



universität  
wien

# MASTERARBEIT

Titel der Masterarbeit

Hormonhaushalt von Orang Utans bei Gehegewechsel und  
Vergesellschaftung mit zwei neuen Weibchen

angestrebter akademischer Grad

Master of Science (MSc)

|  |  |
|--|--|
| Verfasserin / Verfasser:               | Gregor Baumgartner                     |
| Studienrichtung (lt.<br>Studienblatt): | Zoologie                               |
| Betreuerin / Betreuer:                 | Ao. Univ.- Prof. Dr. Helmut Kratochvil |

Wien, im Juni 2010

## INHALTSVERZEICHNIS

|  |    |
|--|----|
| 1. Einleitung.....                                       | 4  |
| 1.1 Biologie der Orang Utans.....                        | 4  |
| 1.2 Moderne Zootierhaltung.....                          | 6  |
| 1.3 Haltung von Orang Utans im Zoo.....                  | 8  |
| 1.4 Vergesellschaftung und Gehegewechsel.....            | 10 |
| 1.5 Zootiere und Besucher.....                           | 11 |
| 1.6 Hormone.....   | 11 |
| 1.6.1 Steroide.....                                      | 12 |
| 1.6.2 Androgene.....                                     | 12 |
| 1.6.3 Glucocorticoide.....                               | 13 |
| 1.6.4 Stress.....  | 14 |
| 1.7 Speichelproben.....                                  | 15 |
| 1.8 Fragestellung.....                                   | 16 |
| 1.9 Hypothese.....                                       | 17 |
| 2. Material und Methoden.....                            | 18 |
| 2.1 Fokustiere.....                                      | 18 |
| 2.2 Phasen.....  | 20 |
| 2.3 Gehege.....  | 20 |
| 2.4 Besucherzahlen.....                                  | 24 |
| 2.5 Probennahme und Auswertung.....                      | 24 |
| 2.6 Statistik.....                                       | 25 |
| 3. Ergebnisse.....                                       | 26 |
| 3.1 Cortisolwerte und Phasenvergleich.....               | 26 |
| 3.2 Testosteronwerte und Phasenvergleich.....            | 31 |
| 3.3 Korrelationen zwischen Cortisol und Testosteron..... | 32 |
| 3.4 Vergleich Männchen und Weibchen.....                 | 33 |
| 3.5 Cortisolwerte und Besucher.....                      | 36 |
| 4. Diskussion.....                                       | 41 |
| 4.1 Cortisolwerte und Phasenvergleich.....               | 41 |
| 4.2 Testosteronwerte und Phasenvergleich.....            | 42 |
| 4.3 Korrelationen zwischen Cortisol und Testosteron..... | 43 |

|  |    |
|--|----|
| 4.4 Vergleich Männchen und Weibchen..... | 43 |
| 4.5 Cortisolwerte und Besucher.....      | 43 |
| 4.6 Conclusio.....                       | 44 |
| 5. Zusammenfassung.....                  | 45 |
| 6. Literatur.....                        | 47 |
| 7. Danksagung.....                       | 56 |
| 8. Lebenslauf.....                       | 57 |
| 9. Anhang.....                           | 59 |

„Eine seltsame wie sonderliche Affensorte, genannt Orang-outan, von der Insel Borneo“  
A. Vosmaer, Leiter der Menagerie des Prinzen von Oranien, 1776.

# 1. EINLEITUNG

## 1.1 Biologie der Orang Utans

Die menschenähnlichen Affen spalteten sich während der erdgeschichtlichen Epoche des Miozäns vor etwa 13-25 Millionen Jahren von den übrigen Altweltaffen ab. Heute existieren nur noch die Gibbons, die großen Menschenaffen und der Mensch. Der erste der großen Menschenaffen ist der Orang Utan (*Pongo pygmaeus*), ein einzelgängerischer Fruchtfresser, der nur mehr auf den indonesischen Inseln Borneo und Sumatra vorkommt (Sommer & Amann, 1998). Orang Utans sind die größten Vertreter der Hominoidea in Asien. Lange Zeit wurden sie als eine Art mit je einer borneanischen (*Pongo pygmaeus pygmaeus*) und einer sumatranischen (*Pongo pygmaeus abelli*) Unterart betrachtet, nach neuerer Ansicht sind diese beide Formen zwei Arten, nämlich der Sumatra-Orang Utan (*Pongo abelli*) und der Borneo-Orang Utan (*Pongo pygmaeus*) (Geissmann, 2003).

Der Sumatra-Orang Utan ist schlanker, hat ein kürzeres Gesicht und kürzere, dunklere Haare als der Borneo-Orang Utan (Sommer & Amann, 1998). Die Verbreitung der Gattung erstreckte sich früher laut fossilen Funden über Java bis Vietnam und Süd-China (Geissmann, 2003).

Der Orang Utan ist ein tagaktives Lebewesen und zu 95% arboreal. Er bewohnt die Regen-, Mangroven-, Torfmoor- und Bergwälder des Tieflandes, kommt aber selten über 1000 m vor (Sommer & Amann, 1998). Sumatranische Orang Utans sind fast nur baumbewohnend. Ausgewachsene Männchen sind dagegen gelegentlich auch am Boden anzutreffen. Dies scheint zumindest auch auf Borneo häufiger vorzukommen, wo große terrestrische Prädatoren (wie Tiger) fehlen (Geissmann, 2003).

Orang Utans weisen im Körpergewicht einen starken Geschlechtsdimorphismus auf: Männchen sind etwa doppelt so schwer wie Weibchen. Adulte Männchen können Bärte, lange, mantelartige Behaarung, auffällige Wangenwülste und Kehlsäcke entwickeln (Geissmann, 2003).

Die Reviere der Männchen sind 2-10km<sup>2</sup>, die der Weibchen 1,5- 5km<sup>2</sup> groß (Sommer & Amann, 1998).

Adulte Männchen, subadulte beiderlei Geschlechts sowie adulte Weibchen mit abhängigen Kindern streifen meist solitär durch die Wälder. Ein Zusammentreffen mehrerer Tiere entsteht nur zeitweilig - vor allem um gemeinsame Nahrungsquellen (Sommer & Amann, 1998).

Die einzigen dauerhaften Gruppenbildungen finden zwischen Müttern und ihren Jungen statt. Die Vorteile von Gruppenleben, wie Prädationsvermeidung, effizientere Futtersuche und besseres Lernen von artspezifischen Verhaltensweisen, werden bei Orang Utans anscheinend durch solitäre Lebensweise besser erreicht (McKinnon, 1974).

Das Gewicht der Orang Utans verhindert ein Gruppenleben in den Wipfeln. Zudem sind Orang Utan Männchen langsam und müssen viel Zeit für Nahrungsaufnahme aufwenden, während die kleineren Weibchen schnell ihre Nahrung verzehren, schneller herumziehen und längere Ruhepausen einlegen können (Sommer & Amann, 1998).

In den Bäumen bewegen sich Orang Utans vor allem durch langsames vierhändiges Klettern fort (MacKinnon, 1974). Die häufigste Fortbewegung findet in aufrechter Körperhaltung statt. Wenn es die Tiere eilig haben, wird Brachiation eingesetzt. Der Wechsel von Baum zu Baum erfolgt meist in der Kronenregion, wo weiter auseinanderliegende Kronen oft in heftige Schaukelbewegung versetzt werden, um die Kronenlücke zu reduzieren. Anstatt die Position zu wechseln, werden die starken Arme oft eingesetzt, um fruchttragende Äste zum Mund zu biegen oder ganz abzubrechen. Am Boden erfolgt vierbeiniges Gehen, wobei die Hände entweder in Faustposition sind, oder das Tier auf der gestreckten Handinnenkante auftritt. Ein Knöchelgang wie bei Gorillas und Schimpansen kommt normalerweise nicht vor (Geissmann, 2003).

Die drei Hauptaktivitäten der adulten Tiere sind Fressen, Wandern und Ruhen (McKinnon, 1974). Orang Utans sind primär Fruchtefresser, nehmen aber auch relativ große Mengen an frischen Blättern, Trieben und Rinde zu sich. Sie scheinen mehr auf den Energie- als auf den Proteingehalt bei der Wahl ihrer Fruchtbäume zu achten (Geissmann, 2003). Orang Utans ernähren sich von mindestens 280 verschiedenen Pflanzen (Sommer & Amann, 1998). In freier Wildbahn nehmen Orang Utans Wasser auf, indem sie ihr nasses Fell oder Pflanzen lecken, oder sie trinken Regenwasser aus Baumlöchern (McKinnon, 1974).

In der Mittagshitze ruhen sie und bauen manchmal Tagnester (McKinnon, 1974). Am späten Nachmittag beginnen Orang Utans jeden Tag mit dem Bau einer Nestplattform in den Bäumen zum Übernachten (Geissmann, 2003). Die Verhaltensweisen des Nestbaus treten auch bei Zootieren auf, wo sie offenbar eine viel größere Rolle spielen als in der Natur (Jantschke, 1972).

Orang Utans haben von allen Primaten (einschließlich des Menschen) die langsamste Fortpflanzung. In der Wildnis liegen durchschnittlich 8 Jahre zwischen zwei Geburten. Ein Weibchen zieht im Laufe ihres Lebens selten mehr als zwei Junge auf, die jahrelang bei ihren Müttern bleiben, die sie auf dem Rücken herumtragen und mit ihnen das Schlafnest teilen (Sommer & Amann, 1998).

Für die Aufzucht der Jungtiere sorgen ausschließlich die Mütter. Im Alter von etwa 7 Jahren werden Orang Utans geschlechtsreif und im Alter von 8 bis 15 Jahren zeugungsfähig (Geissmann, 2003).

Ausgewachsene männliche Orang Utans kämpfen um Reviere, in denen reproduktionsfähige Weibchen leben (Maggioncalda et al., 2002).

Bei Primatenarten, bei welchen ein Männchen mit Revier über mehrere Weibchen verfügt, müssen revierlose Männchen zu anderen Strategien greifen, um zum Fortpflanzungserfolg zu kommen (Maggioncalda et al. 1999). Daher existieren bei Orang Utans zwei Formen von geschlechtsreifen Männchen: einerseits Männchen mit ausgeprägten sekundären Geschlechtsmerkmalen und andererseits solche ohne, die sich den Fortpflanzungserfolg erschleichen können (Kingsely, 1982).

In den letzten 60 Jahren sind die Bestandszahlen von Orang Utans in freier Wildbahn um 50% gesunken. Seit 2000 ist der Orang Utan in der Roten Liste als „endangered“ aufgelistet. Die Gesamtpopulation wird zwischen 45,000 und 60,000 Tieren geschätzt. Die Gründe für die Gefährdung der Orang Utans sind Habitatsverlust, Feuer, Lebensraumfragmentierung, Wilderei und noch immer illegaler Handel als Haustiere (IUCN, 2010).

## **1.2 Moderne Zootierhaltung**

Wissenschaftlich geführte Zoos sollten sich zum Ziel setzen, Tiere in optimalen Gehegen mit artgerechter Einrichtung zu halten (Maple & Finlay, 1989).

Hediger schrieb 1965: „Die Ansprüche des Publikums und die Bedürfnisse der Tiere miteinander in Einklang zu bringen, bildet ein zentrales Problem der Tiergartenbiologie.“

Zwei wichtige Gründe, Tiere in naturnahen Gehegen zu halten, sind Artenschutz und Bildung. Aufgrund der zunehmenden Umweltvernichtung und Habitatsverlust der Tiere sind Zoos und Tiergärten gefordert, den Artenschutz in Menschenobhut intensiver zu betreiben und sich für den Schutz der natürlichen Lebensräume einzusetzen (Perret, 1995).

Um gefährdete Tiere in Zoos nachzuzüchten und eventuell auch wieder auswildern zu können, sollten sie die Möglichkeit haben, sämtliche Verhaltensspektren, die in freier Wildbahn zum Überleben nötig sind, in Gefangenschaft ausleben zu können (Marriner & Drickamer, 1994).

Andererseits sind lebensraumnahe Gehege wichtig, um den Zoobesucher über Habitat, Lebensweise und etwaige Anpassungen der Tiere zu informieren (Marriner & Drickamer, 1994; Davey, 2005). „Falsch gezeigte Tiere können den Besucher nur verwirren und bedrücken“, schrieb Jones (1985). „Harte“ Architektur der Gehege, welche die gehaltenen Tiere zwischen Gitterstäben präsentiert, wird von Besuchern zunehmend abgelehnt (Sommer, 1974).

Man versucht daher soweit wie möglich, den natürlichen Lebensraum der Tiere in den Zoo zu transferieren (Nogge, 1985).

Das psychologische Wohlbefinden von Zootieren wird erst seit kurzem als ein wesentliches Kriterium der Tierhaltung akzeptiert (Perret, 1995).

Tiere, die in Menschenobhut leben, sind befreit von Prädationsdruck und der Nahrungssuche. Darum sollte ein Gehege das Tier stimulieren und ihm Möglichkeiten geben, die Zeit und Energie, die in freier Wildbahn für die Nahrungssuche verbraucht wird, artgerecht zu nutzen (McKenzie et al. 1986).

Maple und Stine (1982) beobachteten bei Gorillas und Orang Utans bei einem Umzug von einem Käfig in ein naturnahes Gehege eine Abnahme der Aggression, vermehrte soziale Kontakte und mehr Interaktionen mit der Umwelt.

Auch bei Schimpansen nahm stereotypes Verhalten bei einem Umzug in ein modernes Gehege ab. Gesteigerte Aktivität und Interaktionen mit der Umwelt konnten beobachtet werden (Clarke et al., 1982).



### 1.3 Haltung von Orang Utans im Zoo

In den letzten Jahrzehnten ist das Wissen über die Biologie der Menschenaffen im Zusammenhang mit Feldstudien und empirischer Erkenntnisse in Menschenobhut gestiegen. Dieses Wissen ermöglicht es, in Zoos und Tiergärten langfristig den Aufbau und Erhalt stabiler Populationen zu gewährleisten (Puschmann, 2004).

Die Haltungskonzepte berücksichtigen neben der körperlichen Gesundheit der Tiere vor allem auch deren psychisches Wohlbefinden, wozu die Pflege in stabilen sozialen Familiengruppen sowie die Angleichung der Lebensverhältnisse in Menschenobhut an die natürlichen Lebensbedingungen in der Wildbahn, ohne diese formal zu kopieren, entscheidend beitragen (Puschmann, 2004).

Früher wurde, um den Besucher zu zeigen, welche gute Pflege die Tiere bekamen, und in Sorge um das Wohlbefinden der Tiere, die Käfige gekachelt und mit Edelstahl und Kunststoff eingerichtet. In heutiger Zeit betrachtet man Menschenaffen unter diesen Haltungsbedingungen mit Befremden (Nogge, 1985).

Die Gestaltung neuer Anlagen für Menschenaffen ist für jeden Zoo eine anspruchsvolle Herausforderung (Nogge, 1985).

In Zoos gehaltenen Menschenaffen sollte es möglich sein, ihr gesamtes natürliches Verhaltensspektrum auszuleben (Maple & Finlay, 1989; Ruempler, 1992).

Bei der Einrichtung von Zoogehegen kommt es grundsätzlich weniger auf die Größe, als auf eine entsprechende Gestaltung und Einrichtung an, die den Tieren eine artgemäße Bewegungs- und Lebensweise ermöglichen (Nogge, 1985).

Bei Primaten rufen eingeschränkte Umgebungen Stereotypie, Depression, Unfruchtbarkeit und Inaktivität hervor (Erwin and Deni, 1979).

Die Nutzung des vertikalen Raumes sollte einer der wichtigsten Parameter bei der Planung eines Orang Utan Geheges sein (Cocks, 2000). Für Orang Utans, die sich in freier Wildbahn die meiste Zeit in Bäumen aufhalten, sollte man bei der Gehegeeinrichtung den dreidimensionalen Raum bestmöglich nutzen (Maple & Finlay, 1989). Der Großteil der Klettereinrichtungen sollte beweglich sein und der ideale Abstand zwischen den Kletterstrukturen sollte ca. zwei Meter betragen (Cocks, 2000). Orang Utans sollten die Möglichkeit haben, höher zu klettern als die Besucher stehen (Cocks, 2000). Stationäre und bewegbare Objekte sind gutes Enrichment für Orang Utans im Zoo (Wilson, 1982). Den Grund dafür sieht Wilson in der arborealen Lebensweise der Tiere, wobei stationäre Objekte den Bäumen und bewegliche Objekte den Ästen, Zweigen und Blättern in freier Wildbahn entsprechen sollten.

Auch eine Studie von Tripp (1985) ergibt, dass Orang Utans am meisten manipulative und bewegliche Objekte nutzen.

Das Ergebnis von Perkins Arbeit (1992) zeigt, dass große Gehege mit vielen beweglichen Objekten und die Möglichkeit, soziale Kontakte auszuüben, aktives Verhalten von Orang Utans in Gefangenschaft steigern.

Gehege mit natürlichem Boden und manipulativer Einrichtung, wie Seile und natürliche Klettermöglichkeiten stimulieren vor allem Primaten zu mehr artspezifischem Verhalten (Sommer, 1974).

In Zoos gehaltene Menschenaffen sollten die Möglichkeit haben, sich jederzeit vor Besuchern und Artgenossen verstecken zu können. Deshalb ist es bei der Planung von neuen Gehegen wichtig, Rückzugsmöglichkeiten für die Tiere zu schaffen (Maple & Finlay, 1989; Cocks, 2000). Die Gehege sollten von den Besuchern nur von einer Seite einsehbar sein (Cocks, 2000).

Die Bemühungen von Zoos und Tiergärten konzentrieren sich heute darauf, die Tiere in sozial intakten Gruppen zu halten, um ihnen ein artgerechtes Leben in Menschenobhut zu ermöglichen (Nogge, 1985). Die soziale Struktur der gehaltenen Tiere ist einer der wichtigsten Faktoren für artgerechtes Verhalten in Gefangenschaft (Maple & Finlay, 1989).

In freier Wildbahn verbringen Orang Utans 50% des Tages in Interaktion mit Vegetation und Futter (Galdikas, 1978). In Gefangenschaft sind Orang Utans nicht auf Futtersuche angewiesen, daher können sie soziale Bindungen eingehen (Perkins, 1992). Zoos sollten ein adultes Männchen mit mindestens zwei Weibchen mit eventuellem Nachwuchs halten (Cocks, 2000). Manche adulte Männchen dulden über mehrere Jahre hinweg heranwachsende Söhne oder nicht verwandte Männchen ohne sekundäre Geschlechtsmerkmale (Puschmann, 2004).

Die Anwesenheit eines zweiten Weibchens steigert die Aktivität des Männchens und das Interesse zur Kopulation (O'Donoghue, 1982). Zucker et al. (1987) fanden heraus, dass die Vergesellschaftung eines geschlechtsreifen Weibchens mit einem Männchen und einem Weibchen einen positiven Effekt auf letzteres hatte und eine höhere Chance auf einen Reproduktionserfolg bestand. Die Anwesenheit von Artgenossen stimuliert auch die eher solitär lebenden Orang Utans zu größerer mütterlicher Fürsorge und erhöht so die Chance auf eine natürliche Aufzucht der Jungen in Gefangenschaft (Abello & Colell, 2006).

Wenn mehrere Tiere zusammengehalten werden, erhöht sich auch ihr Aktivitätslevel (Perkins, 1992).

Das Höchstalter von Orang Utans in Menschenobhut beträgt ca. 57 Jahre (ein Männchen im Zoo von Philadelphia/USA) (Puschmann, 2004).

Das europäische Zuchtbuch (EEP) für Orang Utans wurde 1982 gegründet (Becker, 1983) und 1989 auf 55 Zoos und Tiergärten in Kontinentaleuropa erweitert. 1992 traten auch die Tiergärten und Zoos in Großbritannien bei. Zuchtbuchführer ist Christian Becker in Karlsruhe (Becker, 1998).

Ziel des EEP ist es, eine sich selbst erhaltende Zoopopulation von Borneo- und Sumatra- Orang Utans mit großer genetischer Vielfalt zu etablieren (Becker, 1998).

#### **1.4 Vergesellschaftung und Gehegewechsel**

Im Zoo von Wellington wurden drei Schimpansenweibchen in eine bestehende Gruppe vergesellschaftet. Die Reaktionen der alten Tiere reichten von sexuellen Kontakten der Männchen, über Neugier bei den jüngeren Tieren, bis zu Eifersucht und Gewalt von dem ranghöchsten Weibchen (Strachan, 1995). Strachan berichtete weiter, dass nach anfänglichen Problemen sich am Ende sogar ein Zuchterfolg bei einem neuen Weibchen einstellte.

Hamburger berichtete 1988 von einer Zusammenführung von 2 jungen Orang Utans in eine bestehende Familiengruppe im Zoo von San Francisco. Die Zusammenführung geschah schrittweise von September 1982 bis April 1983 und verlief im Endeffekt erfolgreich.

In der Arbeit von Pizzutto et al. (2008) stellte sich heraus, dass der Cortisollevel von einem Orang Utan Weibchen bei neuer Gehegeeinrichtung in der Gewöhnungsphase signifikant anstieg und nach der Eingewöhnungszeit signifikant niedriger war als mit der alten Gehegeeinrichtung.

Cortisolmessungen sind bei Primaten in Menschenobhut vorgenommen worden, um akuten (Smith & French, 1997) und chronischen Stress infolge von Veränderungen der Gehege (Crockett et al., 2000) zu untersuchen.

Wenn Tiere vor eine neue Situation gestellt werden, zum Beispiel neue Gehegeeinrichtung, erhöht sich die Ausschüttung von Glucocorticoiden (Moberg , 2000).

### **1.5 Zootiere und Besucher**

Von besonderem Interesse für Zootiere ist der Umgebungsreiz „Zoobesucher“, da er sowohl in seiner Intensität, als auch in seinen Eigenschaften täglich variieren kann (Perret, 1995).

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass sich Zootiere an die Gegenwart von Besuchern gewöhnen (Adams & Babladelis, 1977), oder sie sogar völlig ignorieren (Snyder, 1975). Andererseits können Zoobesucher auch eine Bereicherung für Zootiere, die in reizarmen Gehege leben, sein (Morris, 1964). Glatston et al. (1984) schreiben in ihrer Arbeit, dass bei Lisztaffen soziale Interaktionen abnehmen, wenn Besucher anwesend sind. Hosey und Druck (1987) haben herausgefunden, dass sich die Aktivität von manchen Affenarten steigert, wenn aktive Besucher vor dem Gehege stehen. Manche Affenarten werden bei Anwesenheit von Zoobesuchern aktiver und zugleich aggressiver gegenüber Artgenossen. Kleine Affenarten werden aktiver als größere Arten. Diese wiederum tendieren mehr zu Interaktionen mit Zoobesuchern (Chamove et al., 1988). Größere Mengen von Besuchern verringern bei Schimpansen verschiedene Aktivitätsfrequenzen, wie Futtersuche, Objektgebrauch, Grooming und Spielverhalten (Wood, 1998).

Chamove et al. (1988) vertreten die Meinung, dass Zoobesucher für Primaten eher ein Stressfaktor als Enrichment sind.

### **1.6 Hormone**

Hormone sind chemische Boten, die über den Blutkreislauf oder das flüssige Gewebesystem gesendet werden und in der Zielzelle eine Reaktion auslösen (Hadley, 1996). Das Wort „Hormon“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet etwas „anregen“ oder „in Bewegung setzen“ (Nelson, 2005).

Hormone werden bei inneren und äußeren Stimuli ausgeschüttet (Ketterson & Nolan Jr.). Es reagieren nur die Zellen, die über spezifische Hormonrezeptoren verfügen, auf die entsprechenden Hormone (Eckert, 2000). Hormone können verschiedene Ziele haben und diverse Effekte hervorrufen (Ketterson & Nolan Jr.).

Die Bindung eines Hormons an seinen Rezeptor kann eine Kaskade von zwei oder mehreren intrazellulären Signalmolekülen aktivieren, welche letztlich eine spezifische Antwort der Zielzellen auslösen (Eckert, 2000).

Man unterscheidet vier Gruppen von Hormonen: Amine, Peptide, Prostaglandine und Steroidhormone (Eckert, 2000).

### **1.6.1 Steroide**

Steroidhormone sind polyzyklische Kohlenwasserstoffe, die sich von der Cholesterin-Biosynthese ableiten (Eckert, 2000).

Zu den Steroidhormonen zählen Androgene, Östrogene und Gestagene, die vor allem in den Testes bzw. Ovarien gebildet werden sowie die Mineral- und Glucocorticoide der Nebennierenrinde (Eckert, 2000).

Steroide können im Blutplasma, Urin, Speichel oder Kot gemessen werden (Whitten et al. 1998).

### **1.6.2 Androgene**

Testosteron ist ein Steroidhormon, gehört zu den Androgenen und wird in den Leydig Zellen der Hoden produziert, als Reaktion auf Gonadotropin, ein Hormon der Hypophyse (Ketterson & Nolan Jr.). Testosteron kommt in den Blutkreislauf und beeinflusst die Zellaktivität in Zielgeweben im Zentralen Nervensystem und in der Peripherie (z.B. Gonaden, Kehlkopf und Muskulatur) (Ketterson & Nolan Jr.).

Androgene haben verschiedene physiologische und verhaltensbiologische Funktionen. Sie werden für die Spermatogenese benötigt und tragen zur Bildung von sekundären Geschlechtsmerkmalen von männlichen Tieren bei (Nelson, 2005).

Testosteron ist auch für die männliche sexuelle Entwicklung verantwortlich (Griffin & Wilson, 1992). Faktoren wie Alter, sexuelle Aktivität, Gruppenstabilität,

Gruppengröße und Gruppenzusammenstellung haben ebenfalls Auswirkungen auf den Testosteronlevel (Steklis et al. 1986; van Schaik et al., 1991).

Der Testosteronlevel verändert sich im Leben eines Menschen von niedrig im Kindesalter, Anstieg in der Pubertät, Höchstwerte im Erwachsenenalter zu eventuellem Absinken im hohen Alter (Griffin & Wilson, 1992).

### **1.6.3 Glucocorticoide**

Glucocorticoide sind Teil des Kohlenhydratstoffwechsels und werden oft in stressigen Situationen ausgeschüttet (Nelson, 2005). Stressreize stimulieren den Hypothalamus zur Ausschüttung eines Releasing-Hormons, das die Freisetzung des Tropins ACTH (Adrenocorticotropes Hormon) im Hypophysenvorderlappen in Gang setzt. Das ACTH gelangt mit dem Blut zur Nebennierenrinde und regt dort die endokrinen Zellen zur Bildung und Sekretion von Glucocorticoiden an (Campbell, 2009).

Zur Gruppe der Glucocorticoiden zählen Cortisol, Cortison und Corticosteron. Indem sie die Umwandlung von Aminosäuren und Fetten zu Glucose stimulieren, bewirken Glucocorticoide einen Anstieg des Blutzuckerspiegels und des Leberglykogens. Die ACTH- Bildung wird durch negative Rückkopplungsprozesse der Glucocorticoide auf der Ebene der Adenohypophyse und des Hypothalamus limitiert (Eckert, 2000).

Man unterscheidet zwischen zwei Glucocorticoidaktionen: Regulationsaktionen, die auf einen Stressor reagieren, und vorbereitende Aktionen, die auf einen ständigen Stressor reagieren oder sich darauf anpassen (Sapolsky, 2000).

Glucocorticoide haben sich in verschiedenen Studien als nützlicher Stressmarker für Primaten bewährt (z.B. Dukelow und Dukelow, 1989; Hohmann et al., 2009). Corticosteroide liefern auch Informationen über den physiologischen Zustand bei freilebenden Tieren (Whitten et al. 1998). Cortisolausschüttung hilft dem Organismus, bei Gefahr schnell physiologische Prozesse einzuleiten, die das Überleben sichern können (Sapolsky, 1993).

Ein Tagesrhythmus in Cortisolsekretion ist bei Totenkopffäffchen (Coe & Levine, 1995), Rhesusaffen (Boyce et al., 1995) und Menschen (Krieger et al., 1971) untersucht worden.

Tagesschwankungen wurden auch für Cortisolwerte bei Menschenaffen mehrfach beschrieben (zum Beispiel Czekala et al., 1994; Elder & Menzel, 2001).

Am Morgen ist der Cortisollevel bei tagaktiven Arten am höchsten und nimmt im Laufe des Tages kontinuierlich ab, bis er am Abend seinen Tiefpunkt erreicht (Krieger et al. 1971). Ein hoher Cortisollevel am Morgen erklärt sich mit der Mobilisierung von Energie in Vorbereitung auf die Aktivität des Tages (Sapolsky, 1992).

#### **1.6.4 Stress**

Gattermann (2006) definiert Stress in der Verhaltensbiologie als „ein durch endogene Faktoren (Stressoren) ausgelöster Belastungszustand, der sich in einer Vielzahl von miteinander gekoppelten spezifischen und unspezifischen physiologischen Anpassungsreaktionen äußert, die von Verhaltensänderungen begleitet werden.

Stress ist kein Ausnahmezustand sondern notwendiger Bestandteil des Lebens.“

Unter Stress setzen Primaten Cortisol aus der Nebennierenrinde in den Kreislauf frei, welche an spezifische Steroidrezeptoren binden um Homöostase wiederherzustellen (Sapolsky et al. 2000).

Stress, ob von physikalischen, immunologischen oder psychosozialen Reizen ausgelöst, aktiviert die HPA-Achse um Energien für schnelle physiologische und Verhaltensreaktionen zu mobilisieren (McEwan, 2000).

Die Auswirkungen der Stressreaktion sind unter anderem ein Anstieg der verfügbaren Energie; vermehrte Sauerstoffaufnahme; verringerter Blutfluss in Körperbereiche, die gerade nicht beansprucht werden; geringeres Schmerzempfinden; Steigerung der Sinnesleistung und des Gedächtnis (Nelson, 2005).

Im Idealfall wird die Stressreaktion von einem Stressor ausgelöst, und nachdem die Erregung vorüber ist, wieder deaktiviert (Nelson, 2005).

Obwohl die Stressreaktion eine sich anpassende Reaktion auf äußere Einflüsse ist, kann chronischer Stress zu Krankheiten führen. Deswegen haben Tiere Strategien entwickelt, die ihnen erlauben, den Effekt eines Stressors zu vermindern (Sapolsky et al., 2000).

Bei längerer Glucocorticoidausschüttung, wie es zum Beispiel bei chronischem Stress der Fall ist, können beim Menschen Müdigkeit, Impotenz, Aussetzen des Ovulationszyklus und sogar Krebs auftreten (Sapolsky, 1993).

Bei anderen Säugetieren kann chronischer Stress Auswirkungen auf Wachstum, Entwicklung und Reproduktivität haben (Sapolsky, 1989).

In Gefangenschaft erwartet man von Tieren einen artspezifischen Stresshormonlevel, der sich bei sozialen oder induzierten Stress erhöht (Peel et al., 2005). Zootiere sollten, wie ihre Artgenossen freier Wildbahn, ein gewisses Ausmaß an Stress erleben, um auch in extremen Situationen angemessen reagieren zu können (Perret, 1995).

Primaten bewältigen stressige Situationen oft mit Grooming (Aureli et al., 1999; Boccia et al. 1989; Gust et al. 1993) oder sexueller Aktivität (Vasey, 1995).

Physiologischer und psychologischer Stress haben negative Auswirkungen auf die Testosteronproduktion (Sapolsky, 1987). Bei Rhesusaffen bewirkt akuter Stress einen Anstieg des Cortisolspiegels und einen Abfall der Testosteronkonzentration (Hayashi, 1987). Bercovitch und Clarke (1994) fanden in ihrer Studie über Rhesusaffen heraus, dass Cortisolausschüttung mehr mit Verhaltensinteraktionen korreliert als Testosteron. Beim Menschen haben Männer einen höheren Cortisollevel als Frauen im selben Alter. Möglicherweise produzieren Frauen generell weniger Cortisol (Kirschbaum et al. 1992).

## **1.7 Speichelproben**

Bei Primaten sind invasive Hormonproben nicht nur technisch schwierig durchzuführen und ethisch schwer vertretbar, sie können auch für die Tiere stressig sein und Ergebnisse verfälschen (Lutz et al., 2000). Speichelproben ermöglichen eine stressfreie Probennahme (Lewis, 2006).

Saliva ist eine gute Quelle für Steroid- und Peptidhormone (Whitten et al. 1998).

Speichelproben sind schnell durchführbar, erfordern relativ wenig Training und liefern genügend Material für ein Enzymimmunoassay (Tiefenbacher et al., 2003).

Die lipophilen Steroidhormone können die Membran der Acinus-Zellen passieren und in den Speichel übertreten (Lewis, 2006).

Etwa 95-99% der Steroidhormone im Blut sind an Proteine gebunden. In dieser Form sind Hormone jedoch biologisch nicht aktiv. Es ist deshalb wichtig, zur Ermittlung spezifischer Hormonaktivitäten die Konzentration an freien Hormonen zu bestimmen.



Im Speichel kommen ausschließlich freie Hormone in ihrer biologisch aktiven Form vor (Lennerz, 2006).

Cortisol im Speichel korreliert in hohem Maße mit dem Cortisollevel im Plasma (Harris et al., 1990; Reid et al., 1992; Kirschbaum & Hellhammer, 1994). Verschiedene Studien haben gezeigt, dass ein Zusammenhang zwischen Stress und Cortisolgehalt im Speichel besteht (z.B. Pollard, 1995). Speichel ist sensibel bei akutem Wechsel von Bluthormonkonzentrationen und tageszeitlichen Änderungen (Kutsukake et al., 2009).

Testosteronproben aus dem Speichel haben Vorteile gegenüber Testosteronproben aus dem Urin oder aus dem Plasma. Einer davon ist die Genauigkeit und Verlässlichkeit von Immunoassays für Analysen um Testosteron im Speichel zu messen (Granger et al., 1999).

### **1.8 Fragestellung**

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Veränderung des Cortisolspiegels, beziehungsweise Testosteronspiegels beim Männchen, bei einem Umzug in ein neues Gehege und der Vergesellschaftung mit zwei neuen Weibchen analysiert.

Außerdem stellte sich die Frage, ob Besucher Einfluss auf den Cortisollevel der Tiere haben, und wenn ja, ob sich dieser in einem neuen Gehege mit mehr Rückzugsmöglichkeiten verändert.

Weiters wurde untersucht, ob es Korrelationen zwischen dem Cortisol- und Testosteronspiegel des Männchens gibt, und ob es signifikante Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen im Bezug auf den Cortisollevel gibt.

## 1.9 Hypothese

Es ist zu erwarten, dass der Cortisolspiegel in der Umzugsphase drastisch steigt. Wenn sich die Tiere an die neue Umgebung gewöhnt haben, sollte der Cortisolwert unter dem Wert im alten Gehege liegen.

Weiters ist zu erwarten, dass sich der Cortisolspiegel der Tiere erhöht, wenn viele Besucher im Zoo sind. Im neuen Gehege mit mehr Rückzugsmöglichkeiten sollte der Cortisolspiegel sich nicht so stark ändern wie im alten Gehege, wo Rückzugsmöglichkeiten nicht existieren und die Besucher die Tiere immer und überall beobachten können.

Der Testosteronspiegel des Männchens sollte bei der Ankunft des neuen Weibchens ansteigen.

## 2. MATERIAL UND METHODEN

### 2.1 Fokustiere

Der männliche Orang Utan, Vladimir, ist ein Wildfang, und wurde ca. 1974 geboren. Vladimir lebte bis 1988 im Zoo von Moskau, von wo er in den Artis Zoo in Amsterdam kam, bis er am 18.6.1991 nach Wien übersiedelt wurde. Er war zum Zeitpunkt der Studie ca. 34 Jahre alt. Vladimir sorgte in allen drei Zoos für Nachwuchs.



Abb.1: Vladimir, Foto: Gregor Baumgartner

Das Weibchen Nonja, eine Handaufzucht kam am 21.4.1976 im Tiergarten Schönbrunn zur Welt. Es war zum Zeitpunkt der Studie 33 Jahre alt.



Abb.2: Nonja, Foto: Gregor Baumgartner

Das erste neue Weibchen, Sol, wurde am 4.6.1996 in Boras Djurpark Zoo/Schweden geboren. Sie ist eine Handaufzucht und kam am 17.5.2004 nach Kristiansand/Norwegen. Am 20.5.2009 übersiedelte sie in den Tiergarten Schönbrunn direkt in die neue Anlage. Sol war zum Zeitpunkt der Studie 13 Jahre alt.



Abb. 3: Sol, Foto: Gregor Baumgartner

Das zweite neue Weibchen, Mota, ist ein Wildfang und kam 1979 nach Amsterdam, wo sie mit Vladimir für Nachwuchs sorgte. Am 7.10.2009 übersiedelte Mota in die neue Anlage in Tiergarten Schönbrunn. Mota war zum Zeitpunkt der Studie ca. 45 Jahre alt.

Von Mota wurden keine Speichelproben genommen.



Abb. 4: Mota, Foto: Gregor Baumgartner

## **2.2 Phasen**

Die Untersuchung der Tiere begann am 1.5.2009 und endete am 7.11.2009. Der Untersuchungszeitraum wurde in folgende 4 Phasen aufgeteilt: Die erste Phase war von 1.5.2009 bis 19.5.2009 im alten Gehege. Die zweite Phase war die Umzugsphase und die Vergesellschaftung mit Sol. Diese Phase dauerte von 20.5.2009 bis 11.7.2009. In diesem Zeitraum befanden sich die drei Orang Utans nur im Innengehege der neuen Anlage.

Die Postphase (Phase drei) dauerte von 12.7.2009 bis 6.10.2009. In diesem Zeitraum hatten sich die Tiere einigermaßen an das neue Gehege und aneinander gewöhnt und die Pfleger konnten wieder routinemäßig arbeiten und mit den Tieren trainieren. Phase vier begann mit der Ankunft des zweiten neuen Weibchens Mota am 7.10.2009 und dauerte bis 7.11.2009.

## **2.3 Gehege**

Das alte Orang Utan Gehege befindet sich im historischen Affenhaus. Die Innenanlage ist 123 m<sup>2</sup> groß, 3,8 m hoch und noch teilweise mit alten Klettergerüsten aus Metall eingerichtet.

Die Außenanlage ist 138 m<sup>2</sup> groß, 5 m hoch und mit naturnaher Einrichtung und Klettermöglichkeiten ausgestattet.



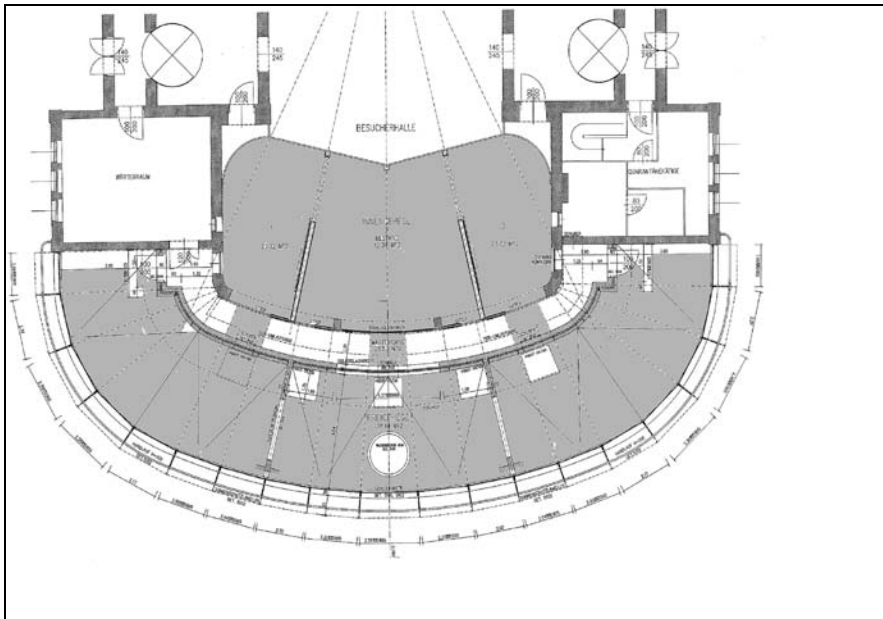


Abb. 5: Das alte Gehege (grau) der Orang Utans im historischen Affenhaus (Quelle: Tiergarten Schönbrunn)

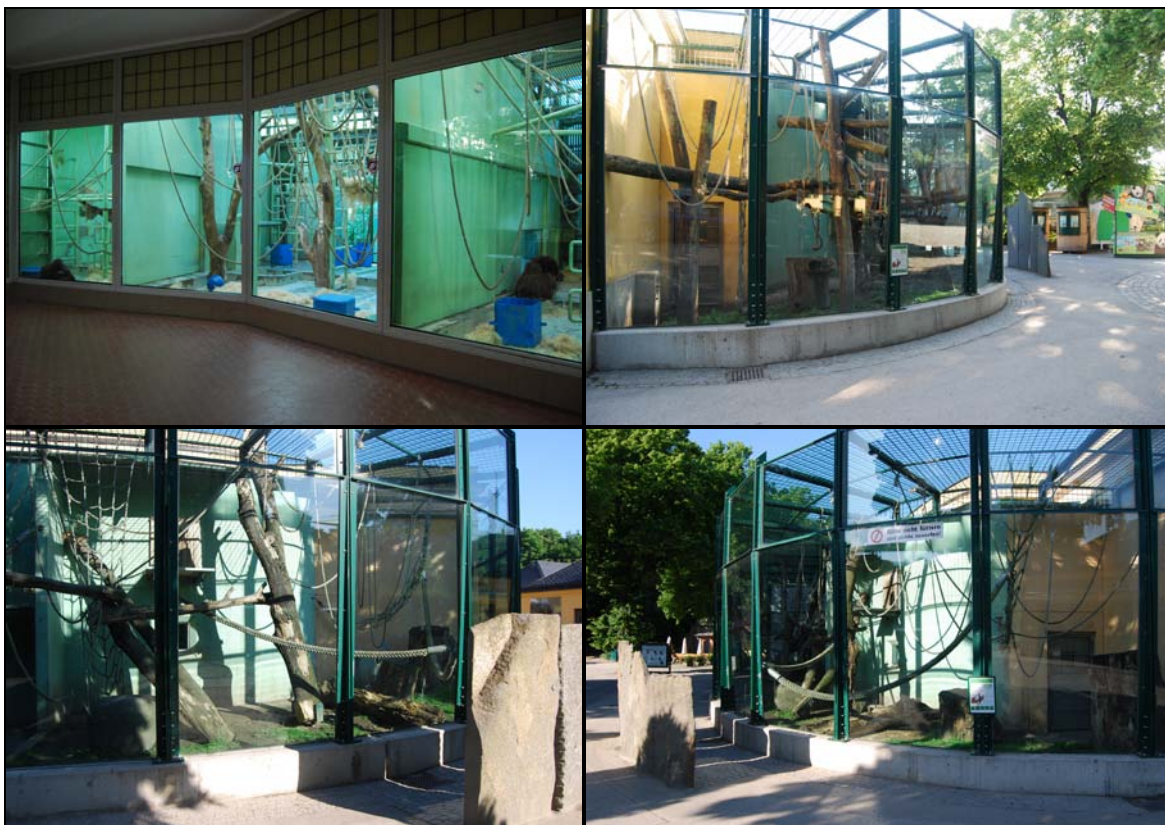


Abb.6: Das alte Orang Utan Gehege: rechts oben: Innenanlagen; links oben: linker Teil der Außenanlage; links unten: mittlerer Teil der Außenanlage; rechts unten: rechter Teil der Außenanlage.  
Fotos: Gregor Baumgartner

Die Orangerie liegt in einem neu angelegten Bereich des Tiergartens. Das Innengehege ist 225 m<sup>2</sup> groß und 7,8m hoch. Der Innenanlage sind drei Einzelboxen angeschlossen, um die Tiere im Notfall separieren zu können. Die Einrichtung des Innengeheges besteht aus Baumstämmen, die bis an die Decke reichen, Plattformen und Seilen. Die Außenanlage ist 744 m<sup>2</sup> groß. In der Mitte der Außenanlage ist ein natürlicher Klettergarten aus Bäumen, Seilen und Netzen, die bis zu 12 m hoch sind. Die Anlage ist leicht hügelig und unter dem Klettergerüst entspringt ein kleiner Bach, der direkt in einen Wassergraben, der als Abgrenzung dient, mündet.

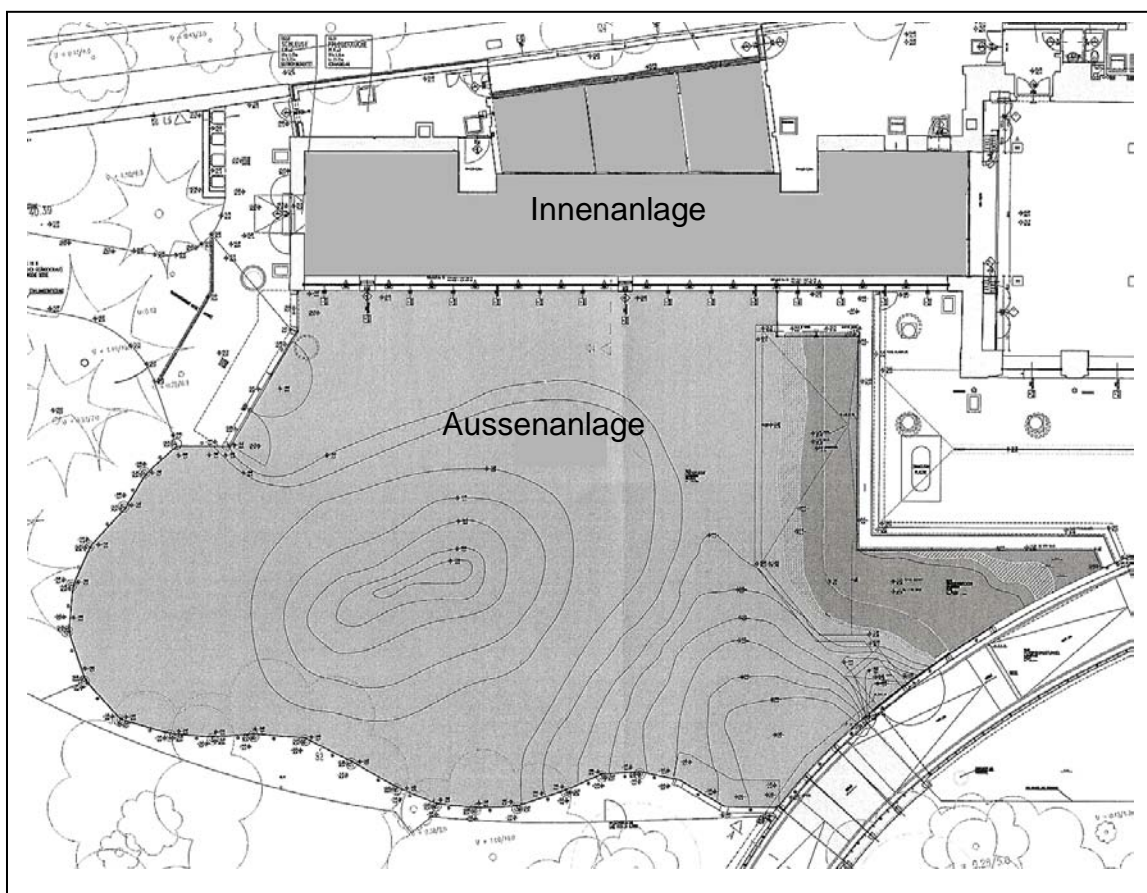


Abb.7: Die neue Anlage in der Orangerie (grau) (Quelle: Tiergarten Schönbrunn)





Abb.8: Die neue Außenanlage in der Orang.erie; Foto: Gregor Baumgartner

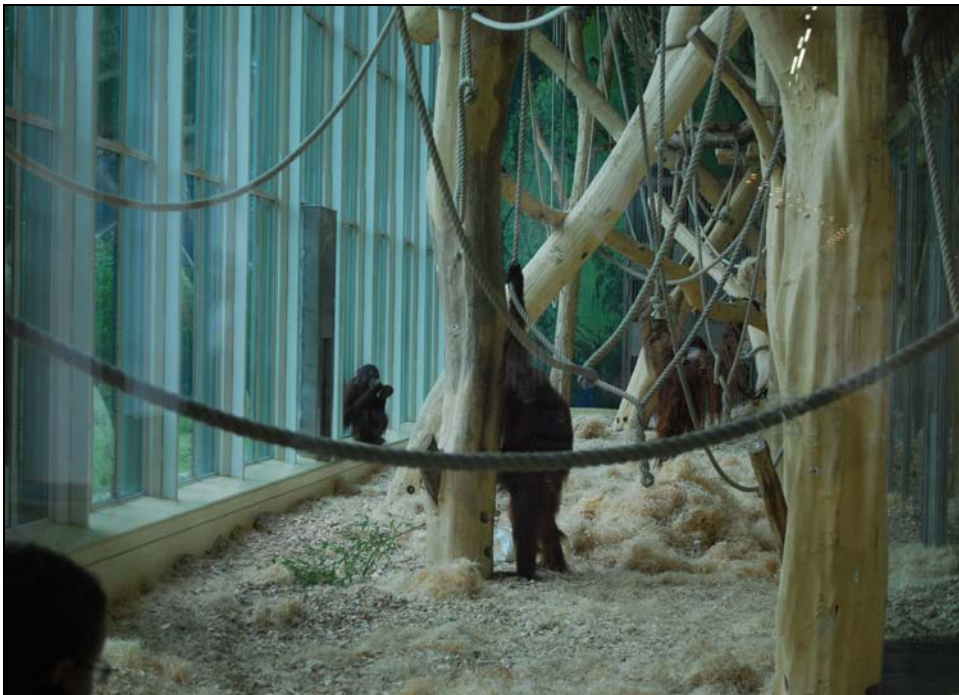


Abb.9: Die Innenanlage in der Orang.erie; Foto: Gregor Baumgartner



## 2.4 Besucherzahlen:

Die Besucheranzahlen beinhalten sowohl Tages- als auch Jahreseintrittskarten. Es ist anzunehmen, dass nahezu alle Besucher sowohl das alte Gehege, das zentral im Zoo liegt, als auch die neue Anlage besichtigen, denn Primaten gehören zu den beliebtesten Tieren eines Zoos (Stolba & Müllers, 1990).

## 2.5 Probennahme und Auswertung:

Die Speichelproben wurden im Zeitraum von 1.5.2009 bis 7.11.2009, wenn möglich jeden Tag zwischen 7:00 und 11:00 genommen. Wir verwendeten dafür DNA-Abstrichtupfer der Firma Sarstedt (Artikelnr. 80.1301). Die Orang Utans im Schönbrunner Zoo sind darauf trainiert, zum Gitter zu kommen und ermöglichten so dem Pfleger, mit dem Stäbchen Speichel aus dem Mund des Tieres zu gewinnen. Die Proben wurden beschriftet und bei  $-20^{\circ}\text{C}$  tiefgefroren. Im Laufe der Untersuchung wurden insgesamt 303 Proben von den 3 Fokustieren genommen.

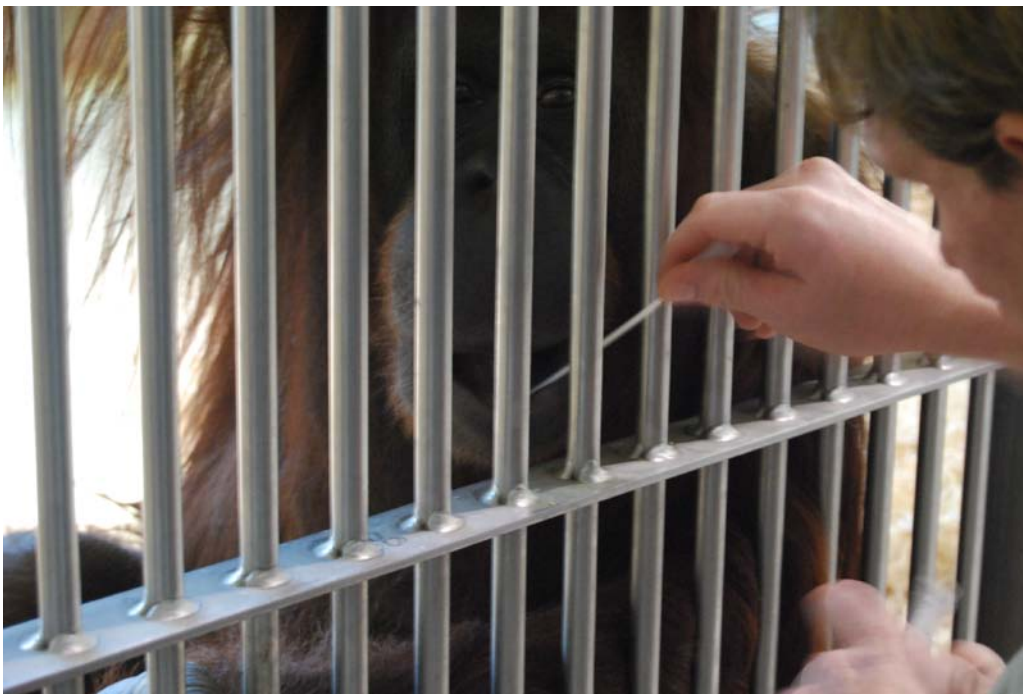


Abb.10: Probennahme bei Nonja; Foto: Gregor Baumgartner

Die Auswertung der Proben erfolgte im Department für Verhaltensbiologie an der Universität Wien.

Die Abstrichtupfer wurden abgeschnitten und in Safe-Lock Reaktionsgefäße der Firma Eppendorf gesteckt. Nach zweimaligem Zentrifugieren (2000 U/min./3 Minuten) wurden die Stäbchen entfernt.

Der Speichel wurde direkt verwendet und sowohl für Cortisol als auch für Testosteron 1:10 verdünnt. Die Proben wurden danach mittels Enzymimmunoassay (EIA) nach Palme und Möstl (1997) analysiert.

Die Funktionsweise des EIA basiert auf einer Konkurrenzreaktion zwischen dem zu testenden Hormons und einem hinzugefügten Hormon, das markiert wurde, um hormonspezifische Antikörper. Die markierten Proben besetzen umso mehr Antikörper, je weniger Hormone in der zu messenden Probe verfügbar ist. Durch Hinzufügen von Streptavidin- Peroxidase, einem Enzym, das nur mit den markierten Hormonen bindet, wird eine Reaktion ausgelöst, welche die Probe blau färbt. Je mehr Hormone sich in der zu messenden Probe befinden, desto heller wird die Blaufärbung. Zum Schluss wird mit Schwefelsäure die Reaktion gestoppt, was eine Gelbfärbung hervorruft. Mit einem MTP-Reader wird die Farbintensität quantitativ gemessen und kann auf den Hormongehalt in Pikogramm pro Milliliter Speichel umgerechnet werden (Palme & Möstl, 1997).

## **2.6 Statistik:**

Zur Überprüfung ob die Phaseneinteilung Einfluss auf die Cortisolwerte hat, wurde der Kruskal-Wallis Test, mit dem in einer Varianzanalyse verglichen wird, ob sich verschiedene unabhängige Stichproben hinsichtlich einer Variable in ihrem Erwartungswert unterscheiden, angewendet (Rudolf & Kuhlisch, 2008).

Der Vergleich zwischen den Phasen und der Vergleich zwischen Männchen und Weibchen wurde mit dem Wilcoxon-Mann-Whitney-U-Test, der die Übereinstimmung zweier unabhängiger Verteilungen überprüft, analysiert (Rudolf & Kuhlisch, 2008).

Mögliche Korrelationen zwischen den Besucherzahlen und dem Stresslevel der Tiere beziehungsweise dem Cortisol- und Testosteronspiegel des Männchens wurden mit Spearmans Rangkorrelationskoeffizient getestet. Die Statistischen Berechnungen wurden im Spss (Version 17.0) durchgeführt, die Grafiken im Spss und Microsoft Excel (2003) erstellt.

### 3. ERGEBNISSE

Es wurden im Rahmen dieser Studie 165 Proben erfolgreich ausgewertet. Diese verteilen sich folgendermaßen auf die Tiere: 54 Cortisolwerte von Nonja, 28 Cortisolwerte von Sol sowie 56 Cortisolwerte und 27 Testosteronwerte von Vladimir.

#### 3.1 Cortisolwerte und Phasenvergleich

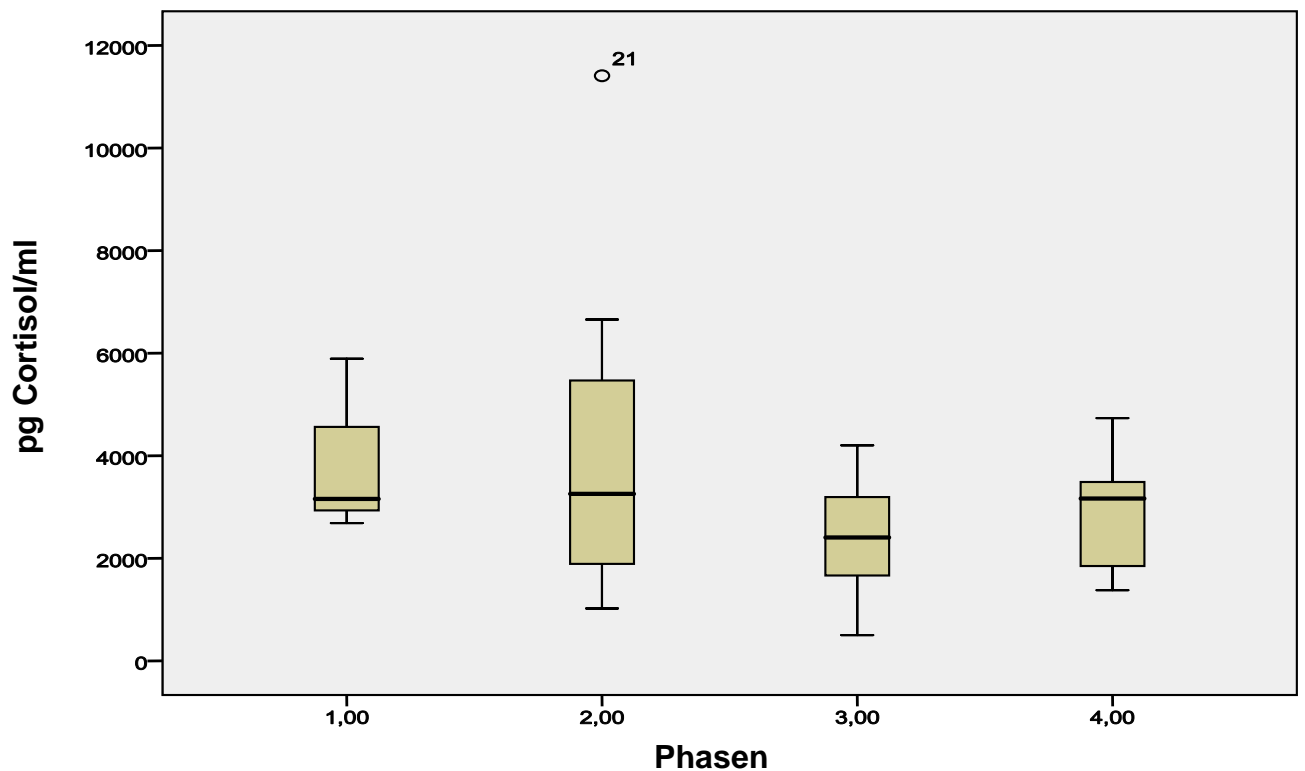


Abb.11: Cortisolwerte von Vladimir in den einzelnen Phasen (1. Phase: n= 10; 2. Phase: n= 7; 3. Phase: n= 32; 4. Phase: n=7). In Phase zwei ist die Probe 21 ein Ausreißer (11409pg Cortisol/ml) und wurde extra dargestellt.

|                    | <b>Vladimir</b> |
|--------------------|-----------------|
| 1.Phase Min        | 2685            |
| 1.Phase Max        | 5891            |
| <b>1. Phase MW</b> | <b>1218</b>     |
| 2. Phase Min       | 1022            |
| 2. Phase Max       | 11409           |
| <b>2.Phase MW</b>  | <b>5639</b>     |
| 3. Phase Min       | 501,5           |
| 3.Phase Max        | 4203            |
| <b>3.Phase MW</b>  | <b>1108</b>     |
| 4.Phase Min        | 1378            |
| 4.Phase Max        | 4732            |
| <b>4.Phase MW</b>  | <b>1369</b>     |

Tab.1: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte der Cortisolwerte von Vladimir.

Beim Männchen Vladimir haben die Cortisolwerte einen signifikanten Einfluss auf die verschiedenen Phasen ( $p= 0,044$ ) (Abb.11). In Phase zwei ist der Stresslevel am höchsten und unterliegt auch den größten Schwankungen (Tab. 1). Zwischen Phase eins und Phase drei sinkt der Cortisolspiegel signifikant ( $p= 0,034$ ). In Phase drei ist der niedrigste Cortisolwert zu verzeichnen. In Phase vier ist wieder ein leichter Anstieg des Stresslevels bemerkbar.

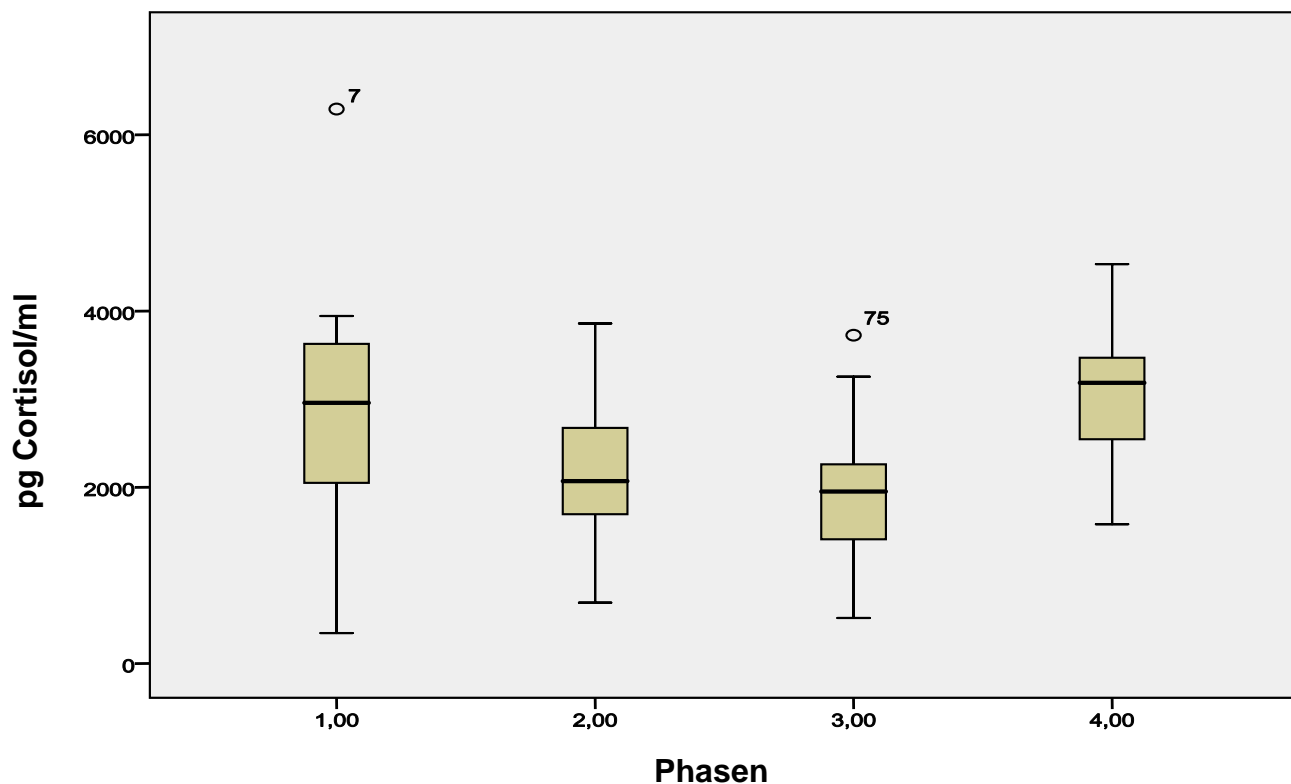


Abb.12: Cortisolwerte von Nonja in den einzelnen Phasen (Phase 1: n= 11; Phase 2: n= 6; Phase 3: n= 27; Phase 4: n= 10). In Phase eins beziehungsweise Phase drei sind die Proben 7 (6292pg Cortisol/ml) und Probe 75 (3726pg Cortisol/ml) Ausreißer und wurden extra dargestellt.

|                    | <b>Nonja</b> |
|--------------------|--------------|
| 1.Phase Min        | 1046         |
| 1.Phase Max        | 6292         |
| <b>1. Phase MW</b> | <b>2001</b>  |
| 2. Phase Min       | 690          |
| 2. Phase Max       | 3858,5       |
| <b>2.Phase MW</b>  | <b>1441</b>  |
| 3. Phase Min       | 517          |
| 3.Phase Max        | 3725,5       |
| <b>3.Phase MW</b>  | <b>653</b>   |
| 4.Phase Min        | 1580         |
| 4.Phase Max        | 4532         |
| <b>4.Phase MW</b>  | <b>679</b>   |

Tab.2: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte der Cortisolwerte von Nonja.

Auch bei Nonja haben die Cortisolwerte einen signifikanten Einfluss auf die verschiedenen Phasen ( $p= 0,008$ ) (Abb.12). Die Cortisolwerte sind in Phase drei signifikant niedriger als in Phase eins ( $p= 0,043$ ). Bei der Ankunft Motas in Phase vier steigt bei Nonja der Cortisollevel im Gegensatz zu Phase drei signifikant an ( $p= <0,0001$ ). Sie hat in Phase eins den höchsten Stresslevel und in Phase 3 den niedrigsten. Die stärksten Schwankungen sind bei diesem Orang Utan in Phase eins (Tab.2). In den Phasen zwei bis vier sind die Cortisolschwankungen relativ konstant.

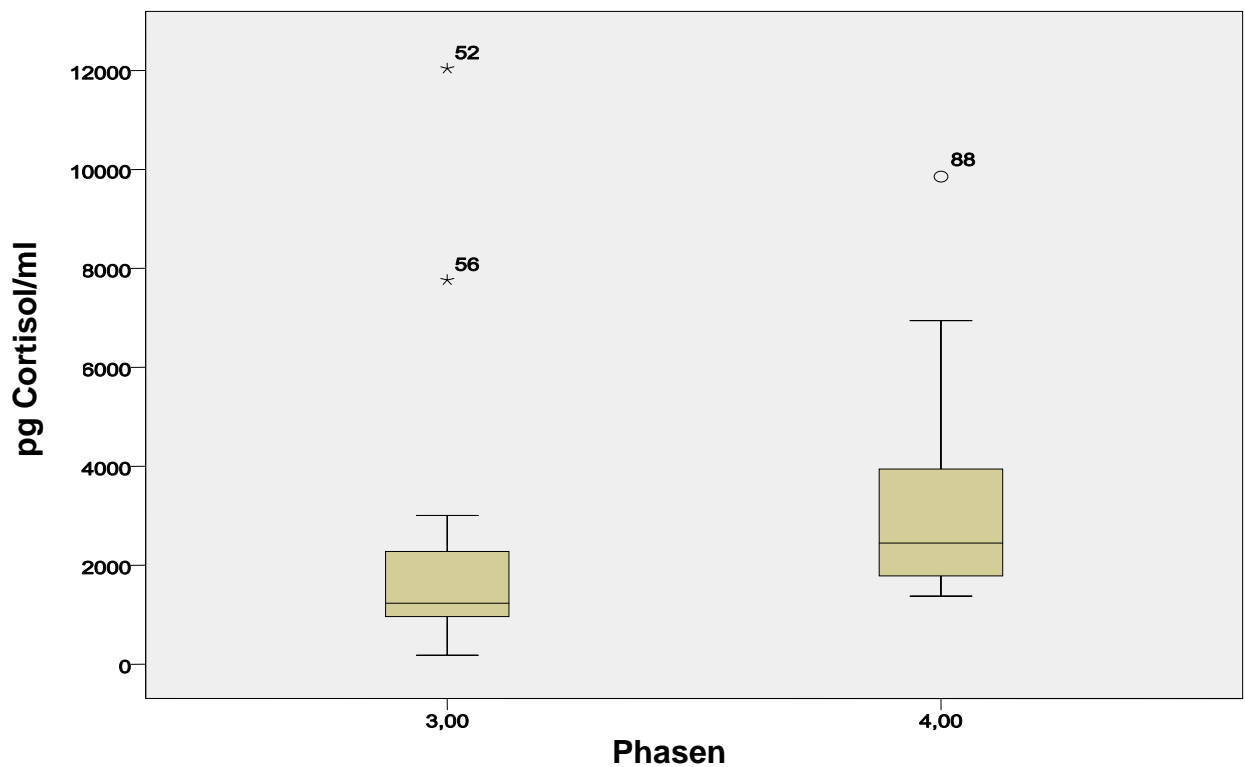


Abb.13: Cortisolwerte von Sol in den einzelnen Phasen (Phase 3:  $n= 18$ ; Phase 4:  $n= 9$ ). In Phase drei beziehungsweise Phase vier sind die Proben 52 (12040pg Cortisol/ml), 56 (7763pg Cortisol/ml) und 88 (9855pg Cortisol/ml) Ausreißer und wurden extra dargestellt.

|                    | <b>Sol</b>    |
|--------------------|---------------|
| 1.Phase Min        | ///           |
| 1.Phase Max        | ///           |
| <b>1. Phase MW</b> | ///           |
| 2. Phase Min       | 1033          |
| 2. Phase Max       | 1033          |
| <b>2.Phase MW</b>  | ///           |
| 3. Phase Min       | 178,5         |
| 3.Phase Max        | 12040         |
| <b>3.Phase MW</b>  | <b>1641,5</b> |
| 4.Phase Min        | 1373          |
| 4.Phase Max        | 9854,5        |
| <b>4.Phase MW</b>  | <b>1338</b>   |

Tab.3: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte der Cortisolwerte von Sol.

Bei dem ersten neuen Weibchen, Sol, die zu Beginn von Phase zwei mit den beiden anderen Orang Utans vergesellschaftet wurde, gibt es in dieser Phase nur eine Cortisolprobe. Daher kann diese Phase für statistische Berechnungen nicht verwendet werden.

Der Stresslevel von Sol steigt mit der Ankunft Motas signifikant an ( $p=0,041$ ) (Abb.13). Der Cortisolspiegel dieses Orang Utans unterliegt in Phase drei und vier starken Schwankungen.

### 3.2 Testosteronwerte und Phasenvergleich

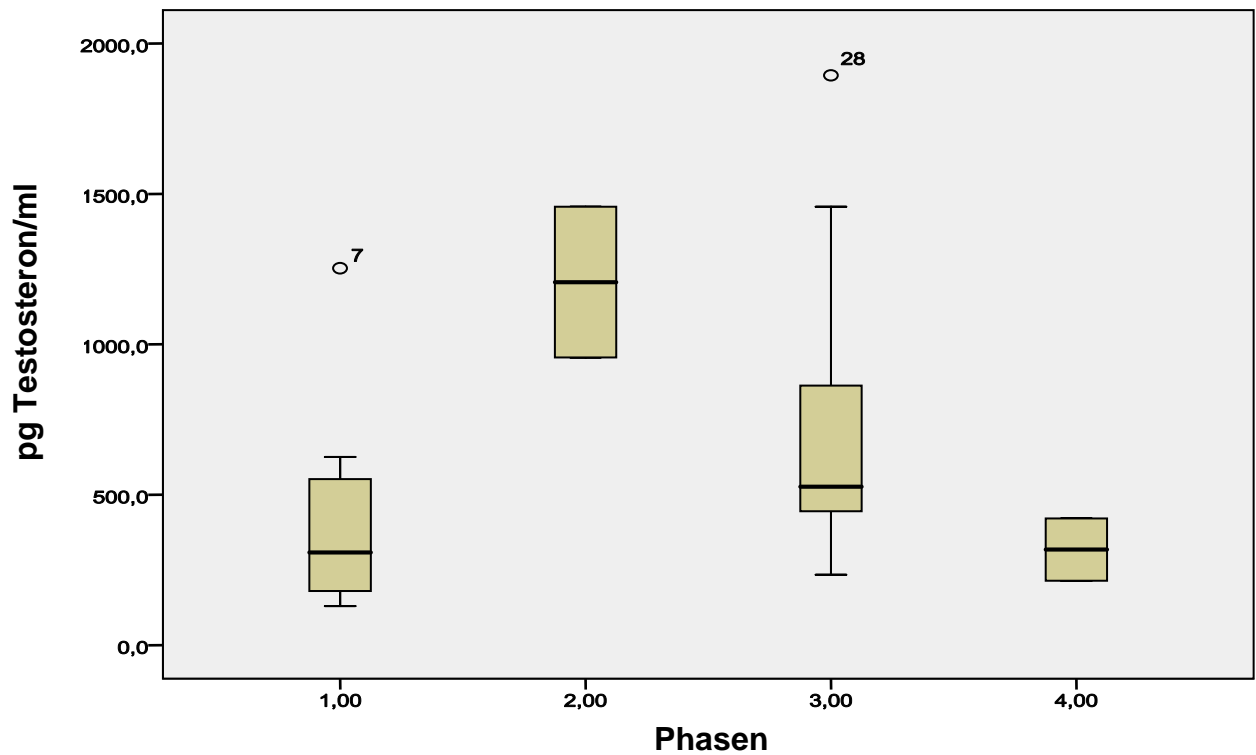


Abb.14: Testosteronwerte von Vladimir in den einzelnen Phasen (Phase 1: n= 8; Phase 2: n= 2; Phase 3: n= 15; Phase 4: n= 2).

|                   | <b>Vladimir</b> |
|-------------------|-----------------|
| 1.Phase Min       | 129,75          |
| 1.Phase Max       | 1253            |
| <b>1.Phase MW</b> | <b>433</b>      |
| 2.Phase Min       | 956,25          |
| 2.Phase Max       | 1457,25         |
| <b>2.Phase MW</b> | <b>1206,75</b>  |
| 3.Phase Min       | 233,75          |
| 3.Phase Max       | 1894,25         |
| <b>3.Phase MW</b> | <b>744</b>      |
| 4.Phase Min       | 214,25          |
| 4.Phase Max       | 421             |
| <b>4.Phase MW</b> | <b>318</b>      |

Tab.4: Minimum-, Maximum- und Mittelwerte der Testosteronwerte von Vladimir.



Die Ergebnisse der Testosteronproben haben einen signifikanten Einfluss auf die verschiedenen Phasen ( $p= 0,034$ ) ergeben (Abb.14). Der Testosteronspiegel steigt in Phase zwei bei Gehegewechsel und der Ankunft des ersten neuen Weibchens stark an (siehe auch Tab. 4) und fällt dann kontinuierlich bis Phase vier ab. Ein Vergleich zwischen den Phasen hat ergeben, dass der Testosteronspiegel von Phase eins zu Phase 3 signifikant steigt ( $p= 0,034$ ).

### 3.3 Korrelationen zwischen Cortisol und Testosteron

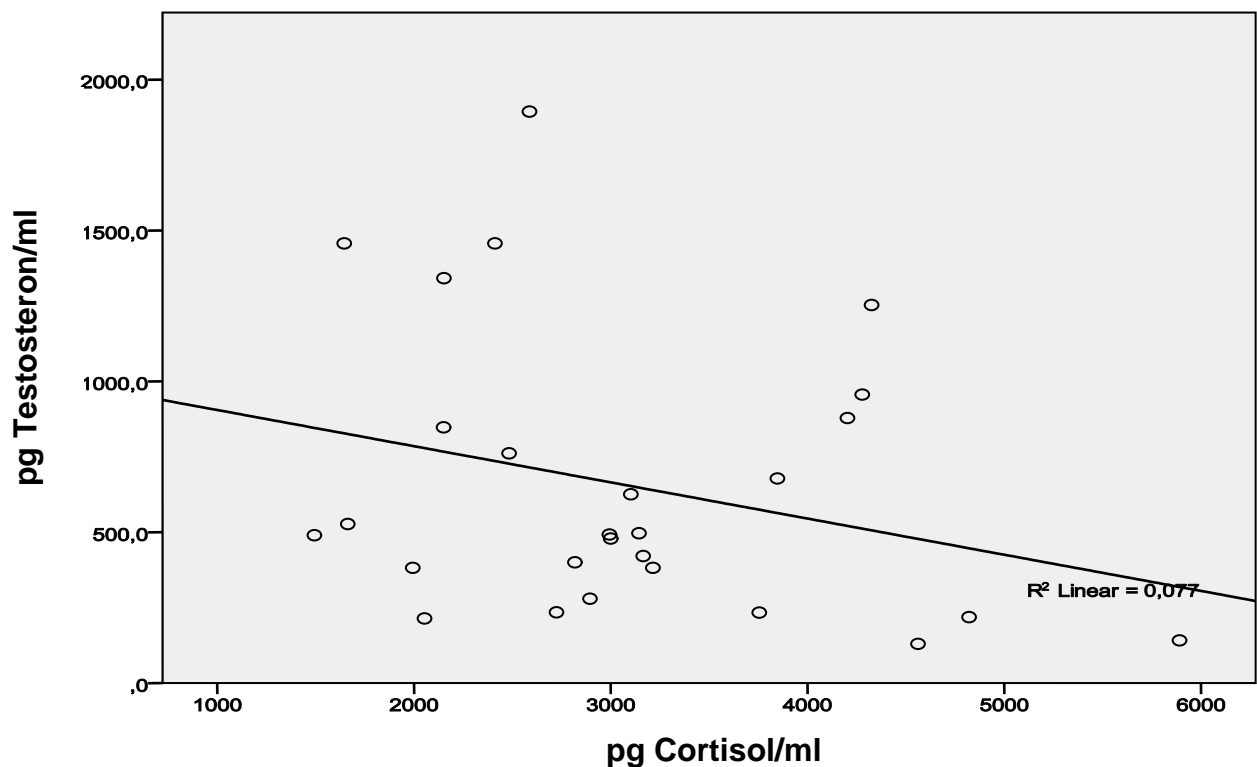


Abb.15: Korrelationen zwischen Testosteron- und Cortisolwerte von Vladimir

Der Vergleich zwischen einer möglichen Korrelation zwischen den Cortisol- und Testosteronwerten von Vladimir brachte keine signifikanten Ergebnisse (Abb.15). Der Cortisolspiegel des Orang Utans steht scheinbar in keinem Zusammenhang mit dem Testosteronspiegel.

### 3.4 Vergleich Männchen und Weibchen

Phase 1:

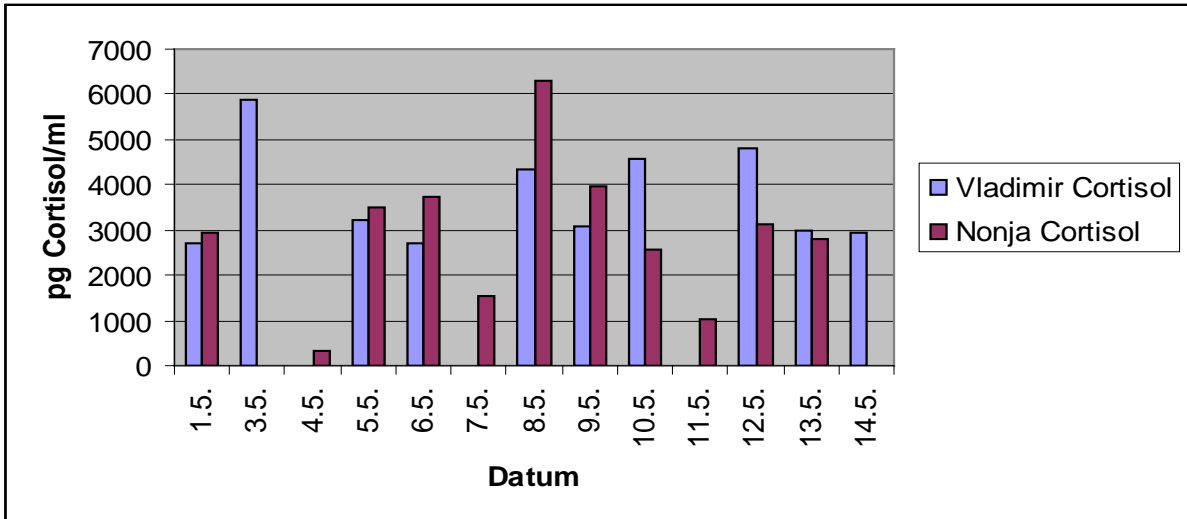


Abb. 16 Vergleich der Cortisolwerte zwischen Vladimir und Nonja in Phase 1

Phase 2:

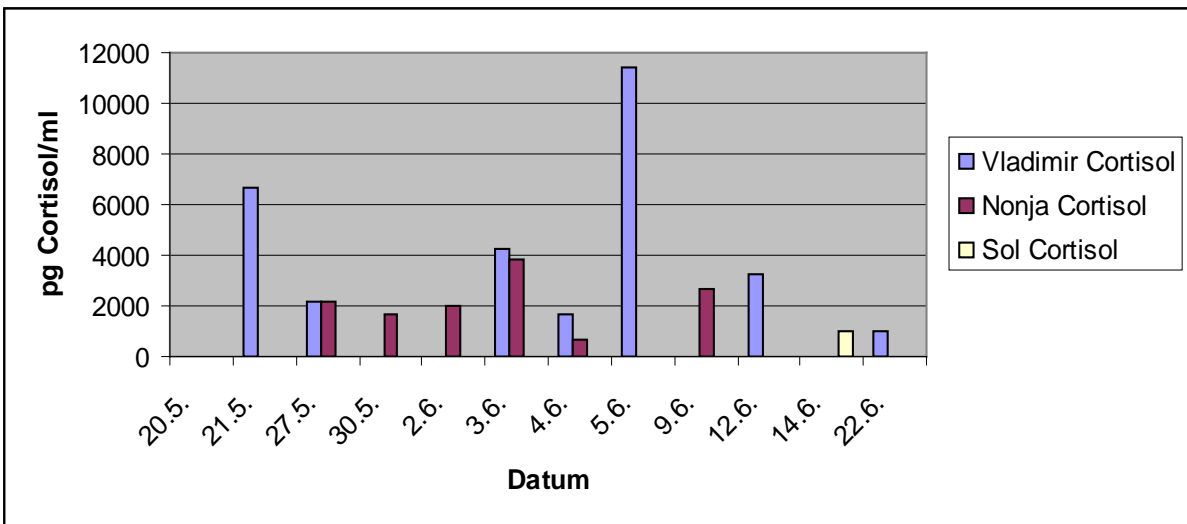


Abb. 17: Vergleich der Cortisolwerte zwischen Vladimir, Nonja und Sol in Phase 2

Phase 3:

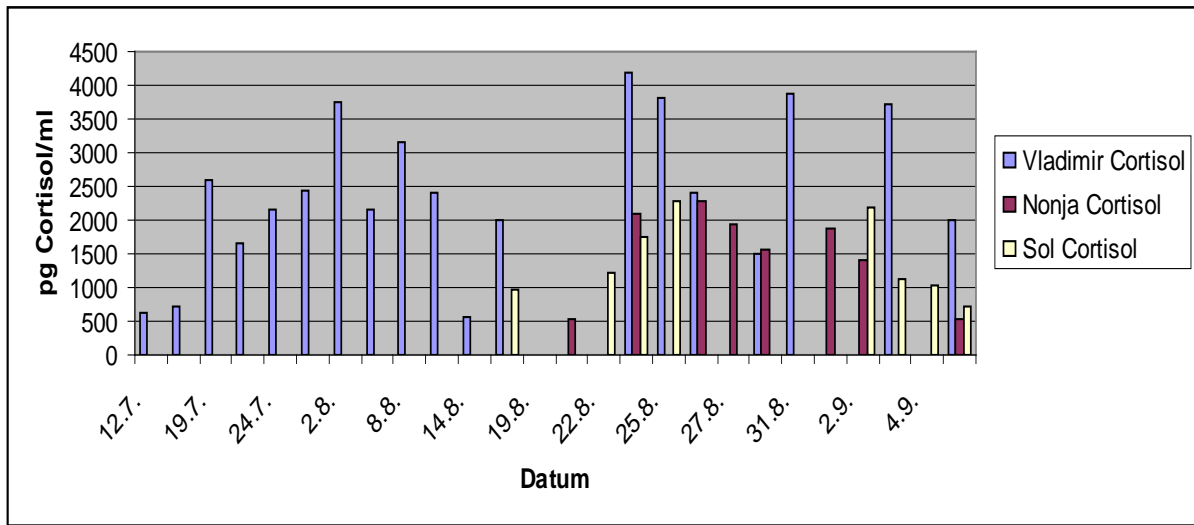


Abb.18: Vergleich der Cortisolwerte zwischen Vladimir, Nonja und Sol in Phase 3 von 12.7.2009-6.9.2009

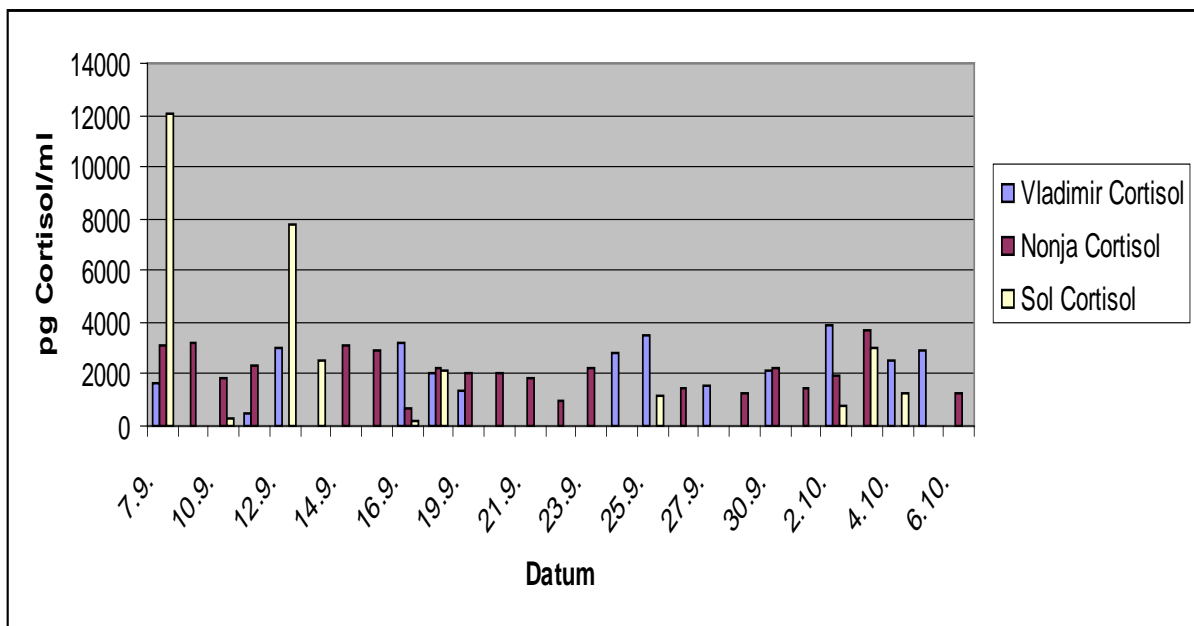


Abb.19: Vergleich der Cortisolwerte zwischen Vladimir, Nonja und Sol in Phase 3 von 7.9.2009-6.10.2009

Phase 4:

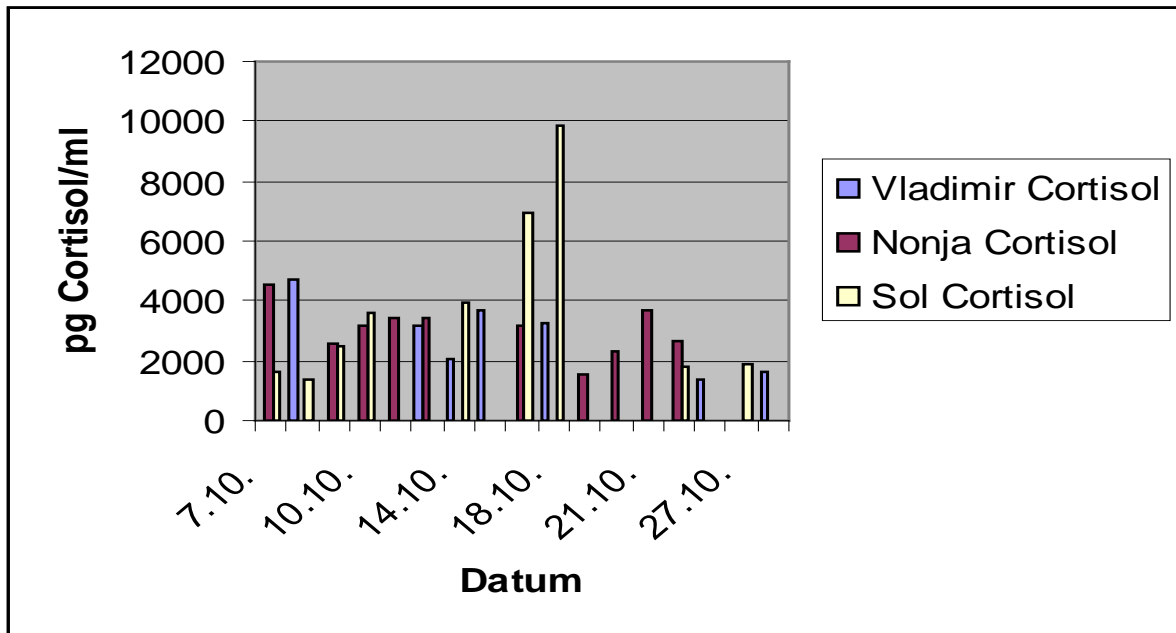


Abb.20: Vergleich der Cortisolwerte zwischen Vladimir, Nonja und Sol in Phase 4

Beim Vergleich zwischen den Cortisolwerten des Männchens und den beiden Weibchen stellte sich heraus, dass Vladimir nur in Phase drei einen signifikant höheren Cortisolspiegel als Nonja ( $p= 0,045$ ) und Sol ( $p= 0,043$ ) aufweist (Abb.18 und 19). In den anderen Phasen konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Geschlechtern festgestellt werden (Abb. 16, 17 und 20).

### 3.5 Cortisolwerte und Besucher

Vladimir:

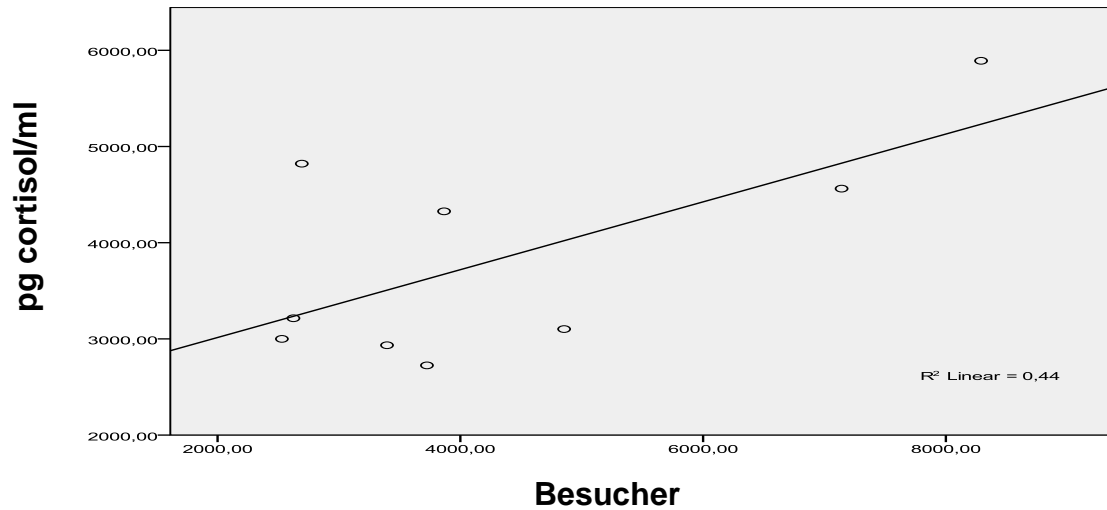


Abb.21: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Vladimir in Phase 1.

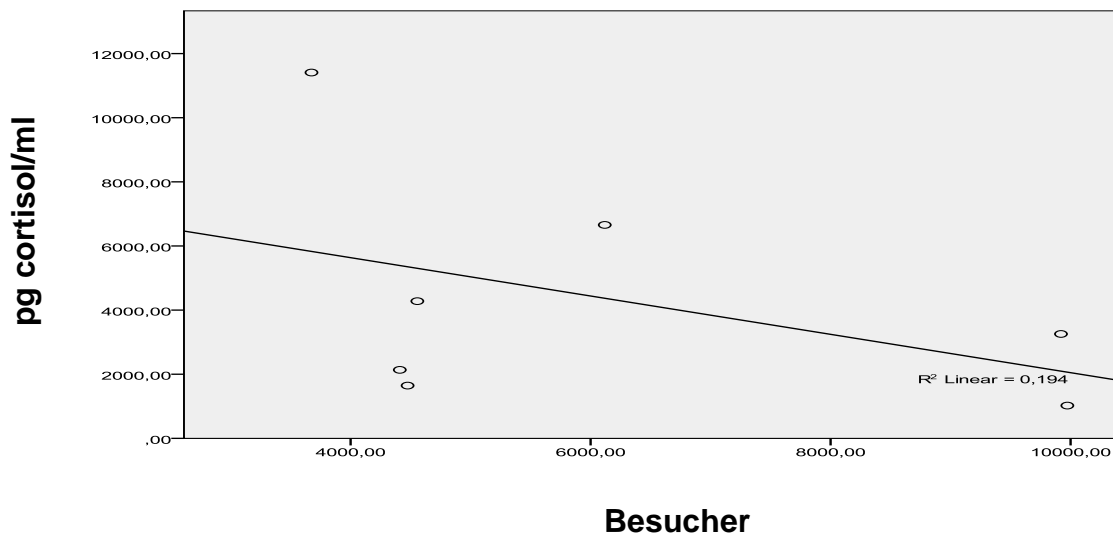


Abb.22: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Vladimir in Phase 2.

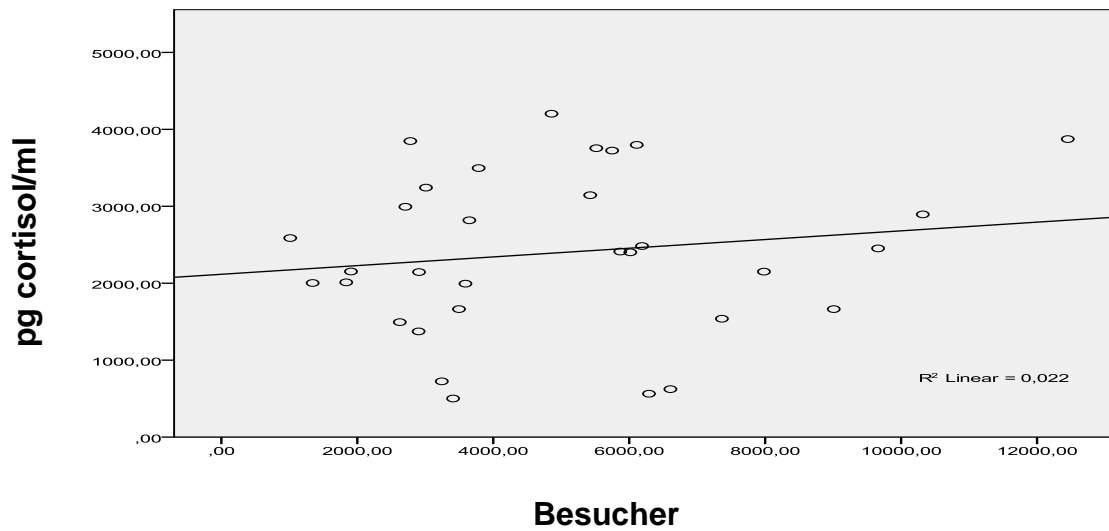


Abb.23: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Vladimir in Phase 3.

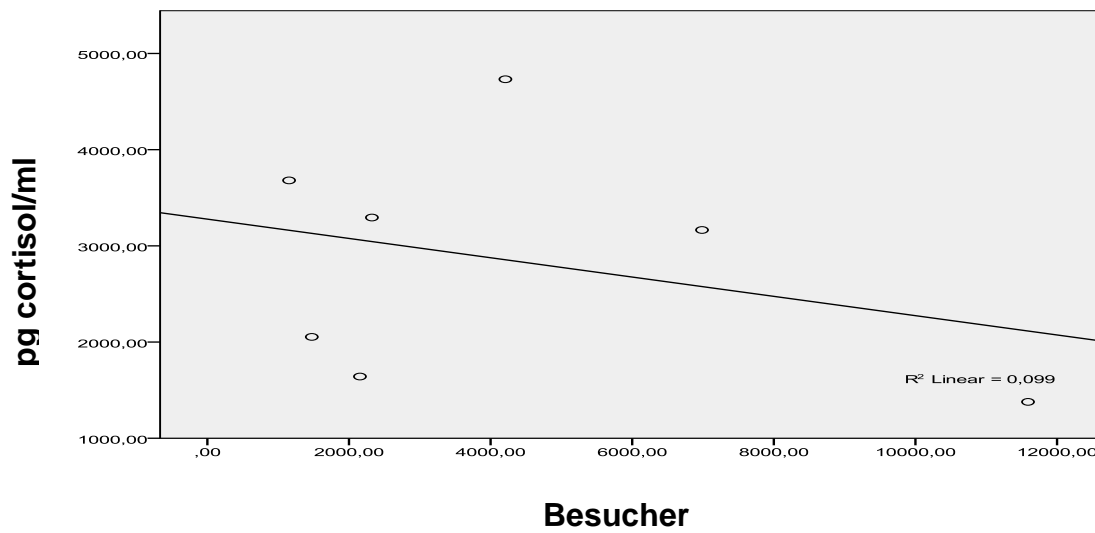


Abb.24: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Vladimir in Phase 4.

Nonja:

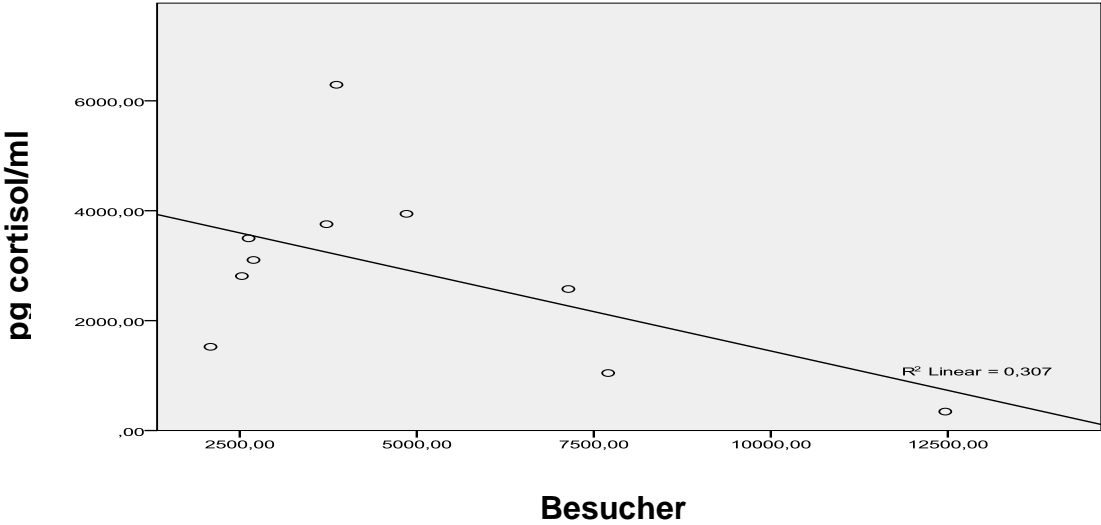


Abb.25: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Nonja in Phase 1.

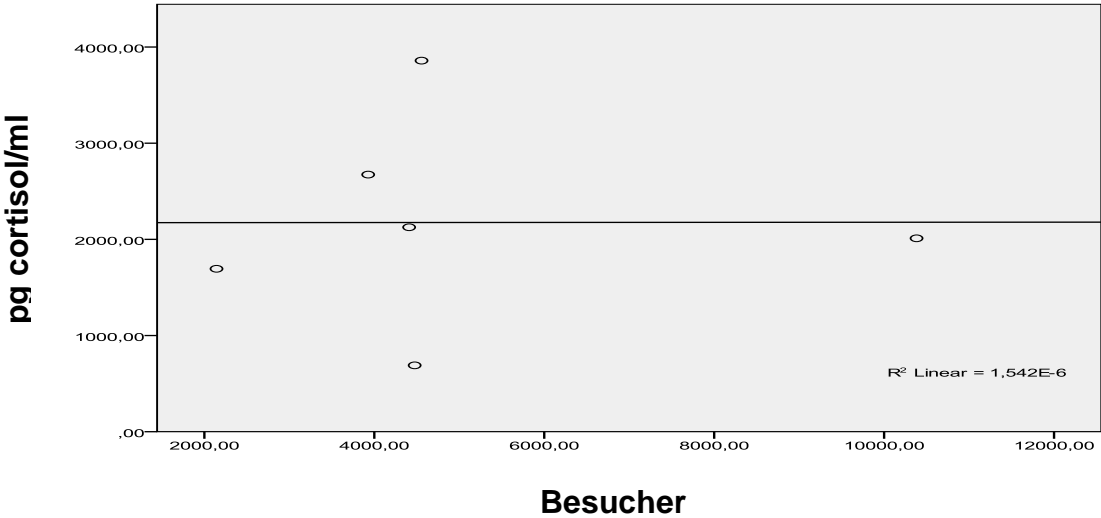


Abb.26: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Nonja in Phase 2.

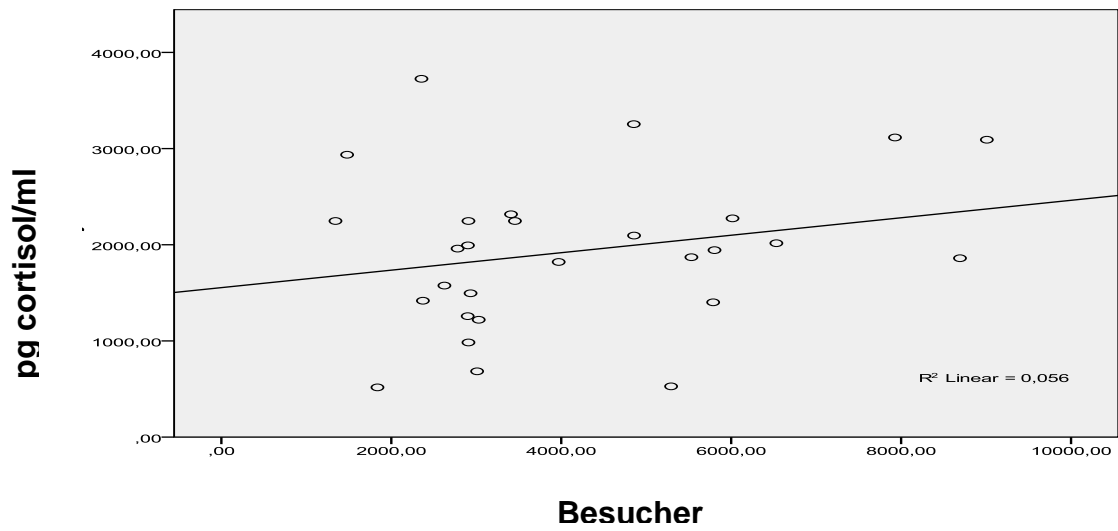


Abb.27: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Nonja in Phase 3.

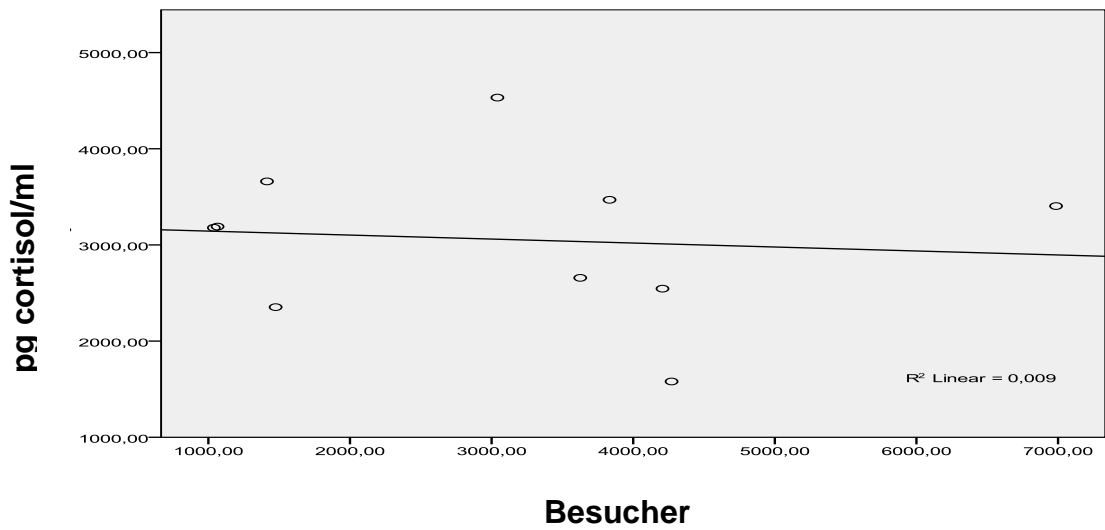


Abb.28: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Nonja in Phase 4.



Sol:

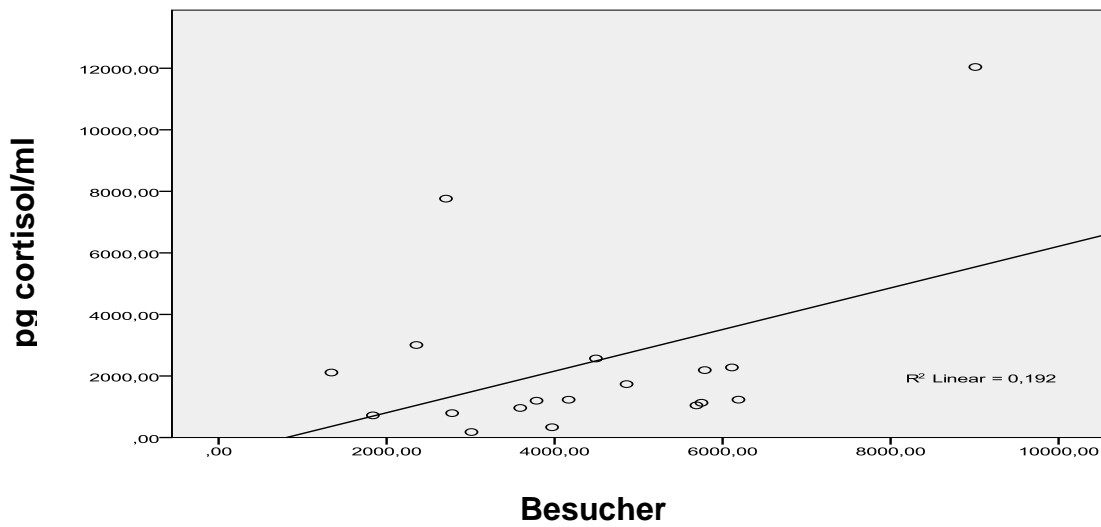


Abb.29: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Sol in Phase 3.

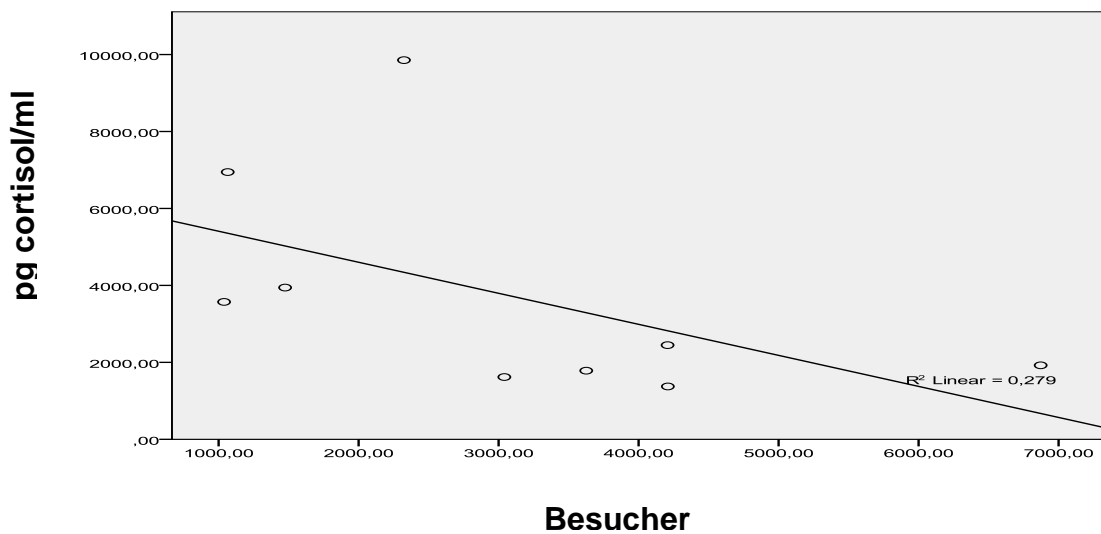


Abb.30: Korrelation zwischen Besucherzahlen und Cortisolwerten von Sol in Phase 4.

Bei der Analyse möglicher Korrelationen zwischen Besuchern und Cortisolwerten der Tiere konnten keine signifikanten Ergebnisse festgestellt werden (Abb. 21 bis 30). Die Besucher scheinen in keiner Weise einen Einfluss auf den Stresslevel der Orang Utans zu haben.

## 4. DISKUSSION

### 4.1 Cortisolwerte und Phasenvergleich

Die Cortisolwerte hatten bei Vladimir und Nonja einen signifikanten Einfluss auf die einzelnen Phasen in dieser Studie. Diese Ergebnisse erlauben es, die einzelnen Phasen auf signifikante Änderungen zu prüfen.

Die Ergebnisse dieser Arbeit zeigen, dass bei Vladimir der Cortisollevel nach der Umzugsphase in das neue Gehege signifikant niedriger war als im alten Gehege. Das bestätigt die Hypothese, dass das neue Gehege den Ansprüchen der Tiere gerecht wird und ihre Bedürfnisse befriedigt. Der Anstieg und die starken Schwankungen des Stresslevels in Phase zwei sind wahrscheinlich mit den Nachwirkungen des Umzugs und der Vergesellschaftung mit Sol verbunden. Auch Moberg schreibt in seiner Studie (2000), dass die Ausschüttung von Glucocorticoiden steigt, wenn Tiere vor eine neue Situation gestellt werden.

Bei der Introdution von Mota stiegen die Cortisolwerte des Männchens nur leicht an. Vielleicht stresste Vladimir die Vergesellschaftung mit Mota nicht so sehr, weil er sie schon kannte und sogar schon einmal Nachwuchs mit ihr zeugte. Das würde natürlich zu der Frage führen, ob einander Orang Utans nach über 20 Jahren wieder erkennen.

Bei Nonja wurde ein signifikanter Abfall des Cortisollevels in Phase drei im Gegensatz zu Phase eins festgestellt. Auch in der Arbeit von Pizzutto et al. (2008) stellte sich heraus, dass der Cortisollevel von einem Orang Utan Weibchen, bei neuer Gehegeeinrichtung in der Gewöhnungsphase signifikant anstieg und nach der Eingewöhnungszeit signifikant niedriger war als mit der alten Gehegeeinrichtung.

In Phase zwei war der Cortisolspiegel niedriger als in Phase eins. Das liegt möglicherweise daran, dass sich Nonja und Sol nach kurzen Startschwierigkeiten sehr gut verstanden und Nonja eine Spielgefährtin fand. Allerdings stieg der Stress in Phase vier bei der Ankunft Motas wieder signifikant an. Anscheinend ist für eine stabile Orang Utan Gruppe die Vergesellschaftung mit einem alten Weibchen, vor allem für die weiblichen Mitglieder der Gruppe, ein hoher Stressfaktor. Auch Maple &

Finlay (1989) schrieben, dass die soziale Struktur der gehaltenen Tiere einer der wichtigsten Faktoren für artgerechte Haltung in Tiergärten ist.

Bei Sol konnten nur die Phasen drei und vier statistisch analysiert werden, da in Phase zwei nur eine Probe erfolgreich ausgewertet werden konnte. Bei ihr stieg, wie auch bei Nonja, der Stresslevel mit der Ankunft von Mota signifikant an. Dieses Ergebnis unterstützt die Theorie, dass eine Introdution eines adulten Weibchens in eine stabile Orang Utan Gruppe ein großer Stressfaktor sein könnte.

Bei Sol schwankten die Werte in beiden Phasen extrem, was bei ihr auf die neuen Tiere und auf das neue Gehege zurückzuführen ist. Besonders Vladimir dürfte bei Sol vermehrt Stressreaktionen ausgelöst haben, denn das 13-jährige Weibchen hatte noch nie in seinem Leben Kontakt mit einem ausgewachsenen Orang Utan Männchen gehabt.

#### **4.2 Testosteronwerte und Phasenvergleich**

Die Analyse der Testosteronwerte zeigte, dass es eine signifikante Steigerung des Testosteronspiegels zwischen Phase eins und Phase drei gab. Dieses Ergebnis unterstützt die Aussage von O'Donoghue (1982), der meinte, dass die Anwesenheit eines zweiten Weibchens die Aktivität des Männchens und das Interesse zur Kopulation steigert. Nach Ankunft von Sol stieg der Testosteronlevel von Vladimir stark an und fiel dann kontinuierlich ab. Das könnte vielleicht damit zusammenhängen, dass Vladimir zwar oft versuchte, Sol zu fangen, es aber zu keinerlei sexuellen Kontakten zwischen den beiden kam. Durch diese Misserfolge legte sich das Interesse Vladimirs an Sol scheinbar schnell. Die niedrigen Testosteronwerte bei der Ankunft von Mota sind möglicherweise damit zu erklären, dass Vladimir bereits am ersten Tag der Zusammenführung mehrmals mit ihr kopulierte und danach das Interesse an ihr verlor.

Auch die Instabilität der Gruppe mit zwei neuen Tieren innerhalb eines halben Jahres, könnte mit dem Abstieg des Testosteronlevels zu tun haben. Ähnliches fanden auch Steklis et al. (1986) und van Schaik et al. (1991) in ihren Arbeiten heraus.

### **4.3 Korrelationen zwischen Cortisol und Testosteron**

Sapolsky schrieb 1987 in seiner Arbeit, dass physiologischer und psychologischer Stress negative Auswirkungen auf die Testosteronproduktion hat. In dieser Studie wurde keine signifikante Korrelation zwischen den Testosteron- und Cortisolspiegel gefunden. Es ist aber ein negativer Trend zu erkennen, der bedeutet, dass der Testosteronwert mit Anstieg des Stresslevels fällt. Die Cortisolausschüttung zeigt in dieser Arbeit, wie auch Bercovitch und Clarke (1994) bei Rhesusaffen herausfanden, keinen Zusammenhang mit dem Testosteronlevel.

### **4.4 Vergleich Männchen und Weibchen**

Beim Menschen haben Männer einen höheren Cortisollevel als Frauen im selben Alter. Möglicherweise produzieren Frauen generell weniger Cortisol (Kirschbaum et al. 1992). Im Rahmen dieser Studie zeigte sich, dass der Cortisolspiegel des Männchens in der dritten Phase signifikant höher war als der Stresslevel der Weibchen. In diesem Abschnitt der Untersuchung hatten sich die Tiere aneinander gewöhnt und die Aufregung von Umzug und Vergesellschaftung hatte sich größtenteils gelegt. Dieses Ergebnis ist mit dem Ergebnis der Arbeit von Kirschbaum et al. (1992) zu vergleichen, da die Phasen zwei und vier Ausnahmezustände waren. Es zeigt auch, dass, im Gegensatz zum alten Gehege, der Cortisollevel im neuen Gehege nicht nur signifikant niedriger ist, sondern sich auch geschlechtsspezifische endokrinologische Merkmale einstellen.

### **4.5 Cortisolwerte und Besucher**

Verschiedene Studien haben gezeigt, dass sich Zootiere an die Gegenwart von Besucher gewöhnen (Adams & Babladelis, 1977), oder sie sogar völlig ignorieren (Snyder, 1975). Die Korrelationen zwischen Besuchern und dem Cortisolspiegel der Orang Utans brachte keine signifikanten Ergebnisse hervor. Es sind aber mögliche

Trends erkennbar. So zeigte Valdimir in Phase eins und Phase drei einen möglichen Zusammenhang zwischen seinem Cortisollevel und den Besucherzahlen. Auch Nonja und Sol zeigten in Phase drei eine mögliche Korrelation zwischen Stress und Besucherzahlen. In den restlichen Phasen konnte kein möglicher Trend festgestellt werden. Das ist wahrscheinlich damit zu erklären, dass in Phase zwei und Phase vier die Tiere durch die Introductkion der neuen Orang Utans derart abgelenkt waren, dass die Besucher nur eine untergeordnete Rolle spielten.

Im Gegensatz zur Arbeit von Chamove et al. (1988) konnte nicht bestätigt werden, dass Zoobesucher für Primaten ein Stressfaktor sind.

#### **4.6 Conclusio**

1. Zusammenfassend ist zu sagen, dass der Umzug in die neue Orang.erie ein Erfolg für die Tiere war. Die Orang Utans haben sich schnell an die neue Situation gewöhnt. Der Cortisolspiegel von beiden Tieren ist signifikant gesunken und auch das erste neue Weibchen, Sol, hat sich gut und schnell in die Gruppe eingefügt.
2. Mit der Ankunft Motas im Oktober, kamen dann allerdings auch Probleme in die Gruppe. Bei Nonja und Sol erhöhte sich der Stresslevel signifikant im Gegensatz zu Phase drei. Nonja fühlte sich durch Mota unter Druck gesetzt, attackierte sie immer wieder, bis der Neuzugang schließlich, nach Ende dieser Studie, von der Gruppe separiert werden musste.
3. Die Besucher schienen in keiner Phase der Studie einen Einfluss auf den Stresslevel der Tiere zu haben.
4. Signifikante Unterschiede zwischen den Geschlechtern traten nur im neuen Gehege nach der Umzugsphase auf.
5. Der Cortisollevel von Vladimir zeigte keine signifikante Korrelation zu seinem Testosteronlevel.

## 5. ZUSAMMENFASSUNG:

Moderne, wissenschaftlich geführte Zoos setzen sich unter anderem zum Ziel, Tierunterkünfte nach den neuesten wissenschaftlichen Erkenntnissen einzurichten (Maple & Finlay, 1989). Bei Primaten rufen eingeschränkte Umgebungen Stereotypie, Depression, Unfruchtbarkeit und Inaktivität hervor (Erwin & Deni, 1979). Neue Situationen wie ein Gehegewechsel oder neue Gehegeeinrichtung bedeuten erhöhten Stress für die betroffenen Tiere (Moberg, 2000; Pizzutto et al., 2008). Im Wiener Tiergarten Schönbrunn bezogen im Mai 2009 zwei Orang Utans eine neue, moderne Anlage, und wurden zeitgleich mit einem jungen Weibchen vergesellschaftet. Vier Monate später kam noch ein adultes Weibchen zur Gruppe.

Für diese Arbeit wurden von den Tieren Speichelproben genommen, um herauszufinden, ob und wie sehr sich der Umzug und die neuen Weibchen auf den Cortisol- bzw. Testosteronspiegel auswirken und wie schnell sich die Tiere an die neue Situation gewöhnen. Weiters wurden die Cortisolwerte mit den Besucherzahlen verglichen, ob die Anzahl der Zoobesucher sich auf den Stresslevel der Tiere auswirkt, beziehungsweise ob es Änderungen in der neuen, gut strukturierten Anlage mit Rückzugsmöglichkeiten für die Tiere gegenüber der alten Anlage gibt.

Zudem wurde noch nach einer möglichen Korrelation zwischen dem Testosteron- und Cortisolspiegel des Männchens, sowie einem geschlechtsspezifischen Unterschied bei den Cortisolwerten gesucht.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Cortisolspiegel der Tiere bei der Umzugsphase stieg, aber nach ca. einem Monat Gewöhnung niedriger wurde. Bei den zwei Tieren, die in das neue Gehege umgesiedelt wurden, gab es einen signifikanten Rückgang des Cortisollevels nach der Eingewöhnungsphase. Bei Ankunft des zweiten Weibchens stieg der Cortisollevel bei den anderen beiden Weibchen signifikant an.

Die Besucherzahlen schienen keinen Einfluss auf den Stresslevel der Tiere zu haben.

Es konnte auch keine signifikante Korrelation zwischen Testosteron- und Cortisolspiegel des Männchens gefunden werden.

Bei den geschlechtsspezifischen Untersuchungen stellte sich heraus, dass nur nach der Eingewöhnungsphase im neuen Gehege das Männchen einen signifikant höheren Cortisollevel als die Weibchen hatte.

In modern, scientifically managed zoos, one of the basic goals is to provide species-appropriated exhibits, which are designed according to the latest scientific findings (Maple & Finlay, 1989). In primates, a limited environment may cause stereotypical behaviour, depression, infertility and inactivity (Erwin & Deni, 1979). A new situation, such as a change of the environment or a relocation in a new exhibit, causes stress to the animals concerned (Moberg, 2000; Pizzutto et al. 2008).

In May 2009, there was a relocation of two Bornean Orangutans (*Pongo pygmaeus*) in the Vienna Zoo. At the same time, a new female was introduced. Four months after that, another orangutan, an adult female, arrived at the zoo.

In this study, saliva samples were taken to find out what effect the relocation and the new females had on the cortisol and testosterone levels of the animals and how fast they would be able to cope with the new situation. Furthermore, the cortisol level was compared with the number of visitors, in order to see if there was a change in the stress level in the new exhibit, which offers more possibilities for retreat. In addition, we searched for correlations between cortisol and testosterone levels in the male orangutan, as well as a gender specific difference in the stress levels.

Results show that the cortisol level increased in the phase of dislocation, and decreased after a month of acclimatisation. In the two animals which had been relocated to the new exhibit, the cortisol level decreased significantly after acclimatisation. Upon arrival of the second female, cortisol was at times increasing significantly in the two resident females.

The number of visitors seems to have no influence on the stress levels of the animals. Furthermore, there was no significant correlation between the cortisol and testosterone levels of the male.

As for the gender-specific differences in stress, the male showed a significantly higher level of cortisol after acclimatisation to the new exhibit than the two females.

## 6. LITERATUR:

Abello, M.T.; Colell, M. 2006. Analysis of factors that affect maternal behaviour and breeding succes in great apes in captivity. *Int. Zoo Yearbook* 40: 323-340

Adams, S.; Babladelis, G. 1977. An ecological approach to animal groups in zoos. *Int. Zoo News* 24: 14-22

Aureli, F.; Preston, S.D.; de Waal, F.B.M. 1999. Heart rate responses to social interactions in free-moving rhesus macaques (*Macaca mulatta*): A pilot study. *J Comp. Psychol.* 113: 59-65

Becker, C. 1983. Regional Studbook for Orang Utans *Pongo pygmaeus* in six European countries at 31 December 1982. Heidelberg: Zoologisches Institut der Universität Heidelberg

Becker, C. 1998. Status and managment of Orang Utans in European zoos. *Int. Zoo Yearbook* 36: 113-118

Bercovitch, F.B.; Clarke, S. 1994. Dominance rank, Cortisol Concentrations, and reproductive maturation in Male Rhesus macaques. *Physiology & Behavior* Vol.58 No.2: 215-221

Boccia, M.L.; Reite, M.; Laudenslager, M. 1989. On the physiology of grooming in a pigtail macaque. *Physiol. Behav.* 45: 667-670

Boyce, W.T.; Champoux, M; Suomi, S.J.; Gunnar, M.R. 1995. Salivary cortisol in nursery-reared rhesus monkeys. Reactivity to peer interactions and altered circadian activity. *Developmental Psychobiology* 28: 257-267

Campbell, N.A. 2009. *Biologie* (8.,aktualisierte Auflage). Pearson-Studium, München  
Eckert, R. 2000. *Tierphysiologie* (3., völlig Neubearb. Und erw. Aufl.). Thieme Verlag, New York, Stuttgart



Chamove, A.S.; Hosey G.R.; Schaetzel, P.;1988. Visitors excite Primates in Zoos. Zoo Biology 7: 359-369

Clarke, A.S.; Juno, C.M.; Maple, T.L. Behavioral effects of a change on the physical environment: A pilot study of captive chimpanzees. Zoo Biology 1: 371-380

Cocks, L. 2000. Guidelines for the housing and management of orang Utans (*Pongo pygmaeus* and *Pongo abelli*). Australasian Primate TAG

Coe, C.L.; Levine, S. 1995. Diurnal and annual variation of adrenocortical activity in the squirrel monkey. A J of Primatology, 35: 283-292

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, room change, and ketamine sedation. A J of Primatology 52: 63-80

Czekala, N.M.; Lance, V.A.; Sutherland-Smith M. 1994. Diurnal urinary corticoid excretion in the human and gorilla. A J of Primatology 34: 29-34

Davey, G. 2005. Relationship between exhibit naturalism, animal visibility and visitor interest in a Chinese zoo. Appl. Animal Behavior Science 96: 93-102

Dukelow, W.R.; Dukelow K.B. 1989. Reproduction and the endocrinological measures of stress and nonstress in nonhuman Primates. American Journal of Primatology Suppl.1: 17-24

Elder, C.M.; Menzel, C.R. 2001. Dissociation of Cortisol and behavior indicators of stress in an Orangutan (*Pongo pygmaeus*) during a computerized task. Primates 4: 345-357

Erwin, J.; Deni, R. 1979. Strangers in a strange land: Abnormal behaviors or abnormal environments?. Captivity and behaviour. J.Erwin; T. Maple; G. Mitchell; eds New York, Van Nostrand Reinhold Pp. 1-28

Galdikas, B.M.F. 1978. Orang Utan adaptation at tanjung puting reserve, central Borneo. Ph.D. Dissertation, University of California, Los Angeles

Gattermann, R. 2006. Wörterbuch zur Verhaltensbiologie der Tiere und des Menschen (2. Auflage). Spektrum Akademischer Verlag, Elsevier GmbH, München

Geissmann, T. 2003. Vergleichende Primatologie. Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York

Glatston, A.R.; Geiloet-Soeteman, E; Hory-Pacek, E.; van Hoff, J.A.R.A.M. 1984. The influence of the zoo environment on social behavior of groups of Cotton-topped tamarins, *Saguinus oedipus*. Zoo biology 3: 241-253

Granger, D.A.; Schwartz, E.B.; Booth, A.; Arentz, M. 1999. Salivary testosterone determination in studies of child health and development. Hormones and behaviour 35: 18-27

Griffin, J.; Wilson, J. 1992. Disorders of the testes and male reproductive tract. In Wilson J., Foster D., editors. Williams textbook of endocrinology. Philadelphia: W.B. Saunders

Gust, D.A.; Gordon, T.P.; Hambright, M.K.; Wilson, M.E. 1993. Relationship between social factors and pituitary-adrenocortical activity in female rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). Horm Behav 27: 318-331

Hamburger, L. 1988. Introduction of two young Orang-Utans into an established family group. Int. Zoo Yb. 27: 273-278

Hadley, M.E. 1996. Endocrinology. (4th ed.). Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ.

Harris, B.; Watkins, S.; Cook, N.; Walker R.; Read, G.; Riad-Fahmy, D. 1990. Comparison of plasma and salivary cortisol determinations for the diagnostic efficacy of the dexamethasone suppression test. Biol Psych 27: 897-904

Hayashi, K.T.; Moberg, G.P. 1987. Influence of acute stress and the adrenal axis on regulation of LH and testosterone in the male rhesus monkey (*Macaca mulatta*). *A J Primatology* 12: 263-273

Hebert; P.L.; Bard, K. 2000 Orangutan use of vertical space in an innovative habitat. *Zoo Biology* 19: 239-251

Hediger, H.1965. Mensch und Tier im Zoo – Tiergartenbiologie, Rüschlikon-Zürich, Stuttgart, Wien

Hohmann, G.; Mundry, R.; Deschner, T.2009 The relationship between Sicio-sexual behaviour and Salivary Cortisol in Bonobos: Tests of the tension Regulation Hypothesis. *A J of Primatology* 71: 223-232

Hosey, G.R.; Druck, P.L.1987. The influence of Zoo visitors on the behaviour of captive primates. *Applied animal behaviour science* 18: 19-29

Jantschke, F.1972. Orang Utans in Zoologischen Gärten. Piper & Co. München

MacKinnon, J.1974. The behaviour and ecology of wild Orang Utans. *Animal Behaviour*.22: 3-74

Jones, G.R. 1985. Was sind Zoos? – Garten und Landschaft, Heft 1, 19-23

Ketterson, E.D.; Nolan Jr., V. 1992. Hormones and life Histories: An integrative Approach. *The American Naturalist* Vol. 140 Suppl. 33-62

Kingsley, S. 1982. Causes of non-breeding and the development of the secondary sexual characteristics in the male Orang Utan: a hormonal study. *The Orang Utan: Its biology and conservation*. The Hague: Junk Publishers

Kirschbaum, C.; Wüst, S.; Hellhammer, D. 1992. Consistent sex differences in Cortisol Responses to psychological stress. *Psychosomatic Medicine* 54: 648-657

Kirschbaum, C.; Hellhammer D.H.1994. Salivary cortisol in psychoneuroendocrine research: recent developments and applications. *Psychoneuroendocrinology* 19, 313-333

Krieger, D.; Allen, W.; Rizzo, F.; Krieger, H.P. 1971. Characterization of the normal temporal pattern of plasma corticosteroid levels. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*. 32: 266-288

Kutsukake, N.; Ikeda, K.; Honma, S.; Teramoto, M.; Mori, Y.; Hayasaka, I.; Yamamoto, R.; Ishida, T.; Yoshikawa, Y.; Hasegawa, T. 2009. Validation of Salivary Cortisol and Testosterone assays in Chimpanzees by liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *A J of Primatology* 71: 696-706

Lennerz, A. 2006. Ganzimmun, Fachinformation: Hormon-Diagnostik im Speichel. Ganzimmun AG

Lewis, J.G. 2006. Steroid Analysis in Saliva: An overview. *Clin. Biochem. Rev.* Vol. 27: 139-146

Lutz, C.K.; Tiefenbacher S.; Jorgensen, M.J.; Meyer J.S.; Novak M.A. 2000. Techniques for collecting saliva from awake, unrestrained adult monkeys for Cortisol assay. *A J of Primatology* 52: 93-99

Maggioncalda, A.N.; Sapolsky, R.M.; Czekala; N.M. 1999. Reproductive hormone Profiles in captive male Orangutans: Implications for Understanding developmental arrest. *A J of physical Anthropology* 109: 19-32

Maggioncalda, A.N.; Czekala; N.M.; Sapolsky, R.M. 2002. Male Orangutan Subadulthood: A new twist on the relationship between chronic stress and developmental arrest. *A J of Physical Anthropology* 118: 25-32

Maple, T.L.; Stine, W.W. 1982. Environmental variables and great ape husbandry. *A J of Primatology Suppl.* 1: 67-76

Maple, T.L.; Finlay T.W.1989. Applied Primatology in the Modern Zoo. Zoo Biology Suppl. 1: 101-116

Marriner, L.M.; Drickamer, L.C. 1994. Factors Influencing stereotyped behaviour of Primates in a zoo. Zoo Biology 13: 267-275

McEwan, B.S.; 2000. The neurobiology of stress: from serendipity to clinical relevance. Brain Res 886: 172-189

McKenzie, S.M.; Chamove, A.S.; Feistner A.T.C. 1986. Floor-coverings and Hanging screens alter arboreal monkey behavior. Zoo Biology 5: 339-348

Moberg, G.P. 2000. Biological responses to stress: Implications for animal welfare. In: G.P. Moberg & A. Mench (Eds.). Biology of animal stress: Basic principles and implications for animal welfare pp 1-22 London: CABI Publishing

Morris, D. 1964. The response of animals to a restricted environment. Symp. Zool. Soc. London 13: 99-118

Nelson, R.J. 2005. An Introduction to behavioural endocrinology (3<sup>rd</sup> ed.). Sinauer Associates, Inc. Publishers Sunderland, Massachusetts

Nogge, G. 1985. Das neue Urwaldhaus für Menschenaffen im Kölner Zoo. Z. Kölner Zoo 28: 99-111

O'Donoghue, E.R. 1982. A resurgence in reproductive behavior in a previously inactive male Orangutan. Zoo Biology 1:157-159

Palme, R.; Möstl, E.1997. Measurements of cortisol metabolites in faeces of sheep as a parameter of Cortisol concentration in Blood. Int J Mammal Biol 62: 192-197

Peel, A.J.; Vogelnest, L.; Finnigan, M.; Grossfeldt L.; O'Brien, J.K. 2005. Non-invasive Fecal Hormone analysis and behavioural observations for Monitoring stress

Responses in Captive Western lowland Gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). Zoo Biology 24: 431-445

Perkins, L.A.1992.Variables that influence the activity of captive Orangutans. Zoo Biology 11: 177-186

Perret, K.; Preuschoft, H.; Preuschoft, S. 1995. Einfluss von Zoobesuchern auf das Verhalten von Schimpansen (*Pan troglodytes*). Der Zoologische Garten N.F.65 5, S. 314-332

Pizzutto, C.S.; Nichi, M.; Sgai, M.G.F.G.; Correa, S.H.R.; Viau, P.; Beresca, A.M.; de Oliveira, C.A.; Barnabe R.C.; de Barros Vaz Guimares, M.A. 2008. Effect of Enrichment on behavioral and endocrine aspects of a captive Orangutan (*Pongo pygmaeus*). Laboratory Primate Newsletter Vol.47 No.2: 10-13

Pollard, T.M.1995.Use of Cortisol as a stress marker: practical and theoretical problems. A J Hum Biol 17: 265-274

Puschmann, W. 2004. Zootierhaltung Säugetiere (4.Auflage). Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main

Reid, J.; Intrieri, R.; Susman, E.; Beard, J. 1992. The relationship of serum and salivary cortisol in a sample of healthy elderly. J Gerontol; Psychol Science 47: 176-179

Rudolf, M.; Kuhlisch, W. 2008. Biostatistik. Pearson Education, München

Ruempler, U. 1992. Beschäftigungsmöglichkeiten bei Primaten im Zoo. Zeitschrift Kölner Zoo 35, 47-68

Sapolsky, R.M. 1987. Stress, social status and reproductive physiology in free living baboons. Psychobiology of Reproduction: An Evolutionary Perspective (D.Crews Ed.). Prentice Hall, New York

Sapolsky, R.M. 1989. Stress, social status, and reproductive physiology in free-ranging baboons. In: Crews D, editor. Psychobiology of reproductive behaviour, an evolutionary perspective. Upper Saddle River, NJ; Prentice Hall. P 291-322

Sapolsky, R.M. 1992. The aging brain, and the mechanisms of neuron death. MIT Press, Cambridge, Massachusetts

Sapolsky R.M. 1993. Neuroendocrinology of the stress-response. Behavioral endocrinology. MIT Press, Cambridge, Massachusetts, 287-324

Sapolsky R.M.; Romero L.M.; Munck, A.U. 2000. How do glucocorticoids influence stress responses? Integrating permissive, suppressive, stimulatory, and preparative actions. Endocr Rev 21: 55-89

Smith, T.E.; French, J.A. 1997. Psychosocial stress and urinary cortisol excretion in marmoset monkeys (*Callithrix kuhli*). Physiol Behav 62: 225-232

Snyder, R.L. 1975. Behavioral stress in Captive animals. In: Research in Zoos and Aquariums, Washington D.C.

Sommer, R. 1974. Tight spaces: Hard architecture and how to humanize it. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall

Sommer, V.; Altmann, K. 1998. Die großen Menschenaffen. BMV Verlagsgesellschaft München

Steklis, H.D.; Brammer, G.L.; Raleigh, M.J.; McGuire, M.T. 1985. Serum testosterone, male dominance, and aggression in captive groups of vervet monkeys (*Cercopithecus aethiops sabaeus*). Hormones and Behavior 19: 154-163

Stolba, A.; Müllers, B. 1990. Die Bedeutung von Tierart, Gehege und Verhalten für den Schauwert im Zoo. Der Zoologische Garten (NF) 60, 349-368

Strachan, G. 1995. Introducing three unrelated female chimpanzees to an existing colony. *Int Zoo News* Vol.42, No.2: 84-88

Tiefenbacher, S.; Lee, B.; Meyer, J.S.; Spealman, R.D. 2003. Noninvasive technique for the repeated sampling of salivary free cortisol in awake, unrestrained Squirrel Monkeys. *A J of Primatology* 60: 69-75

Tripp, J.K. 1985. Increasing activity in captive Orang Utans: Provision of manipulable and edible materials. *Zoo Biology* 4: 225-234

Van Schaik, C.P.; van Noordwijk, M.A.; Blankenstein, M.A. 1991. A pilot study of social correlates of levels of urinary cortisol, prolactin and testosterone in wild long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*). *Primates* 32: 345-354

Vasey, P.L. 1995. Homosexual behaviour in primates: a review of evidence and theory. *Int J Primatology* 16: 173-204

Whitten, P.L.; Brockman D.K.; Stavisky R.C. 1998. Recent advances in Non Invasive Techniques to monitor Hormone-Behavior Interactions. *Yearbook of Physical anthropology* 41: 1-23

Wilson, S.F. 1982. Environmental influences on the activity of captive apes. *Zoo Biology* 1: 201-209

Wood, W.1998. Interactions among environmental enrichment, viewing crowds, and zoo chimpanzees (*Pan troglodytes*). *Zoo Biology* 17: 211-230

Zucker, E.L.; Robinett, D.S.; Deitchman, M. 1987. Sexualresurgence and possible induction of reproductive synchrony in a Captive group of Orangutans. *Zoo Biology* 6: 31-39

<http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/17975/0>

(14.5.2010)



## **7. DANKSAGUNG:**

Ich möchte mich herzlich bei Herrn Professor Helmut Kratochvil bedanken, für die Betreuung und Unterstützung bei dieser Arbeit.

Weiterer Dank gilt dem Stellvertretenden Direktor des Tiergarten Schönbrunn, Dr. Harald Schwammer für die wertvolle Unterstützung und Hilfe im Laufe des Untersuchungszeitraums und bei der Auswertung.

Ein großes Dankeschön auch den Tierpflegern im Affenrevier, allen voran Revierleiter Freddy Maier, für die Probennahme, für Informationen über die Tiere, und für die Möglichkeit, die Tiere aus nächster Nähe kennen zu lernen.

Vielen Dank auch an Frau Anna Schöbitz, für die Auswertung der Proben, Frau Professor Eva Millesi für die große Hilfe bei der Statistik und bei den Professoren Erich Möstl und Franz Schwarzenberger von der Veterinärmedizinischen Universität Wien für hilfreiche Ratschläge.

Weiters möchte ich mich bei meiner Kollegin Catarina Güttner bedanken, für Ihre Hilfe, Informationen und Gedankenaustausch.

Großer Dank gilt auch meinen Eltern und meiner Schwester für die finanzielle und moralische Unterstützung während meines gesamten Studiums.

Zuletzt möchte ich mich noch bei meiner Frau Silvia und meiner Tochter Linda bedanken, für ihre Geduld, Motivation und moralische Unterstützung.

## 8. LEBENSLAUF

### Curriculum Vitae

Johannesgeasse 6

2753 Piesting

Tel: 0650/7327008

Email: [g.baumi@gmx.at](mailto:g.baumi@gmx.at)

### Gregor Baumgartner, BSc

---

Geb. 4.6.1981 in Wiener Neustadt, österreichische Staatsbürgerschaft

Familienstand: verheiratet seit Mai 2009 mit Silvia Baumgartner, 1 Tochter, Linda, geboren 25.6.2009

1987-1991 VS Markt Piesting

1991-2000 Besuch des BG Zehnergasse Wiener Neustadt, im Juni 2000 Matura

2000: Ableistung des Präsenzdienstes in der Kaserne Großmittel

Mai, Juni 2001: Ferialpraxis im Tiergarten Schönbrunn

Oktober 2001: Beginn des Biologiestudiums

2004: Projektpraktikum im Tiergarten Schönbrunn: „Tagesaktivität bei Eisbären“

2006-2007: Exkursionen mit der VS Perchtoldsdorf im Tiergarten Schönbrunn und Freiland

2006-2007: Assistenz bei Frau Mag. Utesenys Dissertation „Auswirkungen der Beweidung auf unterschiedliche Insektengruppen (Bearbeitung der Collembolenfauna in Teilen des Nationalparks Neusiedlersee-Seewinkel)“

2007: Exkursion nach Costa Rica (Tropenbiologische Forschungsstation La Gamba): „Korrelationen zwischen Schnabelform von Kolibris und Heliconiablüten“

2008: Gastvortragender am BG Zehnergasse Wiener Neustadt

2008: Projektpraktikum „Vertebraten“: Sezieren charakteristischer Tiere aus den verschiedenen Vertebratengruppen (Neunauge, Hai, Barsch, Frosch, Eidechse, Huhn, Ratte, Fuchs)

2009: Projektpraktikum „Tiere im Zoo“: Verhaltensänderungen von jungen Eisbären bei Gehegewechsel

2009: Projektpraktikum „Lautsignale bei Tieren“: Vergleich von Lautsignalen bei Katzen (Ozelot, Jaguar, Tiger, Löwe)

Im Februar 2010: Erlangung des akademischen Grades Bachelor of Science an der Universität Wien in der Fachrichtung Zoologie.

März 2010: Beginn des Masterstudiums Zoologie an der Universität Wien

2009-2010: Masterarbeit: Hormonspiegeländerung bei Orang Utans bei Umzug in ein neues Gehege und Vergesellschaftung mit zwei neuen Weibchen im Tiergarten Schönbrunn.

Betreuer:

Herr Professor Helmut Kratochvil, Department für Evolutionsbiologie

Dr. Harald Schwammer, Tiergarten Schönbrunn.

2010: Tierökologisches Spezialpraktikum: Verteilung von Kaulquappen der Erdkröte in einem Teich mit Berücksichtigung von Vegetation, Klima, Temperatur, Prädatoren und Wasserqualität

## 9. ANHANG

| Datum        | Vladimir Cortisol | Nonja Cortisol | Sol Cortisol | Vladimir Testosteron | Besucher |
|--------------|-------------------|----------------|--------------|----------------------|----------|
| 1.5.         | 2685              | 2958           |              |                      | 12612    |
| 3.5.         | 5891              |                |              | 141,5                | 8290     |
| 4.5.         |                   | 344,5          |              |                      | 12464    |
| 5.5.         | 3214,5            | 3498           |              | 382                  | 2625     |
| 6.5.         | 2724,5            | 3755           |              | 234,75               | 3725     |
| 7.5.         |                   | 1523,5         |              |                      | 2087     |
| 8.5.         | 4326              | 6292           |              | 1253                 | 3866     |
| 9.5.         | 3102              | 3943,5         |              | 625,5                | 4855     |
| 10.5.        | 4562              | 2575           |              | 129,75               | 7141     |
| 11.5.        |                   | 1046           |              |                      | 7703     |
| 12.5.        | 4821,5            | 3103,5         |              | 218,5                | 2694     |
| 13.5.        | 3000              | 2810,5         |              | 479                  | 2530     |
| 14.5.        | 2934              |                |              |                      | 3396     |
| <b>20.5.</b> |                   |                |              |                      |          |
| 21.5.        | 6656,5            |                |              |                      | 6118     |
| 27.5.        | 2136              | 2126           |              |                      | 4410     |
| 30.5.        |                   | 1694           |              |                      | 2143     |
| 2.6.         |                   | 2011           |              |                      | 10382    |
| 3.6.         | 4278,5            | 3858,5         |              | 956,25               | 4556     |
| 4.6.         | 1645,5            | 690            |              | 1457,25              | 4475     |
| 5.6.         | 11409             |                |              |                      | 3674     |
| 9.6.         |                   | 2673,5         |              |                      | 3928     |
| 12.6.        | 3255,5            |                |              |                      | 9920     |
| 14.6.        |                   |                | 1033         |                      | 8594     |
| 22.6.        | 1022              |                |              |                      | 9973     |
| <b>12.7.</b> | 623               |                |              |                      | 6606     |
| 16.7.        | 724,5             |                |              |                      | 3243     |
| 19.7.        | 2587              |                |              | 1894,25              | 1013     |
| 23.7.        | 1663,5            |                |              | 527                  | 3496     |
| 24.7.        | 2152,5            |                |              | 1341,75              | 1907     |
| 27.7.        | 2452,5            |                |              |                      | 9661     |
| 2.8.         | 3755              |                |              | 233,75               | 5516     |
| 7.8.         | 2150,5            |                |              | 847,5                | 7982     |
| 8.8.         | 3144              |                |              | 496,75               | 5426     |
| 9.8.         | 2411,5            |                |              | 1457,25              | 5869     |
| 14.8.        | 563,5             |                |              |                      | 6291     |
| 18.8.        | 1994              |                | 961          | 382                  | 3591     |
| 19.8.        |                   |                |              |                      | 5735     |
| 20.8.        |                   | 527,5          |              |                      | 5293     |
| 22.8.        |                   |                | 1228,5       |                      | 4167     |
| 23.8.        | 4203              | 2095,5         | 1736         | 878,25               | 4857     |
| 25.8.        | 3798              |                | 2277,5       |                      | 6111     |
| 26.8.        | 2402              | 2274,5         |              |                      | 6016     |
| 27.8.        |                   | 1944           |              |                      | 5804     |
| 30.8.        | 1494              | 1575,5         |              | 490                  | 2625     |
| 31.8.        | 3873,5            |                |              |                      | 12452    |
| 1.9.         |                   | 1870,5         |              |                      | 5532     |
| 2.9.         |                   | 1401,5         | 2191         |                      | 5788     |

|              |        |        |        |        |       |
|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 3.9.         | 3724   |        | 1130   |        | 5749  |
| 4.9.         |        |        | 1044,5 |        | 5689  |
| 6.9.         | 2011,5 | 517    | 720    |        | 1837  |
| 7.9.         | 1663,5 | 3092   | 12040  |        | 9009  |
| 8.9.         |        | 3254   |        |        | 4854  |
| 10.9.        |        | 1821   | 334,5  |        | 3970  |
| 11.9.        | 501,5  | 2317   |        |        | 3409  |
| 12.9.        | 2993,5 |        | 7763   | 492,25 | 2707  |
| 13.9.        |        |        | 2569   |        | 4492  |
| 14.9.        |        | 3115,5 |        |        | 7928  |
| 15.9.        |        | 2936   |        |        | 1480  |
| 16.9.        | 3242,5 | 684    | 178,5  |        | 3010  |
| 18.9.        | 2003   | 2247   | 2112,5 |        | 1343  |
| 19.9.        | 1373,5 | 1993,5 |        |        | 2902  |
| 20.9.        |        | 2016   |        |        | 6532  |
| 21.9.        |        | 1860   |        |        | 8693  |
| 22.9.        |        | 984    |        |        | 2908  |
| 23.9.        |        | 2247   |        |        | 3455  |
| 24.9.        | 2818   |        |        | 400,25 | 3648  |
| 25.9.        | 3496,5 |        | 1196,5 |        | 3785  |
| 26.9.        |        | 1495,5 |        |        | 2933  |
| 27.9.        | 1538,5 |        |        |        | 7364  |
| 29.9.        |        | 1257,5 |        |        | 2899  |
| 30.9.        | 2145   | 2247   |        |        | 2908  |
| 1.10.        |        | 1418   |        |        | 2372  |
| 2.10.        | 3847,5 | 1960   | 793    | 678    | 2780  |
| 3.10.        |        | 3725,5 | 3006,5 |        | 2355  |
| 4.10.        | 2483,5 |        | 1230,5 | 761,5  | 6189  |
| 5.10.        | 2894,5 |        |        | 279,75 | 10319 |
| 6.10.        |        | 1220   |        |        | 3029  |
| <b>7.10.</b> |        | 4532   | 1618,5 |        | 3041  |
| 8.10.        | 4732   |        | 1373,5 |        | 4209  |
| 9.10.        |        | 2545   | 2447,5 |        | 4207  |
| 10.10.       |        | 3178,5 | 3571   |        | 1039  |
| 11.10.       |        | 3469   |        |        | 3833  |
| 12.10.       | 3165   | 3404   |        | 421    | 6986  |
| 14.10.       | 2053,5 |        | 3943,5 | 214,25 | 1475  |
| 15.10.       | 3680,5 |        |        |        | 1154  |
| 17.10.       |        | 3190,5 | 6945,5 |        | 1065  |
| 18.10.       | 3294,5 |        | 9854,5 |        | 2324  |
| 19.10.       |        | 1580   |        |        | 4271  |
| 20.10.       |        | 2353   |        |        | 1475  |
| 21.10.       |        | 3660,5 |        |        | 1414  |
| 25.10.       |        | 2657,5 | 1783,5 |        | 3626  |
| 26.10.       | 1378   |        |        |        | 11590 |
| 27.10.       |        |        | 1923   |        | 6872  |
| 29.10.       | 1641,5 |        |        |        | 2155  |

Tab.5: Auflistung der Hormonwerte der untersuchten Tiere und der Besucherzahlen