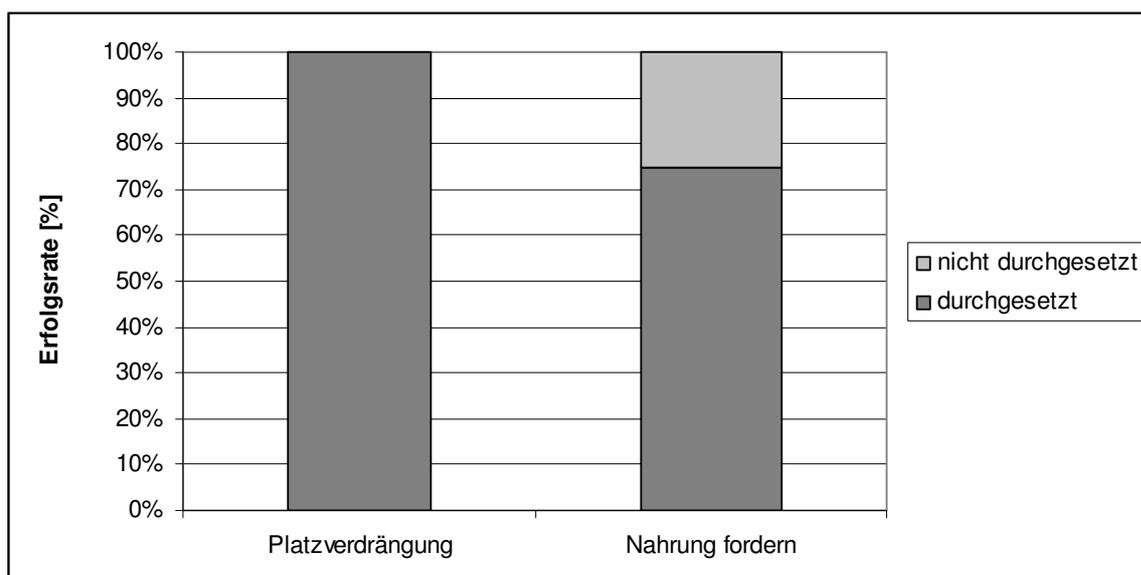


Abb. 15: Erfolgsrate des Männchens Buschi bezüglich der Verhaltensweisen „Platzverdrängung“ (n = 148, 100% = 148) und „Nahrung fordern“ (n = 36, 100% = 36)

Nach JANTSCHKE (1972) schenken rangniedere Tiere Ranghöheren sehr viel mehr Aufmerksamkeit als dies umgekehrt der Fall ist. Aus diesem Grund wurde das Verhalten „**Beobachten des Partners**“ ebenfalls zur Beurteilung der Dyaden herangezogen, wobei für jeden Tag des Untersuchungszeitraums die Gesamtdauer des Verhaltens beider Tiere ermittelt wurde. Aufgrund von Fehlern während der Aufnahme der Verhaltensdaten im Rahmen des *continuous recording* war es leider nicht möglich für die Auswertung Tagesmediane zu ermitteln, da die Protokolle nicht wie die *scan*-Protokolle klar in Stunden eingeteilt werden konnten. Wenn sich die Tiere z.B. am Ende der ersten von drei Beobachtungsphasen á 60 min eines Tages im Kontaktradius aufhielten und somit das Verhalten beider Tiere gleichzeitig aufgenommen und zum Teil gestoppt werden musste, wurde aus organisatorischen Gründen über das Ende der Stunde weiter beobachtet anstatt die Uhr anzuhalten und neu zu beginnen, um Datenverlust zu vermeiden. Dies muss deshalb angemerkt werden, weil die Datensätze aufgrund fehlender Alternativen mit einem parametrischen Testverfahren auf Mittelwertsunterschiede hin überprüft wurden, obwohl die Voraussetzung der Normalverteilung der Daten nicht erfüllt war (SsS 1.1, D'Agostino-Pearson K^2 -Test, Signifikanzniveau: 0,1, $p_{\text{Astrid}} = 0,012408$, $p_{\text{Buschi}} < 0,000005$).

Der Vergleich zwischen den Datensätzen ist in Abbildung 16 in Form von Boxplots dargestellt. Die Graphik zeigt deutlich, dass die mittlere Beobachtungsdauer bei Astrid sehr viel höher liegt als bei Buschi. Der Randomisierungstest für unabhängige Stichproben lieferte zudem ein hoch signifikantes Ergebnis (SsS 1.1, $p < 0,000005$). Das Weibchen beobachtete das Männchen also signifikant länger als umgekehrt.

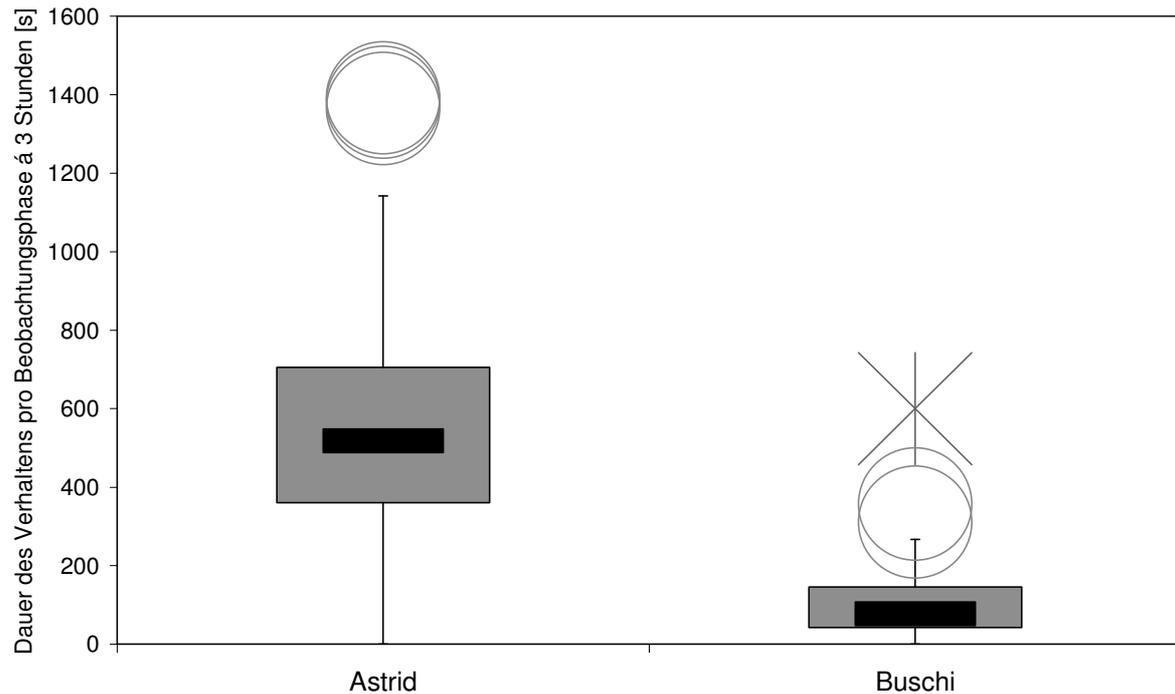


Abb. 16: Gesamtdauer der Verhaltensweise „Partner beobachten“ pro Beobachtungsphase á 3 Stunden während des gesamten Beobachtungszeitraums; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer, Stern = Extremwerte

Als letzter Parameter wurde „**Soziales Grooming**“ bzw. das Verhältnis von „groomen“ und „gegroomt werden“ zwischen den Partnern zur Klassifizierung des Dominanzverhältnisses innerhalb der Dyade herangezogen. JANTSCHKE (1972) betont nämlich, dass bei der Ausführung dieses Verhaltens der Aktor einen niedrigeren Status im Vergleich zum Empfänger habe.

Bei der Auswertung dieser Daten wurde auf eine graphische Darstellung verzichtet, da sich eine eindeutige Verteilung zeigte und alle Aktivitäten dieser Art ausnahmslos von Astrid ausgeführt wurden. Buschi groomte kein einziges Mal seine Partnerin, umgekehrt wurde Astrid insgesamt 63,5 min dabei beobachtet, wie sie mit Fingern und Lippen das Fell des Männchens nach Schmutz- und Hautpartikeln untersuchte und diese entfernte. Davon entfielen etwa 26 min auf den 16.07., an dem soziales Grooming zum ersten Mal während der Beobachtungszeit auftrat. Insgesamt konnte diese Verhaltensweise an 13 der 84 Tage aufgenommen werden.

4.1.5 Partnerdistanz

Bei der Darstellung der prozentualen Anteile der einzelnen Entfernungskategorien in Abbildung 17 wurde zunächst auf die deskriptive Statistik zurückgegriffen.

Es zeigt sich, dass die Tiere den überwiegenden Anteil der Beobachtungszeit außerhalb des Kontaktradius verbrachten (Kategorien E und F).

Während des gesamten Beobachtungszeitraumes hielten sich die beiden Orang-Utans bei Weitem am Häufigsten im Abstand von mehr als 4 m zueinander auf. Auf die entsprechende Entfernungskategorie E entfielen 52,29% der insgesamt 3079 protokollierten Scans. Im Bezug auf die Kategorie F muss angemerkt werden, dass es den Tieren während eines Großteils der Beobachtungszeit nicht möglich war, diesen Abstand voneinander einzunehmen, so dass keine klare Aussage darüber möglich ist, ob andernfalls ein größerer prozentualer Anteil dieser Distanz zu erwarten gewesen wäre. Die Nutzung zweier Gehege war nur in der Innenanlage möglich, nicht jedoch bei Aufenthalt der Orang-Utans im Freien. Mit Ausnahme der ersten und letzten Wochen des Beobachtungszeitraumes hielten sich die Tiere nahezu ausschließlich im Außengehege auf.

Es fällt weiterhin auf, dass die Distanz A, d.h. Körperkontakt der Partner bis zu 1 m Entfernung zwischen den Tieren, den zweithöchsten prozentualen Anteil ausmachte, wohingegen die Entfernung zwischen 3 und 4 m mit 4,34% kaum eingenommen wurde. Die beiden Orang-Utans hielten sich folglich im Allgemeinen entweder in sehr geringer oder aber in (zumindest annähernd) größtmöglicher Entfernung zueinander auf, während sie vergleichsweise selten in einer mittleren Distanz innerhalb des Kontaktradius (Kategorien B-D) verweilten.

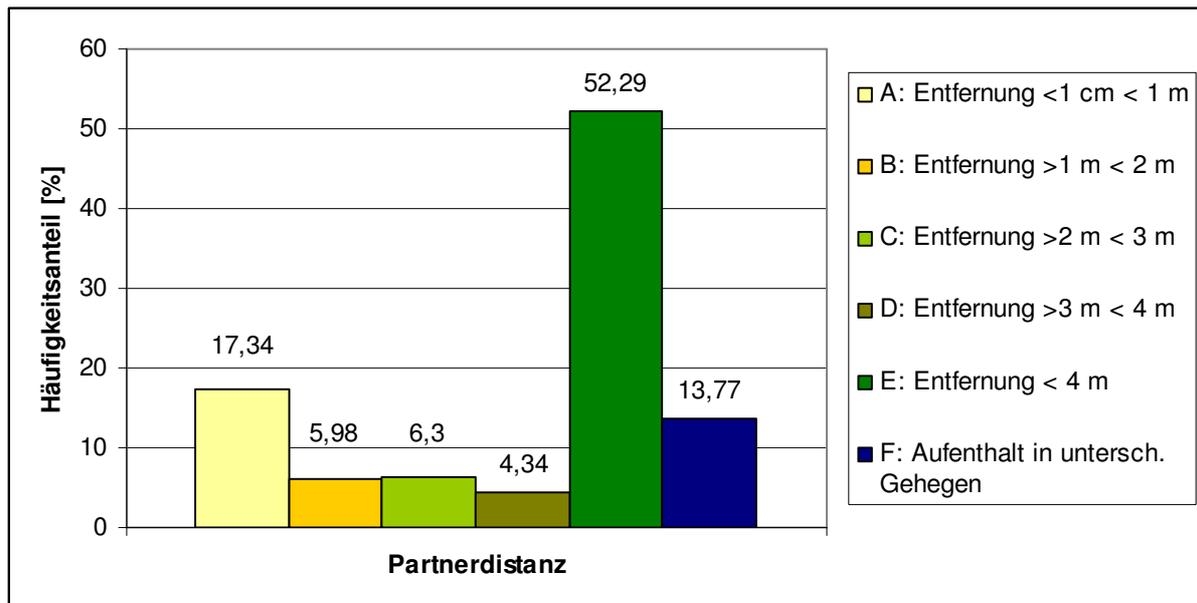


Abb. 17: Prozentualer Anteil der einzelnen Partnerdistanz-Kategorien innerhalb des gesamten Beobachtungszeitraums (n = 3079)

Neben der prozentualen Verteilung der Entfernungskategorien wurde die Frage nach einer möglichen Veränderung im Bezug auf die Partnerdistanz im zeitlichen Verlauf der Eingewöhnungsphase statistisch getestet.

Dazu wurden die Kategorien A-D, welche einem Aufenthalt beider Partner innerhalb des Kontaktradius von 4 m entsprechen, zusammengefasst. Für jeden Beobachtungstag innerhalb der Zeiträume der ersten und der letzten vier Wochen der Beobachtungsdauer wurde daraufhin ein Tagesmedian ermittelt und mit dem Programm SsS 1.1 eine lineare Regression zum Vergleich zweier Paare von unabhängigen (hier: jeweiliger Tag nach Zusammenführung) und abhängigen Variablen (hier: Tagesmedian der Partnerdistanz) durchgeführt. Dadurch konnte überprüft werden, wie die abhängige von der unabhängigen Variablen beeinflusst wird und ob mit Hilfe der unabhängigen Variablen Voraussagen über die Werte der abhängigen getroffen werden können (SsS Benutzerhandbuch). Im Falle einer linearen Abhängigkeit kann die graphische Darstellung der beiden verglichenen Geraden der allgemeinen Form $y = a + b \cdot x$ in einer gemeinsamen Regressionsgerade erfolgen.

Im Rahmen der linearen Regression wurden zunächst die beiden Geraden für die einzelnen Zeiträume errechnet (erste vier Wochen: $y_1 = 1,385128 + 0,227179 \cdot 1$; letzte vier Wochen: $y_2 = -5,760176 + 0,081614 \cdot 2$). Korrelationen zwischen den Variablen lassen sich mit Hilfe des Maßkorrelationskoeffizienten r nach Pearson beschreiben. Ist dieser von Null verschieden, so besteht ein linearer Zusammenhang zwischen den Variablen.

Für die Periode der ersten vier Wochen ergab sich ein Wert von $r = 0,502$. Der positive Wert bedeutet, dass eine Zunahme der unabhängigen Variablen zu einer gleichzeitigen Zunahme der abhängigen führt. Aufgrund des errechneten Maßkorrelationskoeffizienten von $r = 0,231$ trifft dies auch für die letzte Beobachtungsperiode zu. Ein Vergleich der Werte beider Zeiträume zeigte keinen signifikanten Unterschied zwischen diesen (p [zweiseitig] = $0,393092$).

Die x_1 - und y_1 -Werte weisen mit einer zweiseitigen Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,033667$ ($df = 16$) eine Korrelation auf. Das bedeutet, dass der jeweilige Tag seit der Zusammenführung in dieser Periode dazu verwendet werden kann, Voraussagen über die Partnerdistanz zu treffen. Zwischen den x_2 - und y_2 -Werten ist hingegen nicht von einer Korrelation auszugehen (p [zweiseitig] = $0,372980$, $df = 15$).

Der endgültige Vergleich der beiden Regressionsgeraden führte zu dem Ergebnis, dass sich die beiden Steigungen b_1 und b_2 nicht signifikant unterscheiden (p [zweiseitig] = $0,279212$) und die Geraden eine gemeinsame Steigung von $b = 0,152519$ aufweisen. Sie können in einer gemeinsamen Regressionsgerade abgebildet werden. Zur graphischen Darstellung selbiger wurde auf das Programm SPSS 16.0 zurückgegriffen. Die resultierende Regressionsgerade ist aus Abbildung 18 ersichtlich.

Mit Hilfe des Testverfahrens konnte statistisch belegt werden, dass es in beiden Perioden einen gemeinsamen Trend gibt und eine zeitliche Änderung bezüglich der Partnerdistanz vorliegt. Da die Geraden eine Korrelation aufweisen, steht zudem fest, dass alle zu erwartenden Änderungen erfasst wurden und somit die Dauer des Beobachtungszeitraums der Studie in ihrer Länge ausreichend gewählt wurde.

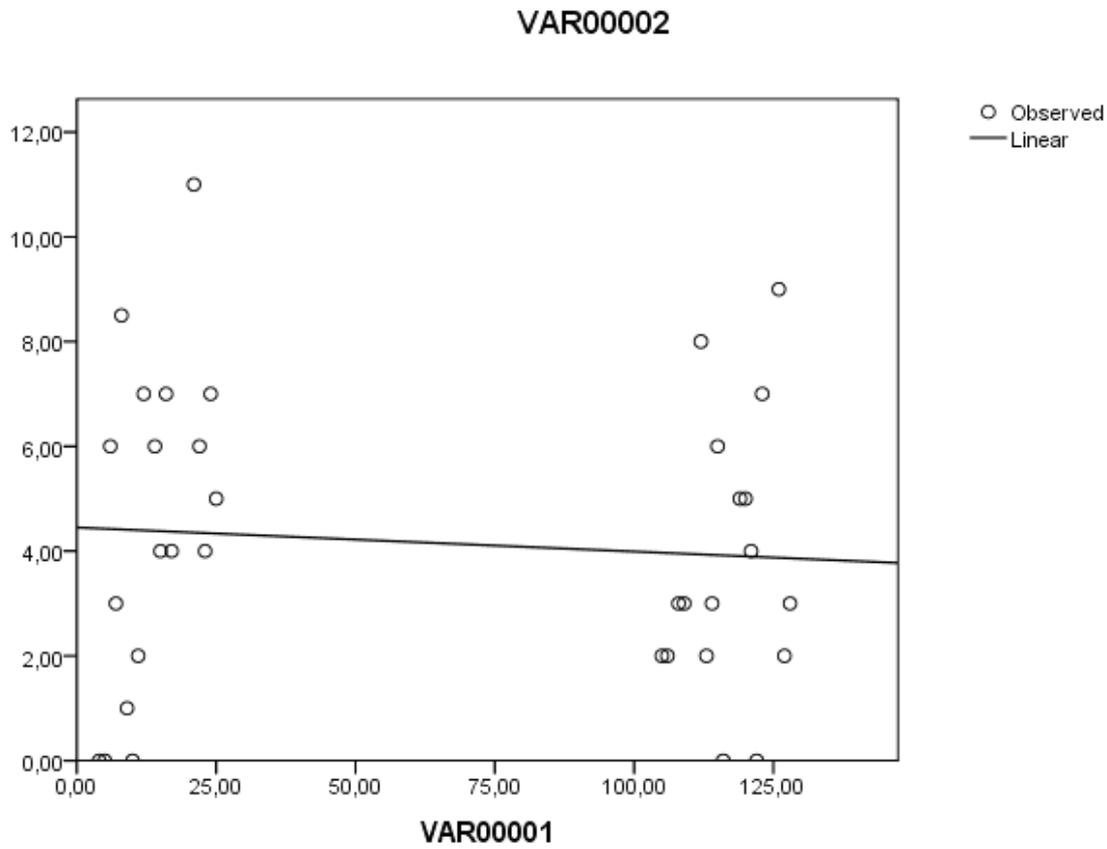


Abb. 18: Regressionsgerade zur zeitlichen Änderung der Partnerdistanz; VAR00001 (Abszisse): Tage nach Zusammenführung der Tiere, VAR00002 (Ordinate): Tagesmedian der Aufenthaltshäufigkeit innerhalb des Kontaktradius

4.2 Endokrinologische Untersuchungen

4.2.1 Quantifizierung von Glucocorticoid-Metaboliten

In Abbildung 19 ist das Profil fäkaler Glucocorticoid-Metabolite beider Tiere im Verlauf des 19-wöchigen Untersuchungszeitraums präsentiert. Bei der Darstellung ist zu beachten, dass die jeweiligen Messwerte stets den Hormonstatus zum Zeitpunkt von 24 Stunden zuvor reflektieren, da für die Darmpassage bei Orang-Utans in etwa diese Zeitspanne veranschlagt wird.

Es fällt auf, dass die Kurven beider Tiere generell einen ähnlichen Verlauf zeigen und ein drastischer Unterschied zwischen ihnen nur während der ersten Phase nach dem Transport des Weibchens besteht. Bereits ein Tag nach diesem Ereignis zeigte sich bei Astrid ein

deutlicher Anstieg in der Konzentration der aus dem Kot quantifizierten Cortisol-Metabolite. Das Maximum von knapp 20500 ng/g Kot wurde schließlich am zweiten Tag erreicht und entspricht dem nahezu 54-fachen des Medians aus den Basiswerten. Aufgrund dieses Extremwertes, musste die Skalierung der Ordinate sehr groß gewählt werden, so dass die Kurve des Männchens, dessen Hormonprofil keine derart hohen Ausschläge aufweist, in seinem Verlauf während der ersten Phase nach Astrids Ankunft nicht besonders gut zu erkennen ist. Daher wurden in Graphik B die Werte der beiden Orang-Utans noch einmal mit getrennten Skalierungen aufgetragen.

Die anfänglich drastisch erhöhte Cortisol-Metabolit-Konzentration des Weibchens war bis zum Zeitpunkt der Zusammenführung mit dem Männchen wieder stark abgesunken. Diese fand am vierten Tag nach Astrids Ankunft statt und bewirkte bei beiden Partnern eine vermehrte Ausschüttung von Glucocorticoiden. Deren Konzentration nahm zwar innerhalb der ersten vier Wochen wieder ab, blieb jedoch gegenüber den Basiswerten vor dem Transport bzw., im Fall des Männchens, vor der Zusammenführung mit dem Weibchen erhöht. Erst gegen Ende der Beobachtungszeit, ungefähr ab dem neunzigsten Tag, werden bei beiden Tieren wieder Hormonkonzentrationen auf Basiswert-Niveau erreicht. Bezüglich dieser „Ruhewerte“ von durchschnittlich etwa 500 ng/g Kot besteht offensichtlich kein geschlechtstypischer Unterschied zwischen den Orang-Utans.

Erklärungen für einige stärkere Kurvenausschläge, welche aus den Graphiken ersichtlich sind, sollen nach Möglichkeit mit Hilfe der *ad libitum* vermerkten besonderen Vorkommnisse im Verhalten der Tiere oder ungewöhnlichen exogenen Einflüsse gefunden werden. Dies soll jedoch im Diskussionsteil dieser Arbeit erfolgen.

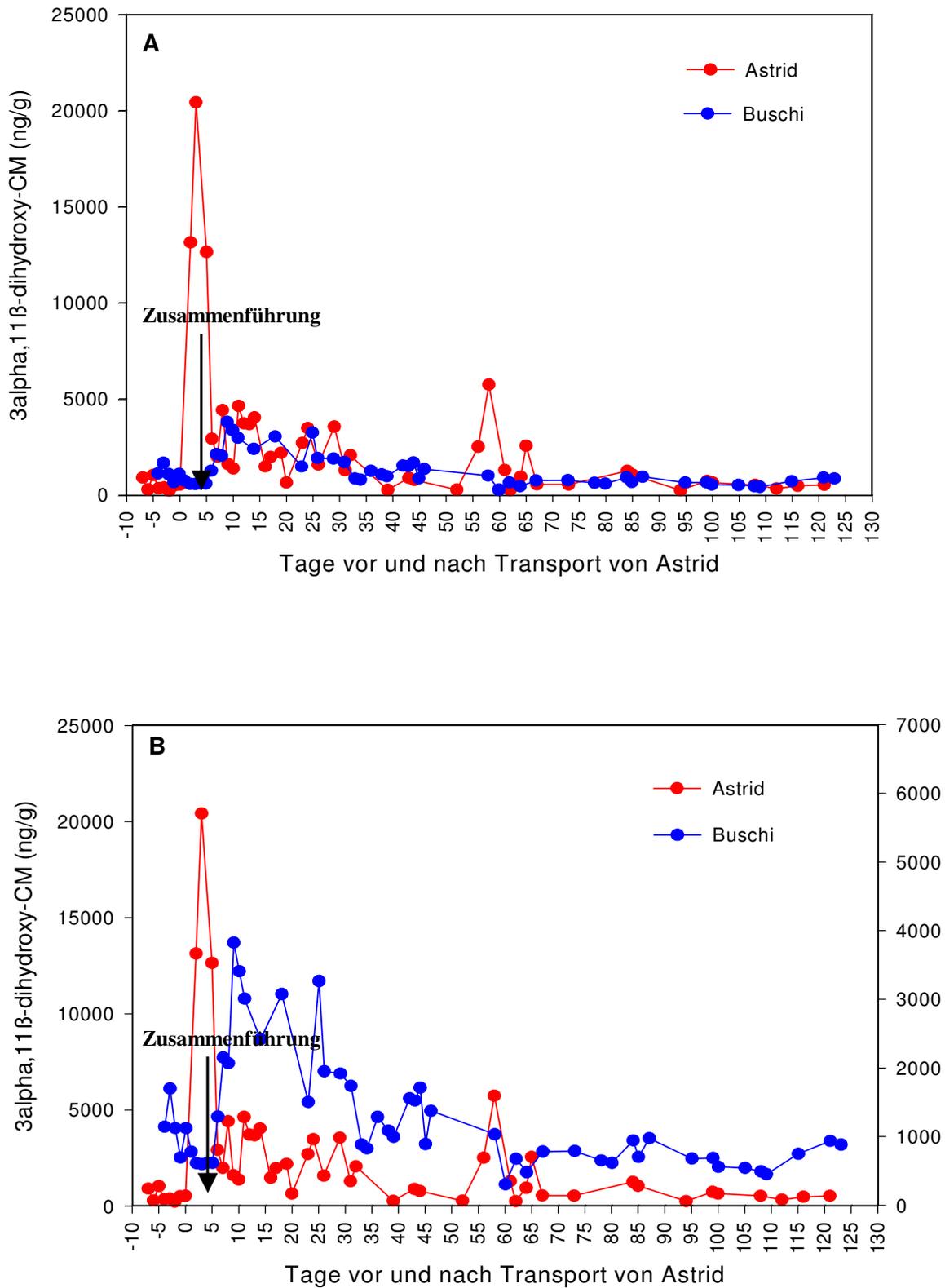


Abb. 19: Fäkales Glucocorticoid-Profil der beiden Orang-Utans Astrid und Buschi vor und nach dem Transport des Weibchens von Antwerpen nach Osnabrück **A** einheitliche Skalierung für beide Kurven **B** linke Ordinate bildet die Skalierung für Astrids, rechte Ordinate für Buschis Kurve; **CM** Cortisol-Metabolite

In Abbildung 20 ist der Vergleich der Konzentration quantifizierter Glucocorticoid-Metabolite des Weibchens Astrid in drei verschiedenen Zeiträumen veranschaulicht. Es handelt sich dabei um die Phase direkt vor dem Transport, in der bezüglich des Cortisoltiters die für das Tier unter gewohnten Bedingungen typischen Basiswerte angenommen werden, sowie um den Zeitraum der ersten zwei Wochen nach der Zusammenführung mit dem Männchen. Letzterer wurde in eine erste und eine zweite Phase aufgeteilt.

Der Anstieg der Stresshormonkonzentration des Weibchens nach der Zusammenführung, welcher auch bei Betrachtung des Hormonprofils in Abbildung 19 bereits auffällt, erwies sich nach einer zweifaktoriellen Rangvarianzanalyse als signifikant (SsS 1.1, Friedman-Test, $p = 0,023920$). Um zu ermitteln, zwischen welchen der drei Perioden signifikante Unterschiede bestehen, erfolgten *post hoc* Paarvergleiche. Es stellte sich heraus, dass die vor dem Transport gemessene Hormonkonzentration sich sowohl von der in Phase 1 als auch von der in Phase 2 nach der Zusammenführung unterscheidet (SsS 1.1, Dunnett's Test, $p' = 0,030961$), wobei der Unterschied zwischen den Basiswerten und der ersten Phase besonders deutlich ist ($p' = 0,003400$). Zwischen den Werten der beiden Zeiträume nach der Vergesellschaftung bestehen keine Unterschiede ($p' = 0,865149$).

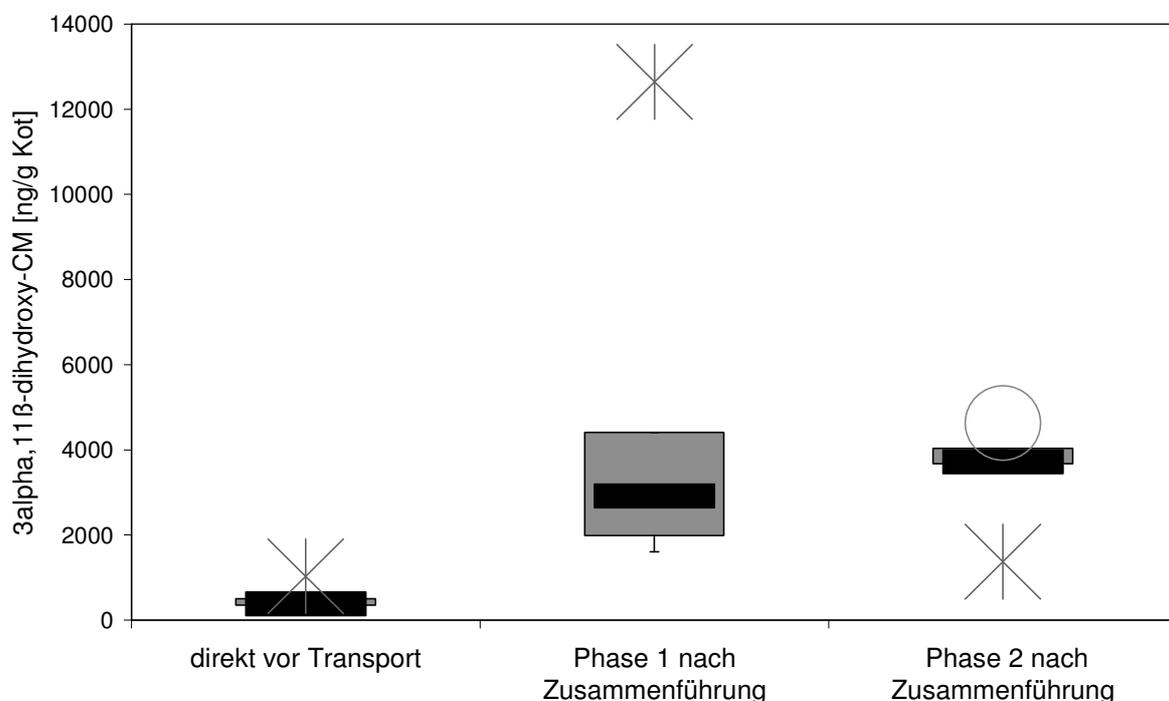


Abb. 20: Stresshormonkonzentration des Weibchens Astrid vor dem Transport und innerhalb zweier aufeinander folgender Phasen unmittelbar nach der Zusammenführung mit dem Männchen; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer, Stern = Extremwerte

Bei Vergleich der in Abbildung 21 graphisch dargestellten Hormonkonzentrationen des Orang-Utans Buschi mit den Werten des Weibchens (vgl. Abb. 20) fällt zunächst auf, dass diese insgesamt deutlich niedriger sind. Eine Ausnahme bilden dabei lediglich die Basiswerte des Männchens vor Astrids Ankunft. Im Zeitraum kurz nach der Zusammenführung der beiden Tiere konnte auch bei Buschi ein Anstieg des Cortisoltiters festgestellt werden. Allerdings zeigte sich bei einem statistischen Vergleich kein signifikanter Unterschied zwischen den Datensätzen (SsS 1.1, Friedman-Test, $p = 0,093364$).

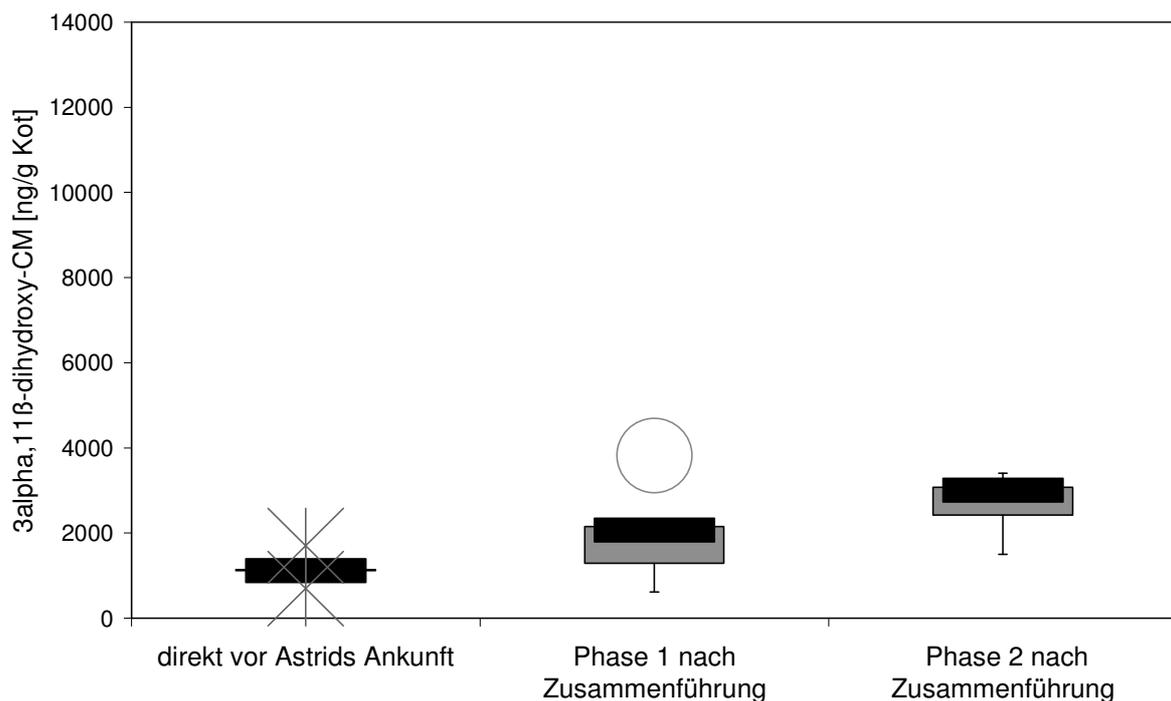


Abb. 21: Stresshormonkonzentration des Männchens Buschi vor der Ankunft von Astrid und innerhalb zweier aufeinander folgender Phasen unmittelbar nach der Zusammenführung mit dieser; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker) Kreis = Ausreißer, Stern = Extremwerte

Graphik 22 zeigt den Vergleich zwischen dem individuellen Anstieg der aus dem Kot quantifizierten Cortisol-Metabolite beider Orang-Utans.

Die dargestellten Werte für die mittlere Hormonkonzentration ergeben sich jeweils aus der Differenz zwischen den Messwerten aus einer Phase von etwa einer Woche direkt nach der Zusammenführung der Tiere und den Basiswerten vor dem Transport bzw. der Ankunft des Weibchens.

Um zu zeigen, ob zwischen den Tieren signifikante Unterschiede bestehen, was den jeweiligen aus der Graphik ersichtlichen Anstieg der Stresshormonausschüttung betrifft,

wurden die Datensätze mittels eines exakten Permutationstests statistisch überprüft. Dieser lieferte jedoch kein signifikantes Ergebnis. Mit einer Irrtumswahrscheinlichkeit von $p = 0,1190476$ (SsS 2.0 gamma, Randomisierungstest für ungepaarte Stichproben) unterscheiden sich die Stichproben nicht in ihren Medianen, so dass bei beiden Tieren durch die veränderten äußeren Umstände aufgrund der Zusammenführung mit einem fremden Artgenossen eine vergleichbare hormonelle Veränderung stattgefunden hat.

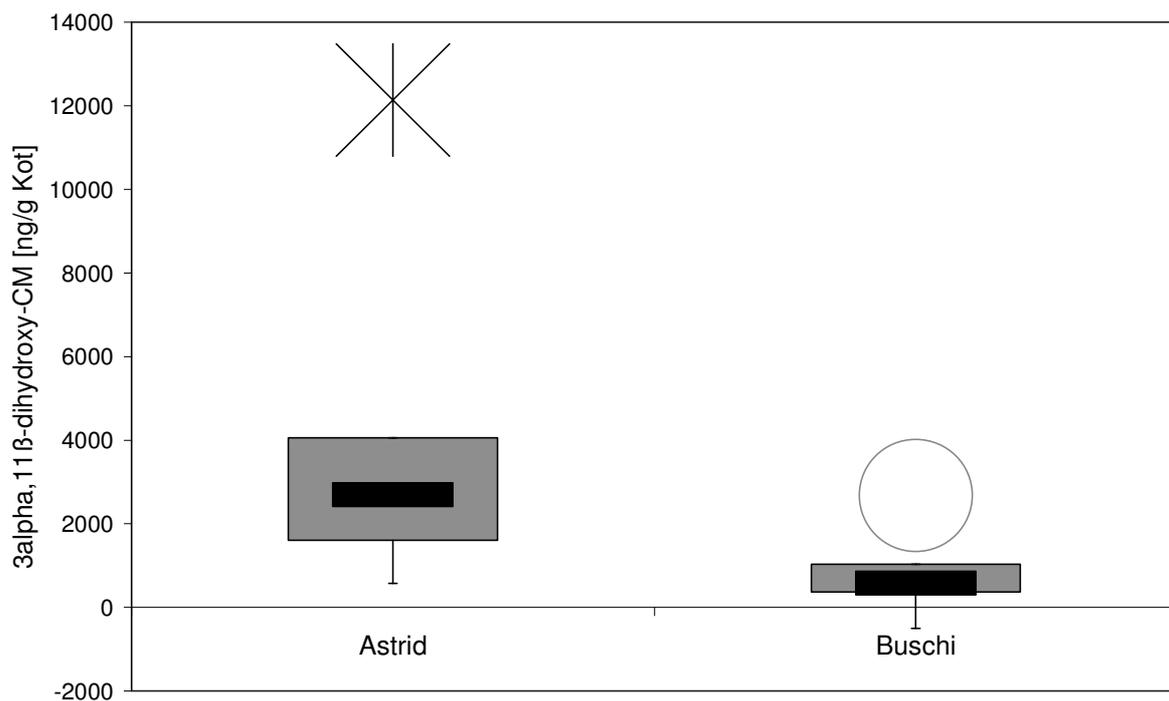


Abb. 22: Individueller Anstieg der Konzentration quantifizierter Cortisol-Metabolite beider Tiere nach deren Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker), Kreis = Ausreißer, Stern = Extremwerte

Die zeitlichen Änderungen hinsichtlich der Stresshormonkonzentration der beiden Orang-Utans im Verlauf der Eingewöhnungsphase sind in den Abbildungen 23 und 24 dargestellt. Verglichen wurden je drei Perioden á vier Wochen, wobei diese recht gleichmäßig über den gesamten Beobachtungszeitraum verteilt gewählt wurden. Aufgrund der Tatsache, dass nicht für jeden Zeitabschnitt eine gleiche Anzahl von Kotproben und daraus resultierenden Messwerten zur Verfügung standen, wurde für jeden Zeitraum eine entsprechende Menge zu berücksichtigender Proben willkürlich ausgewürfelt.

Die graphische Darstellung der Messwerte des Weibchens in Form von Boxplots in Abbildung 23 zeigt einen deutlich erhöhten Cortisoltitert während der ersten vier Wochen nach der Vergesellschaftung mit dem neuen Sozialpartner. In der zweiten Periode, nach einer Eingewöhnungszeit von etwa zwei bis drei Monaten, war der Hormonspiegel bereits klar abgesunken. Dem Aussehen der Graphik nach zu urteilen veränderte sich dieser auch in den letzten vier Wochen der Untersuchung nicht mehr drastisch.

Der Vergleich der Daten mittels Friedman-Test bestätigte signifikante Unterschiede zwischen den Medianen von mindestens zwei der Stichproben (SsS 1.1, $p = 0,004630$). Der *post hoc* durchgeführte Dunnett's Test zeigt, dass sich dabei die Phase der ersten vier Wochen lediglich von der der letzten vier Wochen mit einem Wert von $p' = 0,013060$ unterscheidet.

Bei den übrigen möglichen Paarvergleichen (Stichprobe 1 gegen 2 und Stichprobe 2 gegen 3) ließ sich keine Signifikanz feststellen (jeweils $p' = 0,082888$). Damit konnte statistisch belegt werden, dass es bei Astrid während der Eingewöhnungsphase zu einer zeitlichen Änderung hinsichtlich der Stresshormonausschüttung kam, wobei es sich um eine signifikante Erniedrigung des Cortisoltiters handelte.

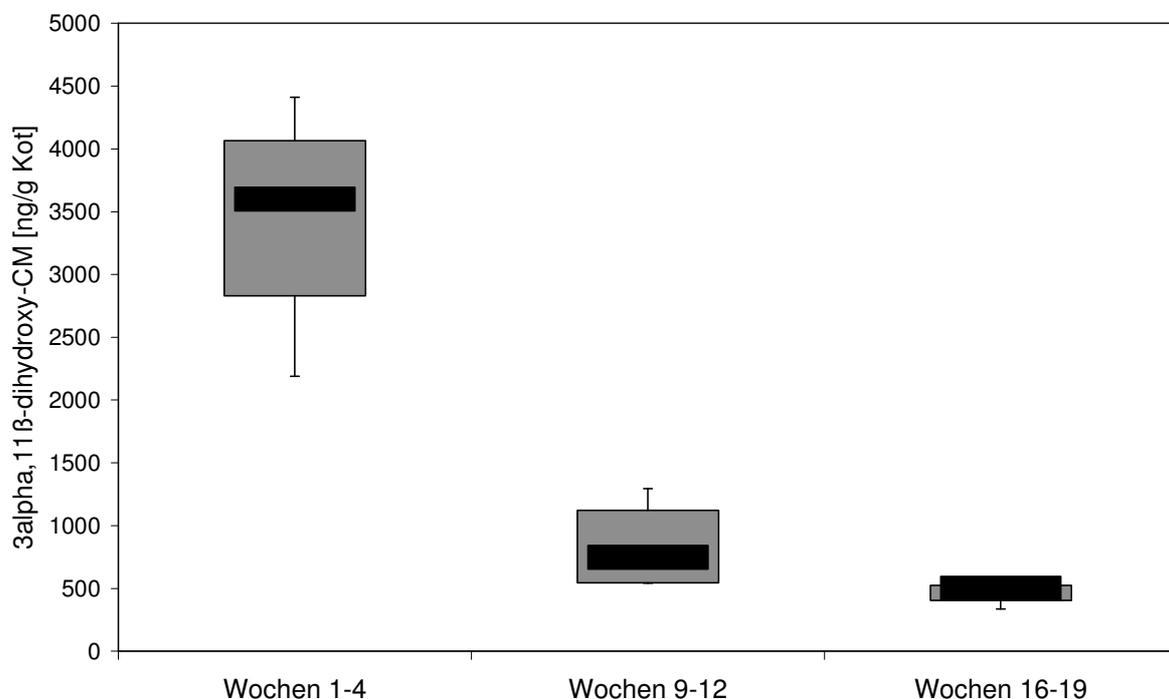


Abb. 23: Konzentration der quantifizierten Cortisol-Metabolite des Weibchens Astrid während dreier verschiedener Zeiträume nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker)

Die Darstellung der Messwerte des Männchens Buschi in Abbildung 24 zeigt eine mit seiner Partnerin vergleichbare zeitliche Veränderung bezüglich der Stresshormonkonzentration. Auch bei ihm sank der anfänglich erhöhte Cortisoltitert im Zeitraum von neun bis zwölf Wochen nach der Vergesellschaftung mit Astrid deutlich ab. Der Friedman-Test bestätigte signifikante Unterschiede (SsS 1.1, $p = 0,041667$). Diese zeigten sich sowohl zwischen den ersten beiden Stichproben (Dunnett's Test, $p' = 0,035939$) als auch zwischen der ersten und letzten Beobachtungsperiode ($p' = 0,023500$).

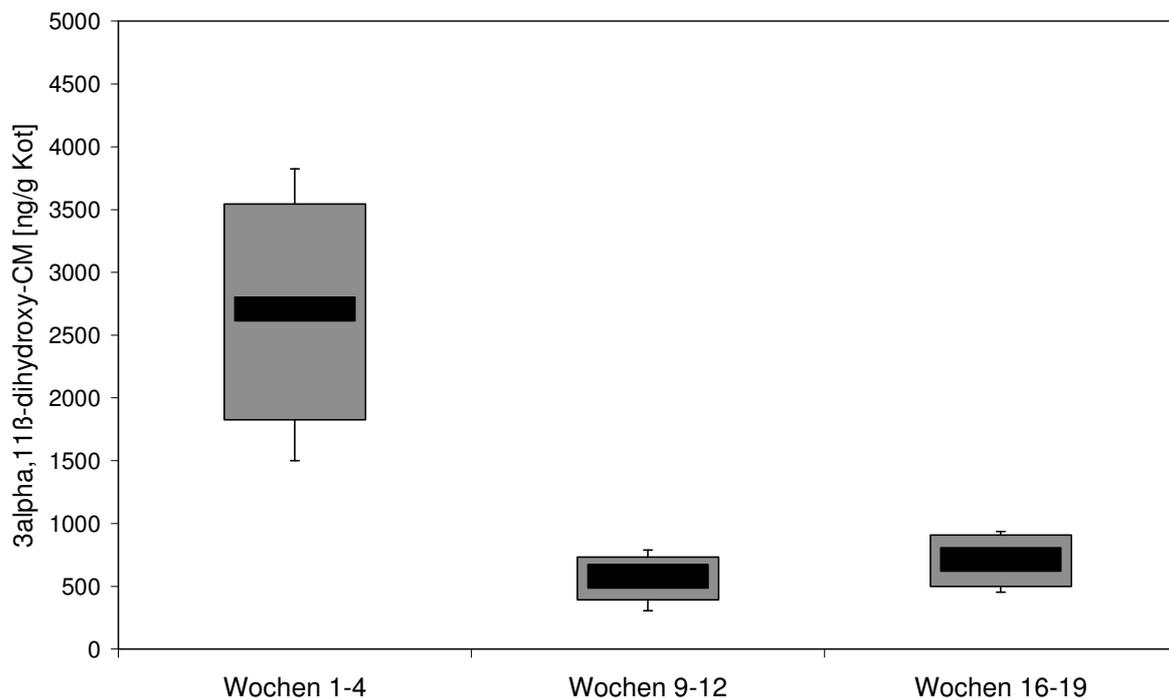


Abb. 24: Konzentration der quantifizierten Cortisol-Metabolite des Männchens Buschi während dreier verschiedener Zeiträume nach der Zusammenführung; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker)

4.2.2 Quantifizierung von Androgen-Metaboliten

Abbildung 25 zeigt das Profil der aus dem Kot quantifizierten Androgen-Metabolite des Männchens Buschi vor und nach der Ankunft des Weibchens in Osnabrück.

Dabei sind während der gesamten Untersuchungsdauer generell starke Schwankungen bezüglich der Epiandrosteronkonzentration zu beobachten. Dennoch zeigt sich am vierten Tag nach Ankunft des Weibchens ein gegenüber den Basisdaten deutlicher erhöhter Wert. Die

Zusammenführung mit der neuen Partnerin am selben Tag bringt einen weiteren Anstieg mit sich, der an Tag 7 einen Maximalwert von 28,3 $\mu\text{g/g}$ Kot erreicht. Es ist also aufgrund des Kurvenverlaufes davon auszugehen, dass der verwendete EIA für die Bestimmung des Androgenstatus geeignet war.

Inwieweit sich Verhalten und Hormonkonzentration des Männchens in Zusammenhang bringen lassen, soll im Diskussionsteil der Arbeit durch die Auswertung der *ad libitum* aufgezeichneten Notizen erörtert werden.

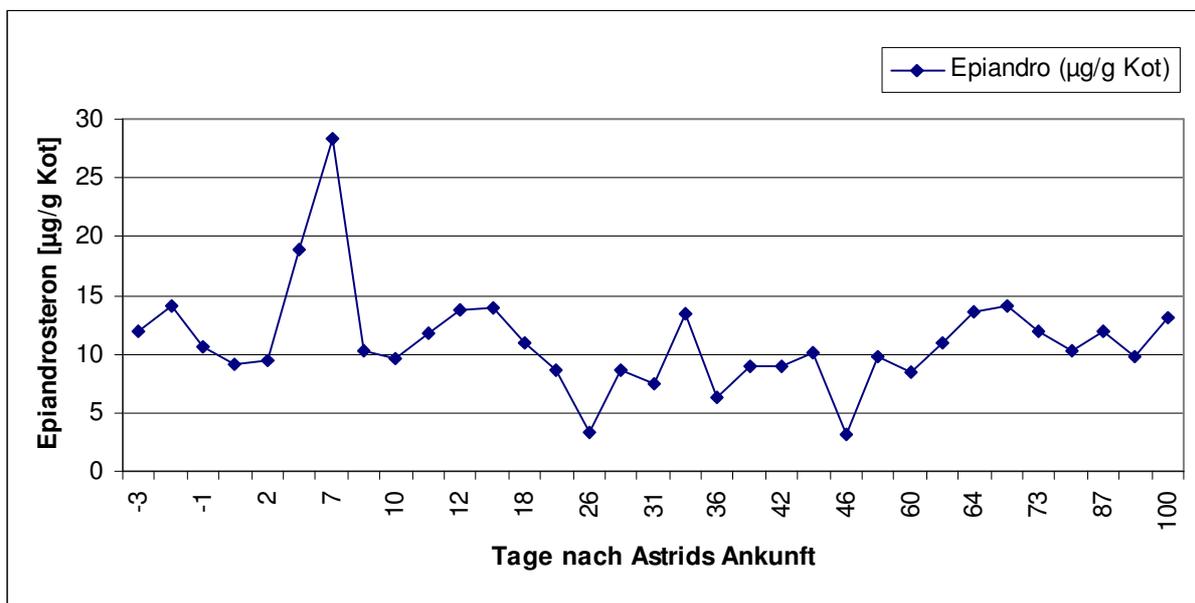


Abb. 25: Fäkales Epiandrosteron-Profil des Orang-Utan-Männchens Buschi vor und nach Astrids Ankunft in Osnabrück

Um beurteilen zu können, ob sich die Anwesenheit eines neuen Weibchens beim männlichen Partner auf die Sekretion von Sexualhormonen auswirkte, wurde die Epiandrosteronkonzentration des Orang-Utans Buschi während verschiedener Abschnitte im zeitlichen Verlauf der Beobachtungsdauer verglichen. Die Datensätze sind in Abbildung 26 dargestellt. Bei Betrachtung der Boxplot-Graphik ist festzustellen, dass der Androgenstatus in den ersten beiden Wochen nach Ankunft des Weibchens im Zoo Osnabrück Veränderungen im Vergleich zu den Basiswerten aufweist. Bezüglich der fäkal messbaren Epiandrosteronkonzentration lässt sich in dieser Periode ein Anstieg verzeichnen, während innerhalb der drei übrigen Zeiträume ähnlich hohe Hormontiter gemessen wurden.

Um eindeutige Aussagen darüber machen zu können, ob die aus der bildlichen Darstellung ersichtlichen Änderungen signifikant sind, wurden die Daten einer statistischen Prüfung mittels Friedman-Test unterzogen. Dabei stellte sich heraus, dass sich die Stichproben nicht signifikant unterscheiden und die Anwesenheit des Weibchens somit keinen Einfluss auf den Androgenstatus hatte (SsS 1.1, Friedman-Test, $p = 0,094401$).

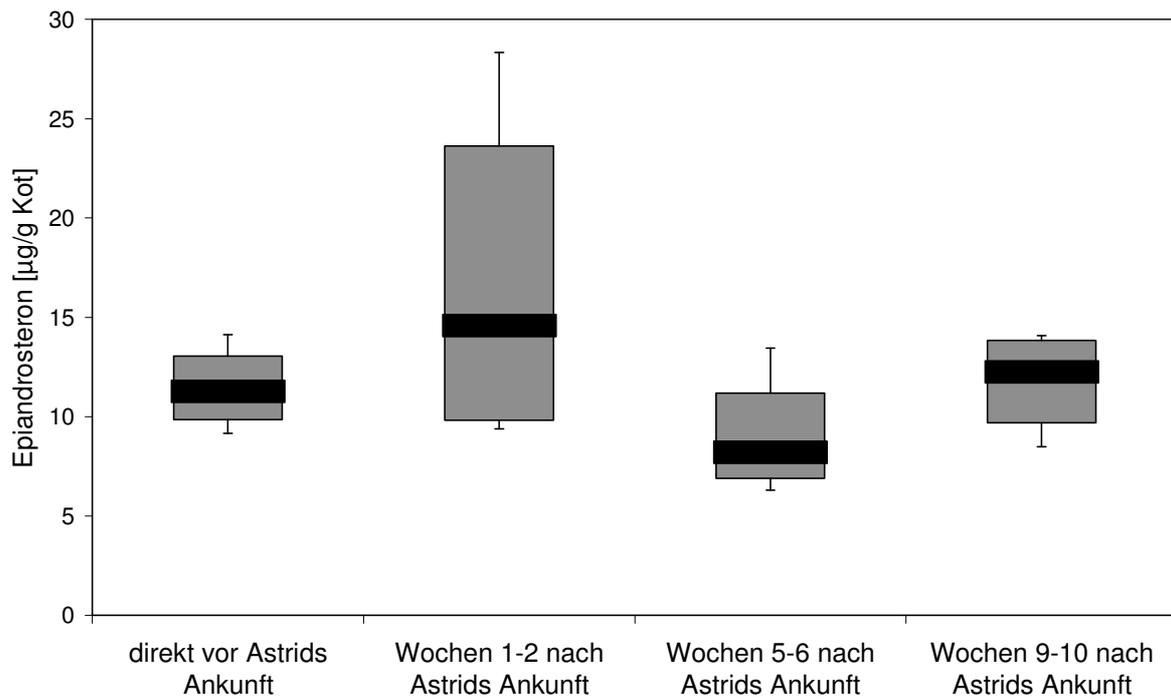


Abb. 26: Epiandrosteronkonzentration des Männchens Buschi während verschiedener Zeiträume vor und nach Ankunft des Weibchens; Median + 75/25% Quartile (Box) und 90/10% Perzentile (whisker)

Diskussion

Die Gliederung des Diskussionsteils folgt im Wesentlichen der Ergebnisdarstellung. Dementsprechend werden in Abschnitt 5.1 zunächst die Ergebnisse der ethologischen Beobachtungen vor dem Hintergrund der Fragestellung erörtert, kritisch betrachtet und mit vergleichbaren Untersuchungen in Bezug gestellt. In Abschnitt 5.2 werden die Resultate der Hormonquantifizierung in gleicher Weise diskutiert.

5.1 Ethologische Beobachtungen

5.1.1 Beziehungsbildung innerhalb der Dyade

KUMMER (1975) untersuchte die Entwicklung sozialer Beziehungen bei der Zusammenführung einander bislang unbekannter Individuen verschiedener altweltlicher Primaten wie Dscheladas (*Theorpithecus gelada*) und Mantelpavianen (*Papio hamadryas*). Es zeigte sich, dass jede sich neu entwickelnde dyadische Beziehung verschiedene Stufen durchlief, bei denen es sich im Einzelnen um Kampf, Präsentieren, Aufreiten und soziale Körperpflege handelte, die nahezu ausschließlich in dieser Abfolge auftraten. Zum Teil wurden Stufen übersprungen, jedoch traten nur selten Änderungen bezüglich der Reihenfolge auf. Jede Stufe war durch das erstmalige Auftreten bestimmter Verhaltensweisen bzw. Interaktionen charakterisiert. Die Beobachtungen führten schließlich zur Entwicklung eines Stufenmodells und diverser Regeln, die Voraussagen über den Ablauf, die Dauer und Endstufe der Beziehung zweier Individuen, auch unter Berücksichtigung triadischer Einflüsse, erlauben (GANSLOSSER, 1998). Weiterführende Studien konnten zeigen, dass dieses Modell grundsätzlich auch auf andere Vertebraten übertragbar ist (z.B. *Macropodoidea*: GANSLOSSER, 1993). SIGG (1980) konnte zudem belegen, dass die Beziehungsbildung bei Rhesusaffen auch nach einer Behandlung der Individuen mit verschiedenen neuroptropen Substanzen wie Antidepressiva, Tranquilizer und Betablocker nach dem Stufenmodell verlief. Die Tiere verfolgten unabhängig davon das Ziel, nach Möglichkeit die höchste Beziehungsstufe zu erreichen.

In Anbetracht der Tatsache, dass Daten zur Beziehungsbildung bei Orang-Utans bislang fehlen, wurde im Rahmen der vorliegenden Untersuchung ein Vergleich der beobachteten Zusammenführung von Buschi und Astrid mit den Regeln von KUMMER (1975) angestrebt.

Alle für diese Dyade irrelevanten Regeln, etwa solche, die triadische Einflüsse durch außenstehende Gruppenmitglieder einbeziehen, wurden dabei nicht berücksichtigt.

Die Konfrontation von adulten männlichen und weiblichen Dscheladas durch KUMMER (1975) verlief stets friedlich und die erste Stufe (Kampf) wurde von allen Paaren übersprungen. Präsentieren, Aufreiten und soziales Grooming trat in dieser Reihenfolge im weiteren Verlauf bei fast allen beobachteten Dyaden auf.

Auch die beiden Orang-Utans Buschi und Astrid verhielten sich ähnlich. Direkt aggressives Verhalten trat auch bei deren erster Zusammenführung nicht auf. Das Weibchen ging sofort



Abb. 27: Kontaktaufnahme durch das Weibchen bei der ersten Konfrontation der Tiere (Foto aus dem Filmmaterial des NDR)

auf das Männchen zu, um dieses aus nächster Nähe optisch zu begutachten. HARLOW (1958) sieht einen primären Trieb in der Bereitschaft eines isoliert gehaltenen Tieres, eine Beziehung mit einem Partner einzugehen sobald sich die Möglichkeit dazu bietet. Auf erste Berührungskontakte mit der Hand reagierte das Männchen eher abweisend und

versuchte Astrid durch „stoßen“ oder „drohen“ auf Abstand zu halten. Reagierte diese nicht darauf, so entfernte sich Buschi laufend oder kletternd von ihr. Aggressives Verhalten wurde zu keinem Zeitpunkt beobachtet.

KUMMER (1975) betont, dass die Kompatibilität eines Paares umso größer ist je deutlicher sie sich hinsichtlich ihres Dominanzstatus unterscheiden. Das bedeutet, dass Dyaden aus einem männlichen und einem weiblichen Tier, welche im Bezug auf Größe, Gewicht oder geschlechtsspezifische Merkmale deutlich voneinander abweichen, die Stufen der Beziehungsbildung schneller durchlaufen als gleichgeschlechtliche Paare, die zunächst durch kämpferische Auseinandersetzungen die Dominanzverhältnisse festlegen müssen.

Ebenso wie bei Dscheladas besteht auch bei Orang-Utans ein ausgeprägter Geschlechtsdimorphismus, so dass bei diesen Primaten ein Überspringen des Kampfstadiums zu erwarten war. Unterschiede zwischen den Spezies zeigten sich jedoch hinsichtlich des weiteren Verlaufes der Beziehungsbildung, im Rahmen derer Buschi und Astrid auch die Stufen 2 und 3 übersprangen. Es kam weder zum Präsentieren durch das Weibchen noch zum Aufreiten des

Männchens bzw. zur sexuellen Interaktion zwischen den Fokustieren. Allerdings sollte beachtet werden, dass keine Aussagen darüber möglich sind, was außerhalb der Beobachtungszeiten geschah und somit nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese Verhaltensweisen lediglich nicht erfasst werden konnten.

KUMMER (1975) konnte Sexualverhalten bei Dscheladas in allen Dyaden, unabhängig von der Geschlechterkombination und dem Stadium des weiblichen Zyklus beobachten. Obwohl nicht zweifelsfrei begründet werden kann, warum dies bei den untersuchten Orang-Utans nicht der Fall war, könnte möglicherweise ein Zusammenhang zwischen der Vergangenheit des Männchens Buschi als Handaufzucht und seinem sexuellen Desinteresse an der neuen Partnerin bestehen. Für die Ausbildung des späteren Verhaltensrepertoires eines Orang-Utans spielen die soziale Umgebung und der Körperkontakt mit der Mutter eine wichtige Rolle. MAPLE (1980 und 1982) misst der Verhaltensweise „Mounting“, bei der die Mutter ihre Beckenregion an der des Jungtieres reibt, eine entscheidende Rolle in der Entwicklung des Sexualverhaltens. Der Kontakt mit Menschen könnte bei Buschi diesbezüglich zu einer Fehlprägung geführt haben oder zumindest in gewisser Weise die Ausprägung seines Sexualverhaltens beeinflusst haben.

Wenige Tage nach der ersten Konfrontation kam es zwischen den Individuen zu einer Auseinandersetzung, die jedoch außerhalb der Beobachtungszeit lag. Nach Angaben der Pfleger hatte Buschi seine Partnerin gepackt, festgehalten und gebissen. Sollte es tatsächlich zu Kämpfen gekommen sein, so würde dies eine Inversion in der Abfolge der Stufen bedeuten. Dies kann jedoch nicht zweifelsfrei geklärt werden und bleibt damit offen.

Am 16.07.07, also 17 Tage nach der Zusammenführung der Tiere, wurde Astrid zum ersten Mal dabei beobachtet, wie sie Buschis Fell mit Fingern und Lippen nach Verunreinigungen durchsuchte. In Übereinstimmung mit den Beobachtungen an Dscheladas, war auch bei den Orang-Utans ausschließlich das Weibchen beim sozialen Grooming aktiv tätig, was für einen dem Männchen untergeordneten Status spricht. Auf diese Zusammenhänge soll jedoch in Abschnitt 5.1.3 näher eingegangen werden. Laut KUMMER (1975) spricht soziale Körperpflege für eine stabile Beziehung zwischen zwei Partnern. Dies setzt voraus, dass eventuelle anfängliche Tendenzen zu agonistischem Verhalten auf ein gewisses Maß abgesunken sind. Nach Erreichen dieser vierten und höchsten Stufe ist innerhalb der Dyade generell nicht mehr mit dem Auftreten von Kämpfen zu rechnen sofern keine Veränderungen des sozialen Umfeldes eintreten. Dies konnte im weiteren Verlauf des Beobachtungszeitraumes auch im Bezug auf Buschi und Astrid belegt werden. Es kam lediglich hin und wieder zu kleineren Auseinandersetzungen, die jedoch nie ernsthaft aggressiver Natur waren

und keine Verletzungen bei den Tieren verursachten. Obwohl auch nach dem Erstaufreten des sozialen Groomings agonistisches Verhalten auftrat, machte dieses nur einen geringen Anteil sozialer Interaktionen aus. Als weitere positive Verhaltensweise trat in dieser Phase der Beziehungsbildung auch erstmals Spielverhalten in Form des von RIJKSEN (1978) als „gnaw-wrestling“ bezeichneten Beiß-Ringkampfes auf.

Insgesamt konnte belegt werden, dass die Regeln von KUMMER (1975) im Wesentlichen geeignet sind, Vorhersagen hinsichtlich des Verlaufes der Beziehungsbildung adulter Orang-Utans zu treffen, auch wenn sich einige Unterschiede zu den Beobachtungen an Dscheladas zeigten. Schwierigkeiten ergaben sich jedoch bei der Interpretation des jeweiligen Kontaktaufnahme- und Kontaktabbruchverhaltens beider Orang-Utans.

Während sowohl KUMMER (1975) als auch HINDE (1983) betonen, dass dominante Tiere im Allgemeinen größeres „Interesse“ an der Beziehungsbildung zeigen und häufiger Interaktionen mit dem subordinierten Partner initiieren, konnte bei Buschi und Astrid gegenteiliges Verhalten beobachtet werden. Während die Kontaktaufnahme hauptsächlich durch das Weibchen geschah, reagierte das Männchen darauf eher abweisend und brach den Kontakt weitaus häufiger ab als seine Partnerin, was der Behauptung widerspricht, Buschi vertrete einen dem Weibchen übergeordneten Status.

Hauptsächlich während der ersten Tage nach der Zusammenführung „flüchtete“ Buschi regelrecht, wenn Astrid sich näherte und ging ihr aktiv aus dem Weg. Besonders Berührungen ihrerseits mit den Lippen oder den Fingern duldete er nur selten. Dieses Verhalten zeigte Astrid häufig, wenn sie Buschi aus nächster Nähe beim Autogrooming beobachtete. Meist versuchte er das Weibchen dann durch Drohgebärden wie Schalg- oder Beiß-



Foto: Eva Mantel

Abb. 28: Astrid versucht, durch das Hochheben der Decke Kontakt mit Buschi aufzunehmen

intentionen sowie Stoßen dazu zu bewegen, Abstand zu halten oder sich zurückzuziehen. Zeigte dies keine Wirkung, wendete er sich meist von ihr ab oder hüllte seinen Körper in eine Decke ein. Zum Teil versuchte Astrid auch dann noch, durch Hochheben dieser Decke Kontakt zu Buschi aufzunehmen. Dies soll im weiteren Verlauf der Diskussion näher betrachtet werden.

5.1.2 Aktivitätsunterschiede

Als größte Baumsäugetiere verbringen wildlebende Orang-Utans den überwiegenden Teil des Tages oberhalb des Bodenniveaus, wo sie sich während ihrer täglichen Streifzüge auf der Suche nach Nahrung durch die Baumkronen bewegen (MACKINNON, 1988). Aufgrund ihrer Körpergröße und ihres Gewichts müssen die Tiere dabei sehr vorsichtig und langsam vorgehen. Vor allem die großen, schweren Männchen sind häufig gezwungen, kürzere Strecken zu Fuß am Boden zurückzulegen, um Stürze durch brechende Äste zu vermeiden. Doch auch für die kleineren und wendigeren Weibchen ist die Fortbewegung in den Baumwipfeln mit einem enormen Kraftaufwand verbunden und sie legen pro Tag nur relativ kurze Strecken zurück. Beobachtungen von RIJKSEN (1978) auf Sumatra zufolge überwinden Weibchen dabei durchschnittlich 550 m und adulte Männchen etwa 480 m. Die Distanzen stehen jedoch in direktem Zusammenhang mit der räumlichen Verteilung von Nahrungsquellen und sind demnach variabel. So legten die von GALDIKAS (1978) im Tanjung Puting Reservat beobachteten Tiere im Schnitt größere Strecken zurück, wobei adulte Männchen mit 850 m mehr Lokomotion zeigten als adulte Weibchen, die nur 710 m wanderten. Dennoch ist der zeitliche Anteil, den Orang-Utans täglich mit lokomotorischer Aktivität verbringen, insgesamt recht gering und liegt zwischen 9,3% (RODMAN, 1979) und 15,1% (MACKINNON, 1974).

Im Zoo wird den Tieren ihre Nahrung auf einem räumlich sehr begrenzten Areal dargeboten, so dass sie nicht gezwungen sind, große Distanzen zu überwinden, um eine Futterquelle zu erreichen. Aus diesem Grund ist die lokomotorische Aktivität bei Individuen dieser Primatenspezies in Menschenobhut zumeist noch geringer als bei Wildtieren. Während sich die Lebensraumbereicherung durch Manipulationsobjekte und verschiedenartige Fütterungsmethoden in einer Reihe von Studien als Möglichkeiten erwiesen, die Aktivität von Zootieren deutlich zu steigern (TRIPP 1985, PERKINS 1992, WRIGHT 1995), führte auch die Vergesellschaftung mit Artgenossen zu derartigen Erfolgen (BECKER & HICK, 1984).

Auch die Fokustiere der vorliegenden Untersuchung sollten diesbezüglich näher betrachtet werden. Da jedoch keine Basisbeobachtungen beider Tiere im Vorfeld möglich war, konnten die Beobachtungsdaten der ersten Phase der Zusammengewöhnung nicht direkt mit Referenzwerten verglichen werden. Um dennoch Aussagen über die Auswirkungen der Vergesellschaftung treffen zu können, wurde davon ausgegangen, dass es zwischen den Orang-Utans keine Aktivitätsunterschiede geben sollte, wenn deren Zusammenführung sie beeinflusst hätte. Das bedeutet, dass im Falle voneinander abweichender Datensätze nicht die

Interaktion mit dem Artgenossen, sondern andere Faktoren für die höhere Aktivität eines Partners verantwortlich wären.

Die Beobachtungen während der ersten Zeit nach der Zusammenführung von Buschi und Astrid vermitteln den Eindruck, dass beide ein vergleichbares Maß an Lokomotion zeigten. Astrid versuchte immer wieder, Kontakt zu Buschi aufzunehmen und suchte seine Nähe. Dieser reagierte jedoch zumeist eher abweisend und versuchte dem Weibchen aus dem Wege zu gehen, indem er sich laufend oder kletternd von ihr fort bewegte. Besonders im großen Teil der Innenanlage nutzte er dazu alle Ebenen des Klettergerüsts, was er nach Angaben der Pfleger vor Astrids Ankunft kaum getan hatte. Vielmehr hatte sich Buschi in diesem Gehege fast ausschließlich auf Bodenniveau aufgehalten. Da Astrid ihrem Partner zum Teil über mehrere Minuten hinweg folgte und Buschi erst dann einen Platz einnahm, nachdem Astrid aufgehört hatte, ihm hinterher zu laufen oder klettern, schien eine vergleichbare und voneinander abhängige Aktivitätsrate der Orang-Utans vorzuliegen. Ähnliche Beobachtungen konnten auch im Außengehege gemacht werden. Die Vergesellschaftung hätte die Aktivität der Tiere damit tatsächlich beeinflusst. Eine statistische Überprüfung der Daten ergab jedoch signifikante Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen, wobei Astrid während der ersten vier Wochen mehr lokomotorische Aktivität gezeigt hatte. Demnach müssen andere Faktoren und nicht die Vergesellschaftung eine Rolle gespielt haben.

Die Erklärung dafür liegt vermutlich in der neuen Gehegeumgebung, die verstärktes Explorationsverhalten beim Weibchen bedingte. Dies galt in besonderem Maße für die Außenanlage, da Astrid in Antwerpen keine solche zur Verfügung stand und ihr die damit verbundenen Sinnesindrücke völlig neu waren. Buschi hingegen kannte die gesamte Orang-Utan-Anlage und den Aufenthalt im Freien seit vielen Jahren, so dass bei ihm kein besonders hohes Maß an lokomotorischer Aktivität zu erwarten war, welches bei



Abb. 29: Exploration des Außengeheges - Astrid untersucht die Bepflanzung

Astrid im Zusammenhang mit der Erkundung der Anlage in Verbindung stand. Besonders während der ersten Tage, die Astrid draußen verbringen durfte, verwendete sie sehr viel Zeit

auf die Exploration und untersuchte insbesondere die Grasfläche eingehend, wobei sie immer wieder Pflanzenteile abpflückte und diese sowohl optisch als auch olfaktorisch begutachtete. Kleinere Insekten, wie Ameisen, aber auch Brennnesseln wurden von dem Tier gelegentlich sogar verspeist.

Unterschiede zwischen den Fokustieren zeigten sich neben dem Zeitanteil auch in der Art der Fortbewegung, jedoch sollen diese im Folgenden nur vergleichend beschrieben werden, da dieser Aspekt aus technischen Gründen nicht statistisch untersucht werden konnte. Dafür wären genauere Scan-Daten mit kürzeren Zeitintervallen oder das Protokollieren der absoluten Häufigkeiten oder Dauer der verschiedenen lokomotorischen Verhaltensweisen nötig gewesen.

Orang-Utans zeigen aufgrund ihrer morphologischen Anpassungen an die arboreale Lebensweise eine Vielfalt verschiedener kletternder Fortbewegungsarten, von denen viele wie etwa das Klettern in vertikaler Richtung, das Stütz- und das Schwinghängeln auch bei Zootieren beobachtet werden können. Dennoch legen Orang-Utans in Gefangenschaft vermehrt Strecken am Boden zurück, auch wenn das Gehege vielfältige Klettermöglichkeiten bietet (FORTHMAN et al., 1993).

Dies konnte zum Teil auch in der vorliegenden Untersuchung beobachtet werden. Insbesondere das Männchen Buschi zeigte nur wenig kletternde Aktivität und zog sich vor allem im Außengehege unmittelbar nach der morgendlichen Fütterung oft zu ausgedehnten Ruhephasen auf das Dach des Vorbaus in Gehegesektor C9' zurück (vgl. Abb. 6). Diesen Platz verließ er an manchen Tagen nur, wenn Zoopädagogen im Rahmen einer Führung zum Gehege kamen und Steckversuche mit Buschi durchführen wollten oder wenn der Affe zu einem späteren Zeitpunkt am Boden nach übrig gebliebenem Futter suchte. Gelegentlich kletterte Buschi von seinem Platz aus auch entlang des Gitterdaches eine komplette Runde um das Gehege, wobei er zum Teil auf Höhe der Baumstämme (Sektoren C3' und C4') pausierte, um in Orang-Utan typischer Weise (MACKINNON, 1974) von oben herab zu urinieren oder Kot abzusetzen. Außerhalb dessen war kaum Kletteraktivität des Männchens im Außengehege zu beobachten. Lediglich im Innengehege nutzte er das Klettergerüst in der oben beschriebenen Art und Weise, um seiner Partnerin aus dem Wege zu gehen.

Astrid zeigte sich im Außengehege sehr viel aktiver und hielt sich im Vergleich zu Buschi weitaus häufiger oberhalb des Bodenniveaus auf, wobei sie die gesamte Dachgitterkuppel

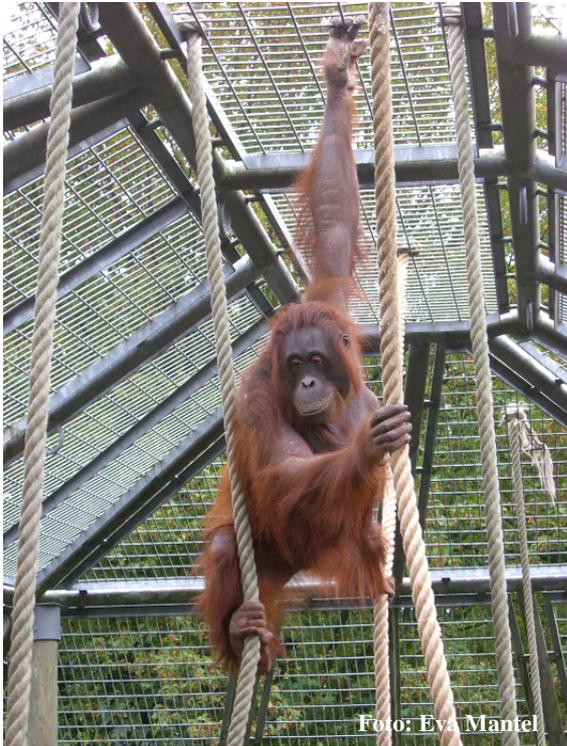


Abb. 30: Astrid beim Klettern im Außengehege

zum Klettern nutzte und dabei die Elefanten, Seelöwen oder Schimpansen in den angrenzenden Gehegen ausgiebig visuell erkundete.

Diesbezüglich muss jedoch auch das deutlich höhere Alter des Männchens sowie dessen höheres Gewicht beachtet werden. Beide Faktoren wirken sich generell negativ auf die Aktivität eines Orang-Utans aus, was beispielsweise in Freilandbeobachtungen von MITANI (1989) gezeigt werden konnte. Kleinere, subadulte Männchen und adulte Weibchen waren adulten Männchen gegenüber aktiver und verbrachten signifikant mehr Zeit damit, sich fortzubewegen als diese. PERKINS (1992) kam bei Untersuchungen im Zoo zu

vergleichbaren Resultaten. Von allen 29 beobachteten Orang-Utans in neun verschiedenen Zoos zeigten die adulten Männchen unabhängig von den Haltungsbedingungen die geringsten Aktivitätslevels.

Trotz der aufgezeigten Gegensätze bezüglich der Lokomotion zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Tieren was das stationäre Verhalten im selben Zeitraum betrifft. Stationäres Verhalten nimmt bei Orang-Utans generell einen sehr hohen Stellenwert ein. So zeigten Beobachtungen wildlebender adulter Männchen dieser Art durch RODMAN (1979) in Ost-Kalimantan, Indonesien, dass diese durchschnittlich 32,6% des Tages mit Ruhen verbrachten. Vergleichbare Ergebnisse gewann auch MACKINNON (1974), wobei die von ihm untersuchten Tiere sogar 52,2% des Tages inaktiv waren.

Die Fokustiere der vorliegenden Studie verhielten sich ähnlich. Zur Auswertung der Daten wurden für die Häufigkeiten der Verhaltensweisen aus der Kategorie „stationäres Verhalten“ („sitzen“, „liegen“, „stehen“, „hängen“, „Mundbewegungen“) während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung die Tagesmediane beider Orang-Utans ermittelt und diese wiederum zu einem Median zusammengefasst, welcher bei Astrid einem Wert von 5 und bei Buschi einem Wert von 6 entsprach (vgl. Abb. 13). Da der potentiell höchste erreichbare Wert bei 12 lag (= Anzahl



Abb. 31: Buschi beim Ruhen auf einem Jutesack liegend

aufgenommener Scans pro Stunde), verbrachten die Fokustiere demnach ähnlich viel Zeit inaktiv wie die von MACKINNON (1974) beobachteten Individuen. Ein direkter Vergleich der Daten ist jedoch kritisch zu betrachten, da zwar davon ausgegangen wurde, dass das Verhalten der Fokustiere während der Beobachtungszeiten das Verhalten des gesamten Tages repräsentierte, jedoch keine Daten über die Aktivität der Orang-Utans außerhalb dieser Zeitspanne, vorlagen. Besonders während der Nacht ist mit einem überwiegenden Anteil inaktiver Phasen zu rechnen, die bei den Freilandstudien bereits mit einkalkuliert sind.

Bei Betrachtung der letzten vier Wochen des Beobachtungszeitraums ließen sich Unterschiede zwischen den Individuen feststellen. Während Buschi im Vergleich zu den ersten vier Wochen kaum Veränderungen im Bezug auf das stationäre Verhalten zeigte (Gesamtmedian = 5), ließ sich bei Astrid eine leichte Abnahme feststellen (Gesamtmedian = 3, vgl. Abb. 13 und 14).

Der Grund dafür könnte wiederum in den Haltungsbedingungen liegen. Während der Hälfte der betrachteten Zeitspanne hatten die Orang-Utans aufgrund der niedrigen Außentemperaturen (vgl. Anhang IV) die Wahl zwischen dem Aufenthalt im kleinen Innengehege oder dem Außengehege. Der Schieber der Gitterschleuse, die beide Anlagen verbindet, war zu diesem Zwecke ständig geöffnet. Während Buschi den überwiegenden Teil der Beobachtungszeit in diesem Zeitraum im Innengehege verbrachte, wo er fast ausschließlich in der

Hängematte lag, begab sich Astrid sofort nach dem Öffnen des Schiebers nach draußen. Sie kam dann in unregelmäßigen Abständen immer wieder zum Eingang des Durchlasses, beobachtete von dort aus das Männchen oder den verschlossenen Schieber, der zum größeren Teil der Innenanlage führte, betrat jedoch nur in sehr wenigen Fällen die Gitterschleuse oder gar das Innengehege. Vielmehr schien sie unsicher zu sein, was eventuell auf den recht beengten Raum dieses Gehegeteils zurückzuführen sein mag, in dem sich die Tiere nicht sehr gut aus dem Wege gehen können. Astrid vermittelte den Eindruck, dass sie zwar gerne nach drinnen wollte, da sie auch vor Kälte recht stark zitterte, sich aus irgendwelchen Gründen jedoch nicht traute. Sie begab sich nach einigen Minuten immer wieder auf die Außenanlage, wo sie sehr viel kletterte oder herumlief.

Es ist anzunehmen, dass die geschilderten Umstände zu den Unterschieden zwischen den Datensätzen beider Tiere geführt haben. Vermutlich wäre unter gleich bleibenden Haltungsbedingungen keine Veränderung zu erwarten gewesen, da zum Einen auch während der ersten vier Beobachtungswochen kein solcher bestand und sich zum Anderen keine auffallende Veränderung im Bezug auf das Verhalten des männlichen Tiers ergeben hat.

5.1.3 Dominanzverhältnis innerhalb der Dyade

Stabile Dominanzordnungen innerhalb einer sozialen Gruppe dienen der Vermeidung von fortwährenden kostspieligen Kämpfen um bestimmte Ressourcen zwischen den Individuen. Der individuelle Status eines Gruppenmitglieds wird durch verschiedene physische oder soziale Merkmale mitbestimmt. Dabei können beispielsweise Alter, Größe, Reproduktionsstatus, Intelligenz, Erfahrung oder Kampfpotential eines Tiers von Bedeutung sein (VOLAND, 1993). Sind die Dominanzbeziehungen innerhalb einer Gruppe einmal fest etabliert, so sind zu deren Aufrechterhaltung offene Kämpfe meist überflüssig (EIBL-EIBESFELDT, 1999). Energetische Vorteile ergeben sich daraus nicht nur für die hochrangigen Individuen, die ihren Status nicht immer wieder erneut durch den Einsatz von Kraft und Zeit verteidigen müssen, auch die schwächeren, sozial unterlegenen Tiere profitieren durch das Anerkennen der Hierarchie von einem verminderten Energieaufwand und Verletzungsrisiko durch das Vermeiden von Rangkämpfen. Zudem erfahren sie häufig gewissen Schutz vor Feinden durch die dominanten Individuen. Erst wenn subdominante Gruppenmitglieder einen höheren Rang anstreben oder aber wenn zur Paarungszeit Konkurrenz um Geschlechtspartner auftritt, kommt es häufig zu aggressiven Auseinandersetzungen. Zudem kann soziale Instabilität die Gruppenmitglieder zur Neustrukturierung der

Dominanzverhältnisse zwingen. Dies kann z.B. bei Tieren in Gefangenschaft etwa durch die Vergesellschaftung einander fremder Artgenossen geschehen. Es war daher auch Ziel der vorliegenden Studie, die Auswirkungen der Zusammenführung beider Orang-Utans hinsichtlich dieses Aspektes zu untersuchen.

Da diese Primaten in freier Wildbahn vornehmlich solitär leben, sollten Dominanzordnungen hier von Natur aus eine weniger wichtige Rolle spielen als etwa bei Pavianen oder Schimpansen, die in großen sozialen Gruppen zusammen leben.

KUMMER (1975) betont zudem, dass beim ersten Kontakt zweier Individuen das äußere Erscheinungsbild von großer Bedeutung ist, wenn es um Voraussagen bezüglich ihrer Kompatibilität geht. Im Rahmen seiner Studien an Dscheladas stellte er fest, dass Dyaden aus einem männlichen und einem weiblichen Tier unter allen möglichen Geschlechterkombinationen am Verträglichsten waren und sehr schnell eine Bindung eingingen. Den Grund hierfür sieht KUMMER (1975) im bestehenden Sexualdimorphismus der Tiere, so dass er zusammenfassend hervorhebt, dass die Kompatibilität innerhalb einer Dyade umso größer ist, je deutlicher sich die Individuen in statusrelevanten Variablen wie Körpergröße oder Ausprägung maskuliner Merkmale unterscheiden.

Da bei adulten Orang-Utans ebenfalls ein ausgeprägter Geschlechtsdimorphismus besteht, war auch bei Buschi und Astrid von einer friedlichen und raschen Zusammengewöhnung auszugehen. In der Tat konnten beim ersten Kontakt (und auch im weiteren Verlauf der Eingewöhnung) keine direkt aggressiven Verhaltensweisen oder Kämpfe beobachtet werden. Um festzustellen, ob das größere, im Bezug auf die sekundären Geschlechtsmerkmale voll ausgeprägte Männchen von Astrid sofort als dominanter Partner akzeptiert wurde oder ob eventuell gar keine klaren Dominanzbeziehungen zwischen den Orang-Utans bestanden, wurden verschiedene Verhaltensweisen näher betrachtet.

Durch Beobachter können Dominanzverhältnisse beispielsweise häufig anhand von Drohgebärden oder Platzverdrängungen einzelner Tiere charakterisiert werden. Signalisiert ein Individuum mit einem hohen Status beispielsweise Anspruch auf eine Ressource, wie Nahrung oder einen bevorzugten Aufenthaltsort, so wird dies von sozial unterlegenen Gruppenmitgliedern akzeptiert (EIBL-EIBESFELDT, 1999).

Dies war auch Ausgangspunkt zur Beschreibung der Dominanzbeziehungen innerhalb der Orang-Utan Dyade im Osnabrücker Zoo.

Es konnte anhand der Beobachtungsdaten gezeigt werden, dass alle Platzverdrängungen ($n = 148$) durch das Männchen Buschi geschahen. Dabei näherte er sich dem Weibchen auf direktem Wege und fixierte es dabei. Zum Teil konnten auch Drohlaute wahrgenommen

werden. In ausnahmslos allen Fällen verließ Astrid daraufhin ihren Aufenthaltsort und überließ ihrem Partner diesen Platz. Die Erfolgsrate des Männchens lag somit bei 100%, weshalb sein Status gegenüber dem Weibchen in Anlehnung an die Charakterisierung der Dominanzbeziehungen bei Flachlandgorillas durch STOINSKI et al. (2004) eindeutig als höher eingestuft wurde.

Bei Betrachtung der Verhaltensweise „Nahrung fordern“ (n = 36) ergaben sich widersprüchliche Resultate. Seinen Anspruch auf diese Ressource konnte Buschi nur in 75% der Fälle durchsetzen. Astrid verweigerte zum Teil die Abgabe von Futter an das Männchen, das zu diesem Zwecke seine Hand mit nach oben gerichteter Handfläche nach ihr ausstreckte, sie fixierte und meist Drohlaute von sich gab. In einigen Fällen wich das Weibchen nach oben aus, indem es am Dachgitter hinauf kletterte. Es konnte jedoch auch beobachtet werden, wie Buschi versuchte, Astrid durch Festhalten eines ihrer Arme und Ziehen am Fell zur Abgabe der Nahrung zu bewegen. Nach einer kurzen Rangelei und Abwehrversuchen seitens des Weibchens, reichte dieses Buschi letztlich das Futter. Nach Angaben der Tierpfleger in Antwerpen war es zwischen Astrid und ihrem früheren Partner Tuan häufig zu Auseinandersetzungen gekommen, wobei sich das Männchen ihr gegenüber zum Teil sehr aggressiv verhielt und einen Großteil des Futters für sich zu beanspruchen versuchte. Es ist daher davon auszugehen, dass das Weibchen hinsichtlich des Umgangs mit einem dominanten Männchen erfahren ist und somit gelernt hat, ihr Gegenüber einzuschätzen, in Konfliktsituationen adäquat zu reagieren und sich gegebenenfalls selbst durchzusetzen. Aufgrund der Tatsache, dass Buschi zu keinem Zeitpunkt direkte Aggression Astrid gegenüber zeigte und sie häufig bei der gemeinsamen Nahrungsaufnahme neben sich duldete, könnte er von ihr als „ungefährlicher Partner“ eingestuft worden sein, so dass sie besonders begehrtes Futter wie z.B. Weintrauben erst nach einer Rangelei oder gar nicht abgab.

Neben den Privilegien hinsichtlich des Zugangs zu Ressourcen können auch andere Verhaltensweisen den Status eines Individuums widerspiegeln. JANTSCHKE (1972) sieht den Zeitanteil, den ein Individuum mit dem Beobachten eines anderen verbringt, als Kriterium für dessen Rang. Während sub-dominante Tiere Ranghöheren ein beträchtliches Maß an Aufmerksamkeit widmen und diese bei einer Reihe von Verhaltensweisen genau beobachten, zeigen Orang-Utans mit höherem Status nur wenig Interesse an sozial unterlegenen Artgenossen, es sei denn, diese beanspruchen eine Ressource, die auch das dominante Tier interessiert.

Auch zwischen Buschi und Astrid konnten signifikante Unterschiede im Bezug auf das Beobachten des Sozialpartners festgestellt werden. Die Ergebnisse unterstützen die Resultate,

die sich bei Auswertung der Daten zur Platzverdrängung ergaben und sprechen ebenfalls für einen höheren Status des Männchens. Während Astrid ihren Partner sehr häufig und lange fixierte, besonders beim intensiven Autogrooming oder der Nahrungsaufnahme, beobachtete dieser das Weibchen bedeutend seltener und auch weniger lange. Meist blickte er sie nur kurz an (< 2 s). In Übereinstimmung mit den Beobachtungen von JANTSCHKE (1972), wurde Buschis Interesse in vielen Fällen gesteigert, wenn Astrid begehrte Objekte, wie etwa eine Decke, oder Nahrung für sich beanspruchte. Nicht selten näherte er sich ihr daraufhin an, um ihr das Objekt wegzunehmen oder Nahrung von ihr zu fordern.

Eine weitere Verhaltensweise, die zur Charakterisierung des Dominanzver-

hältnisses zwischen Individuen herangezogen werden kann, ist die soziale Fellpflege, die



Abb. 33: Soziales Grooming - Astrid entfernt mit Lippen und Fingern Verunreinigungen aus Buschis Fell



Abb. 32: Astrid beobachtet Buschi beim Trinken aus einer Flasche

beispielsweise bei Schimpansen oder Pavianen (Gattungen *Papio*, *Mandrillus* und *Theropithecus*) häufig und intensiv betrieben wird. JANTSCHKE (1972) betont, dass das ausführende Tier dabei stets einen niedrigeren Status aufweist als der Empfänger.

Im Unterschied zu Primatenspezies, die permanent in Gruppen zusammen leben, ist soziales Grooming bei Orang-Utans eher untypisch und selten

zu beobachten, trat jedoch auch zwischen Buschi und Astrid auf. In Anbetracht der Tatsache,

dass dieses Verhalten ausschließlich von Astrid ausgeführt wurde, bestärkt die Annahme, dass Buschi ihr gegenüber einen höheren Status aufweist.

KUMMER (1975) sieht den Zeitpunkt des ersten Auftretens sozialer Fellpflege als Indikator für das Erreichen der nächst höheren Stufe im Rahmen der Beziehungsbildung zwischen Individuen. Bei Buschi und Astrid trat soziales Grooming, zumindest innerhalb der Beobachtungszeit, erstmals am 16.07.07 auf und dauerte etwa 26 min an. In unregelmäßigen Abständen konnte es an insgesamt 13 der 84 Tage aufgenommen werden, jedoch kein weiteres Mal im gleichen Ausmaß wie beim ersten Auftreten. Bei den Orang-Utans, die JANTSCHKE (1972) bei der Ausführung sozialer Fellpflege beobachten konnte, handelte es sich ebenfalls um weibliche Individuen, die einen männlichen Partner groomten, mit dem sie erst kurze Zeit zuvor vergesellschaftet worden waren.

Insgesamt führen die vorliegenden Ergebnisse zu der Annahme, dass Orang-Utans, ungeachtet ihres von Natur aus eher „ungeselligen“ Wesens, beim Zusammenleben mit Artgenossen gewisse soziale Rangbeziehungen ausbilden. Dabei treten aggressive Handlungen bei Weitem nicht in dem Ausmaße auf, wie sie häufig etwa bei Schimpansen-Gruppen zu beobachten sind. Weibliche Orang-Utans scheinen sich zumindest adulten, voll entwickelten Männchen von vorneherein unterzuordnen, was sicher auf die deutlichen Unterschiede hinsichtlich Größe und Gewicht zurückzuführen ist, die unwillkürlich zu körperlicher Unterlegenheit führen.

Um genauer zu testen, wie klar die Hierarchie innerhalb einer Gruppe etabliert ist, könnten beispielsweise Untersuchungen zum Verhalten der Tiere bei Darbietung limitierter Nahrungsressourcen herangezogen werden. Im Bezug auf die soziale Organisation von Orang-Utans bestehen immer noch widersprüchliche Annahmen und limitierte Daten. Weiterführende Studien auf diesem Gebiet könnten helfen, Unklarheiten zu beseitigen.

5.1.4 Partnerdistanzen

Orang-Utans gelten allgemein als die am wenigsten sozialen Primaten (RODMAN & MITANI, 1987). Im Rahmen unterschiedlicher Feldstudien konnte gezeigt werden, dass Orang-Utans in ihrem natürlichen Lebensraum die überwiegende Zeit solitär leben, wobei artspezifische Unterschiede feststellbar sind. So zogen etwa 46% aller Individuen der von RIJKSEN (1978) beobachteten Population wildlebender Sumatra-Orang-Utans einzeln umher. Mutter-Kind-Einheiten wurden dabei ebenfalls zu dieser Gruppe gezählt. 54% der Einheiten bestanden aus mehr als einem Tier, jedoch konnten lediglich 17% als soziale Gruppen

betrachtet werden. RODMAN (1979) konnte in den Waldgebieten Borneos lediglich 4,3% gruppenlebender Orang-Utans beobachten.

Unter bestimmten Bedingungen zeigten sich jedoch durchaus soziale Interaktionen und länger andauernde „Beziehungen“ zwischen diesen Primaten, so dass das Sozialsystem der Orang-Utans vielfach kontrovers diskutiert wird. Abgesehen von der wohl intensivsten Form des längerfristigen Zusammenlebens bei Orang-Utans, der Mutter-Kind-Einheit, finden sich zum Teil auch adulte Männchen und Weibchen für einen längeren Zeitraum in Paaren zusammen, wie bereits in Abschnitt 2.1 ausführlich beschrieben wurde. GALDIKAS (1985b) betont, dass die Bezeichnung „semi solitär“ die Lebensweise der Orang-Utans dementsprechend treffender beschreibe als „solitär“, auch wenn die Individuen einen Großteil ihrer Zeit allein verbringen. MACKINNON (1974) fand einen Zusammenhang zwischen der Populationsdichte der Primaten und der Beschaffenheit des Habitats. Dabei zeigte sich, dass Lebensräume mit reichhaltigem Nahrungsangebot von vielen Orang-Utans mit kleinen überlappenden Revieren bewohnt wurden. Dagegen teilten nur wenige Individuen solche Gebiete mit geringem Nahrungsangebot und besiedelten dabei große, nicht überlappende Reviere. Somit scheint der Mangel an sozialen Interaktionen auf der Vermeidung von Nahrungskonkurrenz zu beruhen und wäre demnach eher als eine Notwendigkeit im Rahmen der Nahrungsstrategie als eine Charaktereigenschaft der Orang-Utans zu betrachten (WRANGHAM 1979, MITANI et al. 1991).

Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen an Tieren in Gefangenschaft, in der keine Nahrungskonkurrenz zu erwarten ist, konnten diese Annahmen unterstützen. So gehen einige Autoren davon aus, dass das Potential zum Sozialverhalten durch die Beschaffenheit der Umwelt beeinflusst wird (EDWARDS 1982, ZUCKER & THIBAUT 1985). Die räumliche Begrenzung innerhalb des Zoogeheges schafft ein hohes Maß an potentiellen Kontaktsituationen zwischen den Artgenossen. Dennoch besteht auch die Möglichkeit, Sozialpartner zu meiden und ihnen aktiv aus dem Weg zu gehen, so dass die Tiere frei zwischen solitärem und sozialem Verhalten wählen können.

Eine Studie von EDWARDS & SNOWDON (1980) führte zu der Feststellung, dass das Potential, soziales Verhalten zu zeigen, bei Orang-Utans offenbar deutlich höher ist als in Feldstudien beobachtet werden konnte. Die gewonnenen Verhaltensdaten von insgesamt 8099 Scans einer aus sechs Tieren bestehenden Gruppe des Vilas Park Zoo in Madison umfassten insgesamt einen Anteil von 50,8% Interaktionen. Die Tiere suchten demnach sehr häufig den sozialen und physischen Kontakt mit Artgenossen.

Auch POOLE (1987) konnte zeigen, dass Orang-Utans in Gefangenschaft durchaus Sozialverhalten zeigen, wenn auch in unterschiedlichem Ausmaß abhängig von Geschlecht und Alter der Individuen. Beispielsweise soziales Spielverhalten, das in freier Wildbahn nur zwischen Jungtieren, jedoch nie zwischen völlig erwachsenen Tieren zu beobachten war (z.B. MACKINNON 1974, RIJKSEN 1978, RODMAN 1979), fand im Zoo häufig statt. In einer Untersuchung von BECKER (1982) nahm soziales Spiel bei vier Gruppen von Orang-Utans in Gefangenschaft einen Anteil von durchschnittlich 10% der Tagesaktivität ein. Der Autor vermutet darin eine Möglichkeit der Tiere, beschäftigungsfreie Zeit zu kompensieren. Auch MAPLE (1980) sieht im sozialen Spiel eine Verhaltensweise, die vornehmlich bei Orang-Utans in Menschenobhut ausgeprägt ist, jedoch in freier Wildbahn in ähnlicher Form auftritt. Im Zoo findet soziales Spiel analog zu den Beobachtungen an wildlebenden Individuen vermehrt unter subadulten und adoleszenten Tieren statt. Im Unterschied dazu zeigten hier im Rahmen einiger Studien jedoch auch adulte Weibchen untereinander spielerische Aktivitäten (BECKER 1982, POOLE 1987). Adulte männliche Orang-Utans über 16 Jahre wurden hingegen nicht bei derartigen Handlungen gesehen (POOLE, 1987). Mit zunehmendem Alter verringerte sich zudem der Zeitanteil, den adulte Männchen mit Körperkontakt zu anderen Gruppenmitgliedern verbrachten, wobei sich die Dauer ihres Aufenthalts im Abstand einer Armlänge zu Artgenossen gleichzeitig erhöhte.

Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen sich weitestgehend mit diesen Feststellungen in Einklang bringen. So zeigte auch das 35-jährige Männchen Buschi generell wenig Interesse an Körperkontakt mit seiner Partnerin und brach die zumeist von deren Seite ausgehende Kontaktaufnahme in der überwiegenden Anzahl der Fälle von sich aus ab (vgl. Abschnitt 5.1.1). Im Unterschied zu den Beobachtungen von POOLE (1987) konnte das adulte Männchen trotz seines Alters von 35 Jahren auch des Öfteren bei sozialem Spielverhalten beobachtet werden. ZUCKER & THIBAUT (1995) fanden in vorangegangenen Untersuchungen ebenfalls Spielaktivität zwischen Männchen vergleichbaren Alters und adulten weiblichen Tieren. Bei Buschi und Astrid zeigte sich derartiges Verhalten im „Spielkampf“, bei dem beide Partner in nicht aggressiver Weise miteinander balgen. RIJKSEN (1978) bezeichnet diese Form der spielerischen Interaktion als „gnaw-wrestling“ (Beiß-Ringkampf). Übereinstimmend mit den Erkenntnissen von ZUCKER & THIBAUT (1995) wurde dieser intensive Körperkontakt meist vom Weibchen initiiert, indem es Buschi an den Haaren zog oder leicht in Arme oder Finger biss. Auf eine statistische Auswertung der Daten wurde allerdings aufgrund der geringen Stichprobengröße verzichtet.

Trotz Buschis allgemein geringem Interesse an physischem Kontakt nahm der prozentuale Anteil des Aufenthalts beider Partner im Abstand von bis zu 1 m mit 17,34% den zweithöchsten Rang bei Betrachtung aller Distanzkategorien ein (vgl. Abb. 17). Dieser



Abb. 34: Astrid beobachtet Buschi aus nächster Nähe beim Autogrooming

relative hohe Prozentsatz der Kategorie A ist jedoch keinesfalls mit dem prozentualen Anteil sozialer Interaktion zwischen den Partnern gleichzusetzen. Vielmehr beobachtete Astrid Buschi sehr häufig aus geringer Entfernung dabei, wie dieser ausgiebiges Autogrooming betrieb, sich mit Manipulationsobjekten beschäftigte oder Nahrung

kaute und Teile davon zur optischen Begutachtung immer wieder auf der vorgestülpten Unterlippe nach vorne brachte. Auch bei der Aufnahme der auf dem Gehegeboden verteilten Nahrung und Trinkflaschen mussten sich die Tiere während der morgendlichen Fütterung zwangsläufig einander nähern. Des Weiteren war eine Annäherung auch vielfach mit sozionegativem Verhalten verbunden, wenn beispielsweise Buschi seine Partnerin von ihrem Platz verdrängte oder Nahrung von ihr forderte. Somit ist der häufige Aufenthalt der Individuen in einer geringen Distanz zueinander nicht zwangsläufig als positive soziale Interaktion zu deuten.

Trotz des im Vergleich zu wildlebenden Tieren gemeinhin deutlich höheren Anteils sozialer Verhaltensweisen in Gefangenschaft, halten sich Orang-Utans auch hier häufig vermehrt in großem Abstand zu potentiellen Kontaktpartnern auf. Dies bestätigte auch die Auswertung der Partnerdistanz-Scans dieser Studie. Dabei verweilten die Individuen in mehr als der Hälfte aller Fälle außerhalb einer Entfernung von 4 m zueinander (vgl. Abb. 17). Im zeitlichen Verlauf des Beobachtungszeitraums ergab sich sogar eine leichte, wenn auch nicht signifikante, Abnahme bezüglich der mittleren täglichen Aufenthaltshäufigkeit innerhalb des Kontaktradius von 4 m, wie die Regressionsgerade in Abbildung 18 verdeutlicht. Eine Erklärung hierfür könnte in der zunehmenden Gewöhnung der Tiere aneinander liegen, wobei die Vermutung nahe liegt, das Interesse am neuen Partner während der Anfangszeit nach der

Zusammengewöhnung könne zu vermehrtem Kontakt führen. Allerdings lässt sich diese These anhand der Daten nicht zweifelsfrei und aus objektiver Sichtweise klären.

In einer Untersuchung von McNULTY (2002) im Woodland Park Zoological Garden in Seattle stellte sich heraus, dass ein Zusammenhang zwischen der Gehegeumgebung und dem Maß an sozialen Interaktionen zwischen den fünf beobachteten Orang-Utans bestand. Dabei kam es im 100 m² großen Innengehege, besonders während der Fütterungszeiten, deutlich häufiger zu Kontakten als im 800 m² umfassenden Außengehege, wo sich die Tiere vermehrt voneinander separierten und durchschnittlich 79,27% solitär verbrachten. Den Grund hierfür sieht der Autor vor allem in der größeren Grundfläche des Außengeheges und der damit verbundenen besseren Verteilung des Futters.

Wie bereits erwähnt, verbrachten Buschi und Astrid mit Ausnahme der ersten paar Wochen und einigen Tagen am Ende des Beobachtungszeitraums die meiste Zeit im Außengehege (67,09%). Der überwiegende Aufenthalt außerhalb des Kontaktradius könnte sich also den Vermutungen von McNULTY (2002) zufolge auf die größere Grundfläche dieses Geheges zurückführen lassen, wobei die Gehegemeße in Osnabrück bei Weitem nicht denen in Seattle entsprechen. Dennoch zeigte sich, dass im Innengehege häufig die größtmögliche Distanz F eingenommen wurde, welche einem Aufenthalt der Tiere in unterschiedlichen, nur durch einen schmalen Durchlass verbundenen, Gehegeteilen entspricht (vgl. Abb. 5). Der Anteil von insgesamt 13,77% für die Kategorie F an der Gesamtanzahl aufgenommener Scans verteilt sich auf zwei Zeiträume. 8,02% wurden in dem Zeitraum aufgenommen, den die Orang-Utans im Innengehege verbrachten (32,91% der Gesamtbeobachtungszeit). Die übrigen 5,75% entfielen auf das Ende der Untersuchungsdauer. An neun Tagen wurde den Tieren aufgrund der niedrigen Temperaturen die Wahl zwischen dem Aufenthalt im kleineren der beiden Innengehege und dem Außengehege ermöglicht (vgl. Anhang III und IV). Aufgrund des geöffneten Durchlassschiebers konnte demnach auch in dieser Phase die Distanz F von den Individuen eingenommen werden. Von 221 aufgenommenen Scans, bei denen sich die Tiere in diesem Zeitraum potentiell in der Entfernung F aufhalten konnten, war dies bei 177 der Fall. An einem Tag konnte sogar ausschließlich diese Partnerdistanz beobachtet werden.

Spekulationen von McNULTY (2002) nach, fördern traditionelle Gehegevorrichtungen soziales Verhalten, während Anlagen, welche möglichst naturnah gestaltet sind und den Orang-Utans genügend Möglichkeiten zur Beschäftigung, etwa mit Manipulationsobjekten, bieten, eher das Solitärverhalten begünstigen, das bei Individuen in freier Wildbahn beobachtet werden kann und somit dem natürlichen Verhalten dieser Art entspreche. WILSON (1982) misst der Komplexität eines Geheges ebenfalls eine große Bedeutung bei,

wenn es darum geht, die Haltungsbedingungen der intelligenten Primaten zu verbessern und ihr natürliches Verhalten zu fördern. Die Größe spielt ihren Untersuchungen von 68 Orang-Utan-Gruppen in 41 zoologischen Einrichtungen zufolge eher eine untergeordnete Rolle.

Auch Buschi und Astrid wurden im Rahmen der Fütterungen hin und wieder Beschäftigungsobjekte dargeboten. Dabei handelte es sich beispielsweise um verschlossene Pappkartons oder Schlauchstücke, die Futter enthielten und den Zeitaufwand für die Nahrungsaufnahme durch die erschwerte Zugänglichkeit erhöhen sollten. Jeder Affe sicherte sich daraufhin ein solches Objekt und entfernte sich damit vom jeweiligen Partner. Astrid bevorzugte dabei das oberste Sitzbrett in Gehegesektor C7' während Buschi sich auf das Dach des Vorbaus in Sektor C9' zurückzog (vgl. Abb. 6).



Abb. 35: Astrid bei der Beschäftigung mit einem Manipulationsobjekt

Zwischen den Partnern lag bei Aufenthalt an diesen Orten eine Entfernung von mehr als 4 m, die häufig während eines Großteils der täglichen Beobachtungsdauer beibehalten wurde. Auch im Rahmen ausgedehnter Ruhephasen nach der morgendlichen Fütterung nahmen die Orang-Utans meist diese Plätze ein.

Letztlich führt die vorliegende Untersuchung zu dem Ergebnis, dass die Fokustiere, obgleich sie durchaus auch Interaktion und Sozialverhalten zeigen, verstärkt zum Alleinsein tendieren sofern die Beschaffenheit des Geheges diese Möglichkeit bietet. Eine Studie von HEUER (1998) unterstützt diese Erkenntnis. Die von ihr beobachteten Individuen hielten sich sogar zu 80% in einer Entfernung von mehr als 5 m zueinander auf.

Auch wenn die Anwesenheit von Sozialpartnern und die Möglichkeit zur Beschäftigung mit solchen sich erwiesenermaßen in vielerlei Hinsicht positiv auf Primaten auswirken (z.B. BECKER & HICK, 1984) und eine Bereicherung in der reizarmen Gehegeumgebung darstellen, sollte bei der Haltung von Orang-Utans in zoologischen Einrichtungen stets auch ihre natürliche Lebensweise bedacht werden. Besonders adulten Tieren muss genügend Raum zur Verfügung gestellt werden, damit sie sich bei Bedarf zurückziehen und von Artgenossen separieren können. Dafür ist eine komplexe Gehegegestaltung, in der den intelligenten Affen die Ausübung ihres natürlichen Verhaltensrepertoires ermöglicht und ihre ausgeprägte

manipulatorische Fähigkeit gefördert wird, von großer Bedeutung (MALLINSON & CARROLL, 1995).

5.2 Endokrinologische Untersuchungen

5.2.1 Quantifizierung von Glucocorticoid-Metaboliten

Die Quantifizierung adrenocorticoider Hormone aus dem Kot stellt eine für die untersuchten Tiere risiko- und stressfreie Methode zur Erfassung physiologischer Parameter dar und eignet sich somit sowohl für Studien in zoologischen Einrichtungen als auch in freier Wildbahn (WASSER et al., 2000). Die durchschnittliche Hormonkonzentration eines Individuums wird durch verschiedene Parameter, wie etwa den sozialen Rang (ABBOTT et al. 2003, VAN SCHAİK et al., 1991), das Alter (MAGGIONCALDA et al., 2002a), das Geschlecht (RAMINELLI et al., 2001) oder den reproduktiven Status (CARROLL et al., 1990) beeinflusst. Aufgrund der geringen Anzahl von Tieren in der vorliegenden Studie können diesbezüglich keine klaren Aussagen gemacht werden. Abweichend zu den Feststellungen von RAMINELLI et al. (2001) zeigte das Weibchen beispielsweise keine höheren Basiswerte als das Männchen im Bezug auf den Cortisoltitel. Stattdessen waren Buschis „Ruhewerte“ vor Astrids Ankunft sogar relativ hoch im Vergleich zu denen, die kurz nach ihrem Eintreffen in Osnabrück und am Ende des Beobachtungszeitraums gemessen werden konnten. Eventuell wirkten bereits die vom Zoopersonal durchgeführten Vorbereitungen im Menschenaffenhaus während den Tagen vor Ankunft des neuen Tiers als Stressor für das Männchen. Aufgrund der kurzfristigen Übernahme des Themas war es der Autorin dieser Arbeit jedoch leider nicht möglich, länger im Voraus Probenmaterial von Buschi zur Bestimmung einer genaueren Baseline zu sammeln.

Auch die von MAGGIONCALDA et al. (2002a) ermittelten Cortisollevels können nicht mit den Ergebnissen der vorliegenden Studie verglichen werden, da unterschiedliche Methoden zur Anwendung kamen und die quantifizierten Metabolite in Urin und Kot in ungleichen quantitativen Mengen ausgeschieden werden.

Die endokrinologischen Untersuchungen wurden nach der etablierten Methode des 11 β -Hydroxy-etiocholanolone-EIA von GANSWINDT et al. (2003) und HEISTERMANN et al. (2006) durchgeführt. Leider war es aus organisatorischen Gründen nicht möglich, alle Kotproben innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens zu sammeln, so dass tageszeitliche Effekte aufgrund der circadianen Ausschüttung von Steroidhormonen, wie sie etwa bei

Schimpansen in Studien von ANESTIS & BRIBIESCAS (2004) festgestellt werden konnten, nicht auszuschließen waren. Um dennoch möglichst genaue und vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurden die Proben unmittelbar nach dem Sammeln bei -20°C eingefroren und dadurch konserviert. Ein fortschreitender Abbau der fäkalen Hormon-Metabolite wurde somit unterbunden. Im Rahmen der Probenaufbereitung fand zudem eine Gefriertrocknung und Homogenisierung des Materials statt, bevor die Steroidhormone durch die Zugabe von Methanol (80%) extrahiert wurden. Dies war deshalb wichtig, weil insbesondere der Kot des Weibchens Astrid häufig unterschiedliche Konsistenzen aufwies, da vor allem während der ersten Phase nach der Zusammengewöhnung mit dem fremden Männchen vermehrt „Stressdurchfall“ auftrat. Durch das Gefriertrocknen können Unterschiede zwischen den einzelnen Proben bezüglich ihres Wassergehaltes ausgeglichen und somit eine allzu große Variabilität in der Hormonkonzentration vermieden werden (BAMBERG et al., 1991). Das zusätzliche Pulverisieren und Sieben des Materials trug ebenfalls dazu bei, eine inhomogene Verteilung der zu quantifizierenden Metabolite weitestgehend auszuschließen. Es kann somit bei der Einwaage des Probenmaterials davon ausgegangen werden, dass dessen Gewicht nicht durch einen variablen Wassergehalt oder Verunreinigungen wie unverdaute Nahrungspartikel verfälscht wird und die Analyseergebnisse der Proben untereinander letztlich vergleichbar sind.

Anhand der Ergebnisse der durchgeführten Enzymimmunoassays konnte eindeutig bestätigt werden, dass der verwendete Assay, welcher sensitiv für die Gruppe der $3\alpha,11\beta$ -dihydroxy-Glucocorticoid-Metabolite ist, sich zur Darstellung des Cortisoltiters von Orang-Utans eignet. Erwartungsgemäß zeigte sich bei beiden Fokustieren diesbezüglich ein deutlicher Anstieg der Hormonkonzentration in Folge der beobachteten Stresssituationen „Transport“ und/oder „Zusammenführung mit einem fremden Artgenossen“, der sich im fäkalen Glucocorticoid-Profil widerspiegelte (vgl. Abb. 19).

Hinsichtlich der Stärke der Veränderung zeigten sich je nach Stresssituation eindeutige Unterschiede. So stellten die Sedierung und der anschließende Transport offenbar einen weitaus größeren Stressor für das Weibchen dar als die Vergesellschaftung mit einem fremden Artgenossen. Ergebnisse zur Wirkung einer Narkose auf die Aktivität der Nebennierenrinde von Primaten konnten bereits vielfach publiziert werden (z.B. CROCKETT et al. 2000, WHITTEN et al. 1998, WOLFF 2004). SNYDER (1975) betont zudem, dass ein Umgebungswechsel durch die fehlende Einflussnahme seitens des Tieres zu Frustration führen kann.

Im Rahmen der Untersuchungen wurde davon ausgegangen, dass die Kotproben jeweils den Hormonstatus zum Zeitpunkt von 24 Stunden zuvor reflektieren. Aufgrund der Tatsache, dass Astrid am ersten Tag nach ihrer Ankunft ununterbrochen regungslos in einer Ecke des Geheges saß, kein Futter aufnahm und keinen Kot absetzte, war von diesem Zeitpunkt nach dem Transport kein Probenmaterial vorhanden. Die erste Probe konnte am zweiten Tag gewonnen werden. Dabei ließ sich zwar ein erhöhter Wert messen, jedoch war im Kot des darauf folgenden Tages ein weiterer Anstieg feststellbar. Unter Berücksichtigung der Verzögerung von 24 Stunden, zeigte die Stresshormonkonzentration des Weibchens also erst am zweiten Tag nach dem Transport den Maximalwert. Zum gleichen Ergebnis kamen WHITTEN et al. (1998) in einer Studie zum stressinduzierten Anstieg fäkaler Cortisol-Metabolite bei Schimpansen in Menschenobhut. Auch bei diesen Primaten zeigte sich eine Erhöhung mit einer Verzögerung von zwei Tagen. Bei Astrid war zu diesem Zeitpunkt eine signifikante Erhöhung der fäkalen Cortisol-Metabolite um den Faktor 54 im Vergleich zu den Referenzwerten aus der Phase vor dem Transport zu verzeichnen. Da Astrid die Nahrungs- und Wasseraufnahme zunächst völlig verweigerte, könnte es auch zu einer verlangsamten Ausscheidung gekommen sein, so dass nicht eindeutig geklärt werden kann, ob die Probe vom dritten Tag nun den Cortisoltitel vom ersten oder zweiten Tag nach der Ankunft in Osnabrück reflektiert. Ungeachtet dessen könnten jedoch auch zusätzliche Stressoren, etwa die neue Gehegeumgebung, den anhaltenden Anstieg bedingt haben. Diese Annahme wird durch Erkenntnisse der Untersuchungen von CROCKETT et al. (2000) an Schweinsaffen (*Macaca nemestrina*) und auch anderer Spezies, wie etwa Bengalkatzen (*Felis bengalensis*) durch CARLSTEAD et al. (1993) gestützt. Dabei ging eine Umsiedelung der Tiere in ein neues Gehege mit einer Erhöhung des Cortisoltiters und bei den Affen zusätzlich mit vorübergehender Appetitlosigkeit einher.

Besonders die Tatsache, dass Astrid zuvor in Antwerpen ein voll verglastes Innengehege bewohnt hatte, könnte eine Rolle gespielt haben. Die Verglasung des Innengeheges in Osnabrück ist zum Besucherraum hin von Gitterteilen durchbrochen, die zu einem für das Weibchen ungewohnt lauten Geräuschpegel durch die Zoobesucher führt. In den ersten Tagen nach ihrer Ankunft hielt sich Astrid vermehrt in einer Höhe von etwa 4 m oberhalb des Gehegebodens auf, wo sie an einer Gitterleiste hängend durch eine Fensterreihe nach draußen schaute. Dabei floh sie auffällig häufig, wenn sich viele Besucher oder laute Schulklassen im Menschenaffenhaus aufhielten.

Es ist insgesamt davon auszugehen, dass die maximale Veränderung bezüglich der Glucocorticoidausschüttung als Reaktion auf den Transport erfasst werden konnte, da bereits

in der Probe vom fünften Tag wieder eine deutlich gesunkene Hormonkonzentration gemessen wurde und zwischenzeitlich keine weitere Defäkation des Weibchens stattgefunden hatte.

Es war jedoch nicht allein Ziel dieser Studie, die Auswirkungen der Narkose und des Tiertransportes auf das Orang-Utan-Weibchen anhand endokriner Korrelate zu untersuchen, vielmehr sollte überprüft werden, ob auch sozialer Stress im Glucocorticoid-Profil sichtbar wird. Die Formation einer neuen sozialen Gruppe ist für Primaten potentiell mit einem hohen Maß an Stress verbunden (CLARKE et al. 1995, GUST et al. 1991). HEISTERMANN et al. (2004) konnten als Effekt einer Neustrukturierung mehrerer Gruppen von Kleideraffen (*Pygathrix nemaeus*) signifikante Anstiege in der Konzentration immunoreaktiver $3\alpha,11\beta$ -dihydroxy-CM nachweisen. Die zu Beginn instabile Gemeinschaft muss durch die Ausbildung neuer Dominanzhierarchien zunächst etabliert werden, was häufig mit Kämpfen verbunden ist. In Übereinstimmung mit den Resultaten aus Untersuchungen an anderen Primaten (CLARKE et al. 1995, GONZALES et al. 1981, JOHNSON et al. 1996) waren bei Buschi und Astrid die Veränderungen bezüglich ihres sozialen Umfeldes mit einem Anstieg ihres individuellen Glucocorticoid-Levels verbunden. Die dadurch generierte Stresssituation führte im Sinne des Modells von Seyle (vgl. Abb. 2) zu einer Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindenachse, die die vermehrte Ausschüttung adrenocorticoider Hormone bewirkt. Die graphische Darstellung des Profils lässt bei beiden Tieren kurz nach



Abb. 36: Astrid leckt beim ersten Zusammentreffen mit Buschi einen Joghurtbecher aus (Foto aus dem Filmmaterial des NDR)

deren Zusammenführung am vierten Tag deutlich erhöhte Werte erkennen (vgl. Abb. 19). Dabei zeigte Astrid großes Interesse an der Kontaktaufnahme mit Buschi, näherte sich diesem immer wieder aufs Neue und folgte ihm über längere Zeit durch das Gehege. Buschi reagierte darauf eher abweisend und versuchte dem Weibchen aus dem Weg zu gehen,

indem er sich laufend oder kletternd von ihr weg bewegte, jedoch zeigte er sich zu keinem Zeitpunkt aggressiv ihr gegenüber. Bis auf Drohgebärden und leichtes Stoßen mit der Hand, wodurch er versuchte, Astrid auf Abstand zu halten, konnte keine Agonistik beobachtet

werden. Buschi duldet sogar, dass Astrid einen Joghurtbecher aufnahm und ausleckte. Das erste Zusammentreffen der Tiere verlief insgesamt sehr ruhig und ohne Zwischenfälle. Der individuelle Anstieg der quantifizierten Hormon-Metabolite lässt dennoch zweifelsfrei erkennen, dass die veränderten Lebensbedingungen bei beiden Tieren zu einer Stressreaktion führen. Dabei ist zwischen den Individuen kein signifikanter Unterschied feststellbar. Die Vermutung, der Anstieg bei Astrid könne höher sein als bei Buschi, da sie zusätzlich zu einem neuen Partner auch mit einer völlig neuen Umgebung konfrontiert wurde und nach dem Transport stressanfälliger sein könne, bestätigte sich nicht. Obwohl das Männchen in dem Gehege etabliert war, wirkte sich die Anwesenheit des fremden Sozialpartners auf ihn in vergleichbarem Maße wie auf das neue Weibchen aus. Es konnte also gezeigt werden, dass der verwendete Assay tatsächlich geeignet ist, um sozialen Stress bei Orang-Utans nachzuweisen, was eine wichtige Erkenntnis für weiterführende Studien auf diesem Gebiet darstellen könnte.

Ein Vergleich der Messwerte des Weibchens Astrid mit den Verhaltensdaten und den *ad libitum* festgehaltenen besonderen Vorkommnisse und exogenen Einflüsse bestätigt diese Feststellung zusätzlich. Obwohl keine vergleichbare Publikation zu diesem Thema gefunden



Abb. 37: Astrid weicht nach einer Auseinandersetzung mit Buschi nach oben aus

werden konnte, sollen die Resultate dieses Vergleichs im Folgenden diskutiert werden, da Verhalten und Hormonstatus vielfach Zusammenhänge erkennen lassen. Aus Gründen der besseren Übersicht und Nachvollziehbarkeit ist in Abbildung 38 noch einmal das Glucocorticoid-Profil des Weibchens einzeln dargestellt.

Der erhöhte Cortisoltitert während der Tage elf bis vierzehn kann offenbar auf eine Auseinandersetzung der beiden Orang-Utans zurückgeführt werden, bei der Buschi seine Partnerin nach Angaben der Tierpfleger gepackt, festgehalten und gebissen hat. In der darauf folgenden Beobachtungsphase war die Stimmung deutlich angespannt und beide Partner

erschieden gereizt und aufgeregt. Astrid hing während der gesamten drei Stunden an einer Gitterleiste in etwa 5 m oberhalb des Bodenniveaus. Buschi zeigte immer wieder

Imponiergehabe, wobei er lautstark Kartons durch das Gehege warf, mit Kletterseilen gegen das Gitter peitschte und an Gehegeinventar rüttelte. Zudem bespuckte er mehrfach Zoobesucher und Zoopädagogen, die sich näherten. Währenddessen beobachtete ihn Astrid aus ihrer erhöhten Position und gab immer wieder prustende Geräusche von sich, die als eine Art Drohlaute interpretiert wurden, da sie gleichzeitig mehrfach versuchte, das Männchen von oben zu bespucken. RIJKSEN (1978) beschreibt ähnliche Lautäußerungen und nennt sie „kiss sound“ und „grumpf“. Um welche Form von Lautäußerung es sich bei Astrid jedoch genau handelte, konnte nicht eindeutig geklärt werden.

Ein Zusammenhang zwischen Aggression und Cortisoltitern konnten MULLER & WRANGHAM (2004a) beispielsweise auch bei Schimpansen nachweisen, allerdings fehlen genaue Erklärungen dafür weitgehend. Sowohl zusätzliche Faktoren, die in dieser Hinsicht eine Rolle spielen könnten als auch die Korrelation zwischen Dominanzrang und Hormonstatus eines Individuums sollten in weiterführenden Untersuchungen genauer betrachtet werden.

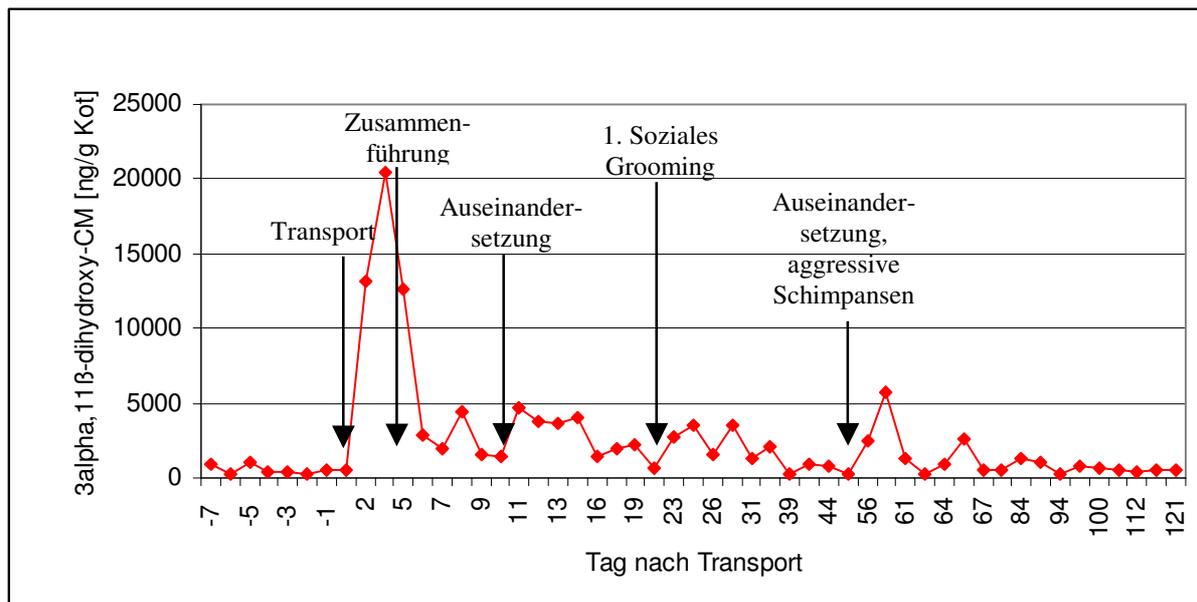


Abb. 38: Fäkales Glucocorticoid-Profil des Weibchens Astrid mit Benennung besonderer Ereignisse während des Untersuchungszeitraums (Pfeile)

Im weiteren zeitlichen Verlauf der Eingewöhnungsphase von Buschi und Astrid zeigt die Graphik einen erneuten leichten Anstieg in der Konzentration der quantifizierten Cortisol-Metabolite. Ein Vergleich mit den Daten der ethologischen Beobachtungen während dieses Zeitraums zeigt, dass Astrid am einundzwanzigsten Tag nach ihrer Ankunft zum ersten Mal dabei beobachtet werden konnte, wie sie Buschi über einen Zeitraum von etwa 25 min

groomte. Obwohl dies nach KUMMER (1975) als positiv zu bewerten ist und für das Erreichen der nächst höheren Stufe bei der Beziehungsbildung innerhalb einer Dyade spricht, zeigt sich in der Zeitspanne von einigen Tagen danach eine anhaltend leicht erhöhte Stresshormonkonzentration.

Soziale Körperpflege ist wie bereits erwähnt eher unter Primaten verbreitet, die in größeren sozialen Verbänden leben und meist klare Rangordnungsstrukturen aufweisen, wie etwa Schimpansen oder Paviane. Bei Orang-Utans tritt derartiges Verhalten außerhalb der Mutter-Kind-Einheiten selten auf. In Übereinstimmung mit der vorliegenden Studie konnte auch JANTSCHKE (1972) soziales Grooming in Zoo beobachten. Auch dort wurde es von weiblichen Tieren einem Männchen gegenüber ausgeführt, mit dem sie erst wenige Wochen zuvor vergesellschaftet worden waren. Die erhöhte Stresshormonkonzentration bei Astrid kurz nach dem ersten Auftreten der sozialen Fellpflege könnte eventuell für eine gewisse Unsicherheit des Weibchens aufgrund des direkten und länger andauernden Körperkontaktes mit dem Männchen sprechen. Vergleichbare Untersuchungen sind nicht leider bekannt, so dass diese Annahme rein spekulativ bleibt.

Der nächste sichtbare Ausschlag des Hormonprofils am achtundfünfzigsten Tag ist möglicherweise durch eine Auseinandersetzung der Orang-Utans im kleinen Innengehege zu erklären, bei der Astrid versuchte, durch das Aufbiegen des Durchlasschiebers ins Außengehege zu fliehen. Auch die daraufhin nötigen Reparaturarbeiten durch einen Schlosser könnten als Stressor gewirkt haben. In den Tagen nach der Auseinandersetzung ging Astrid Buschi beim Aufenthalt im Freien auffällig aus dem Weg und wich sofort nach oben unter das Gitterdach aus, sobald er sich ihr näherte. Außerdem verhielten sich die Schimpansen während dieses Zeitraumes sehr aggressiv, sobald Astrid sich dem Gitter näherte, welches an die Schimpansenaußenanlage angrenzte. Die Primaten reagierten darauf in Form von heftigem Geschrei und warfen mit Steinen und Exkrementen woraufhin Astrid fluchtartig einen anderen Gehegeteil aufsuchte und unmittelbar Stressdurchfall und Urin absetzte. Derartige direkte Reaktionen auf Stresssituationen waren bei ihr des Öfteren, vor allem während der Anfangszeit nach dem ersten Zusammentreffen mit Buschi zu beobachten. Dieser Effekt ist auf die Verdauungsfördernde Wirkung der Nebennierenrindenhormone zurückzuführen (ECKERT, 2002).

Für die aus Abbildung 19 ersichtlichen Schwankungen des Glucocorticoid-Profiles des Männchens Buschi konnten mit Ausnahme des bereits erwähnten Anstiegs der Stresshormonkonzentration als Reaktion auf die Zusammenführung mit dem Weibchen keine Erklärungs-

ansätze in den Verhaltensdaten gefunden werden. Dabei ist jedoch zu beachten, dass generell die Stresshormonkonzentration bei Buschi nicht so hoch ist wie bei Astrid und es sich bei den kleineren Ausschlägen in der Kurve nach oben um Abweichungen von wenigen 100 ng/g Kot handelt. Anstiege in dieser Größenordnung sind bei Astrid aufgrund der größeren Skalierung in der Kurve gar nicht erkennbar und auch nicht berücksichtigt. Ausschläge bedeuten bei Astrid Abweichungen der Konzentration der gemessenen Cortisol-Metabolite im Bereich mehrerer 1000 ng/g Kot (vgl. Abb. 38). Daher sind die „Peaks“ bei Buschi mit Ausnahme der Phase nach dem ersten Zusammentreffen mit dem Weibchen eher vernachlässigbar. MULLER & WRANGHAM (2004a) untersuchten die Exkretion von Cortisol-Metaboliten im Urin von Schimpansen und betonen, dass tageszeitliche Schwankungen in der Steroidkonzentration unter Primaten weit verbreitet sind. Auch bei Buschi ist von solchen Einflüssen auszugehen.

Gegen Ende des Beobachtungszeitraums, etwa ab dem neunzigsten Tag nach Astrids Transport nach Osnabrück, hatte sich der Cortisoltitert beider Orang-Utans wieder dauerhaft auf das Niveau der Basiswerte abgesenkt. Untersuchungen von GOYMAN & WINGFIELD (2004) führten zu dem Ergebnis, dass ein gesundes Gleichgewicht aus physikalischen, emotionalen, biologischen und sozialen Reizen („allostatic load“) die Ausschüttung von Glucocorticoiden beeinflusst, wobei eine Störung dieses Gleichgewichts einen Anstieg zur Folge hat. Die stabilen Werte von Astrid und Buschi in der letzten Beobachtungsphase ließe in Anlehnung daran auf eine abgeschlossene Gewöhnung an die neuen Lebensbedingungen und eine stabile Beziehung zwischen den Orang-Utans schließen.

5.2.2 Quantifizierung von Androgen-Metaboliten

Wie bereits erwähnt gibt es derzeit keine Publikationen zur Quantifizierung von Androgen-Metaboliten aus dem Kot von Orang-Utans, so dass ein Vergleich mit vorangegangenen Studien nur begrenzt möglich war.

Bei diversen Primatenspezies konnten Zusammenhänge zwischen dem Testosterontiter männlicher Tiere und deren Dominanzrang innerhalb einer Gruppe festgestellt werden (*Macaca mulatta*: ROSE et al. 1975, *Allouatta palliata*: ZUCKER et al. 1996). Die Ausschüttung des männlichen Sexualhormons scheint durch das Auftreten von Rangordnungskämpfen beeinflusst zu werden, welche sowohl beim Gewinner als auch beim Verlierer zu einem Anstieg des Androgentiters kommt (BERNSTEIN et al., 1974). Andere

Arten z.B. Rotgesichtsmakaken (*Macaca fuscata*) ließen hingegen keine Korrelation erkennen (RALEIGH et al., 1991). Diese Primaten ziehen nomadisch in großen Gruppen von mehr als 100 Tieren umher, wobei innerhalb der Gruppe und selbst zwischen fremden Gruppen bei einer Begegnung nur selten Kämpfe auftreten (IZAWA, 1988). Dennoch kann es auch bei solchen Arten zu erhöhten Testosteronkonzentrationen kommen, wenn soziale Instabilität besteht (SAPOLSKY, 1993). Dies kann im Zoo beispielsweise durch die Vergesellschaftung fremder Artgenossen und die notwendige Ausbildung einer neuen Rangordnung geschehen.

Im Falle des beobachteten Orang-Utan-Paares scheint dieser Aspekt jedoch nicht von Bedeutung gewesen zu sein. Aufgrund des deutlichen Sexualdimorphismus zwischen dem voll entwickelten Männchen und dem Weibchen war davon auszugehen, dass gemäß den Angaben von KUMMER (1975) bei solchen Partnern die Rangfolge von Beginn an festgelegt ist und aggressive Kämpfe nicht zu erwarten sind. Diese Annahme bestätigte sich und es konnte keinerlei direkt aggressives Verhalten des Männchens gegenüber seiner neuen Partnerin beobachtet werden, als die Tiere zum ersten Mal aufeinander trafen. Um zu überprüfen, ob bei Orang-Utans Zusammenhänge zwischen dem Rang und der Testosteronproduktion bestehen, müssten Gruppen mit mehreren Männchen untersucht und die Werte der Individuen untereinander verglichen werden, was im Rahmen der vorliegenden Studie nicht möglich war. Entsprechende Publikationen für diese Art sind bislang nicht bekannt.

MULLER & WRANGHAM (2004b) konnten bei Schimpansen neben einer positiven Korrelation zwischen dem Testosterontiter und dem Dominanzrang eines Männchens auch einen Zusammenhang mit der Aggressionsrate des Tiers feststellen. Während EBERHART et al. (1980) bei Zwergmeerkatzen (*Miopithecus talapoin*) zu vergleichbaren Ergebnissen kamen, unterstützen COE et al. (1985) diese aufgrund ihrer Untersuchungen an Totenkopffäffchen (Gattung *Saimiri*) nicht.



Abb. 39: Buschi zieht Astrid als Reaktion auf ihre Annäherung an den Haaren

Im Rahmen der vorliegenden Studie führte die Quantifizierung von Androgen-Metaboliten aus dem Kot des Männchens Buschi leider nicht zu eindeutigen Ergebnissen. Aufgrund des deutlichen, wenn auch nicht signifikanten, Kurvenausschlages kurz nach der Zusammenführung mit dem Weibchen, ist davon auszugehen, dass diese Reaktion auf das besagte Ereignis zurückzuführen ist und der eingesetzte EIA zur Darstellung des Androgen-Status bei Orang-Utans geeignet ist. Das fäkale Epiandrosteron-Profil in Abbildung 25 zeigt jedoch insgesamt sehr variable Werte, wobei die Schwankungen sich nicht mit Verhaltensdaten in Zusammenhang bringen lassen.

Wie bereits erwähnt waren keine ernsthaften Kämpfe innerhalb der Dyade zu beobachten, so dass gemäß BERNSTEIN et al. (1974) auch keine erhöhten Werte zu erwarten gewesen wären. Buschi zeigte sich dem Weibchen gegenüber, zumindest während der Beobachtungszeit, nie ernsthaft aggressiv. Agonistisches Verhalten blieb stets auf Schubsen oder Drohgebärden beschränkt. Hin und wieder konnte Buschi dabei beobachtet werden, wie er Astrid als Reaktion auf eine Annäherung ihrerseits an den Haaren zog oder festhielt, um sie zu beißen. Dies geschah jedoch ausschließlich in spielerischer Art und Weise und führte nicht zu Verletzungen. Die beiden heftigeren Auseinandersetzungen, die in Abschnitt 5.2.1 im Zusammenhang mit dem erhöhten Cortisoltiters des Weibchens bereits erwähnt wurden, spiegelten sich ebenfalls nicht auffällig im Epiandrosteron-Profil des Männchens wider.

Der Kurvenverlauf scheint insgesamt eine übliche Variabilität von einigen pg/g Kot im Bezug auf die individuelle Testosteronsekretion eines Individuums zu reflektieren.

Den Resultaten der statistischen Auswertung der Datensätze zufolge ließ sich auch die Hypothese, die Anwesenheit des Weibchens könne Einfluss auf die Testosteron-Sekretion des Männchens haben, nicht bestätigen. Angaben von DIXON (1998) und NELSON (1995) zufolge regt Testosteron im Allgemeinen männliche Primaten zur Ausübung von Sexualverhalten an, wenn diese auf potentielle weibliche Geschlechtspartner treffen. Gleichzeitig kann sich das Verhalten wiederum umgekehrt in Form einer positiven Rückkopplung auf die Testosteronsekretion auswirken (MAZUR & BOOTH, 1998).

Zwischen den im Rahmen der vorliegenden Untersuchung beobachteten Orang-Utans kam es zu keiner sexuellen Interaktion. Buschi zeigte lediglich in unregelmäßigen Abständen an vier Tagen zwischen Juli und September Masturbationsverhalten. Dieses Verhalten ließ sich jedoch nicht mit dem Verlauf des fäkalen Epiandrosteron-Profiles bzw. dem jeweils aktuellen Androgenstatus des Männchens in Zusammenhang bringen. CARTER (1992) betont, dass

lang anhaltender Stress durch komplexe Effekte auf das Gehirn hemmend auf das Sexualverhalten eines Individuums wirken kann. Das Fehlen des sexuellen Kontaktes zwischen den Tieren könnte also zumindest in der Anfangszeit der Zusammengewöhnung auf einen erhöhten Cortisoltiters zurückzuführen sein. Allerdings besteht auch die Möglichkeit, dass Buschi aufgrund seiner Vergangenheit als Handaufzucht kaum sexuelles Interesse an weiblichen Artgenossen zeigt, was auch während des Zusammenlebens mit Suma II bereits aufgefallen war. Während innerhalb dieser Dyade eventuell zusätzlich das bedeutend höhere Alter dieses Weibchens eine Rolle gespielt haben könnte, war es im Rahmen der aktuellen Untersuchung so, dass Buschi mit 35 Jahren bereits ein relativ hohes Alter aufwies. KINGSLEY (1988) konnte Einflüsse des Alters auf den Androgenstatus von Orang-Utans und Gorillas nachweisen. Im direkten Vergleich mit juvenilen, adoleszenten und adulten Männchen, zeigten jene adulten Individuen, die bezüglich der sekundären Geschlechtsmerkmale voll entwickelt waren, den höchsten Testosterontiter. Es finden sich in dieser Studie jedoch keine Aussagen dazu, ob und wie sich dieser mit weiter zunehmendem Alter verändert. Die beiden ältesten von ihr untersuchten Orang-Utans waren mit 16 Jahren bedeutend jünger als Buschi und zeigten zudem sehr unterschiedliche Testosteronkonzentrationen im Urin, so dass sich letztlich nicht sagen lässt, ob die Androgenproduktion bei diesen Primaten altersbedingt abnimmt. Die Messwerte lassen sich zudem aufgrund der abweichenden Methode nicht mit den Ergebnissen der Hormonquantifizierung aus dem Kot vergleichen, weshalb nicht beurteilt werden kann, ob Buschis Androgenstatus im „Normbereich“ einzustufen ist. Um derartige Fragen zu klären sind weiterführende Untersuchungen und größere Stichproben nötig.

Ausblick

Die vorliegende Untersuchung konnte zeigen, dass die Vergesellschaftung einander fremder Tiere sich deutlich auf deren Hormonstatus auswirkt.

Die Methode des Enzymimmunoassays zur nicht-invasiven Quantifizierung von Cortisol-Metaboliten aus dem Kot erwies sich dabei als zuverlässige Methode zur Darstellung der Nebennierenrindenaktivität von Orang-Utans. In dieser Hinsicht konnte nicht nur der Transport des weiblichen Tieres als enorm großer Stressor befunden werden, es konnte zudem ein Nachweis erbracht werden, dass sozialer Stress grundsätzlich ebenfalls anhand der angewandten Methode erfasst werden kann. Dies könnte in weiterführenden Studien von Bedeutung sein, um den Einfluss des sozialen Umfeldes auf einzelne Mitglieder größerer Primatengruppen zu untersuchen und bessere Erkenntnisse darüber zu gewinnen, in welchem Ausmaß Stress auch in etablierten sozialen Einheiten eine Rolle spielt bzw. welche exogenen Faktoren hormonelle Veränderungen bedingen.

Die im Rahmen dieser Arbeit diskutierten Erklärungsansätze hinsichtlich möglicher Zusammenhänge zwischen bestimmten Ereignissen, Verhaltensweisen oder exogenen Einflüssen und dem Cortisoltitel einzelner Individuen müssen aufgrund der limitierten Daten kritisch betrachtet werden. Die Ergebnisse müssten in weiteren vergleichbaren Untersuchungen eingehender überprüft werden.

Auch die Darstellung der Gonadenaktivität des Männchens anhand der Quantifizierung fäkaler Testosteron-Metabolite sollte bei Orang-Utans noch ausführlicher betrachtet werden. Zwar erwies sich der eingesetzte Assay als geeignet, jedoch fehlen bislang Publikationen zu diesem Thema völlig. Ein Profil, das die tageszeitlichen Schwankungen von Androgenen bei Orang-Utans widerspiegelt, könnte helfen, tatsächliche, auf äußere Umstände zurückführbare Veränderungen besser zu erkennen und abzugrenzen. Eventuell wäre dies durch die Entnahme von Speichelproben zu verschiedenen Tageszeiten im Zoo möglich.

Auch im Bezug auf Korrelationen zwischen Dominanzrang oder Aggressivität und Testosterontiter besteht bei Orang-Utans weiterhin Forschungsbedarf.

Des Weiteren konnten im Rahmen dieser Studie diverse Erkenntnisse zum Sozialverhalten der Orang-Utans gewonnen werden.

So zeigten die Tiere zwar durchaus Interaktion und erreichten bereits nach kurzer Zeit die höchste Beziehungsstufe, die sich durch das Auftreten sozialer Fellpflege auszeichnet, jedoch tendierten die Individuen gemäß ihrer natürlichen Lebensweise dennoch vermehrt zum

Alleinsein. Weiterführende Untersuchungen könnten zeigen, wie stabil die Bindungen zwischen Orang-Utans tatsächlich sind bzw. wie groß die Scheidungstendenz innerhalb einer Dyade ist. Auch Einflüsse durch die Gehegeumgebung sollten dabei berücksichtigt werden.

Innerhalb eines Zeitraumes von etwa zwei bis drei Monaten konnte bei den Fokustieren von einer abgeschlossenen Eingewöhnungsphase ausgegangen werden, was sich bei beiden Partnern auch in einem auf „Basisniveau“ abgesunkenen Cortisoltitern widerspiegelte. Die Tiere zeigten zu keinem Zeitpunkt ernsthaft aggressives Verhalten und konnten sogar bei dem unter adulten Orang-Utans eher selten auftretenden sozialen Spiel beobachtet werden. Dies zeigt, dass die Vergesellschaftung dieser Primaten trotz ihres von Natur aus eher ungeselligen Wesens im Zoo zweifellos der Einzelhaltung vorzuziehen ist. Die Anforderungen an die Gehegegestaltung sollten dennoch dem solitären Wesen der Tiere gerecht werden und ihnen auch genügend Rückzugsmöglichkeiten bieten, um eventuellen sozialen Stress aufgrund beengter räumlicher Verhältnisse zu vermeiden.

Zusammenfassung

Trotz intensiver Freilandbeobachtungen konnte ein genaues Verständnis des Sozialsystems von Orang-Utans bislang nicht erreicht werden. Obwohl diese Primaten einen beträchtlichen Teil ihres Lebens solitär verbringen, finden sie sich unter bestimmten Bedingungen auch in mehr oder weniger großen sozialen Einheiten zusammen, wobei es immer wieder zur Zu- und Abwanderung einzelner Individuen kommt. Einige Autoren vermuten, dass sich diese Art des flexiblen Zusammenlebens in einem „Individual-fission-fusion-System“ zur Vermeidung direkter Nahrungskonkurrenz evolviert hat und Orang-Utans demnach nicht generell „ungesellig“ sind. Tatsächlich weisen Tieren in menschlicher Obhut ein hohes soziales Potential und die Tendenz zur Interaktion mit Artgenossen auf, so dass die Haltung dieser Primaten in Paaren oder Gruppen sich in vielerlei Hinsicht positiv auf die Tiere auswirkt. Die Vergesellschaftung einander fremder Individuen ist jedoch aufgrund der zunächst instabilen sozialen Ordnung meist auch mit einem gewissen Maß an Stress verbunden.

Ziel der vorliegenden Studie war es, nähere Informationen über die Auswirkungen einer derartigen Veränderung der Lebensbedingungen auf zwei adulte Orang-Utans im Zoo Osnabrück zu gewinnen. Dabei wurden sowohl Aspekte des Verhaltens, als auch endokrine Parameter berücksichtigt. Der Zeitraum ethologischer Beobachtungen umfasste 19 Wochen in denen zudem Kotproben zur späteren Quantifizierung von Cortisol-Metaboliten der Individuen gesammelt wurden. Der Verlauf der Beziehungsbildung innerhalb der Dyade sollte zudem mit dem von KUMMER (1975) entwickelten Stufenmodell und den entsprechenden Regeln verglichen werden.

Es konnte gezeigt werden, dass die Zusammenführung mit einem fremden Artgenossen bei beiden Partnern eine Stressreaktion auslöste, die mit einer Aktivierung der Hypothalamus-Hypophysen-Nebennierenrindenachse einherging. Die resultierende, signifikant erhöhte Ausschüttung von Glucocorticoiden konnte durch die Quantifizierung von Cortisol-Metaboliten aus dem Kot der Tiere nach der nicht-invasiven Methode des Enzymimmunoassays nachgewiesen werden. Dies führte zu der wichtigen Erkenntnis, dass sich dieses Messsystem zum Nachweis von sozialem Stress bei Orang-Utans eignet. Hinsichtlich des Ausmaßes des Anstiegs in der Stresshormonkonzentration gab es keine individuellen Unterschiede zwischen dem im Gehege etablierten Männchen und dem neuen Weibchen, welches sich zusätzlich mit einer völlig fremden Umgebung konfrontiert sah und wenige Tage vor der Zusammenführung von Antwerpen nach Osnabrück transportiert worden war. Der Transport erwies sich jedoch eindeutig als größerer Stressor und führte beim

Weibchen im Vergleich zur Vergesellschaftung mit dem Männchen zu einem weitaus größeren Anstieg der Stresshormonausschüttung. Im zeitlichen Verlauf der Eingewöhnungsphase sank der Cortisoltitert bei beiden Orang-Utans signifikant ab und erreichte nach etwa zwei bis drei Monaten wieder das Basisniveau aus dem Zeitraum vor dem Transport bzw. der Vergesellschaftung, so dass nach dieser Zeit von einer stabilen Beziehung und einer abgeschlossenen Eingewöhnungsphase auszugehen war. Bei dem weiblichen Tier konnten zwischenzeitliche erneute Anstiege mit bestimmten Ereignissen, wie beispielsweise Auseinandersetzungen mit dem Sozialpartner, in Zusammenhang gebracht werden.

Aus dem Kot des Männchens wurden zusätzlich Testosteron-Metabolite quantifiziert, um mögliche Auswirkungen der Anwesenheit eines neuen weiblichen Sozialpartners zu untersuchen. Zwar erwies sich der verwendete Assay als geeignet, es ließ sich jedoch keine Beeinflussung des Androgenstatus feststellen. Auch hinsichtlich eventueller Zusammenhänge zwischen Testosterontiter und Dominanzrang, Sexualverhalten oder Aggression eines Orang-Utan-Männchens konnten im Rahmen der Studie keine Aussagen getroffen werden.

Die Beziehungsbildung der Orang-Utans verlief im Wesentlichen nach den von KUMMER (1975) aufgestellten Regeln. Aufgrund des ausgeprägten Sexualdimorphismus und der durch Gewichts- und Größenunterschiede von vorneherein festgelegten Dominanzordnung wurde die erste Stufe (Kampf) erwartungsgemäß übersprungen. Das zusätzliche Überspringen der beiden nächsten Stufen, Präsentieren und Aufreiten, war allerdings nicht zweifelsfrei auf bestimmte physiologische Parameter der Tiere zurückzuführen. Aufgrund der Tatsache, dass die höchst mögliche Stufe des Modells von KUMMER (1975) mit dem Erstaufreten sozialer Körperpflege nach 17 Tagen erreicht wurde, konnte ab diesem Zeitpunkt von einer relativ stabilen Beziehung zwischen den Tieren ausgegangen werden. Dabei führte ausschließlich das Weibchen aktiv dieses Verhalten aus, was auf einen subordinierten Status des Tieres hindeutet. Die Erfolgsrate des Männchens im Bezug auf die Platzverdrängung sowie der höhere Zeiteil, den das Weibchen mit dem Beobachten des Männchens verbrachte, stützt diese Annahme. Trotz ihres von Natur aus eher einzelgängerischen Wesens, scheinen diese Primaten gewisse Dominanzstrukturen innerhalb sozialer Gemeinschaften auszubilden.

Generell zeigte sich das Weibchen deutlich interessierter an der Kontaktaufnahme und Körpernähe, während das Männchen vermehrt zum Kontaktabbruch tendierte. Obwohl durchaus soziale Interaktionen und sogar das zwischen adulten Orang-Utans sehr seltene Spielverhalten beobachtet werden konnten, zeigte sich, dass die Tiere dennoch vermehrt zum Alleinsein tendieren, wie es auch bei ihren wildlebenden Artgenossen zu beobachten ist.

Literaturverzeichnis

ABBOTT, D. H., KEVERNE, E. B., BERCOVITCH, F. B., SHIVELY, C. A., MEDOZA, S. P., SALTZMANN, W., SNOWDON, C. T., ZIEGLER, T. E., BANJEVIC, M., GARLAND, T. & SAPOLSKY, R. M. (2003): Are subordinates always stressed? A comparative analysis of rank differences in cortisol levels among primates. *Hormones and Behavior* 43: 67-82.

ALCOCK, J. (2005): *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. Eighth Edition, Sinauer Associates, Sunderland, Mass.

ANESTIS, S. F. & BRIBIESCAS (2004): Rapid changes in chimpanzee (*Pan troglodytes*) urinary cortisol excretion. *Hormones and Behavior* 45: 201-208.

BAHR, N. I., PALME, R., MOHLE, U., HODGES, J. K. & HEISTERMANN, M. (2000): Comparative aspects of the metabolism and excretion of cortisol in three individual nonhuman primates. *General and Comparative Endocrinology* 117: 427-438.

BAMBERG, E., MOESTL, E., PLATZL, M. & KING, G. (1991): Pregnancy Diagnosis Enzyme Immunoassay of Estrogens in Feces from Nondomestic Species. *J. Zool. Wildl. Med.* 22: 73-77.

BAUM, M. J. (1992): Neuroendocrinology of Sexual Behavior in the Male. In: Becker, J. B., Breedlove, S. M. and Crews, D. (eds.): *Behavioral Endocrinology*, MIT Press Ltd., 97-130.

BECKER, J. B. & BREEDLOVE, S. M. (1992): Introduction to Behavioral Endocrinology. In: Becker, J. B., Breedlove, S. M. and Crews, D. (eds.): *Behavioral Endocrinology*, MIT Press Ltd., 3-38.

BECKER, C. (1982): Bemerkungen zum Spielverhalten bei Orang-Utans (*Pongo pygmaeus*) in Kleingruppen. *Zeitschrift des Kölner Zoo*, 25: 35-43.

- BECKER, C. & HICK, U. (1984):** „Familienzusammenführung“ als soziale Beschäftigungstherapie und Aktivitätssteigerung bei sieben Orang-Utans (*Pongo p. pygmaeus*) im Kölner Zoo. Zeitschrift des Kölner Zoo, 27: 43-57.
- BERCOVITCH, F. B. & CLARKE, A. S. (1995):** Dominance Rank, Cortisol Concentrations, and Reproductive Maturation in Male Rhesus Macaques. *Physiol. Behav.* 58 (2): 215-221.
- BERNSTEIN, I. S., ROSE, R. M. & GORDON, T. P. (1974):** Behavioral and environmental events influencing primate testosterone levels. *J. Hum. Evol.* 3: 517 - 525.
- CAMPBELL, N. A. (2000):** Biologie. 2. korr. Nachdruck, Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin.
- CARLSTEAD, K., BROWN, J. L. & SEIDENSTICKER, J. (1993):** Behavioral and Adrenocortical Responses to Environmental Changes in Leopard Cats (*Felis bengalensis*). *Zoo Biology* 12: 321-331.
- CARROLL, J. B., ABBOTT, D. H., GEORGE, L. M., HINDLE, J. E. & MARTIN, R. D. (1990):** Urinary endocrine monitoring of the ovarian cycle and pregnancy in Goeldi's monkey (*Callimico goeldii*). *J. Reprod. Fertil.* 89 (1): 149-161.
- CARTER, C. S. (1992):** Hormonal Influences on Human Sexual Behavior. In: Becker, J. B., Breedlove, S. M. and Crews, D. (eds.): *Behavioral Endocrinology*, MIT Press Ltd., 131-142.
- CLARKE, A. S., CZEKALA, N. M. & LINDBURG, D. G. (1995):** Behavioral and adrenocortical responses of male cynomolgus and lion-tailed macaques to social stimulation and group formation. *Primates* 36: 252-265.
- COE, C. L., SMITH, E. R. & LEVINE, S. (1985):** The endocrine system of the squirrel monkey. In: *Handbook of Squirrel Monkey Research* (Rosenblum LA, Coe CL, eds). Plenum Press, New York, 191-218.

CROCKETT, C. M., SHIMOJI, M. & BOWDEN, D. M. (2000): Behavior, appetite and urinary cortisol responses by adult female pigtailed macaques to cage size, cage level, roomchange and ketamine sedation. *American Journal of Primatology* 52: 63-80.

DE VRIES, A. C., GLASPER E. R., DETILLION C. E. (2003): Social modulation of stress responses. *Physiology & Behavior* 79: 399– 407.

DIXON, A. F. (1998): Primate Sexuality. Comparative Studies of the Prosimians, Monkeys, Apes, and Human Beings. Oxford University Press, Oxford, New York, Tokyo.

DÖCKE, F. (1981): Veterinärmedizinische Endokrinologie. 2. Aufl., VEB Gustav Fischer Verlag, Jena.

EBERHART, J. A., KEVERNE, E. B., MELLER, R. E. (1980): Social influences on plasma testosterone levels in male talapoin monkeys. *Horm Behav* 14: 247-266.

ECKERT, R. (2002): Tierphysiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.

EDWARDS, S. D. (1982): Social potential expressed in captive, group-living orang utans. In: deBoer, L. E. M. (ed.): The orang utan. Its biology and conservation. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 249-255.

EDWARDS, S. D. & SNOWDON, C. T. (1980): Social Behavior of Captive, Group-Living Orang-utans. *International Journal of Primatology* 1 (1): 39-62.

EPPLE, G., KÜDERLING, I., BELCHER, A. M., SCHAEFER, A. & LERCHL, A. (1991): Estimation of immunoreactive testicular androgen metabolites in the urine of saddle-back tamarins. *Am J Primatol* 23: 87-98.

FORTHMAN, D. L. et al. (1993): Factors influencing Orangutan (*Pongo pygmaeus abelii*) behavior in indoor holding facilities and outdoor exhibits. *AAZPA annual proceedings*, 269-274.

FUCHS, E. & FLÜGGE, G. (2006): Zelluläre und molekulare Restrukturierung des Gehirns durch Stress. *BIOspektrum* 3, 12. Jahrgang: 275-276.

GALDIKAS, B. M. F. (1985a): Subadult Male Orangutan Sociality and reproductive behaviour at Tanjung Puting. *American Journal of Primatology* 8: 87-99.

GALDIKAS, B. M. F. (1985b): Orangutan Sociality at Tanjung Puting. *American Journal of Primatology* 9: 101-119.

GANSLOSSER, U. (1993): Stages in Formation of Social Relationships – An Experimental Investigation in Kangaroos (Macropodoidea: Mammalia). *Ethology* 94: 221-247.

GANSLOSSER, U. (1998): Säugetierverhalten. Filander Verlag, Fürth.

GANSWINDT, A., HEISTERMANN, M., BORRAGAN, S. & HODGES, J. K. (2002): Assessment of Testicular Endocrine Function in Captive African Elephants by Measurement of Urinary and Fecal Androgens. *Zoo Biology* 21: 27–36.

GANSWINDT, A., 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

GATTERMANN, R. (2006): Wörterbuch zur Verhaltensbiologie der Tiere und des Menschen. 2. völlig neu bearbeitete Auflage, Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, München.

GONZALES, C. A., HENNESSY, M. B. & LEVINE, S. (1981): Subspecies differences in hormonal and behavioural responses to group formation in squirrel monkeys. *American Journal of Primatology* 1: 439-452.

GOYMANN, W. & WINGFIELD, J. C. (2004): Allostatic load, social status and stress hormones: the costs of social status matter. *Animal Behaviour* 67: 591-602.

GUST, D. A., GORDON, T. P., WILSON, M. E. AHMED-ANSARI, A., BRODIE, A. R. & McCLURE, H. M. (1991): Formation of a new social group of unfamiliar female rhesus monkeys affects the immune and pituitary adrenocortical systems. *Brain Behav. Immun.* 5: 296-307.

HANNES, R. P., FRANCK, D. & LIEMANN, F. (1984): Effects of Rank-Order Fights on Whole-Body and Blood Concentrations of Androgens and Corticosteroids in the Male Swordtail (*Xiphophorus helleri*). *Z. Tierpsychol.* 65: 53-65.

HARLOW, H. F. (1958): The nature of love. *Amer. Psychol.* 13, 673-685.

HEISTERMANN, M., ADEMMEER, C. & KAUMANN, W. (2004): Ovarian Cycle and Effect of Social Changes on Adrenal and Ovarian Function in *Pygathrix nemaeus*. *International Journal of Primatology* 25 (3): 689-708.

HEISTERMANN, M., PALME, R & GANSWINDT, A. (2006): Comparison of Different Enzymeimmunoassays for Assessment of Adrenocortical Activity in Primates Based on Fecal Analysis. *American Journal of Primatology* 68:257–273.

HENRY, J. P. & STEPHENS, P. M. (1977): Stress, Health and the Social Environment. Springer, New York etc.

HEUER, A. (1998): Habitatbereicherung bei vier subadulten Orang-Utans (*Pongo pygmaeus abelii*) im Zoologischen Garten Hannover. Georg-August-Universität zu Göttingen.

HINDE, R. A. (1983): Primate Social Relationships. Blackwell, Oxford.

IMMELMANN, K. (1975): Wörterbuch der Verhaltensforschung. Parey, Berlin und Hamburg.

IZAWA, K. (1988): Die „Affenkultur“ der Rotgesichtsmakaken. In: Grzimek, B. (ed.): Grzimeks Enzyklopädie – Säugetiere. Band II, Kindler Verlag GmbH, München, 286-295.

JANTSCHKE, F. (1972): Orang-Utans in Zoologischen Gärten. München.

JOHNSON, E. O., KAMILARIS, T. C., CARTER, C. S., CALOGERO, A. E., GOLD, P. W. & CHROUSOS, G. P. (1996): The Biobehavioral Consequences of Psychogenic Stress in a Small, Social Primate (*Callithrix jacchus jacchus*). *Biological Psychiatry* 40: 317-337.

KREBS, E. (2008): Primatenhaltung im Zoo. Filander Verlag GmbH.

KINGSLEY, S. R. (1988): Physiological Development of Male Orang-utans and Gorillas. In: Schwartz, J. H. (ed.): *Orang-utan Biology*. Oxford University Press, New York, 123-131.

KUMMER, H. (1975): Rules of Dyad and Group Formation among Captive Gelada Baboons (*Theropithecus gelada*). In: Kondo, S., Kawai, A., Ehara, A. & Kawamura, S. (eds.): *Proceedings from Symposia of the Fifth Congress of the International Primatological Society*, Japan Science Press, Tokyo, 129-159.

LEHNER, P. N. (1996): Handbook of ethological methods. Second edition, Cambridge University Press, Cambridge.

LETHMATE, J. (1977): Problemlöseverhalten von Orang-Utans (*Pongo pygmaeus*). Parey, Berlin, Hamburg.

LEYENDECKER, M. (1999): Lebensraumbereicherung bei adulten Orang-Utans (*Pongo pygmaeus*) im Zoo. Diplomarbeit, Universität Osnabrück.

MACKINNON, J. R. (1974): The Behaviour and Ecology of Wild Orang-Utans (*Pongo pygmaeus*). *Animal Behaviour* 22, 3-74.

MACKINNON, K., (1988): Orang-Utan. In: Grzimek, B. (ed.): *Grzimeks Enzyklopädie – Säugetiere*. Band II, Kindler Verlag GmbH, München, 401-419.

MAGGIONCALDA, A. N., CZEKALA, N. M. & SAPOLSKY, R. M. (2002a): Male Orangutan Subadulthood: A New Twist on the Relationship Between Chronic Stress and Developmental Arrest. *American Journal of Physical Anthropology* 118: 25-32.

MAGGIONCALDA, A. N. & SAPOLSKY, R. M. (2002b): Der Sexualtrick der jungen Orang-Utans. *Spektrum der Wissenschaft* 9, 26-32.

MALLINSON, J. J. C. & CARROLL, J. B. (1995): Integrating Needs in Great Ape Accommodation. Sumatran Orangutan (*Pongo pygmaeus abelii*) "Home-Habitat" at the Jersey Wildlife Preservation Trust. In: Nadler, R. D., Galdikas, B. M. F., Sheehan, L. & Rosen, N. (eds.): *The Neglected Ape*. Plenum Press, New York, 279-292.

MAPLE, T. L. (1980): Orang-Utan Behavior. Van Nostrand Reinhold Company, New York.

MAPLE, T. L. (1982): Orang utan behaviour and its management in captivity. IN: deBoer, L. E. M. (ed.): *The orang utan. Its biology and conservation*. Dr. W. Junk Publishers, The Hague, 257-268.

MARKHAM, R. J. (1980): An investigation into the differences in social behaviour between the Sumatran (*Pongo pygmaeus abelii*) and Bornean (*Pongo pygmaeus pygmaeus*) subspecies of orang-utan in captivity. Unpublished honours thesis, University of East Anglia.

MAZUR, A. & BOOTH, A. (1998): Testosterone and dominance in men. *Behav Brain Sci* 21: 353-397.

McEWEN, B. S. (2000): Effects of adverse experiences for brain structure and function. *Biol. Psychiatry* 48: 721-731.

McNULTY, J. A. (2002): Conspecific Distancing in Captive Orangutans (*Pongo pygmaeus x abelii*). Research Paper, *Psychology* 418.

MITANI, J. C., GREYER, G. F., RODMAN, P. S. & PRIATNA, D. (1991): Associations among wild orang-utans: sociality, passive aggregations or chance? *Animal Behaviour* 42: 33-46.

MÖHLE, U., HEISTERMANN, M., PALME, R. & HODGES, J. K. (2002): Characterization of urinary and fecal metabolites of testosterone and their measurement for assessing gonadal endocrine function in male nonhuman primates. *General and Comparative Endocrinology* 129: 135-145.

MULLER, M. N. & WRANGHAM R. W. (2004a): Dominance, cortisol and stress in wild chimpanzees (*Pan troglodytes schweinfurthii*). *Behav Ecol Sociobiol* 55: 332-340.

MULLER, M.N., u. R.W. WRANGHAM (2004b): Dominance, aggression and testosterone in wild chimpanzees: a test of the “challenge hypothesis”. *Anim. Behav.* 67, Nr.1, 113-123

NELSON, R. J. (1995): An introduction to behavioural endocrinology. Sinauer, Sunderland, Mass.

NORMAN, A. W. & LITWACK, G. (1987): Hormones. Academic Press, INC., Orlando, San Diego.

PALME, R. & MÖSTL, E. (1997): Measurement of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of cortisol concentration in the blood. *Int J Mamm Biol* (62): Proceedings of the 1st International Symposium on Physiology and Ethology of Wild and Zoo Animals, Germany, 192-197.

PERKINS, L. A. (1992): Variables That Influence the Activity of Captive Orangutans. *Zoo Biology* 11, 177-186.

POOLE, T. B. (1987): Social Behavior of a Group of Orangutans (*Pongo pymaeus*) on an Artificial Island in Singapore Zoological Gardens. *Zoo Biology* 6: 315-330.

RALEIGH, M., MCGUIRE, M., BRAMMER, G., POLLACK, D. & YUWILER, A. (1991): Serotonergic mechanisms promote dominance acquisition in adult male vervet monkeys. *Brain Res* 559: 181–190.

RAMINELLI, J. L. F., De SOUSA, M. B. C., CUNHA, M. S. & BARBOSA, M. F. V. (2001): Morning and afternoon patterns of fecal cortisol excretion among reproductive and non-reproductive male and female common marmosets (*Callithrix jacchus*). *Biological Rhythm Research* 32: 159-167.

RICE, W. R. (1989): Analyzing tables of statistical test. *Evolution* 43 (1): 223-225.

RIJKSEN, H. D. (1978): A Fieldstudy on Sumatran Orang Utans (*Pongo pygmaeus abelii* Lesson 1827). Wageningen: H. Veenman & B. V. Zonen.

RIJKSEN, H. D. & MELJAARD, E. (1999): Our vanishing relative: The status of orang-utans at the close of the twentieth century. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

RODMAN, P. S. (1979): Individual Activity Patterns and the Solitary Nature of Orangutans. In: Hamburg, D. A. & McCown, E. R. (eds.): *The Great Apes*. Benjamin/Cummings, Menlo Park, California, 235-255.

RODMAN, P. S. & MITANI, J. C. (1987): Orangutans: Sexual Dimorphism in a Solitary Species. In: *Primate Societies*. Smuts, B. B., Cheney, D. L., Seyfarth, R. M., Wrangham, R. W., Struhsaker, T. T. (eds). Chicago: University of Chicago Press, 146-154.

ROSE, R. M., BERNSTEIN, I. S. & GORDON, T. P. (1975): Consequences of social conflict on plasma testosterone levels in rhesus monkeys. *Psychosom Med* 37: 50-60.

SAPOLSKY, R. M. (1992): Neuroendocrinology of the Stress-Response. In: Becker, J. B., Breedlove, S. M. and Crews, D. (eds.): *Behavioral Endocrinology*.

SAPOLSKY, R. M. (1993): The physiology of dominance in stable versus unstable social hierarchies. In: *Primate Social Conflict* (Mason WA, Mendoza SP, eds). SUNY Press, Albany, 171-204.

SCHEDLOWSKI, M. (1994): Streß, Hormone und zelluläre Immunfunktionen - Ein Beitrag zur Psychoneuroimmunologie. Spektrum Akad. Verlag, Heidelberg, Berlin, Oxford.

SCHUSTER, G., SMITS, W. & ULLAL, J. (2007): Die Denker des Dschungels – Der Orangutan-Report. Tandem Verlag GmbH.

SCHWARTZ, J. H. (1988): Orang-Utan Biology. Oxford University Press, New York.

SIGG, H. (1980): Entwicklung von Zweier-Beziehungen bei jung adulten Rhesusaffenmännchen und ihre Beeinflussung durch Psychopharmaka. In: Blösch, M. (ed.): Die Beeinflussung angeborener Verhaltensweisen durch neurotrope Substanzen. Symposium der ethologischen Gesellschaft e.V. am 27. März 1980 in der Universitäts-Nervenlinik Erlangen, 78-87.

SNYDER, R. L. (1975): Behavioral Stress in Captive Animals. In: American Association of Zoological Parks and Aquariums: Research in Zoos and Aquariums. National Academy of Sciences, Washington, 41-76.

SOMMER, V. & AMMANN, K. (1998): Orang Utans: „Menschen des Waldes“ allein unterwegs. In: Sommer, V. & Ammann, K. (eds.): Die Großen Menschenaffen: Orang-Utan, Gorilla, Schimpanse, Bonobo; die neue Sicht der Verhaltensforschung. BLV, München, Wien, Zürich, 22-51.

STOINSKI, T., KUCHAR, C. W., LUKAS, K. E. & MAPLE, T. L. (2004): Social Dynamics of Captive Western Lowland Gorillas Living in All-Male Groups. Behavior. 141, 169-195.

SUGARDJITO, J., TE BOEKHORST, I. J. A. & VAN HOOFF, J. A. R. A. M. (1987): Ecological Constraints on the Grouping of Wild Orang-utans (*Pongo pygmaeus*) in the Gunung Leuser National Park, Sumatra, Indonesia. International Journal of Primatology 8: 17-41.

TRIPP, J. K. (1985): Increasing Activity in Captive Orangutans: Provision of Manipulable and Edible Materials. Zoo Biology 4: 225-234.

VALENSTEIN, E. S., RISS, W. & YOUNG, W. C. (1955): Experimental and Genetic Factors in the Organization of Sexual Behavior in Male Guinea Pigs. J. Comp. Physiol. Psychol. 48: 397-403.

VAN SCHAIK, C. P., M.A.VAN NORDWIJK, T. VAN BRAGT u. M.A. BLANKENSTEIN (1991): A Pilot Study of the Social Correlates of Levels of Urinary Cortisol, Prolactin and Testosterone in Wild Long-tailed Macaques (*Macaca fascicularis*). *Primates*. 32: 345 – 356

VAN SCHAIK, C. P. (1999): The Socioecology of Fission-fusion Sociality in Orangutans. *Primates* 40 (1): 69-86

VAN SCHAIK, C. P. & VAN HOOFF, J. A. R. A. M. (1996): Toward an understanding of the orangutan's social system. In: McGrew, W. C., Marchant, L. F., Nishida, T. (eds). *Great Ape Societies*. Chicago, University of Chicago Press, 3-15.

VOLAND, E. (1993): Grundriß der Soziobiologie. Gutav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena.

VON HOLST, D. (1973): Sozialverhalten und sozialer Stress bei Tupajas. In: *Umschau in Wissenschaft und Technik*, 73: 8-12

WASSER, S. K., HUNT, K. E., BROWN, J. L., COOPER, K., CROCKETT, C. M., BECHERT, U., MILLSPAUGH, J. J., LASON, S. & MONTFORT, S. L. (2000): A generalized fecal glucocorticoid assay for use in a diverse array of nondomestic mammalian and avian species. *General and Comparative Endocrinology* 120: 260-275.

WHITTEN, P. L., STAVINSKY, R., AURELI, F. & RUSSELL, E. (1998): Response of Fecal Cortisol to Stress in Captive Chimpanzees (*Pan troglodytes*). *American Journal of Primatology* 44: 57-69.

WRIGHT, B. W. (1995): A Novel Item Enrichment Program Reduces Lethargy in Orangutans. *Folia Primatol* 65, 214-218.

WILSON, S. F. (1982): Environmental Influences on the Activity of Captive Apes. *Zoo Biology* 1, 201-209.

WOLFF, N. I. C. (2004): Aspekte des Verhaltens und der Physiologie männlicher Flachlandgorillas (*Gorilla g. gorilla*) in Familien- und Junggesellengruppen. Inaugural-Dissertation aus dem Fachgebiet Tiergartenbiologie und Zootiermedizin der Tierärztlichen Hochschule Hannover und der Abteilung für Reproduktionsbiologie des Deutschen Primatenzentrums in Göttingen.

WRANGHAM, R. W. (1979): On the evolution of ape social systems. *Social Science Information* 18: 335-336.

ZUCKER, E. L. (1986): Play Profiles of Captive Adult Orangutans: A Developmental Perspective. *Developmental Psychobiology*, 315-326.

ZUCKER, E. L., O'NEIL, J. A. S. & HARRISON, R. M. (1996): Fecal testosterone values for free-ranging male mantled howling monkeys (*Alouatta palliata*) in Costa Rica. *IPS/ASP Congress Abstracts*, abstract nr 112.

ZUCKER, E. L. & THIBAUT, S. C. (1995): Proximity, Contact, and Play Interactions of Zoo-Living Juvenile and Adult Orangutans, with Focus on the Adult Male. In: Nadler, R. D., Galdikas, B. M. F., Sheehan, L. & Rosen, N. (eds.): *The Neglected Ape*. Plenum Press, New York, 239-249.

Internetquellen

www.wetteronline.de

Anhang**Anhang I: Liste der verwendeten Abkürzungen**

°C	Grad Celsius
Abb.	Abbildung
ACTH	Adrenocorticotropin
ANS	Autonomes Nervensystem
BSA	Bovine Serum Albumine
CRF	Corticotropin-Releasing-Faktor
df	Freiheitsgrade
EIA	Enzymimmunoassay
g	Gramm
h	Stunde
H ₂ O	hier: destilliertes Wasser
m	Meter
mbar	Millibar
mg	Milligramm (= 10 ⁻³ Gramm)
µg	Mikrogramm (= 10 ⁻⁶ Gramm)
min	Minute
ml	Milliliter (= 10 ⁻³ Liter)
µl	Microliter (= 10 ⁻⁶ Liter)
n	Stichprobengröße
ng	Nanogramm (= 10 ⁻⁹ Gramm)
QC	Qualitätskontrolle
p	Irrtumswahrscheinlichkeit
PBS	Phosphate-buffered-saline (Phosphatpuffer)
pg	Picogramm (= 10 ⁻¹² Gramm)
s	Sekunde
Tab.	Tabelle
Tris	Tris-(hydroxymethyl)-aminoethan
Tween 20	Polyoxyethylensorbitanmonolaurat
Tween 80	Polyoxyethylensorbitanmonooleat
U/min	Umdrehungen pro Minute
vgl.	vergleiche
ZNS	Zentrales Nervensystem

Anhang II: Arbeitsethogramm

verändert und ergänzt nach LEYENDECKER (1999), basierend auf Angaben von JANTSCHKE (1972), RIJKSEN (1978) und MAPLE (1980)

Verhaltens- kategorie	Verhaltensweise	Beschreibung	Kürzel
Stationäres Verhalten	Sitzen	Die Caudalregion des Orang-Utans berührt den Boden, wobei die Hinterextremitäten angewinkelt oder gestreckt sein können. Der Oberkörper zeigt eine aufrechte oder leicht gebeugte Haltung. Die Hände berühren den Boden, liegen auf den Beinen oder umfassen zum Abstützen des Körpers Gehegeinventar wie z.B. Taue.	is
	Liegen	Die Ventralseite des Orang-Utans berührt den Boden. Die Beine sind angewinkelt und liegen am Körper an während die Arme meist vor dem Oberkörper verschränkt sind. Der Kopf ist auf den Vorderextremitäten oder dem Untergrund abgelegt oder aufgerichtet. Auch ein Liegen in Seitenlage, selten auch in Rückenlage, ist möglich.	il
	Stehen	Der Affe steht in aufrechter Körperhaltung auf den Hinterextremitäten und stützt sich dabei meist mit den Händen an Gehegeinventar ab.	it
	Hängen	Das Tier verharret an einer Stelle oberhalb des Bodenniveaus und hält sich mit Händen und/oder Füßen am Gehegeinventar fest, wobei es den Körper häufig an den jeweils verankerten Gliedmaßen pendeln lässt. Beim Hängen können verschiedene komplexe Körperhaltungen eingenommen werden und die Anzahl der eingehängten Gliedmaßen zwischen eins und vier variieren.	hä
	Mundbewegungen	Der Orang-Utan kaut über einen längeren Zeitraum auf nicht zum Verzehr bestimmten Materialien wie Stroh, Holzwolle oder Karton herum, ohne Teile davon abzuschlucken. Die Objekte werden mit Lippen und Zähnen geknickt, im Mund hin und her gewälzt und zur optischen Kontrolle auf der vorgestülpten Unterlippe nach vorne gebracht.	in
Beobachten	Visuelles Erkunden von Zoobesuchern	Der Orang-Utan blickt in Richtung der Zoobesucher.	bz
	Visuelles Erkunden von Tierpflegern des Menschenaffen- und Elefantenhauses	analog zu bz	bw
	Visuelles Erkunden	analog zu bz	bwz

	des Zoopersonals (Tierpfleger anderer Reviere, Personal der Zooverwaltung, Handwerker und Zoopädagogen)		
	Visuelles Erkunden der Versuchsleiterin	analog zu bz	bv
	Visuelles Erkunden des Besucherraumes	analog zu bz	br
	Visuelles Erkunden des Tierpflegerganges	analog zu bz	bg
	Visuelles Erkunden der Schimpansen	analog zu bz	bts
	Visuelles Erkunden der Elefanten	analog zu bz	bte
	Interaktion mit Tierpflegern, Praktikanten, Zoopersonal oder Versuchsleiterin	Bei Aufenthalt vertrauter Personen versucht der Affe durch Lautäußerungen Aufmerksamkeit zu erregen. Schnalzlaute sind dabei die häufigste Form. Sie entstehen durch die zusammengepressten vorgestülpten Lippen, die unter Ansaugen von Luft wieder geöffnet werden (JANTSCHKE, 1972). Das Ausatmen inhaliertes Luft durch die leicht verschlossenen Lippen führt zur Entstehung eines prustenden Geräusches, welchen häufig in Verbindung mit dem Schnalzlaut auftritt. Der Orang-Utan lässt sich an Kopf, Schulter- und Brustregion vom jeweiligen Interaktionspartner durch das Gitter hindurch krauln. Die Tiere erhalten des Öfteren geringe Mengen an Obst, Gemüse oder Nüssen außerhalb der Hauptfütterungen, welche ihnen von Pflegern oder Zoopersonal durch das Gitter gereicht werden. Die Nahrungsaufnahme erfolgt durch das Vorstülpen der Unterlippe oder per Hand.	ip
Selbstgerichtetes Verhalten	Autogrooming	Autogrooming wird meist an Kehlsack, Backenwülsten, Bauch, Armen und Schenkelinnenseiten ausgeführt, seltener auch im Bereich der Oberlippe. Der Affe bewegt seine Finger langsam gegen den Strich durch das Haar, wobei die bearbeitete Körperstelle optisch begutachtet wird. Immer wieder werden einzelne Stellen der Haut mit Daumen und Zeigefinger freigelegt und abgelöste Hautschüppchen oder Schmutzpartikel mit den Fingern oder Lippen entfernt.	au

	Sich Kratzen	Beim Kratzen führt der Orang-Utan die Finger in kurzen schnellen oder langsamen weiten Bewegungen in gleich bleibender Richtung über die Haut ohne die zu kratzende Region zu betrachten. Meist erfolgt das Kratzen an Körperstellen wie Kopf, Nacken, Schultern, Kehlsack, Armen, Bauch und den Schenkelinnenseiten. Übermäßiges und stark betontes Kratzen tritt häufig in Konfliktsituationen auf und wird dann als Übersprunghandlung gewertet (JANTSCHKE, 1972).	kr
	Nase säubern	Der Affe entfernt mit den Fingern Schmutz aus seiner Nase. Manchmal wird auch eines der Nasenlöcher zugehalten und bei geschlossenem Mund Luft durch das andere hindurch gepustet, so dass Verunreinigungen hinausbefördert werden.	nas
	Ausscheidung	Das Absetzen von Urin oder Kot geschieht meist von einer Stelle oberhalb des Bodenniveaus, von der aus der Affe seine Exkremente zu Boden fallen lässt. Urin wird zum Teil auch im Sitzen oder Liegen auf dem Boden abgegeben.	as
	Gähnen	Die Lippen werden O-förmig nach vorne gestülpt und der Mund dann langsam weit geöffnet wobei sämtliche Zähne sichtbar werden. Anschließend wird der Mund wieder geschlossen. Das Gähnen erfolgt ungerichtet, also nicht in Richtung eines Rezeptors.	gä
	Masturbation	Der beobachtete Affe reibt seine Hand oder einen Gegenstand an seinen Genitalien.	mas
Lokomotion	Quadrupedales Laufen	Der Orang-Utan bewegt sich vierbeinig fort. Ein Arm und das Bein der entgegen gesetzten Körperseite werden vorwärts bewegt, gefolgt von dem jeweils anderen Extremitätenpaar. Die Füße werden meist nicht flach, sondern mehr oder weniger eingerollt aufgesetzt, die Stellung der Hände kann variieren.	ld
	Bipedales Laufen auf den Hinterbeinen	Der Affe läuft aufrecht auf den Hinterextremitäten. Die Arme sind zum Teil mehr oder weniger hoch über den Kopf gehoben oder dienen zum Abstützen an Gehegeinventar. Bipedales Laufen tritt häufig im Zusammenhang mit dem Transport von Gegenständen oder Eintragen von Nahrung auf	lb
	Klettern	„Fortbewegung vorwiegend in der Vertikalen, wobei drei von vier Extremitäten zu jeder Zeit einen Zweig, Gitterstab usw. umgreifen“ (JANTSCHKE, 1972). Ein Arm wird nach oben bewegt und die Hand verankert und daraufhin das Bein der gleichen Körperseite nachgezogen, gefolgt	sk

		von den Extremitäten der gegenüberliegenden Seite.	
	Schwinghangeln	Der Affe hält sich mit einer Hand fest, schwingt nach vorne und hängt die andere Hand im Gitter ein. Die erste Hand lässt los und sucht vor der zweiten Hand erneut Halt. Die Fortbewegung des Körpers erfolgt beim Schwinghangeln allein mit Hilfe der Arme während die Füße des Tiers frei herunterhängen.	sch
	Stützhangeln	Der Affe umfasst mit einer Hand das Gitter, schwingt den Körper seitlich nach vorne, stützt sich mit den Füßen ab und sucht mit der anderen Hand Halt. Anschließend greift die erste Hand wieder nach vorne und der Körper wird an diesem Arm erneut weiterbewegt.	sth
	Schwingen am Tau	Der Orang-Utan umfasst ein herabhängendes Tau mit einer Hand und einem Fuß und zieht es zu sich heran. Durch das Abdrücken des Körpers vom Untergrund mit Hilfe der Hinterbeine und die anschließende Schwingbewegung wird die Distanz zum nächsten Tau überwunden. Dieses ergreift der Affe mit dem freien Extremitätenpaar und hält sich daran fest.	sc
Sozialverhalten	sich nähern	Der Orang-Utan geht zielgerichtet auf seinen Sozialpartner zu. Der Blick ist dabei auf diesen gerichtet.	ssn
	Sozialpartner ansehen	Der Affe blickt kurz in Richtung seines Artgenossen, wendet den Blick jedoch innerhalb von höchstens 2 Sekunden wieder von ihm ab.	spa
	Visuelles Erkunden des Sozialpartners	Der Orang-Utan beobachtet seinen Partner für einen längeren Zeitraum (>2 s).	bsp
	sich abwenden	Der Orang-Utan beendet den Kontakt mit seinem Partner durch deutliches Wegdrehen des Kopfes oder des gesamten Körpers.	sab
	sich zurückziehen	Der Affe geht einem sich nähernden Artgenossen aus dem Weg oder versucht Kontakt mit diesem zu vermeiden, indem er sich laufend oder kletternd von ihm entfernt. Dabei blickt er sich hin und wieder um.	suw
	folgen	Der Orang-Utan folgt einem Artgenossen, welcher sich zurückziehen versucht, laufend oder kletternd in geringem Abstand. Der Blick ist dabei auf diesen gerichtet.	ff
	sich zudecken	Der Affe bedeckt Kopf und/oder Rumpf mit einer Decke oder einem Karton. Tritt meist in längeren Ruhephasen auf, erfolgt aber häufig auch als Kontaktabbruchverhalten gegenüber einem Artgenossen.	ssz
	zugedeckt liegen	Der Orang-Utan liegt inaktiv auf einer Unterlage wobei sein Körper zumindest in	ild

		der Kopfreion, meist aber komplett mit einer Decke oder einem Karton bedeckt ist.	
	Decke hochheben	Mit einer Hand wird die Decke, mit der sich ein Artgenosse zugedeckt hat, von dem Orang-Utan angehoben, und der Artgenosse angeblickt oder mit dem Mund kurz berührt. Zum Teil wird die Decke auch ein Stück weit nach hinten umgeschlagen und der Körper des Sozialpartners somit aufgedeckt.	sdh
	Kontaktradius verlassen	Einer der Sozialpartner entfernt sich laufend oder kletternd mehr als 4 m vom anderen und bricht dadurch den Kontakt zu diesem ab.	srv
	Soziales Grooming	Soziales Grooming wird analog zum Autogrooming ausgeführt, erfolgt jedoch nicht am eigenen Körper sondern an dem eines Artgenossen und tritt bei Orang-Utans eher selten auf. Meist werden Regionen des Oberkörpers wie die Arme, die Schultern oder der Rücken des Partners nach Verunreinigungen abgesucht.	gr
	Berührung mit dem Mund	Der Affe berührt einen Artgenossen in nicht aggressiver Weise mit geschlossenen oder leicht geöffneten Lippen an einer beliebigen Körperstelle. Auch nicht aggressives leichtes Zubeißen kommt vor. Dies wird meist an Armen, Händen oder im Gesicht des Partners ausgeführt und kann als Aufforderung zum Spielkampf dienen.	sbm
	Berührung mit der Hand	Der Aktor berührt einen Artgenossen leicht und ohne aggressive Absicht mit den Fingerspitzen oder -knöcheln, der Handfläche oder dem Handrücken an einer beliebigen Körperstelle. Der Partner wird dabei angeblickt.	sbh
	Genitalinspektion	Der Orang-Utan nähert sich mit dem Gesicht der Genital- oder Caudalregion eines erhöht sitzenden oder auf dem Boden liegenden Artgenossen. Der Bereich wird durch Beriechen oder Betrachten inspiziert. Manchmal erfolgt auch die Berührung mit einem Finger, der dann umgehend berochen wird.	cau
	Spielkampf	Die Partner sitzen sich gegenüber und versuchen spielerisch sich gegenseitig in Arme, Hände oder Gesichtspartien zu beißen, an den Haaren zu ziehen oder mit den Handrücken aufeinander einzuschlagen und gleichzeitig derartige Aktionen des Artgenossen abzuwehren. Der Spielkampf wird immer wieder unterbrochen wobei die Orang-Utans sich ruhig gegenüber sitzen und meist aneinander vorbei schauen bis die Balgerei von einem der Tiere durch direktes Anblicken oder Ergreifen des Partners erneut initiiert wird. Der Unterschied zum echten	ssk

		Kampf liegt in der geringeren Intensität und dem Fehlen von Droh-, Flucht- und Demutsverhalten.	
	Imponieren	Der Orang rüttelt an Gehegeeinrichtungen, schlägt gegen Käfiginventar, schiebt oder wirft Gegenstände durch das Gehege oder schlägt sie lautstark auf den Boden oder gegen das Gitter. Der Rezeptor wird meistens nicht direkt angeblickt. Beiß- und Schlagintentionen fehlen weitgehend, das Fell kann gestäubt sein. Imponieren ist häufig mit der Intonation des Langrufs gekoppelt.	sni
	Drohen	Im Gegensatz zum Imponieren ist echtes Drohverhalten stets direkt auf einen Sozialpartner gerichtet. Es ist meist mit Beiß- und Schlagintentionen verbunden, die durch eine schnelle Vorwärtsbewegung auf den Empfänger zu zusätzlich verstärkt werden. Der Akteur starrt seinen Artgenossen an wobei die Augen weit geöffnet und die Haare aufgerichtet sind.	snd
	Gerichtetes Gähnen	Das Verhalten wird analog zum Gähnen ausgeführt, jedoch ist das Gesicht einem Rezeptor zugewandt. Der Kopf wird häufig zunächst langsam, kurz vor dem Schließen des Mundes schnell hin und her bewegt.	sng
	Schlagintention	Die Schlagintention besteht aus einem ruckartigen Heben der Hand oder einem Schlag in die Luft in Richtung des Artgenossen ohne tatsächliche Berührung.	ssi
	Schlagen	Der Akteur schlägt mit dem Handrücken oder mit der Faust kräftig nach dem Artgenossen.	sns
	Beißintention	Der Affe versucht den Partner mit mehr oder weniger weit aufgerissenem Mund und entblößten Zähnen einzuschüchtern.	sbi
	Beißen	Der Akteur ergreift den Unterarm oder die Hand des Rezeptors, zieht ihn in Richtung Mund oder beugt sich vor, um die Hand mit dem Mund zu erreichen. Anschließend beißt er leicht in die Hand.	snb
	Stoßen	Der Orang-Utan stößt den Artgenossen mit der Faust oder den Fingerknöcheln, meist im Bereich des Oberkörpers.	sto
	an Haaren ziehen	Der Affe ergreift mit der Hand ein Büschel Haare des Artgenossen und zieht daran.	snz
	Nahrung fordern	Der Orang-Utan fordert Nahrung von einem Sozialpartner, wobei der Arm in dessen Richtung ausgestreckt wird, die Handfläche nach oben zeigt und der Blick auf den Partner gerichtet ist.	sne
	Objekt wegnehmen	Dem Artgenossen wird durch den Akteur ein Gegenstand, wie etwa ein Spielobjekt, eine Decke oder Nahrung entwendet. Dabei wird	snw

		der Gegenstand mit den Händen entweder vom Untergrund in unmittelbarer Nähe des Partners aufgenommen oder diesem direkt aus den Händen gerissen.	
	Verdrängen	Der Affe nähert sich zielgerichtet und mit direktem Blick einem Artgenossen, verdrängt ihn von seinem Platz und nimmt dessen Aufenthaltsort innerhalb des Geheges ein.	snv
	Sich ducken	Der Körper wird durch das Beugen von Armen und Beinen rasch in Richtung Boden bewegt.	sus
	Nahrung reichen	Als Reaktion auf die Verhaltensweise „Nahrung fordern“ reicht der Affe dem Partner Nahrung mit ausgestrecktem Arm.	sue
	zurückweichen	Der Orang-Utan bewegt seinen Körper ruckartig nach hinten vom Partner weg, wobei er jedoch seinen Aufenthaltsort nicht verlässt. Zurückweichen tritt meist als Reaktion auf Beißintentionen oder das „Stoßen“ auf und ist meist unmittelbar von einer erneuten Annäherung an den Artgenossen gefolgt.	szw
	Fliehen	Der Affe entfernt sich laufend oder kletternd von einem Artgenossen und blickt dabei immer wieder zurück. Das Fliehen unterscheidet sich vom „Sich Zurückziehen“ durch die höhere Geschwindigkeit und kann als Reaktion auf Schlag- oder Beißintentionen auftreten.	suf
	Festhalten	Der Akteur ergreift die Extremitäten des Artgenossen mit der Hand und verhindert durch das Festhalten ein Ausweichen des Sozialpartners.	sha
	Sich gegenüber Sitzen	Die beiden Sozialpartner sind einander zugewandt und sitzen sich in geringem Abstand (< 1 m) gegenüber. Dabei kommt es immer wieder zu längerem Blickkontakt. Hin und wieder wird in dieser Position auch Nahrung aufgenommen, wobei das Weibchen sich häufig mit dem Gesicht nah an das Männchen annähert und dieses beim Kauen beobachtet.	ggü
	Spucken	Der beobachtete Affe sitzt direkt am Gehegegitter und fixiert optisch eine außerhalb stehende Person. In einer ruckartigen Bewegung stellt er sich auf die Hinterextremitäten, wobei er sich meist mit Hilfe der Hände und Arme am Gitter abstützt, und spuckt in Intervallen von wenigen Sekunden mehrfach zielgerichtet durch das Gitter hindurch. Das Spucken wurde nur Personen, nicht dem Artgenossen gegenüber beobachtet.	spk
Vokalisation	Langruf	Hierbei handelt es sich um eine komplexe Vokalisation, bestehend aus einer Serie von	vl

		tiefen, grollenden Lauten, gefolgt von intensiven, tiefen Brülltönen, die dann allmählich in einer weiteren Serie von Grolllauten abebben. Der Langruf wird ausschließlich von männlichen Orang-Utans intoniert.	
	Prusten	Diese Lautäußerung wurde an einem einzigen Tag beim weiblichen Fokustier beobachtet und konnte nicht zweifelsfrei zugeordnet werden. Das Geräusch bestand aus einem schnellen, sehr lauten Einsaugen von Luft durch die O-förmig geöffneten Lippen und einem unmittelbaren Herausblasen der Luft, wobei die leicht zwischen die Zähne vorgestreckte Zunge und die Lippen stark vibrierten und einen prustenden Ton erzeugten. Prusten trat im Anschluss an eine Auseinandersetzung zwischen den Sozialpartnern auf und schien Ausdruck starker Erregung oder gar eine Art Drohlaut zu sein. RIJKSEN (1978) beschreibt ähnliche Lautäußerungen und nennt sie „kiss sound“ und „grumpf“.	pr
Nahrungserwerb	Fressen	Kauen und Abschlucken von Nahrung sowie optische Begutachtung von bereits im Mund befindlicher Nahrung durch Vorstülpen der Unterlippe.	nf
	Saugen	Saugen mit vor gestülpter Ober- und Unterlippe oder Aussaugen eines Objektes. Auch das Trinken aus einer Flasche wird zum Saugen gezählt. Dazu stülpt der Affe die Unterlippe nach vorne und lässt den Inhalt einer Trinkflasche hineinlaufen.	ns
	Lecken	Finger ablecken, Eintauchen der Zunge in eine Flüssigkeit oder Auslecken eines Joghurtbechers mit der Zunge.	nl
	Schälen	Abziehen von Fruchtschalen mit Zähnen und Lippen oder Entfernen der äußeren Schicht einer Karotte mit den Zähnen, während das Gemüse aufrecht zwischen den Lippen gehalten und mit Hilfe der Zunge gedreht wird.	nc
	Säubern	Entfernen auf der Nahrung befindlicher Schmutzpartikel mit der Hand oder dem Mund.	nb
	Entrinden	Abziehen der Rinde von Zweigen oder Ästen mit den Zähnen und Lippen.	ne
	Nahrungssuche	Der beobachtete Affe schiebt mit der Hand Stroh oder Grashalme beiseite und sucht den Untergrund optisch nach Nahrung wie z.B. Körnern ab. Kann im Sitzen, Liegen oder auch langsamen Laufen ausgeführt werden.	nu
	Nahrungsaufnahme mit Mund oder Hand	Nahrung wird mit Zähnen und Lippen aufgenommen. Kleine Nahrungsbestandteile können auch mit vorgestreckter Zunge	na

		<p>aufgenommen werden.</p> <p>Nahrung wird mit der Hand aufgenommen und zum Mund geführt. Der Zeigefinger wird in Nahrung gesteckt oder in Flüssigkeit getaucht. Kleine Nahrungsbestandteile können mit der Handkante oder dem Unterarm auf dem Boden zusammen geschoben und mit Daumen und Zeigefinger oder zwischen Zeige- und Mittelfinger aufgehoben und zum Mund geführt werden. Oder der Orang-Utan presst die kleinen Nahrungsbestandteile mit den Fingerkuppen gegen den Boden, so dass diese daran haften bleiben und dann oral aufgenommen werden können. Diese Art der Nahrungsaufnahme kann auch mit einem Befeuchten der Fingerkuppen mit der Zunge einhergehen.</p>	
	Eintragen von Nahrung	<p>Im Mund befindliche Nahrung wird zu einer Stelle getragen. Nahrung wird mit einer oder beiden Händen, beim Klettern oder Hangeln zum Teil auch mit einem der Füße, zu einer Stelle getragen. In seltenen Fällen wird die Nahrung auch in einer Plastikschißel, in welcher den Tieren das Futter bereitgestellt wurde und die mit Hilfe der Zähne getragen wird, zu einem Platz transportiert.</p>	nt
Manipulatorische Aktivität	Werkzeugherstellung	<p>Herstellung von geeigneten Zweigen zum Werkzeuggebrauch: Der Affe bringt einen Zweig durch Zerbrechen mit dem Mund, der Hand oder den Zähnen auf eine bevorzugte Länge. Anschließend entfernt er Seitenäste des Zweiges mit der Hand oder dem Mund. Teilweise zieht der beobachtete Affe auch einige Gehölzfasern mit den Zähnen vom Zweig ab und bearbeitet ihn so bis zu einer bestimmten Dicke.</p>	nh
	Werkzeuggebrauch	<p>Ein geeignetes Objekt wird mit Hilfe der Hand oder dem Mund zur Erweiterung der eigenen Körperfunktionen benutzt. Hierzu werden Stöcke benutzt, um die Nahrung auf den Ebenen der „Futterbox“ zu bewegen und durch die Öffnung herauszuschleusen. Zum Teil benutzt der beobachtete Orang-Utan geeignete Teile von Obst oder Gemüse als eine Art „Löffel“, den er in einen Joghurt eintaucht und dann ableckt.</p>	nwh
	„Angeln“ mit Objekten	<p>Der Affe versucht unter Zuhilfenahme eines Objektes Gegenstände außerhalb des Käfigs zu erreichen. Die „Angel“ dient als Verlängerung des Armes.</p>	ma
	Untersuchen von Objekten	<p>Optische Erkundung eines Gegenstandes. Das Objekt wird meist zusätzlich wird beleckt, berochen oder mit den Händen und Lippen betastet.</p>	mu

	Destruktive Beschäftigung	Es wird auf einen Gegenstand geschlagen oder dieser wird zwischen den Händen und Zähnen kräftig gezerrt und gerissen. Auch Klopfen eines Objektes auf eine Unterlage oder Zerstören eines Gegenstandes durch Herausbeißen oder –reißen von Stücken, auf denen teilweise anschließend herumgekaut wird.	md
	Nestbau mit Objekten	Der Orang transportiert für den Nestbau geeignetes Material zu einer bevorzugten Stelle, setzt sich darauf und beginnt damit, es von außen nach innen zu knicken und zu legen. Mit den Händen und dem Kopf wird das Material festgedrückt oder mit den Füßen festgetreten. Dabei legt der Affe beim kreisförmigen Einbau des Materials eine oder mehrere Umdrehungen um die eigene Achse zurück. Nach Fertigstellung des Nestes legt sich der Orang-Utan auf das Material, kann aber dann noch einmal einige Nestbauhandlungen ausführen.	mn
	Flechten mit Objekten	Der beobachtete Affe reißt oder beißt Streifen aus einer Decke, einem Jutesack oder ähnlichem und beginnt damit, diese durch abwechselndes Herausschieben durch eine Gittermasche und wieder Hereinziehen durch die nächste Masche um die Gitterstäbe zu „flechten“. Dabei werden die Hände und zum Teil auch die Lippen verwendet. Das Material wird zwischendurch immer wieder ruckartig herausgezogen und erneut eingeflochten. Das Verhalten ist vermutlich vom Nestbauverhalten abgeleitet (JANTSCHKE, 1972).	mf

Anhang III: Beobachtungszeiten

Beobachtungszeiten und Dauer des täglichen Aufenthaltes der Tiere im Innen- und Außengehege; rein/raus = den Tieren ist es möglich, zwischen Innen- und Außenanlage zu wechseln

Datum	Uhrzeit	Innengehege [min]	Außengehege [min]	Gesamtdauer [min]
Fr., 29.06.07	13.00 – 15.00 Uhr	120	0	120
Sa., 30.06.07	10.00 – 14.00 Uhr	240	0	240
So., 01.07.07	09.30 – 12.30 Uhr	180	0	180
Mo., 02.07.07	11.00 – 14.00 Uhr	180	0	180
Di., 03.07.07	13.20 – 15.20 Uhr	120	0	120
Mi., 04.07.07	13.50 – 16.20 Uhr	150	0	150
Do., 05.07.07	11.30 – 14.30 Uhr	180	0	180
Fr., 06.07.07	10.45 – 13.45 Uhr	180	0	180

Sa., 07.07.07	10.35 – 13.35 Uhr	180	0	180
Mo., 09.07.07	14.00 – 17.00 Uhr	180	0	180
Di., 10.07.07	11.00 – 14.00 Uhr	130	50	180
Mi., 11.07.07	11.40 – 14.40 Uhr	180	0	180
Do., 12.07.07	08.45 – 09.45 Uhr, 12.30 – 14.30 Uhr	105	75	180
Mo., 16.07.07	14.00 – 17.00 Uhr	0	180	180
Di., 17.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mi., 18.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Do., 19.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Fr., 20.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 23.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Di., 24.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	180	0	180
Mi., 25.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Do., 26.07.07	11.00 – 14.00 Uhr	0	180	180
Fr., 27.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 30.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Di., 31.07.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mi., 01.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Do., 02.08.07	10.00 – 12.15 Uhr	0	145	145
Fr., 03.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 06.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Di., 07.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mi., 08.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	150	180
Do., 09.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Fr., 10.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 20.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	150	180
Di., 21.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mi., 22.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Do., 23.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Fr., 24.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 27.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Di., 28.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mi., 29.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	150	180
Do., 30.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Fr., 31.08.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 03.09.07	12.00 – 15.00 Uhr	0	180	180
Di., 04.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Mi., 05.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Do., 06.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	155	25	180
Mo., 10.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	70	110	180
Di., 11.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mi., 12.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Do., 13.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Fr., 14.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Sa., 15.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 17.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Di., 18.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	40	140	180
Mi., 19.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	150	180
Do., 20.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mo., 24.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Di., 25.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	0	180	180
Mi., 26.09.07	10.00 – 11.30 Uhr	90	90	180

	13.30 – 15.00 Uhr			
Do., 27.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Fr., 28.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Sa., 29.09.07	10.00 – 13.00 Uhr	45	135	180
Mo., 01.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	150	180
Di., 02.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	40	140	180
Mi., 03.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	150	180
Do., 04.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Mo., 08.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	40	140	180
Di., 09.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Do., 11.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	45	135	180
Fr., 12.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Mo., 15.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Di., 16.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	35	145	180
Mi., 17.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	40	140	180
Do., 18.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	45	135	180
Fr., 19.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	25	30 + 125 rein/raus	180
Mo., 22.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	90	90 rein/raus	180
Di., 23.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	75	105 rein/raus	180
Mi., 24.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	150 rein/raus	180
Do., 25.10.07	11.00 – 14.00 Uhr	0	180 rein/raus	180
Fr., 26.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	150	30 rein/raus	180
Mo., 29.10.07	10.30 – 13.30 Uhr	15	165 rein/raus	180
Di., 30.10.07	10.00 – 13.00 Uhr	30	20 + 130 rein/raus	180
Mi., 31.10.07	10.30 – 13.30 Uhr	35	15 + 130 rein/raus	180

Anhang IV: Wetterlage

Wetterlage an den einzelnen Beobachtungstagen (Temperatur entspricht der jeweiligen Tageshöchsttemperatur, Quelle: www.wetteronline.de)

Datum	Wetterlage	Temperatur [°C]
Fr., 29.06.07	bewölkt	18
Sa., 30.06.07	bewölkt	20
So., 01.07.07	heiter	25
Mo., 02.07.07	wechselhaft	23
Di., 03.07.07	bewölkt	18
Mi., 04.07.07	Regen	19
Do., 05.07.07	bewölkt	20
Fr., 06.07.07	bewölkt	16
Sa., 07.07.07	wechselhaft	21
Mo., 09.07.07	bewölkt	17
Di., 10.07.07	wechselhaft	21
Mi., 11.07.07	bewölkt	18
Do., 12.07.07	bewölkt	21
Mo., 16.07.07	sonnig	32
Di., 17.07.07	leicht bewölkt	25
Mi., 18.07.07	sonnig	25
Do., 19.07.07	sonnig	25

Fr., 20.07.07	leicht bewölkt	26
Mo., 23.07.07	wechselhaft	23
Di., 24.07.07	Regen	19
Mi., 25.07.07	sonnig	23
Do., 26.07.07	heiter	25
Fr., 27.07.07	wechselhaft	21
Mo., 30.07.07	wechselhaft	17
Di., 31.07.07	leicht bewölkt	18
Mi., 01.08.07	sonnig	22
Do., 02.08.07	Regen	18
Fr., 03.08.07	heiter	22
Mo., 06.08.07	sonnig	31
Di., 07.08.07	bewölkt	20
Mi., 08.08.07	leichter Regen	16
Do., 09.08.07	leichter Regen	22
Fr., 10.08.07	bewölkt	25
Mo., 20.08.07	wechselhaft	22
Di., 21.08.07	bewölkt	18
Mi., 22.08.07	wechselhaft	22
Do., 23.08.07	bewölkt	25
Fr., 24.08.07	heiter	26
Mo., 27.08.07	leicht bewölkt	20
Di., 28.08.07	sonnig	18
Mi., 29.08.07	heiter	18
Do., 30.08.07	heiter	18
Fr., 31.08.07	bewölkt	19
Mo., 03.09.07	heiter	18
Di., 04.09.07	wechselhaft, Regen	16
Mi., 05.09.07	heiter	16
Do., 06.09.07	wechselhaft, Regen	21
Mo., 10.09.07	bewölkt, Regen	15
Di., 11.09.07	bewölkt	17
Mi., 12.09.07	heiter	17
Do., 13.09.07	bewölkt	16
Fr., 14.09.07	sonnig	20
Sa., 15.09.07	sonnig	17
Mo., 17.09.07	heiter	20
Di., 18.09.07	Regen	15
Mi., 19.09.07	heiter	15
Do., 20.09.07	heiter	16
Mo., 24.09.07	sonnig	22
Di., 25.09.07	sonnig	17
Mi., 26.09.07	sonnig	17
Do., 27.09.07	heiter	15
Fr., 28.09.07	wechselhaft	17
Sa., 29.09.07	Regen	12
Mo., 01.10.07	bewölkt	14
Di., 02.10.07	bewölkt	13
Mi., 03.10.07	bewölkt	18
Do., 04.10.07	leichter Regen	18
Mo., 08.10.07	sonnig	14
Di., 09.10.07	leicht bewölkt	14
Do., 11.10.07	sonnig	16

Fr., 12.10.07	bewölkt	17
Mo., 15.10.07	sonnig	18
Di., 16.10.07	bewölkt	17
Mi., 17.10.07	sonnig	17
Do., 18.10.07	sonnig	12
Fr., 19.10.07	leicht bewölkt	11
Mo., 22.10.07	heiter	8
Di., 23.10.07	sonnig	8
Mi., 24.10.07	bewölkt	7
Do., 25.10.07	bewölkt	8
Fr., 26.10.07	bewölkt	8
Mo., 29.10.07	bewölkt, Regen	9
Di., 30.10.07	sonnig	12
Mi., 31.10.07	sonnig	12

Anhang V: Besucherzahlen

Anzahl zahlender Besucher des Zoo Osnabrück im Beobachtungszeitraum der Monate

a) Juni/Juli, b) August, c) September und d) Oktober des Jahres 2007

a) Juni/Juli

Datum	Besucherzahl	Datum	Besucherzahl
Fr., 29.06.07	735	Mo., 16.07.07	1154
Sa., 30.06.07	924	Di., 17.07.07	2400
So., 01.07.07	3100	Mi., 18.07.07	1794
Mo., 02.07.07	1037	Do., 19.07.07	2184
Di., 03.07.07	933	Fr., 20.07.07	973
Mi., 04.07.07	1162	Sa., 21.07.07*	1947
Do., 05.07.07	948	So., 22.07.07*	4201
Fr., 06.07.07	713	Mo., 23.07.07	2247
Sa., 07.07.07	1110	Di., 24.07.07	781
So., 08.07.07*	4471	Mi., 25.07.07	3253
Mo., 09.07.07	732	Do., 26.07.07	2408
Di., 10.07.07	1155	Fr., 27.07.07	1760
Mi., 11.07.07	1539	Sa., 28.07.07*	1258
Do., 12.07.07	1386	So., 29.07.07*	989
Fr., 13.07.07*	1165	Mo., 30.07.07	1274
Sa., 14.07.07*	1583	Di., 31.07.07	2053
So., 15.07.07*	2297		

*Tage ohne Aufnahme von Verhaltensdaten

b) August

Datum	Besucherzahl	Datum	Besucherzahl
Mi., 01.08.07	3970	Fr., 17.08.07*	1062
Do., 02.08.07	1608	Sa., 18.08.07*	2015
Fr., 03.08.07	2270	So., 19.08.07*	3069
Sa., 04.08.07*	2299	Mo., 20.08.07	812
So., 05.08.07*	3209	Di., 21.08.07	742
Mo., 06.08.07	1182	Mi., 22.08.07	968
Di., 07.08.07	1326	Do., 23.08.07	1031
Mi., 08.08.07	929	Fr., 24.08.07	992
Do., 09.08.07	1141	Sa., 25.08.07	1535
Fr., 10.08.07	3566	So., 26.08.07	2885
Sa., 11.08.07*	6262	Mo., 27.08.07*	1085
So., 12.08.07*	3892	Di., 28.08.07*	1265
Mo., 13.08.07*	1498	Mi., 29.08.07	1189
Di., 14.08.07*	1868	Do., 30.08.07	458
Mi., 15.08.07*	1253	Fr., 31.08.07	266
Do., 16.08.07*	1198		

*Tage ohne Aufnahme von Verhaltensdaten

c) September

Datum	Besucherzahl	Datum	Besucherzahl
Sa., 01.09.07*	830	So., 16.09.07*	3659
So., 02.09.07*	1615	Mo., 17.09.07	282
Mo., 03.09.07	249	Di., 18.09.07	330
Di., 04.09.07	399	Mi., 19.09.07	629
Mi., 05.09.07	404	Do., 20.09.07	520
Do., 06.09.07	576	Fr., 21.09.07*	330
Fr., 07.09.07*	241	Sa., 22.09.07*	1447
Sa., 08.09.07*	735	So., 23.09.07*	4653
So., 09.09.07*	1389	Mo., 24.09.07	1026
Mo., 10.09.07	232	Di., 25.09.07	799
Di., 11.09.07	340	Mi., 26.09.07	1034
Mi., 12.09.07	537	Do., 27.09.07	592
Do., 13.09.07	586	Fr., 28.09.07	345
Fr., 14.09.07	397	Sa., 29.09.07	124
Sa., 15.09.07	1126	So., 30.09.07*	1196

*Tage ohne Aufnahme von Verhaltensdaten

d) Oktober

Datum	Besucherzahl	Datum	Besucherzahl
Mo., 01.10.07	663	Mi., 17.10.07	437
Di., 02.10.07	534	Do., 18.10.07	350
Mi., 03.10.07	4754	Fr., 19.10.07	424
Do., 04.10.07	831	Sa., 20.10.07*	1012
Fr., 05.10.07*	797	So., 21.10.07*	1153
Sa., 06.10.07*	1167	Mo., 22.10.07	482
So., 07.10.07*	3238	Di., 23.10.07	616
Mo., 08.10.07	269	Mi., 24.10.07	381
Di., 09.10.07	269	Do., 25.10.07	424

Mi., 10.10.07*	277	Fr., 26.10.07	403
Do., 11.10.07	295	Sa., 27.10.07*	646
Fr., 12.10.07	110	So., 28.10.07*	2040
Sa., 13.10.07*	1163	Mo., 29.10.07	77
So., 14.10.07*	4544	Di., 30.10.07	525
Mo., 15.10.07	533	Mi., 31.10.07	612
Di., 16.10.07	708		

*Tage ohne Aufnahme von Verhaltensdaten

Anhang VI: Abbildungsverzeichnis

Titelbild: aufgenommen von Stephan Schute

Abbildung 1: Modell der "flight or fight response" von Cannon (nach SCHEDLOWSKI 1994).....	21
Abbildung 2: Modell der Stressreaktion mit Aktivierung der Hypothalamus- Hypophysen-Nebennierenachse von Selye (nach SCHEDLOWSKI, 1994).....	22
Abbildung 3: Orang-Utan-Männchen Buschi (Foto: Stephan Schute).....	27
Abbildung 4: Orang-Utan-Weibchen Astrid.....	28
Abbildung 5: Schematische Darstellung der Orang-Utan-Anlage im Zoo Osnabrück (1 cm \approx 1 m).....	33
Abbildung 6: Übersicht über die Einteilung der Orang-Utan-Anlage in Sektoren.....	37
Abbildung 7: Pipettierschema einer Microtiterplatte.....	49
Abbildung 8: Anzahl der Kontaktaufnahmeereignisse pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung.....	56
Abbildung 9: Dauer des Kontaktaufnahmeverhaltens pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung.....	57
Abbildung 10: Anzahl der Kontaktabbruchereignisse pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung.....	58
Abbildung 11: Dauer des Kontaktabbruchverhaltens pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung.....	59
Abbildung 12: Anzahl lokomotorischer Verhaltensweisen pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung.....	60
Abbildung 13: Anzahl stationärer Verhaltensweisen pro Stunde während der ersten vier Wochen nach der Zusammenführung.....	61

Abbildung 14: Anzahl stationärer Verhaltensweisen pro Stunde während der letzten vier Wochen des Beobachtungszeitraums.....	61
Abbildung 15: Erfolgsrate des Männchens Buschi bezüglich der Verhaltensweisen „Platzverdrängung“ (n = 148, 100% = 148) und „Nahrung fordern“ (n = 36, 100% = 36).....	62
Abbildung 16: Gesamtdauer der Verhaltensweise „Partner beobachten“ pro Beobachtungsphase á 3 Stunden während des gesamten Beobachtungszeitraums.....	64
Abbildung 17: Prozentualer Anteil der einzelnen Partnerdistanz-Kategorien innerhalb des gesamten Beobachtungszeitraums.....	66
Abbildung 18: Regressionsgerade zur zeitlichen Änderung der Partnerdistanz.....	68
Abbildung 19: Fäkales Glucocorticoid-Profil der beiden Orang-Utans Astrid und Buschi vor und nach dem Transport des Weibchens von Antwerpen nach Osnabrück A einheitliche Skalierung für beide Kurven B linke Ordinate bildet die Skalierung für Astrids, rechte Ordinate für Buschis Kurve.....	70
Abbildung 20: Stresshormonkonzentration des Weibchens Astrid vor dem Transport und innerhalb zweier aufeinander folgender Phasen unmittelbar nach der Zusammenführung mit dem Männchen.....	71
Abbildung 21: Stresshormonkonzentration des Männchens Buschi vor der Ankunft von Astrid und innerhalb zweier aufeinander folgender Phasen unmittelbar nach der Zusammenführung mit dieser.....	72
Abbildung 22: Individueller Anstieg der Konzentration quantifizierter Cortisol-Metabolite beider Tiere nach deren Zusammenführung.....	73
Abbildung 23: Konzentration der quantifizierten Cortisol-Metabolite des Weibchens Astrid während dreier verschiedener Zeiträume nach der Zusammenführung.....	74
Abbildung 24: Konzentration der quantifizierten Cortisol-Metabolite des Männchens Buschi während dreier verschiedener Zeiträume nach der Zusammenführung.....	75
Abbildung 25: Fäkales Epiandrosteron-Profil des Orang-Utan-Männchens Buschi vor und nach Astrids Ankunft in Osnabrück.....	76
Abbildung 26: Epiandrosteronkonzentration des Männchens Buschi während verschiedener Zeiträume vor und nach Ankunft des Weibchens.....	77
Abbildung 27: Kontaktaufnahme durch das Weibchen bei der ersten Konfrontation der Tiere (Foto aus dem Filmmaterial des NDR).....	79
Abbildung 28: Astrid versucht, durch das Hochheben der Decke Kontakt mit Buschi aufzunehmen.....	81
Abbildung 29: Exploration des Außengeheges - Astrid untersucht die Bepflanzung.....	83
Abbildung 30: Astrid beim Klettern im Außengehege.....	85
Abbildung 31: Buschi beim Ruhen auf einem Jutesack liegend (Foto: Stephan Schute).....	86

Abbildung 32: Astrid beobachtet Buschi beim Trinken aus einer Flasche.....	90
Abbildung 33: Soziales Grooming - Astrid entfernt mit Lippen und Fingern Verunreinigungen aus Buschis Fell.....	90
Abbildung 34: Astrid beobachtet Buschi aus nächster Nähe beim Autogrooming.....	94
Abbildung 35: Astrid bei der Beschäftigung mit einem Manipulationsobjekt.....	96
Abbildung 36: Astrid leckt beim ersten Zusammentreffen mit Buschi einen Joghurtbecher aus (Foto aus dem Filmmaterial des NDR).....	100
Abbildung 37: Astrid weicht nach einer Auseinandersetzung mit Buschi nach oben aus.....	101
Abbildung 38: Fäkales Glucocorticoid-Profil des Weibchens Astrid mit Benennung besonderer Ereignisse während des Untersuchungszeitraums (Pfeile).....	102
Abbildung 39: Buschi zieht Astrid als Reaktion auf ihre Annäherung an den Haaren.....	105

Anhang VII: Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Einteilung der einzelnen Partnerdistanzen in Kategorien.....	36
Tabelle 2: Liste der im Rahmen des continuous recording erfassten Verhaltensweisen.....	39
Tabelle 3: Liste der verwendeten Materialien und Apparaturen.....	45
Tabelle 4: Liste der verwendeten Chemikalien.....	45
Tabelle 5: Liste der verwendeten Immunreagenzien (zur Quantifizierung der Glucocorticoid-Metabolite).....	46
Tabelle 6: Liste der verwendeten Immunreagenzien (zur Quantifizierung der Androgen-Metabolite).....	46
Tabelle 7: Übersicht über die unterschiedliche Zusammensetzung der Reagenzien in den wells der Microtiterplatte (nach einem Laborprotokoll des DPZ).....	50

Anhang VIII: Datenträger mit Rohdaten

Danksagung

Mein Dank gilt in erster Linie Herrn Prof. Dr. Günter Purschke sowie PD Dr. Udo Ganslößer für die freundliche Betreuung, konstruktive Kritik und Unterstützung bei der Bearbeitung des Themas.

Udo, Danke noch mal ganz besonders für die Hilfe und Geduld dabei, Licht ins Dunkel meines Statistikwissens zu bringen!! Und herzlichen Dank auch für die umfangreichen Literaturpakete!

Dem Zoo Osnabrück danke ich dafür, dass mir die Möglichkeit gegeben wurde, diese Arbeit dort anzufertigen.

Ganz besonders möchte dabei Dipl. Biol. Ute Magiera danken, die mir die Bearbeitung des interessanten Themas vorgeschlagen hat, mir stets mit Rat und Tat zur Seite stand, immer ein offenes Ohr für Probleme hatte und mich mit hilfreicher Literatur versorgte.

Herrn Dr. Tony Weingrill vom anthropologischen Institut und Museum der Universität Zürich ist es zu verdanken, dass überhaupt die Idee zu diesem Thema entstanden ist. Außerdem übernahm er die Analyse der ersten Proben von Astrid nach deren Transport.

Ohne die Kooperation mit dem DPZ wäre der physiologische Aspekt der Arbeit nicht zu Stande gekommen, so dass ich mich auch dafür ganz herzlich bedanken möchte.

Ein besonderer Dank gilt Herrn Dr. Michael Heistermann von der Abteilung für Reproduktionsbiologie des DPZ für die Bemühungen und Hilfsbereitschaft bei der theoretischen Einführung in die Analysemethoden, der Analyse der Kotproben selbst und der Klärung offener Fragen bei der Datenauswertung. Im Labor erhielt ich freundliche Hilfestellung von Andrea Heistermann, auch dafür herzlichen Dank.

Der Aufenthalt in der Abteilung war sehr interessant, wurde mir von allen Mitarbeitern sehr angenehm gestaltet und hat mir großen Spaß bereitet.

Stellvertretend für die Tierpfleger des Menschenaffenhauses sei hier besonders Nina und Bifi gedankt, die eine große Hilfe bei der täglichen Probengewinnung waren und sich bei Bedarf auch selbst „die Finger schmutzig gemacht haben“... Durch eure hilfsbereite, humorvolle und freundliche Art sowie viele „Insiderinformationen“ rund um die Orang-Utans habt ihr mir die

Arbeit sehr erleichtert. Bifi, Danke für die gute Versorgung mit Koffein und die Hilfe bei der Dachbesteigung!!

Der Redaktion des NDR danke ich recht herzlich für die Bereitstellung des Filmmaterials, das für eine präzise Auswertung des ersten Zusammentreffens von Buschi und Astrid sehr hilfreich war. Außerdem wurde mir freundlicherweise die Genehmigung erteilt, Standbilder daraus in Form von Abbildungen zu verwenden.

Stephan Schute sei für die wunderschönen Fotos gedankt, die er mir netter Weise zur Verfügung gestellt hat.

Lars, danke für die moralische Unterstützung, deine Geduld und deine motivierenden Worte. Schön, dass es Dich gibt!

Ganz besonders möchte ich meinen Eltern für ihre finanzielle Unterstützung und den Glauben an mich während meines gesamten Studiums danken. Ich weiß, dass mein Papa stolz auf mich wäre. Mama, ich bin froh, dass ich Dich hab.

Eidesstattliche Versicherung

Hiermit versichere ich, Eva-Maria Mantel, geboren am 12.07.1982 in Kaiserslautern, dass ich die vorstehende Arbeit selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst habe. Alle Stellen, die wörtlich oder indirekt Veröffentlichungen anderer entnommen sind, habe ich kenntlich gemacht und mich keiner anderen als der angegebenen Literatur bedient.

Diese Versicherung gilt auch für alle der Arbeit beigefügten Abbildungen.

Datum, Unterschrift