

Institut für Biochemie und Biologie

AG Ökoethologie

**Die Bedeutung der Paarbindung für das  
Fortpflanzungspotential von Papageienvögeln  
(Psittaciformes):**

**Vergleichende Untersuchung zu Hormonstatus und  
Verhalten**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades

„doctor rerum naturalium“

(Dr. rer. nat.)

in der Wissenschaftsdisziplin „Ökoethologie“

eingereicht an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät

der Universität Potsdam

von

Insa Voss

28.05.2009

Online veröffentlicht auf dem  
Publikationsserver der Universität Potsdam:  
URL <http://opus.kobv.de/ubp/volltexte/2010/4159/>  
URN [urn:nbn:de:kobv:517-opus-41596](http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus-41596)  
<http://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus-41596>

## **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>6</b>
<b>1.1</b>	<b>Papageien – Lebensweise und Verbreitung</b>	<b>8</b>
<b>1.2</b>	<b>Fortpflanzungssysteme und Lebens-Reproduktionserfolg</b>	<b>10</b>
<b>1.3</b>	<b>Erhaltungszucht</b>	<b>13</b>
<b>1.4</b>	<b>Ziele der Studie</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL UND METHODEN</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Untersuchte Brutpaare in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>Haltungs- und Beobachtungsbedingungen</b>	<b>20</b>
<b>2.3</b>	<b>Datenerhebung</b>	<b>21</b>
2.3.1	Das Paarbindungsverhalten	22
2.3.1.1	Abstimmung der Tagesaktivität	22
2.3.1.2	Das Kontaktverhalten	24
2.3.1.3	Die sozialen Interaktionen	25
2.3.1.3.1	Die soziale Gefiederpflege	25
2.3.1.3.2	Der soziale Index	25
2.3.2	Bestimmung des Hormonstatus	26
2.3.2.1	Die Sammlung der Kotproben	26
2.3.2.2	Analyse der Kotproben	27
2.3.2.3	Die Abstimmung der Testosteron-Ausschüttung	28
2.3.3	Das Fortpflanzungspotential	29
<b>2.4</b>	<b>Datenauswertung</b>	<b>31</b>
2.4.1	Verwendete Hilfsmittel	31
2.4.2	Statistische Auswertung	31
2.4.2.1	Der Einfluss der Art auf die Untersuchung	31
2.4.2.2	Diskriminanzfunktionsanalyse	32
2.4.2.3	Regressionsanalyse	33

<b>3</b>	<b>ERGEBNISSE .....</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Einfluss der ART auf die Paarbindung und das Fortpflanzungspotential ...</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Deskriptive Beschreibung der Ergebnisse .....</b>	<b>36</b>
3.2.1	Die untersuchten Paare .....	37
3.2.2	Das Fortpflanzungspotential .....	38
3.2.3	Die Abstimmung der Tagesaktivität .....	40
3.2.4	Das Kontaktverhalten .....	43
3.2.4.1	Das Verhalten in Körperkontakt.....	43
3.2.4.2	Der Kontaktindex .....	44
3.2.5	Die sozialen Interaktionen.....	45
3.2.5.1	Der soziale Index .....	45
3.2.5.2	Die soziale Gefiederpflege .....	47
3.2.6	Die Abstimmung der Testosteron-Ausschüttung .....	52
<b>3.3</b>	<b>Diskriminanzfunktionsanalyse .....</b>	<b>55</b>
3.3.1	Life History .....	55
3.3.1.1	Life History und Anzahl der Gelege .....	55
3.3.2	Abstimmung der Tagesaktivität .....	56
3.3.2.1	Die Abstimmung der Tagesaktivität und die Gelegegröße .....	56
3.3.2.2	Abstimmung Tagesaktivität und Anzahl Jungtiere (kooperative Aufzucht) .....	57
3.3.2.3	Die Abstimmung der Tagesaktivität und ‚Koeffizient kooperative Jungenaufzucht‘ .....	57
3.3.3	Kontaktverhalten .....	58
3.3.4	Soziale Interaktionen .....	59
3.3.4.1	Soziale Interaktionen und Anzahl der Eier .....	59
3.3.4.2	Soziale Interaktionen und Gelegeanzahl .....	59
3.3.4.3	Soziale Interaktionen und Gelegegröße .....	60
3.3.4.4	Soziale Interaktionen und Anzahl der Jungtiere .....	61
3.3.4.5	Soziale Interaktionen und Koeffizient Produktivität.....	61
3.3.4.6	Soziale Interaktionen und Anzahl Jungtiere (kooperative Aufzucht) .....	62
3.3.4.7	Soziale Interaktionen und Koeffizient kooperative Jungenaufzucht .....	62
3.3.5	Abstimmung der Testosteronausschüttung .....	63
3.3.5.1	Abstimmung Testosteronausschüttung und Anzahl der Eier .....	63
3.3.5.2	Abstimmung Testosteronausschüttung und Gelege .....	64
3.3.5.3	Abstimmung Testosteron und Gelegegröße .....	64
3.3.5.4	Abstimmung Testosteron-Ausschüttung und Jungtiere .....	65
3.3.5.5	Abstimmung Testosteron-Ausschüttung und ‚Produktivitäts-Koeffizient‘ ...	65
3.3.5.6	Testosteron Abstimmung und Anzahl Jungtiere (kooperative Aufzucht) ....	66

3.3.5.7 Abstimmung Testosteron-Ausschüttung und Koeffizient kooperative Jungenaufzucht .....	66
<b>3.4 Regressionsanalyse .....</b>	<b>68</b>
<b>4 DISKUSSION.....</b>	<b>71</b>
<b>4.1 Der Einfluss der Abstimmung der Tagesaktivität auf das Fortpflanzungspotential .....</b>	<b>71</b>
<b>4.2 Einfluss des Kontaktverhaltens auf das Fortpflanzungspotential .....</b>	<b>73</b>
<b>4.3 Einfluss der sozialen Interaktionen auf das Fortpflanzungspotential .....</b>	<b>75</b>
<b>4.4 Einfluss ‚Ausschüttung Testosteron‘ auf das Fortpflanzungspotential.....</b>	<b>76</b>
<b>4.5 Fazit.....</b>	<b>80</b>
<b>4.6 Relevanz der Ergebnisse .....</b>	<b>81</b>
<b>4.7 Ausblick .....</b>	<b>85</b>
<b>5 ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>87</b>
<b>6 LITERATURVERZEICHNIS.....</b>	<b>91</b>
<b>7 ABBILDUNGSVERZEICHNIS .....</b>	<b>102</b>
<b>8 TABELLENVERZEICHNIS .....</b>	<b>103</b>
<b>9 DANKSAGUNG .....</b>	<b>106</b>
<b>10 ERKLÄRUNG .....</b>	<b>107</b>
<b>11 LEBENSLAUF .....</b>	<b>108</b>
<b>12 ANHANG.....</b>	<b>109</b>

## **1 Einleitung**

Das Artensterben von Tieren und Pflanzen ist heute stark beschleunigt. Aktuell sind dreimal so viele Arten bedroht, wie in den vergangenen 500 Jahren bereits ausgestorben sind (Møller und Danchin 2008). Verglichen mit der langfristigen Aussterberate verschwinden Arten heute 100 bis 1000 Mal schneller (Lawton und May 1975; Stattersfield et al. 1988). Davon ist auch die Klasse der Vögel betroffen. Die jüngste Bewertung der internationalen Schutzorganisation BirdLife International besagt, dass 1227 Arten (12%) aktuell weltweit vom Aussterben bedroht sind (BirdLife International 2009).

Die wichtigsten Ursachen für das Artensterben sind die Zerstörung und die Fragmentierung der Lebensräume. Dieser Naturzerstörung liegt das exponentielle Wachstum der Menschheit zu Grunde, die damit einhergehende Vernichtung ganzer Ökosysteme hat zur Folge, dass fast fünfzig Prozent aller gegenwärtigen Tier- und Pflanzenarten kurz vor der Ausrottung stehen (Møller und Danchin 2008).

Verschiedene Wissenschaftsdisziplinen aus dem Gebiet der Biologie befassen sich mit dem Schutz der bedrohten Biodiversität, wie die Systematik, Ökologie, Genetik und Molekularbiologie. Dagegen ist es relativ neu, auch Erkenntnisse der Verhaltensbiologie in den konkreten Artenschutz einzubeziehen (Curio 1996; Caro 1998; Gosling und Sutherland 2000).

Dabei kann die Berücksichtigung des individuellen Verhaltens von Tieren einen wichtigen Beitrag für den Erhalt bedrohter Arten leisten. So hat das Fortpflanzungssystem einer Art direkten Einfluss auf die effektive Populationsgröße und das Populationswachstum (Caro und Durant 1995; Caro 1998). Kenntnisse über die biologischen und ökologischen Bedürfnisse erlauben Vorhersagen über den Reproduktionserfolg bedrohter Arten in Menschenobhut und sind zudem bedeutend für eine mögliche Auswilderung (Kleimann 1989; Curio 1996). Die Missachtung des natürlichen Verhaltens von Arten zeigt sich in der großen Anzahl gescheiterter Auswilderungsversuche und in schlechten Nachzuchterfolgen (Curio 1996).

Die physische und psychische Gesundheit, oder 'Wohlbefinden' (englisch: Animal welfare) und die Motivation zur Reproduktion von Wildtieren in Menschenobhut, können am besten erhalten werden, wenn das Verhalten und ihre damit verbundenen Bedürfnisse an das Haltungssystem berücksichtigt werden (Wallace 2000; Caro und Eadie 2005).

Papageien gehören zu einer der am meisten gefährdeten Vogelfamilien überhaupt (BirdLife International 2009). Die Gründe hierfür sind überwiegend der Verlust ihres

ursprünglichen Lebensraums. Durch ihre große Beliebtheit als Haustier und in der privaten Vogelzucht hat zudem der Fang für den Handel zu ihrem Rückgang beigetragen (IUCN 2009). Gegenwärtig sind 96 Arten direkt vom Aussterben bedroht, das entspricht einem Drittel aller bekannten Arten (BirdLife International 2009). Von manchen Arten, wie dem Spix-Ara (*Cyanopsitta spixii*) oder auch dem Blaulatzara (*Ara glaucogularis*) leben mehr Individuen in Menschenobhut als von derselben Art im Freiland (Gilardi 2002).

Zum langfristigen Erhalt dieser Arten sollte der Schutz der freilebenden Populationen in ihrem ursprünglichen Lebensraum oberste Priorität haben. Die gezielte Nachzucht in Menschenobhut ist allerdings ebenfalls eine wichtige Schutzmaßnahme für bedrohte Arten, dann nämlich, wenn die Überlebenschancen der Populationen im Freiland nicht länger ausreichend gewährleistet sind (Curio 1996).

Bei vielen bedrohten Arten von Großpapageien ist die Nachzucht in Menschenobhut in der Vergangenheit nur sporadisch gelungen, das bedeutet, es gibt oft nur wenige Brutpaare mit einer großen Produktivität gegenüber vielen Individuen, die sich nie fortpflanzen. Gründe hierfür sind die häufig bei der Zucht von Papageien angewendeten Techniken, wie die Handaufzucht und die Zwangsverpaarung (Derrickson und Snyder 1991).

Obwohl die Auswirkungen der Zwangsverpaarung, die häufig im Kontext der Erhaltungszucht unumgänglich ist, stark zwischen den Vogel-Arten variiert, scheint die spontane Wahl eines Partners ausschlaggebend für eine erfolgreiche Paarbildung und den Reproduktionserfolg bei vielen Vögeln zu sein (Kepler 1978; Burley und Moran 1979; Klint und Enquist 1980; Bluhm 1985 und Derrickson und Carpenter 1987), wie beispielsweise für den Nymphensittich (*Nymphicus hollandicus*) (Yamamoto et al. 1989), den Buntfalken (*Falco sparverius*) (Bird 1982) und den Kalifornischen Kondor (*Gymnogyps californianus*) (Cox et al. 1993) gezeigt werden konnte.

Viele Papageien unterscheiden sich individuell stark in ihrer Bereitschaft eine Paarbindung einzugehen, soziale Vertrautheit und sexuelle Kompatibilität sind wichtige Faktoren bei der Paarbildung (Derrickson und Snyder 1991). Bei kleinen Populationen in Menschenobhut begründen sich schlechte Nachzuchtsergebnisse bei einigen Individuen demnach dadurch, dass eine freie Partnerwahl selten möglich ist.

Die Berücksichtigung des Fortpflanzungssystems von Papageienvögeln kann demnach einen wichtigen Beitrag zum Erhalt bedrohter Arten im Rahmen von Erhaltungszuchtprogrammen leisten.

## 1.1 Papageien – Lebensweise und Verbreitung

Mit rund 350 gegenwärtig bekannten Arten zählen die Papageien (*Psittaciformes*) zu den wichtigsten Vogelgruppen der tropischen und subtropischen Klimazonen. Innerhalb des Taxons der Papageien unterscheidet man die austral-asiatischen Kakadus (*Cacatuidae*, 21 Arten) und die eigentlichen Papageien (*Psittacidae*, 332 Arten) (Collar 1997). In sich bilden die Papageienvögel eine homogene Gruppe, die systematisch zwischen den Taubenvögeln (*Columbiformes*) und den Kuckucksvögeln (*Cuculiformes*) eingeordnet wird (Collar 1997).

Das Taxon der Papageien ist 40 Millionen Jahre alt, die ersten fossilen Funde stammen aus dem Unteren Miozän bzw. dem Mittleren Eozän (Collar 1997). Das Erscheinungsbild der Papageien ist sehr unterschiedlich, in der Größe schwanken sie von 9 cm (Spechtpapageien *Micropsitta*) bis zu 100 cm (Hyazinthara *Anodorhynchus hyacinthinus*) und die Gefiederfärbung variiert von bunt, gelb, grün, rot und schwarz zu weiß (Forshaw 2006).

Allen Papageien gemeinsam sind der gebogene Oberschnabel, der sich unabhängig bewegen lässt und der Kletterfuß (Juniper und Parr 1998). Die zygodaktyle Anordnung der Zehen ist ein Hinweis darauf, dass sich Papageien in bewaldeten Habitaten entwickelt haben – bewaldete Lebensräume sind nach wie vor für die meisten Arten der Hauptlebensraum. Nur wenige Arten sind auf offene Habitate ausgewichen.

In ihrer Verbreitung unterscheidet man drei Hauptverbreitungsgebiete: den neotropischen (Mittel- und Südamerika, einschließlich der Karibik), den afro-asiatischen (Afrika bis Südasien, einschließlich Indischer Ozean) und den pazifischen Raum (Südostasien bis Australien, Neuseeland und Ozeanien). Viele Arten leben im Tiefland der Regenwälder, es zählen aber auch Baum bestandene Savannen, offene Wälder und Gebirgsregionen zu den genutzten Habitaten (Forshaw 1978).

Aufgrund ihrer Schnabelmorphologie zeigen sich Papageien sehr spezialisiert für die Verwertung hartschaliger Nahrung. Das Nahrungsspektrum reicht über Sämereien und Früchte aller Art bis hin zu diverser tierischer Nahrung, wie Insektenlarven und Wasserschnecken (Collar 1997). Die großen manipulativen Fähigkeiten der Füße, des Schnabels und der Zunge ermöglicht es ihnen, sich das komplexe Nahrungsangebot der Tropen zu erschließen.

Aufgrund dieser Geschicklichkeit, dem variablen vokalen Repertoire und ihrer großen kognitiven Fähigkeiten werden immer wieder Parallelen zwischen Papageien und Primaten gezogen (Collar 1997; Borsari und Ottoni 2005). Hinzu kommt, dass

Großpapageien über ein komplexes Sozialverhalten verfügen und sich individuell erkennen (Wanker und Fischer 2001; Wanker et al. 2005; Munkes und Schrooten 2005). Das individuelle Erkennen eines Sozialpartners ist die Voraussetzung für enge Bindungen.

Die meisten Papageien nisten in Baumhöhlen und zeigen sich hier sehr standorttreu. Eine bewährte Bruthöhle wird über mehrere Jahre hinweg genutzt. Aras produzieren im Durchschnitt pro Jahr ein Gelege, das aus 1-3 Eiern bestehen kann (Collar 1997). Die Aras kooperieren bei der Brut und Jungenaufzucht, während das Weibchen das Gelege bebrütet, ist das Männchen auf Nahrungssuche oder bewacht die Nisthöhle. Eine strikte Trennung der Rollen gibt es allerdings nicht.

Die Jungvögel zeichnen sich durch ein verlangsamtes Wachstum aus und benötigen viel Zeit, um von ihren Eltern unabhängig zu werden. Dementsprechend müssen die Elterntiere auch viel Zeit und Energie in die Aufzucht der Nachkommen investieren. Im Durchschnitt bleiben bei größeren Papageienarten die Jungtiere mehr als fünf Monate am Nest. Papageien sind damit K-Strategen (Krebs und Davies 1998), mit relativ kleiner Vermehrungsrate, hoher Lebenserwartung, ausgeprägter elterlicher Fürsorge und spät einsetzender Geschlechtsreife (bei Aras allgemein im Alter von 4-5 Jahren).

Die Fortpflanzungsperiode ist mehr oder weniger fest definiert und zu einem gewissen Grad abhängig von den jeweiligen Umweltbedingungen. Außerhalb der Brutsaison leben die meisten Papageien je nach Art in kleinen Gruppen oder größeren Schwärmen. Meistens haben Papageien feste Plätze an denen sie die Nacht verbringen und davon getrennte Futterplätze. Einige Arten legen Entfernungen von mehr als 30 km zwischen Schlaf- und Futterplatz zurück. Entsprechend kann bei in Menschenobhut gehaltenen Papageien beobachtet werden, dass die Vögel früh morgens und am Abend ihre aktivste Phase haben. Ausgesprochene Zugvögel gibt es unter Papageien nicht, einige Arten bewohnen jedoch unterschiedliche Gebiete ihres Lebensraumes in Abhängigkeit von der Jahreszeit oder dem Nahrungsangebot.

Zu dem komplexen Sozialverhalten zählt das Ausbilden dauerhafter Paarbindungen bei fast allen Papageienarten, mit Ausnahme der Keas (*Nestor notabilis*) und der Kakapos (*Strigops habroptilus*) (Collar 1997). Die Paarbindung bleibt nach Abschluss der Brutsaison bestehen, vermutlich wird sie das ganze Leben über aufrecht erhalten. Dabei steht die Paarbindung in direktem Zusammenhang mit dem hohen Grad an Kooperation, der für die Aufzucht der Jungtiere nötig ist (siehe auch 1.2).

Zur Aufrechterhaltung der Paarbindung zeigen Papageien typisches Verhalten. Dazu zählen Verhaltensweisen aus dem Funktionskreis der Balz, wie Kopulationen oder Kopulationsversuche und das auch außerhalb der Brutsaison auftretende Partnerfüttern.

Außerdem ist die soziale Gefiederpflege (englisch: Allopreening), bei allen Papageien ein wichtiges Element im sozialen Verhalten (Saunders 1974; Rogers und McMulloch 1981; Skeate 1984). Weiterhin fördert das Abstimmen der Tagesaktivität, etwa bei der Futtersuche oder beim Ruhen, die Paarbindung (Rowley 1996; Pepper 2000). Da Papageien zu den Kontakttieren zählen (Black 2001) ist auch das Kontaktbestreben der Partnertiere ein Hinweis auf die Qualität der Paarbindung (Hardy 1963; Trillmich 1976)

Allgemein ist über die Lebensweise von Papageien in ihrem ursprünglichen Habitat nicht viel bekannt, da sie im Freiland nur schwer zu beobachten und zu verfolgen sind (Collar 1997). Untersuchungen zur Paarbeziehung von Großpapageien im Freiland wurden beispielsweise an Rosakakadus (*Cacatua roseicapillus*), Braunkopfkakadus (*Calyptorhynchus lathami*) (Rowley 1990; Pepper 1996), Rotohraras (*Ara rubrogenys*) (Lanning 1991, Christiansen und Pitter 1992; Gilardi und Munn 1998) und Gelbbrustaras (*Ara ararauna*) (Renton 2002) durchgeführt.

In Menschenobhut dagegen ist das Sozialverhalten von Papageienvögeln bereits seit den 1960er Jahren Gegenstand der Forschung. Der Schwerpunkt lag hier zunächst auf der Untersuchung des Balz- und Brutverhaltens, besonders bei Wellensittichen (*Melopsittacus undulatus*), Nymphensittichen (*Nymphicus hollandicus*) und Agaporniden (hier besonders *Agapornis personata* und *Agapornis roseicollis*) (zum Beispiel: Dilger 1960; Stamm 1962; Brockway 1964; Power 1967; Saunders 1974; Trillmich 1976; Serpell 1981; Skeate 1984; Yamamoto 1989; Wanker 1997). Zur Paarbindung gibt es verschiedene Untersuchungen an Rosakakadus (*Cacatua roseicapillus*) (Rogers und McMulloch 1981) Weißstirnamazonen (*Amazona albifrons*) (Skeate 1984), Braunkopfkakadus (*Calyptorhynchus lathami*) (Pepper 1996) und Blaulatzaras (*Ara glaucogularis*) (Voss 2004). Die Bedeutung der Paarbindung für den sozialen Status und die Physiologie eines Individuums war Gegenstand einer Untersuchung an einer Gruppe in Menschenobhut gehaltener Graupapageien (*Psittacus erithacus*) (Millesi et al. 2000). Die Datenlage zur Schnittstelle von reproduktivem Erfolg und Paarbindungsverhalten von in Menschenobhut gehaltenen Großpapageien ist dagegen noch äußerst dünn.

## **1.2 Fortpflanzungssysteme und Lebens-Reproduktionserfolg**

Im Tierreich haben sich im Laufe der Evolution unterschiedliche Fortpflanzungssysteme entwickelt (Møller 2005). Unter einem Fortpflanzungssystem versteht man die Art und Weise, wie adulte Männchen und Weibchen Zugang zum anderen Geschlecht erhalten, mit wie vielen Vertretern des anderen Geschlechts sie sich fortpflanzen, aber auch die Qualität und Dauer der zwischengeschlechtlichen Beziehungen (Kappeler 2009).

In der Klasse der Vögel ist die Monogamie das vorherrschende Paarungssystem (Oring 1968). Monogamie bezeichnet den Zusammenschluss von je einem Männchen und einem Weibchen zu einer reproduktiven Einheit. Diese Beziehung kann für eine oder mehrere Fortpflanzungszyklen Bestand haben. Kennzeichnend für die Monogamie ist, dass sich beide Geschlechter an der Aufzucht der Jungtiere beteiligen. Im Grunde spiegelt sich in diesem Paarungssystem die Bedeutung elterlicher Fürsorge (englisch: parental investment) für den Bruterfolg wider. Je aufwendiger die Jungenaufzucht ist, desto wichtiger ist die gemeinsame Versorgung der Nachkommen durch beide Elternteile (Clutton-Brock et al. 1991).

Dauerhafte Paarbindungen gelten als extremste Form der sozialen Monogamie und kommen ungefähr bei fünfzig Prozent der 28 Ordnungen und 159 Familien innerhalb der Klasse der Vögel vor (Black 1996) und ist ein exzellentes Beispiel für kooperatives Verhalten (Kappeler 2009).

Früher wurde die Funktion der Paarbindung hauptsächlich als exklusiver Zugang zum Partner zur Erhöhung der Voraussetzungen für eine Brut angesehen (Black 1968; Wickler und Seibt 1983; Mock und Fujioka 1990). Es werden mittlerweile noch weitere Thesen diskutiert, die zur Entstehung dieses Fortpflanzungssystems geführt haben können: Erstens die Optimierung der Koordination und der Kooperation mit dem Partner, zweitens verlängerte elterliche Fürsorge und drittens die Reduzierung der Kosten, die in Partnersuche investiert werden müssten (Black 1996).

Zusätzlich zur Kooperation bei der Aufzucht der Jungtiere wechseln sich die Partnertiere bei der Verteidigung des Nistplatzes oder des Territoriums ab. Dass diese Art der Zusammenarbeit den reproduktiven Erfolg und somit die Fitness der beteiligten Individuen erhöht, konnten Studien an Dreizehenmöwen (*Rissa tridactyla*) (Coulson 1966), Adelpinguinen (*Pygoscelis adeliae*) (Davis 1988) und Weißwangengänsen (*Branta leucopsis*) (Ens et al. 1996; Black 2001) zeigen.

Zur Festigung und Aufrechterhaltung dieser Paarbindungen hat sich im Tierreich typisches Paarbindungsverhalten entwickelt, das man mit verschiedenen Modifikationen bei fast allen sozial lebenden Tiergruppen findet (Zahavi 1975; Zahavi und Zahavi 1997). Typisches Verhalten mit paarbindender Funktion sind Duett- und Wechselgesänge, vor allem bei tropischen Vogelarten oder unter den Primaten bei den monogam lebenden Gibbons (*Hylobatidae*) (Helvesen 1980; Wickler 1970). Bei Säugetieren und bei Vögeln ist als weiteres wichtiges Paarbindungsverhalten die soziale Fell- und Gefiederpflege verbreitet (Cullen 1953, Zahavi und Zahavi 1996). Weitere Verhaltensweisen im Dienste der Paarbindung sind Verhaltensabläufe aus dem Funktionskreis der Balz. Die

Verhaltensweisen gleichen dem Balzverhalten, wie Kopulationseinleitungen, führen aber nicht zur Begattung (Immelmann 1996). Weitere Teilelemente der Balz, wie das Partnerfüttern oder Schnäbeln, dienen ebenfalls der Festigung der Paarbindung und sind das ganze Jahr zu beobachten, zum Beispiel bei Papageienvögeln (*Psittaciformes*) und Kolkraben (*Corvus corax*) (Immelmann 1996). Auch das Kontaktverhalten, bei dem die Individualdistanz aktiv überschritten wird und das bei vielen Tieren hauptsächlich zwischen den Partnern eines Paares gezeigt wird, fördert den Zusammenhalt (Trillmich 1976; Immelmann 1996; Zahavi und Zahavi 1996).

Neben der Abstimmung des Verhaltens auf den Partner entwickeln Paare mit einem hohen Bruterfolg zudem eine Synchronisierung hinsichtlich bestimmter physiologischer Parameter, wie der Ausschüttung von Hormonen (Gwinner 1986; Wingfield und Farner 1980; O'Connell et al. 1981, Akesson und Raveling 1981, 1983; Dittami 1981; Kotschral et al. 1998; Hirschenhauser 1997; Hirschenhauser et al. 1999). Dass ein positiver Zusammenhang von reproduktivem Erfolg und der Abstimmung der Gonadenaktivität besteht, konnte zum Beispiel für Riesentafelenten (*Aythya valisneria*) (Bluhm et al. 1984) und für Graugänse (*Anser anser*) (Hirschenhauser et al. 1999) gezeigt werden.

Hinsichtlich der hormonellen Abstimmung kommt dem Sexualhormon Testosteron eine besondere Bedeutung zu. Testosteron reguliert die Produktion der Spermien und aktiviert das Sexualverhalten beim Männchen (Becker et al. 1992; Brown 1994; Nelson 1995). Bei den Weibchen hängt der Anstieg des Testosteron-Spiegels in der Phase vor Beginn der Brutsaison mit der Entwicklung der Follikel zusammen und hat ebenfalls Einfluss auf das Sexualverhalten (Carter 1992; Furr und Thomas 1970; Johnson 1986; Schwabl 1996; Goymann 2006).

Zusätzlich spielt Testosteron eine Rolle beim Aggressions- sowie Konkurrenzverhalten und der elterlichen Fürsorge (Akesson und Raveling 1983; Carter 1992; Dittami 1981; Hegner und Wingfield 1987; Hirschenhauser et al. 1997; Ketterson et al. 1992; Silverin 1990; Wingfield et al. 1990).

Vermeehrt deuten Studien darauf hin, dass Testosteron eine besondere Rolle in der Feinabstimmung des sozio-sexuellen Verhaltens zukommt und mit dem Fortpflanzungspotential in Beziehung gesetzt werden kann (Hirschenhauser et al. 1999; Millesi et al. 2000). Durch diese Wirkung von Testosteron auf die monogame Lebensweise kann die saisonale Abstimmung von Testosteron-Ausschüttung zwischen Partnertieren auch als Maß für die Qualität der Paarbindung gesehen werden (Ligon 1999).

Darauf deutet auch die Untersuchung an einer Gruppe in Menschenobhut gehaltener Graupapageien (*Psittacus erithacus*) hin (Millesi et al. 2000). Auch außerhalb der Fortpflanzungsperiode waren Tiere, die in einer harmonischen Paarbindung zusammenlebten, an einer starken Korrelation ihrer Testosteron-Ausschüttung zu erkennen.

### 1.3 Erhaltungszucht

Unter Erhaltungszucht versteht man die gezielte Züchtung gefährdeter Tier- und Pflanzenarten, mit dem Ziel, diese vor dem Aussterben zu bewahren (IUCN 2009). Die internationale Dachorganisation zur Koordinierung der Erhaltungszucht ist die 'World Association of Zoos and Aquaria' (WAZA). In Europa sind die sogenannten Erhaltungszuchtprogramme (EEPs) zur Erhaltung bedrohter Tierarten zooübergreifend organisiert. In dem Europäischen Zooverband (EAZA) sind etwa 300 Zoologische Gärten und Aquarien aus Europa und dem Nahen Osten zusammengeschlossen.

Ein EEP soll dazu führen, dass in Zoologischen Gärten und bei Privatpersonen eine gesunde, sich selbst erhaltene Population mit der Option einer Auswilderung entsteht. Die Zusammenstellung der Tiere erfolgt im Wesentlichen nach genetischen Aspekten, um Inzucht in kleinen Populationen zu vermeiden und die genetische Vielfalt zu bewahren (Ballou und Foose 1996). Diese Art der Zusammenstellung von Zuchtpaaren ist dann ein Problem, wenn die Tiere, wie für Papageien allgemein angenommen, sozial monogam leben und dauerhafte Paarbindungen eingehen (Oring 1982; Collar 1997). Papageien sind in der Partnerwahl sehr anspruchsvoll und daher ist eine Verpaarung nach genetischen Aspekten äußerst schwierig. Der Grund für den weder stabilen noch quantitativ ausreichenden Bruterfolg von Papageien in menschlicher Obhut wird daher als Folge dieser Zwangsverpaarungen gesehen (Clubb 1992a; Low 2002).

Ein EEP wird durch einen Koordinator geleitet, der ein Zuchtbuch über die gesamte registrierte Population führt. Um einen möglichst optimalen Genpool zu erhalten, gibt er Empfehlungen zur Verpaarung einzelner Tiere. So empfiehlt er beispielsweise, welche Tiere aus der Zucht auszuschließen sind, wenn ihr Erbmateriale in der Zoo-Population zu stark repräsentiert ist.

Für Papageien existieren aktuell 28 Erhaltungszuchtprogramme (Stand Mai 2009, EAZA). Darunter sind aus der Gattung *Ara* der Große Soldatenara (*Ara ambigua*), der Blaulatzara (*Ara glaucogularis*) und der Rotohrara (*Ara rubrogenys*) vertreten.

Die Nachzucht vieler Großpapageien gilt als problematisch (Silva 1989; Bennett 1989; Abramson 1995; Low 2002). Der Bruterfolg ist besonders bei bedrohten Arten unausgeglichen und unzureichend. Gründe hierfür sind unter anderem, dass Populationen bedrohter Arten in Menschenobhut bereits auf relativ kleine Wildpopulationen zurückgehen, was zu einer Reduzierung der genetischen Diversität geführt haben kann (Allendorf und Leary 1986; Danielle und Murray 1986; Ralls und Ballou 1983). Weitere Ursachen können auf die Haltung in Menschenobhut an sich zurückzuführen sein (Millam et al. 1988), die nur schwer den natürlichen Bedürfnissen anzupassen ist.

Die Folge einer schlechten Reproduktion in Menschenobhut ist der Verlust der Heterozygotie und der Variation der Allele und damit die Schwächung der Fitness des Individuums und des evolutionären Potentials der Population (Lande 1988; Simberloff 1988; Lacy 1989). Generell kann Auswilderung und ein langfristiger Erhalt von Wildtieren in Menschenobhut nur dann funktionieren, wenn die Tiere 'normales' Verhalten zeigen. Arttypisches Verhalten ist durch die Haltung über mehrere Generationen gefährdet, da das Leben in einem nicht verhaltens- und artgerechten Haltungssystem zur Ausbildung von Stereotypen, Selbstverstümmelung und Lethargie führen kann (Meyer-Holzappel 1968).

Um der Entwicklung 'abnormaler' Verhaltensweisen entgegenzuwirken, sind Kriterien zur Bewertung des Wohlbefindens (englisch: Animal welfare) entwickelt worden (Broom 1983). Das Problem bei der Beurteilung eines Haltungssystems besteht darin, das Wohlbefinden bei Tieren wissenschaftlich exakt und repräsentativ nachzuweisen. Basierend auf den Ideen der Tiergartenbiologie (Hediger 1942) wurden verschiedene Parameter zur Messung des Wohlbefindens von Wildtieren in Menschenobhut entwickelt (Dittrich 1996), damit ein Individuum möglichst 'artgemäß' und 'verhaltensgerecht' gehalten werden kann (Tschanz 1984) und ihm so Selbstaufbau und Selbsterhaltung gelingen kann. Das Wohlbefinden wurde durch die Faktoren Lebenserwartung, Krankheiten, Stereotypen und Reproduktionserfolg messbar gemacht.

Dabei stellt sich allerdings die Frage, inwieweit etwa der Reproduktionserfolg zuverlässige Messgrößen liefern kann, um das Wohlbefinden von Tieren zu beurteilen, da die Diskrepanz von Reproduktionserfolg und Elterninvestment eine der größten Probleme bei der Haltung von Wildtieren in Menschenobhut darstellt (Puschmann 1978). Die übrigen Faktoren, wie beispielsweise die Messung von Stereotypen (Broom 1983) sind ebenfalls unzuverlässige Messgrößen zur Bewertung des Wohlbefindens. Stereotypen sind monoton ablaufende Verhaltensmuster, die irreversible Veränderungen im Gehirn hervorrufen (Bassenge et al. 1998). Tiere, die keine Stereotypen zeigen, weisen sich aber deshalb nicht selbstverständlich über physisches und psychisches Wohlbefinden aus.

In einer Studie an in verschiedenen Zoologischen Gärten gehaltenen Tigern (*Pantera tigris*) wurde deshalb statt des Reproduktionserfolgs das Brutpflegeverhalten der Mutter als Maßstab zur Bestimmung des Wohlbefindens in Funktion der Gestaltung des Haltungssystems eingesetzt (Wanker-Stempell 2006). Dieser Untersuchungsansatz basierte auf der Grundidee der elterlichen Fürsorge (englisch: parental investment) (Trivers 1972) und hat den Aufwand der Eltern in den einzelnen Nachkommen erfasst, der die Überlebenswahrscheinlichkeit dieses Nachkommens erhöht und bezieht neben Zeit, Energie und Lebensrisiken auch die elterliche Brutpflege mit ein. In etwas abgewandelter Form sollte dieser Ansatz in der vorliegenden Studie auf Papageien übertragen werden, allerdings sollte statt des Brutpflegeverhaltens der Mutter, die elterliche Fürsorge in der Kooperation mit dem Brutpartner außerhalb der Brutsaison als Messgröße eingesetzt werden.

#### **1.4 Ziele der Studie**

Die Ziele der vorliegenden Untersuchung basieren auf folgenden Modellvorstellungen:

Der reproduktive Erfolg bei Papageienvögeln hängt vom Grad der Kooperation mit dem Partner bei der Jungenaufzucht ab. Die Wahl des richtigen Partners ist demnach für den individuellen reproduktiven Erfolg essentiell.

Eine freie Partnerwahl ist bei der Haltung in Menschenobhut bei bedrohten Arten im Kontext mit Erhaltungszuchtprogrammen selten möglich, da nur eine begrenzte Anzahl an Individuen zur Verfügung steht.

Das Ziel dieser Untersuchung ist daher, eine wissenschaftlich begründbare Methode zur Bestimmung des Fortpflanzungspotentials in Menschenobhut gehaltener Brutpaare der Gattung *Ara* zu entwickeln. Dabei soll der Einfluss der Paarbindung auf den Lebens-Reproduktionserfolg der Papageien untersucht werden. Auf diese Weise soll ein Beitrag für die Erhaltungszucht geleistet werden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Untersuchte Brutpaare in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación

Für die Untersuchung wurden 23 Paare der Gattung *Ara* (Eigentliche Aras) ausgewählt, die folgenden sieben Arten angehören: den Großen Soldatenaras (*Ara ambigua*), den Gelbbrustaras (*Ara ararauna*), den Grünflügelaras (*Ara chloroptera*), den Blaulatzaras (*Ara glaucogularis*), den Hellroten Aras (*Ara macao*), den Kleinen Soldatenaras (*Ara militaris*) und den Rotohraras (*Ara rubrogenys*).

Die Eigentlichen Aras bilden eine Gattung innerhalb der Familie der Eigentlichen Papageien (*Psittacidae*) und sind in Süd- und Mittelamerika beheimatet.

Der südamerikanische Subkontinent ist im Westen geprägt durch die Anden, im Osten durch den Amazonas und die Regenwälder. Dort finden sich neben einer großen Anzahl von Tier- und Pflanzenarten auch rund 139 Papageienarten, das sind mehr als ein Drittel aller bekannter Arten (Collar 1997). Die Papageienarten in dieser Verbreitzone zeigen viele enge verwandtschaftliche Beziehungen. Allein 92 Arten gehören nach Forshaw (1989) zu nur sechs Gattungen (siehe auch Tabelle 2-1). Besonders zwischen den Aras (4 Gattungen) sollen große morphologische und ethologische Übereinstimmung bestehen, das deutet auf enge Verwandtschaftsbeziehungen dieser Arten hin (Miyaki et al. 2006).

Aras kommen in der neotropischen Verbreitzone in fast allen Lebensräumen vor – von der tropischen Zone über die subtropische und gemäßigte Zone bis hin zu Bergregionen. Die größte Artenkonzentration findet sich allerdings in den Tierflandregenwäldern der Amazonasregion (Abramson et al. 1995; Collar 1997).

Aras brüten meistens im späten Frühjahr bis Sommer in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación, dabei gibt es auch Paare, die das ganze Jahr über brüten. Die Gelege enthalten 1 bis 6 Eier, die meisten aber 2 bis 4 Eier, produktive Paare können 2-3 Gelege pro Jahr produzieren, wenn Eier aus dem Nistkasten entnommen werden und im Inkubator weiter bebrütet werden. Die Brut dauert bei Aras von 26 bis 28 Tage (Clubb et al. 1992a).

Die Embryonen-Sterblichkeit hängt unter anderem von einer unsachgemäßen Bebrütung durch die Elterntiere ab. Manche Aras neigen auch dazu, Eier regelmäßig zu zerstören – das ist ein Grund dafür, Eier nach der Ablage zu entnehmen und künstlich zu bebrüten oder sogenannten 'Foster parents' (Zieheltern = zuverlässigen Brutpaaren derselben oder einer anderen Art) unterzulegen.

Tabelle 2-1: Die systematische Einordnung der Gattung Ara nach Collar (1997).

<b>Klasse</b>	<b>Aves</b>	<b>Vögel</b>		
<b>Unterklasse</b>	<b>Neognathae</b>	<b>Neukiefervögel</b>		
Ordnung	Psittaciformes	<b>Papageien</b>		
Familien	<b>Psittacidae</b>	<b>Eigentliche Papageien</b>		
	Loriidae	Loris		
	Cacatuidae	Kakadu		
Unterfamilien	Nestorinae	Nestorpapageien		
	Strigopinae	Eulenpapageien		
	Psittichradinae	Borstenköpfe		
	Loriculinae	Fledermauspapageien		
	Micropsittinae	Zwergpapageien		
	<b>Psittacinae</b>	<b>Eigentliche Papageien</b>		
	Platycercinae	Plattschweifsittiche		
	Pezoporinae	Erdsittiche		
	Psittaculinae	Edelpapageien		
	Arinae	Neuweltpapageien		
Gattung / Art	Anodorhynchus	Blauaras	Anodorhynchus hyanzinthinus	Hyacinthara
			Anodorhynchus leari	Lears-Ara
	Cyanopsitta	Spix-Aras	Cyanopsitta spixii	Spix-Ara
	<b>Ara</b>	<b>Eigentliche Aras</b>	<b>Ara ararauna</b>	<b>Gelbbrustara</b>
			<b>Ara glaucogularis</b>	<b>Blaulatzara</b>
			<b>Ara militaris</b>	<b>Kleiner Soldatenara</b>
			<b>Ara ambigua</b>	<b>Großer Soldatenara</b>
			<b>Ara chloroptera</b>	<b>Grünflügelara</b>
			<b>Ara macao</b>	<b>Hellroter Ara</b>
			<b>Ara rubrogenys</b>	<b>Rotohrara</b>
			Ara severa	Rotbugara
			Ara manilata	Rotbauchara
			Ara auricollis	Goldnackenara
	Ara couloni	Gebirgsara		
	Orthopsittaca	Rotbaucharas		
	Primolius	Kleinaras	P. auricollis	Goldnackenara
			P. maracana	Rotrückenara
			P. couloni	Blaukopfara
	Diopsittaca	Zwergaras	Diopsittaca nobilis	Blaustirnzwergara

Untersuchungen zur reproduktiven Lebensspanne zeigen, dass Aras vom Alter von 4 bis 35 Jahren brüten können. Die produktivsten Jahre liegen zwischen 8 bis 25 Jahren. Eine Abnahme im reproduktiven Potential tritt ungefähr in einem Alter von 35 Jahren ein. Im Allgemeinen sorgen Aras wenigstens vier Monate für ihre Jungtiere, was eine Aufzucht weiterer Gelege in der gleichen Brutsaison unwahrscheinlich macht. Weitere Studien haben gezeigt, dass Ara-Paare für gewöhnlich nicht jedes Jahr brüten und meist nur ein Jungtier aufziehen. Theoretisch sind Arten mit einer geringen Reproduktionsrate trotzdem in der Lage stabile Populationen aufrecht erhalten, da sie über eine lange reproduktive Lebensspanne verfügen (Clubb et al. 1992a; Clubb et al. 1992b; Clubb und Karpinski 1993; Munn 1988).

Kriterium für die Auswahl der Brutpaare für diese Untersuchung war, dass die Paare, die alle der Gattung Ara angehören und in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación gehalten werden, bereits gemeinsam gebrütet haben. So sollte ausgeschlossen werden, dass Krankheiten oder Verhaltensstörungen einen negativen Einfluss auf den Bruterfolg haben.

Der Zeitpunkt der Untersuchung, außerhalb der Brutsaison, (jeweils von September bis November 2006 bzw. 2007) wurde so gewählt, dass sich die in die Studie einbezogenen Paare weder in Brutstimmung waren, brüten oder Jungtiere aufziehen. In den Monaten September bis Januar gilt die Brutsaison in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación als abgeschlossen.

Auf diese Weise sollte in Anbetracht der relativ geringen Stichprobe (N=21) erreicht werden, dass möglichst konstante Bedingungen für die Untersuchung herrschten. Zur Datenaufnahme wurden die Individuen zunächst anhand von markanten Körpermerkmalen, wie dauerhafte Rupfstellen und Ringe unterschieden und im Nachhinein durch den Cheftierpfleger bezüglich ihres Geschlechts identifiziert.

Tabelle 2-2: Artnamen, Status, Größe, Verbreitung und Lebensweise der Arten, die in die Untersuchung einbezogen worden sind. Angaben aus Collar (1997) und Abramson et al. (1995). Abkürzungen: VU (bedroht), EN (gefährdet), CR (vom Aussterben bedroht) (IUCN 2009)

Art	Größe	Verbreitung	Lebensweise und Brutbiologie
<b><i>Ara ambigua</i></b> Großer Soldatenara Bechstein, 1811  Status: VU CITES I	Größe: 85 – 90 cm Gewicht: 1265 – 1430 g	West Honduras und Nicaragua, Costa Rica und Panama, NW Kolumbien  Feuchter Tiefland Regenwald und Gebiete von teilweise offenes Gelände	Paare oder kleine Gruppen, seltener bis zu 10 Tiere Geschlechtsreife: 4 – 5 Jahre  2-3 Eier
<b><i>Ara ararauna</i></b> Gelbrustara Linnaeus, 1758  Status: NT Not threatened	Größe: 86 cm Gewicht: 995 - 1380 g	Ost Panama, Ost-Kolumbien, Süd-Venezuela, Guyana und Brasilien; Süd bis Ost Ecuador, Ost Peru und Nordost Bolivien.  Saisonal überfluteter <i>várzea</i> Wald und Galleriewälder Tiefland bis 500 m, manchmal bis zu 1500 m in Peru	Lebensweise: Außerhalb der Brutsaison in Gruppen bis zu 30 – 50 Tiere Geschlechtsreife: 2,5 bis 4 Jahre  1- 4 Eier
<b><i>Ara chloroptera</i></b> Grünflügelara G.R. Gray, 1859  Status: NT Not threatened	Größe: 90 - 95 cm Gewicht: 1050 - 1708 g	Ost Panama und Tiefland Kolumbiens, Venezuela, Guyana und Süd-Brasilien, Paraguay und Ost und West Ecuador  Feuchter immergrüner Tiefland- Regenwald, bis zu 500m, aber auch tropischer laubabwerfender Wald und Galleriewälder in Savannen	Lebensweise: Paare oder kleine Gruppen (bis zu sechs), selten mehr Geschlechtsreife: 4 bis 5 Jahre  1- 4 Eier
<b><i>Ara glaucogularis</i></b> Blaulatzara Debbene 1921  Status: EN CITES I	Größe: 61-74cm Gewicht: 600-800g	Nord Bolivien, Provinz Bení  Saisonal überschwemmte Savanne mit <i>Attelea phalerata</i> und <i>A.princeps</i> Palmen und kleinen Regenwaldgebieten	Lebensweise: Wenig bekannt, meist in Paaren oder kleine Gruppen bis zu 5 Tieren Geschlechtsreife: 3 – 5 Jahre Brutbiologie: 1- 4 Eier
<b><i>Ara macao</i></b> Hellroter Ara Linnaeus 1758  Status: LC CITES I	Größe: 84 -89 cm Gewicht: 900 - 1490 g	Costa Rica, Panama und Nord & Ost Kolumbien, Venezuela, Guyana, Brasilien, Süd bis Nord Ecuador, Peru und Nord Ost Bolivien.  Hauptsächlich im feuchten Tieflandregenwald und Galleriewäldern	Lebensweise: in relativ großen Gruppen außerhalb der Brutsaison Geschlechtsreife: 2,5 – 4 Jahre Brutbiologie: 1-4 Eier
<b><i>Ara militaris</i></b> Kleiner Soldatenara Linnaeus 1766  Status: VULNERABLE CITES I	Größe: 70 – 71 cm Gewicht: 972 – 1134 g	Lebensraum: Nicaragua, Mexiko, Ecuador und Kolumbien  Relativ trockene bergige immergrüne Pinien und Eichen Wälder, 600 bis 2600 m	Lebensweise: Ruhens und Fressen in großen Gruppen (100 – 300 Tiere) Geschlechtsreife: 2,5 bis 4 Jahre Brutbiologie: 1-3 Eier
<b><i>Ara rubrogenys</i></b> Rotohrara Lafresnaye 1847  Status: EN Gefährdet CITES I	Größe: 55 – 60 cm Gewicht: 450 – 650 g	Östliches Zentral-Bolivien  Arides Buschwerk, laubabwerfender Wald, Kakteen, Täler und Schluchten in 1100 – 2500 m Höhe	Lebensweise: Wenig bekannt. Gruppen bis zu 30 Tiere Geschlechtsreife: 3- 5 Jahre Brutbiologie: 1-3 Eier

## 2.2 Haltungs- und Beobachtungsbedingungen

Die Zuchtstation 'La Vera' der Loro Parque Fundación befindet sich bei Puerto de la Cruz auf der zu Spanien gehörenden kanarischen Insel Teneriffa im Norden der Insel, der sich durch ein subtropisches Klima und eine üppige Vegetation ausweist.

Das Zuchtzentrum erstreckt sich über eine Fläche von ca. 4 ha und beherbergt 349 verschiedene Papageienarten und - unterarten mit mehr als 3500 Individuen. Damit gilt sie als die größte und artenreichste Papageiensammlung der Welt.

Die Zuchtstation in La Vera wurde 1998 in Betrieb genommen und gehört mit ihren Tieren der 1994 gegründeten Loro Parque Fundación (LPF) an, die zahlreiche Schutzprojekte für bedrohte Papageien in aller Welt koordiniert und unterstützt.

Die Anlage beinhaltet zwei separate Einheiten ähnlicher Größe, jedoch unterschiedlichen Charakters, um Lebensbedingungen zu schaffen, die den verschiedenen Lebensräumen und Anforderungen der Papageien gerecht werden.

Ein Bereich ist mit speziellen Netzen überdacht, die 50 Prozent des Sonnenlichts absorbieren. Hier leben vor allem solche Papageien, deren natürlicher Lebensraum sich im tropischen Regenwald befindet (u.a. Gattung *Ara*). Die Lebensumstände sollen für die Vögel möglichst naturnah gestaltet werden, indem man sowohl die freie Partnerwahl durch ein Zusammensetzen mehrerer Tiere als auch die Aufzucht der Jungtiere durch die Elterntiere unterstützt.

Die LPF nimmt an verschiedenen gemeinschaftlichen Zuchtprogrammen teil, was die Beteiligung an 29 von 31 Europäischen Zuchtbüchern (ESB) mit einschließt.

Die Zuchtpaare großer Aras wurden in der Zuchtstation 'La Vera' paarweise in großen Volieren gehalten. Die Volieren waren 11 m lang, 2,70 m hoch und 2 m breit. Die Gitter hatten eine Maschenweite von 4,9 x 2,3 cm. Zur Ausstattung gehörten zwei Sitzstangen aus Naturästen (Kanarenkiefer), eine Schaukel, die in der Käfigmitte von der Decke herabhängt, ein Nistkasten an einem schmalen Ende des Käfigs und einer Futterstelle am anderen Ende des Käfigs. Der Nistkasten und die hintere Sitzstange und die Fressebene mit der zweiten Sitzstange waren überdacht. Die Volieren waren an ihren Längsseiten bepflanzt, auf diese Weise wurden die Zuchtpaare von ihren Nachbarn optisch getrennt. Auch die Rückseite des Käfigs war durch Pflanzen abgegrenzt, die durch das Gitter in die Voliere hineinwachsen konnten. Das Benagen dieser Pflanzen diente den Aras zur Beschäftigung. Der Käfigboden war mit Vulkansand bedeckt. Alle zwei Tage wurde der Boden geharkt und damit von Futterresten, Kot und weiterem Abfall gesäubert. Zudem wurde die gesamte Voliere zweimal in der Woche zur Reinigung mit Wasser abgesprüht.

Die Papageien in der Zuchtstation ‚La Vera‘ wurden zweimal täglich gefüttert. Morgens bekam jedes Paar der Gattung *Ara* frisches Wasser und eine Obstmischung und Nüsse. Als Stimulation zur Zucht erhielten die Aras zusätzlich in den Monaten Februar bis September Kochfutter, eine Körnermischung, die vornehmlich aus proteinhaltigen Hülsenfrüchten besteht. Nachmittags erhielten die Papageien eine Körnermischung für Aras und weitere Nüsse. Die Fütterungen begannen morgens gegen 8 Uhr und am Nachmittag gegen 14 Uhr. Allgemein wurde die Futterzusammensetzung je nach Brutzyklus den jeweiligen Bedürfnissen der Brutpaare angepasst.

### 2.3 Datenerhebung

Die Paarbindung sollte in dieser Untersuchung durch Paarbindungsverhalten und die hormonelle Abstimmung der Brutpaare dargestellt werden. Hierzu wurden Verhaltensdaten erhoben und Kotproben der einzelnen Individuen gesammelt.

Die Paarbindungsverhalten der Brutpaare wurde über einen Zeitraum von 10 Wochen beobachtet, jeweils von September bis Anfang Dezember (2006 und 2007) (siehe Anhang).

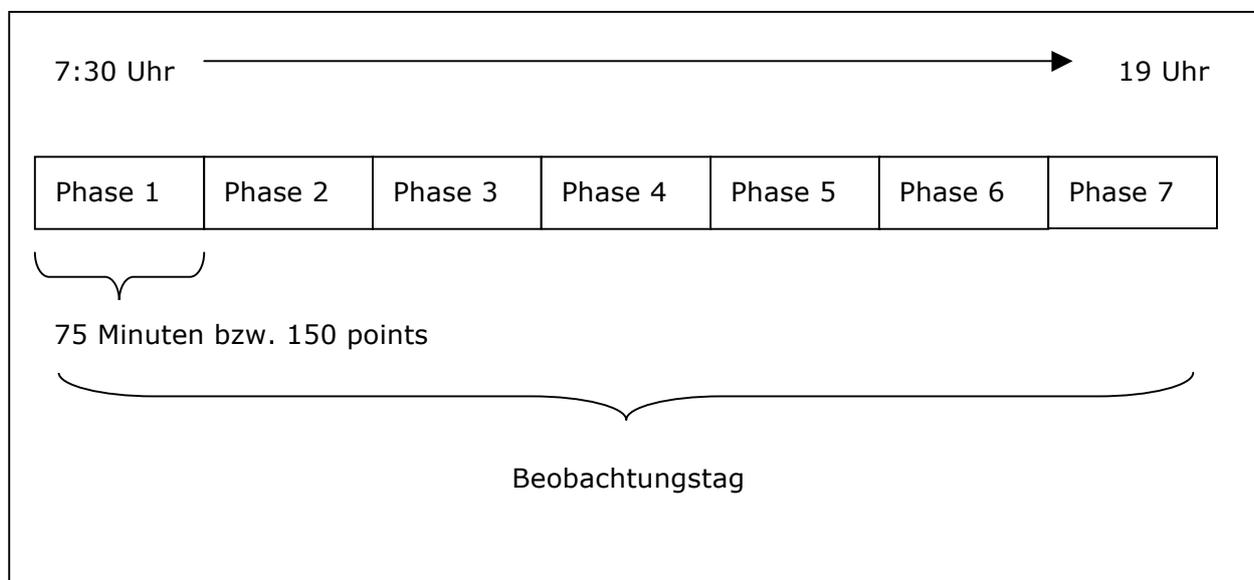


Abbildung 2-1: Der Aufbau eines Beobachtungstags. Nach jeder abgeschlossenen Phase wurde ein anderes Fokuspaar ausgewählt.

In diesem Zeitraum sollte im Wesentlichen die Brutsaison in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación abgeschlossen sein. Eine Datenaufnahme außerhalb der Brutsaison sollte sicher stellen, dass das Verhalten der einzelnen Paare weder durch eine aktuelle Brut oder Jungenaufzucht beeinflusst werden konnte, um so möglichst einheitliche Untersuchungsbedingungen zu erhalten.

Zur Aufnahme der Verhaltensdaten wurde das Focal-Animal-Sampling (nach Martin und Bateson 1993) angewendet, wobei das Paar als Einheit angesehen worden ist.

### 2.3.1 Das Paarbindungsverhalten

Die Datenaufnahme erfolgte mit einem tragbaren Computer (Modell Tungsten; Palm, Inc., U.S.A.), für den mit Pendragen Forms (Pendragon Software Cooperation, U.S.A.) zuvor ein entsprechendes Aufnahmeprogramm entwickelt worden ist.

Um den Einfluss von äußeren Faktoren (Wetter oder andere Störungen) auf die Ergebnisse zu verringern, wurde der Beobachtungstag in 7 Phasen à 75 Minuten eingeteilt. In jeder Phase wurde ein anderes Paar beobachtet, die Auswahl der beobachteten Paare erfolgte zufällig (siehe Abbildung 2-1). Insgesamt wurde jedes Paar drei Beobachtungstage lang über den ganzen Beobachtungszeitraum hinweg beobachtet (siehe Anhang).

Sowohl die Abstimmung der Tagesaktivität, als auch das Überschreiten der Individualdistanz und die Sozialen Interaktionen, wie soziale Gefiederpflege, gelten in der Literatur als Schlüsselmaße, um positive Paarbindungen zu identifizieren (z.B. Rowley 1990, Pepper 1996). All diese Verhaltenskategorien wurden als Zustände ('states') bzw. Ereignisse ('events') aufgenommen (Martin und Bateson 1993).

Im Folgenden ist der Aufbau der Datenaufnahme der Verhaltensweisen beschrieben.

#### 2.3.1.1 Abstimmung der Tagesaktivität

Bei dieser Verhaltenskategorie handelt es sich um in erste Linie 'solitäre' Verhaltensweisen, Aktionen die ein Tier ausführt, ohne unmittelbar auf einen Interaktionspartner angewiesen zu sein. Die Auswahl der hier aufgeführten Verhaltensweisen basiert auf einem Ethogramm für Blaulatzaras (*Ara glaucogularis*) in Menschenobhut (Voss 2004).

Tabelle 2-3: Darstellung der in dieser Untersuchung aufgenommenen solitären

Sitzen	Der Vogel sitzt mit beiden Füßen auf einer Stelle, das Gefieder ist angelegt, sein Verhalten gegenüber seiner Umwelt erscheint aufmerksam.
Ruhen	Der Vogel sitzt, meistens auf einem Bein, den Kopf leicht gesenkt. Das Gefieder ist aufgeplustert. Er erscheint teilnahmslos gegenüber seiner Umwelt.
Gefiederpflege	Das Gefieder wird mit Hilfe der Zunge und des Schnabels von Schmutzpartikel oder abgestorbenen Federhülsen gesäubert, geordnet und geglättet.
Nahrungsaufnahme	Fressen oder Trinken. Der Vogel frisst entweder direkt an der Futterstelle, indem er den Kopf an das Näpfchen führt, oder auf einer Sitzstange, der Fressplattform, etc., indem er eine Nuss o.ä. mit dem Fuß festhält.
Lokomotion	Unter dem Begriff Lokomotion werden Fortbewegungsweisen, wie Klettern (der Vogel bewegt sich am Käfiggitter, an Ästen, Schaukeln etc., indem er seine Füße und/ oder seinen Schnabel einsetzt), Laufen (der Vogel läuft auf einer Sitzstange, dem Käfigboden oder der Fressplattform) oder Fliegen zusammengefasst.
Beschäftigung	Der Begriff Beschäftigung fasst alle Aktionen zusammen, in denen sich ein Tier mit verschiedenen Komponenten der Käfigeinrichtung befasst, wie mit dem Benagen von Sitzstangen und Ästen, die in den Käfig hineinwachsen.
Nistkasten Innen	Der Aufenthalt im Nistkasten.

*Verhaltensweisen. Die Aufnahme der Daten erfolgte für beide Partnertiere parallel als 'point' alle 30 Sekunden.*

Das Auftreten der in Tabelle 2-3 dargestellten Verhaltensweisen wurde als sogenannte 'points' (Martin und Bateson 1993) aufgenommen. Zu einem bestimmten Zeitpunkt (alle 30 Sekunden während einer Beobachtungseinheit) wurde das Verhalten beider Paar-Individuen in den Handcomputer eingegeben. Somit ergab sich für jedes Individuum und

für jedes Paar eine Gesamtanzahl von 3150 points (150 points pro Beobachtungseinheit/ 7 Beobachtungsphasen pro Tag/ drei Beobachtungstage je Paar).

Der Grad der Abstimmung der Tagesaktivität ergab sich in der späteren Auswertung. Hier wurde berechnet, welche Verhaltensweisen beide Partnertiere an einem 'point' gleichzeitig gezeigt haben und welche unabhängig vom Partner. Die Dauer und die Häufigkeit dieser zeitlich aufeinander abgestimmten Phasen ergaben sich ebenfalls aus der späteren Auswertung.

### *2.3.1.2 Das Kontaktverhalten*

Grundsätzlich wurden in dieser Untersuchung verschiedene Abstandsklassen mit aufgenommen, letztendlich wurden jedoch nur jene mit in die Untersuchung einbezogen, die den Körperkontakt der Partnertiere betrafen.

Alle anderen Abstandsklassen wurden nicht weiter in die Untersuchung miteinbezogen, da aufgrund der Volierenstruktur eine Interpretation hinsichtlich der Paarbindung nicht eindeutig gewesen wäre.

In der Auswertung wurden die Verhaltensweisen 'Ruhen', 'Sitzen' und 'Gefiederpflege' im Körperkontakt zum Partnertier berücksichtigt. Körperkontakt meint hier den direkten Körperkontakt zum Partner – die Individualdistanz wurde überschritten, die Tiere berühren sich. Die Aufnahme dieser Verhaltensdaten erfolgte wie in Punkt 2.3.1.1 beschrieben, nach dem 'point-sampling' (alle 30 Sekunden).

Um zu untersuchen, inwiefern das jeweilige Partnertier an der Einhaltung des Körperkontaktes beteiligt war, wurde für das Paar ein Kontaktindex berechnet.

Der Kontaktindex K (maintenance of proximity, Martin und Bateson 1993) gibt ein Maß dafür, wie sehr eines von zwei Tieren für die Einhaltung einer bestimmten Nähe zum anderen verantwortlich ist.

$$K_w = \frac{N_w}{(N_w + N_m)} - \frac{V_w}{(V_w + V_m)}.$$

Der Index nimmt Werte an, die von -1,0 (M ist vollständig verantwortlich für die Einhaltung der Nähe) bis +1,0 reichen. (m= Männchen, w = Weibchen; N= Annäherung; V=Verlassen)

### 2.3.1.3 Die sozialen Interaktionen

Die Sozialen Interaktionen wurden als sogenannte 'events' aufgenommen. Immer wenn eine soziale Interaktion aufgetreten ist, wurde dieses Ereignis mit dem Handcomputer notiert, dabei wurde zusätzlich der Beginn bzw. das Ende (bei der Sozialen Gefiederpflege) erfasst.

#### 2.3.1.3.1 Die soziale Gefiederpflege

Bei der sozialen Gefiederpflege pflegt ein Individuum das Kopf- und Nackengefieder seines Partners. Beide Partnertiere sitzen in Körperkontakt. Das Putzen der Schwanzfedern, der Steißgegend, des Flügels, des Rückens und der Beine wird zu der Sozialen Gefiederpflege gerechnet. 'Soziale Gefiederpflege' kann von einem Partnertier aber auch von beiden Tieren gleichzeitig ausgeführt werden.

In dieser Untersuchung wurden folgende Eckdaten miteinbezogen:

Es wurde die Dauer und die Häufigkeit der auftretenden Ereignisse ('events') der sozialen Gefiederpflege aufgenommen, sowie die Dauer und die Häufigkeit der Phasen der sozialen Gefiederpflege, sowie der Initiator einer solchen Phase. Dabei wurde das Männchen, das Weibchen, beide Paarpartner gleichzeitig (im Folgenden bezeichnet als 'Beide') und das Paar an sich miteinbezogen.

Durch den Wert 'Differenz' in den jeweiligen Kategorien sollen Unterschiede in der Rollenaufteilung innerhalb des Paares ausgedrückt werden.

#### 2.3.1.3.2 Der soziale Index

Der Soziale Index berechnet sich aus dem Anteil sozio-positiver Interaktionen zu agonistischen Interaktionen, die von einem Individuum durchgeführt werden:

$S_i = \text{Pos} / (\text{Pos} + \text{Neg})$  ( $S_i$  = Sozialer Index, Pos = Anzahl sozio-positiver Interaktionen, Neg = Anzahl agonistischer Interaktionen)

Der Soziale Index kann einen Wert zwischen 0 und 1 annehmen, je mehr er sich der 1 annähert, desto stärker überwiegen positive Interaktionen bei einem Individuum.

<b>Sozio-positive Interaktionen</b>	
Partnerfüttern	Ein Tier füttert das andere mit Futterbrei, den es zuvor mit pumpenden Bewegungen aus dem Kropf hochgewürgt hat.
Schnäbeln	Die Vögel verhaken ihre Schnäbel ineinander, in Zusammenhang mit spielerischen Interaktionen

Kopulation/ Kopulationsversuch	Die Partnertiere sitzen in Körperkontakt nebeneinander auf der Sitzstange, wobei das Männchen seinen Schwanz unter den des Weibchens biegt, und beide Kloakenöffnungen werden aneinandergeführt.
-----------------------------------	--

<b>Agonistische Interaktionen</b>	
Territoriale Vertreibung	Ein Tier nähert sich schnell dem anderen an, welches daraufhin entweder sofort oder nachdem das vertreibende Tier in Richtung des Partners gehackt hat, seinen Platz verlässt.
Schnabelgefecht	Beide Tiere hacken sich in schnell alternierender Folge, meist ohne sich dabei wirklich zu berühren.
Hacken	Das Individuum führt seinen Schnabel in einer gezielten und schnellen Bewegung an den Körper des Partners.
Drohen	Als Folge einer Angriffsmotivation hebt das betroffene Individuum einen Fuß in Richtung des Partners.

### 2.3.2 Bestimmung des Hormonstatus

Zur Analyse der physiologischen Auswirkungen der Paarbindung wurde das gonadische Hormon Testosteron einbezogen. Die Testosteron-Konzentration wurde anhand von Kot der einzelnen Tiere bestimmt mittels eines Enzymimmunoassays.

Die Steroidbestimmung aus dem Kot bietet den Vorteil, dass das Sammeln der Kotproben nicht-invasiv ist und dadurch die Manipulation der Tiere, durch Fangen o.ä., zur Blutabnahme und die dadurch ausgelösten Reaktionen der Nebennierenstreßachse wegfallen (Dittami 1981).

#### 2.3.2.1 Die Sammlung der Kotproben

Die Sammlung der Kotproben erfolgte über einen Zeitraum von 9 Wochen hinweg (September bis November 2007), jeweils zwischen 7 Uhr bis 12 Uhr morgens, um den Einfluss des circadianen Rhythmus auf die Ausschüttung von Sexualsteroiden zu verringern (Assenmacher und Jallageas 1980).

Dabei wurden beide Tiere direkt observiert, um sicherzugehen, von welchem Individuum der abgesetzte Kot stammte. Sobald Kot abgesetzt wurde, wurde dieser unmittelbar mit Hilfe eines Spatels aus der Voliere geholt und einzeln verpackt und beschriftet (Volierennummer, Geschlecht, Datum).

Bis zur weiteren Analyse erfolgte die Lagerung in Eppendorf-Reaktionsgefäße (0,25 ml) bei  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Vorher wurde die Methode der Hormonanalyse aus Kot von Großpapageien validiert (Juni-August 2007). Der Kot hierfür wurde von Papageien der Gattung Ara im Zoologischen Garten Berlin gesammelt.

#### *2.3.2.2 Analyse der Kotproben*

Die Analyse der Kotproben erfolgte am Veterinär-Physiologisch-Chemischen Institut der Universität Leipzig unter der Leitung von Prof. Dr. Almuth Einspanier.

Die Methodik ist im Folgenden dargestellt.

Zur Ermittlung des Hormongehalts in den gewonnenen Kotproben diente ein kompetitiver Doppelantikörper-Enzymimmunoassay (EIA). Dabei wurden die Vertiefungen der verwendeten Mikrotiterplatten (Nunc A/S, Denmark) mit einem spezifischen Antikörper, der gegen das jeweilige spezifische Antiserum gerichtet ist, beschichtet und bis zur Verwendung bei  $-20^{\circ}\text{C}$  eingefroren.

Zunächst wurden die Standards mit Assaypuffer verdünnt, so dass die Eichreihe (50 bis 0,1 ng/ml) entstanden ist. Anschließend wurde die Enzym- und Antikörperlösung hergestellt. Nach 3x Waschen der aufgetauten Platten mit Waschlösung und anschließendem Ausklopfen wurden die Standardlösungen als Doppelbestimmung sowie die aufgearbeiteten Proben in die Vertiefungen pipettiert (je 50  $\mu\text{l}$ ).

Nach Zugabe von 100  $\mu\text{l}$  des hormonspezifischen Antikörpers erfolgte zunächst eine Inkubation des Versuchsansatzes über 4 Stunden bei  $4^{\circ}\text{C}$ . Anschließend wurden 100  $\mu\text{l}$  der Enzymlösung (Fitzgerald Industries International, USA) zugegeben, die Platten mit Folie verschlossen und über Nacht bei  $4^{\circ}\text{C}$  auf dem Schüttler inkubiert.

Am folgenden Tag wurde die Platte 4 Mal gewaschen, ausgeklopft und die Vertiefungen mit je 150  $\mu\text{l}$  Substratlösung gefüllt. Nach 50minütiger Inkubation im Dunkeln wurde die Reaktion mit je 50  $\mu\text{l}$  2M Schwefelsäure gestoppt.

Anschließend erfolgte die Messung der optischen Dichte bei einer Wellenlänge von 450nm mit dem Photometer (1420 Multilabel Counter VICTOR<sup>2</sup><sub>TM</sub> Perkin Elmer<sup>TM</sup>, Finland).

Die Messergebnisse wurden direkt auf den Computer übertragen und mit Hilfe der Auswertungssoftware die Hormonkonzentrationen in den Proben bestimmt.

In jedem Assay wurden die Qualitätskontrollen (QC) zur Ermittlung der Intra- und Interassayvarianz mitgeführt. Hierbei handelt es sich um eine bekannte Konzentration des zu untersuchenden Hormons, die im mittleren Messbereich der Assays liegt.

Die Ergebnisse der Hormonuntersuchung sind im Detail den Tabellen im Anhang zu entnehmen (siehe Anhang).

### *2.3.2.3 Die Abstimmung der Testosteron-Ausschüttung*

Die Testosteron-Ausschüttung der Partnertiere wurde auf verschiedene Weise untersucht. Zunächst wurde der Mittelwert der Testosteron-Konzentration für jedes Individuum berechnet. Dieser Durchschnittswert sollte Auskunft darüber geben, wie stark sich die Partnertiere in der Testosteron-Konzentration unterscheiden bzw. abstimmen.

Um die Schwankungen in der Hormonausschüttung zu berechnen, wurde die mittlere Fluktuationsrate für jedes Individuum festgestellt (Fischer 2001). Die Fluktuationsrate ergibt sich durch die Berechnung der Differenzen der Konzentrationswerte von zeitlich aufeinander folgenden Kotproben jedes Individuums. Für diese einzelnen Werte wurde wiederum für jedes Tier der Mittelwert errechnet. Die Fluktuationsrate gibt Auskunft über die Stabilität in der Hormonausschüttung. Je größer der Wert ist, desto stärker schwankt die Testosteronausschüttung im Untersuchungszeitraum.

Die Fluktuation wurde zusätzlich für jedes Paar errechnet. Hierbei wurden die Differenzen der Konzentrationswerte für jeden Sammlungstag von Männchen und Weibchen berechnet. Für diese einzelnen Werte wurde wiederum der Mittelwert bestimmt. Je niedriger der erhaltene Wert für die Fluktuationsrate ist, desto stärker ähnelt sich das Paar hinsichtlich seiner Testosteronausschüttung im gesamten Untersuchungszeitraum.

Zur Untersuchung der Synchronisation der Hormonausschüttung im Untersuchungszeitraum, wurde das Kendall's Tau berechnet (Engel 1997). Dieser Wert kann als Maß für die paarweise Testosteron Kovariation verwendet werden (Hirschenhauser et al. 1999) und eignet sich in diesem Fall besonders, weil er sich für eine relativ kleine Anzahl von Proben anwenden lässt und gegenüber Ausreißern sehr robust ist (Zöfel 1992).

### 2.3.3 Das Fortpflanzungspotential

Das Fortpflanzungspotential der Brutpaare erschließt sich zum Einen aus der Produktivität und zum Anderen aus der Fähigkeit zu kooperativen Jungenaufzucht.

*Tabelle 2-4: Darstellung des Fortpflanzungspotentials der Brutpaare in der Untersuchung*

<b>Produktivität</b>	
Eier	Die Anzahl der Eier, die im Durchschnitt von einem Paar pro Jahr gelegt wird. Dieser Wert bezieht nicht ein, wie viele der Eier befruchtet waren und auch nicht, wie viele vom Brutpaar oder vom Inkubator bebrütet worden sind. Er zeigt lediglich an, ob das Paar überhaupt in der Lage ist, eine Brut aufzunehmen.
Gelege	Die durchschnittliche Gelegeanzahl pro Jahr. Im Durchschnitt wird pro Paar ein Gelege pro Jahr produziert, es sei denn, ein Gelege geht verloren oder wird vom Menschen entnommen, um das Paar zu einer weiteren Brut anzuregen.
Gelegegröße	Die durchschnittliche Größe eines Geleges soll bei Paaren der Gattung Ara zwischen 1-3 Eiern liegen.
Jungtiere	Die durchschnittliche Anzahl pro Jahr überlebender Jungtiere. Hier sind sowohl handaufgezogene als auch selbständig großgezogene Jungtiere gemeint. Dieser Wert gibt keine Auskunft über den Grad der Kooperation des betrachteten Paares. In der Literatur wird die durchschnittliche Anzahl überlebender Jungtiere auch als Produktivität bezeichnet (Hirschenhauser et al. 1997).
Produktivitäts-Koeffizient	Dieser Koeffizient berechnet sich wie folgt: $(\text{Jungtiere/Eier}) * \text{Gelege}$ <p>Auf diese Weise ergibt sich ein Wert, der das Verhältnis gelegter Eier zu Jungtieren ausdrückt. Die Komponente 'Gelege', bezieht zudem die Häufigkeit der Eiablage mit ein.</p>
<b>Kooperative Jungenaufzucht</b>	
Jungtiere	Durch diesen Wert wird dargestellt, wie viele Jungtiere ein Paar pro Jahr selbständig großzieht. Die Angaben darüber, welche Paare regelmäßig ziehen und welche nicht in der Lage sind, Jungtiere groß zuziehen, wurden von der Loro Parque Fundación geliefert.
Koeffizient-Kooperative Jungenaufzucht	Das Verhältnis der Anzahl der durchschnittlich überlebenden Jungtiere pro Jahr zu der Anzahl der gelegten Eier, multipliziert mit der Gelegeanzahl. $(\text{Jungtiere/Eier}) * \text{Gelege}$

Dabei bezog sich die Produktivität auf den Lebens-Reproduktionserfolg (englisch: Lifetime reproductive success, LRS) der bestehenden Brutpaare (Rasmussen 1981). Der Reproduktionserfolg eines Brutpaares wurde aus den Aufzeichnungen der Zuchtstation der Loro Parque Fundación rekonstruiert. Dabei wurde die jährliche Anzahl der Eier, der Gelege und der überlebenden Jungtiere und der selbständig aufgezogenen überlebenden Jungtiere berücksichtigt, sowie die durchschnittliche Gelegegröße einbezogen. Die Berechnung des sogenannten Produktivitäts-Koeffizienten sollte zudem Auskunft über das Verhältnis überlebender Jungtiere zu gelegten Eiern geben. Die Anzahl der Gelege wurde in die Berechnung miteinbezogen:  $(\text{Anzahl Jungtiere} / \text{Anzahl Eier}) * \text{Gelege}$ . Dieser Koeffizient wurde zum Einen für die Produktivität (Anzahl überlebender Jungtiere) errechnet (Produktivitäts-Koeffizient), als auch bezogen für die Anzahl der vom Brutpaar selbständig großgezogenen Jungtiere (Koeffizient kooperative Jungenaufzucht).

In Tabelle 2-4 sind die unterschiedlichen Kategorien des Fortpflanzungspotentials dargestellt. Dabei handelt es sich stets um die Produktivität in Bezug auf den Gesamtbruterfolg des jeweiligen Brutpaares, seit Bestehen der Paarbindung (Black 2001). Die Daten für den Bruterfolg für alle Paare sind im Anhang dargestellt (siehe Anhang).

## **2.4 Datenauswertung**

### 2.4.1 Verwendete Hilfsmittel

Zur Datenaufnahme der Paarbindung wurde ein Handcomputer der Marke Tungsten verwendet (siehe Punkt 2.3.1). Nach der Datenaufnahme mit dem Handcomputer wurden die Daten auf einen PC transferiert und später in Excel in vorgefertigten Datenblättern weiter ausgewertet. Als Zeitgeber für die Datenaufnahme wurde eine handelsübliche Stoppuhr eingesetzt.

### 2.4.2 Statistische Auswertung

Zur statistischen Auswertung wurde WinSTAT, ein Statistik-Add-in für Microsoft Excel und das Statistik Programm SPSS (16.0) verwendet.

#### *2.4.2.1 Der Einfluss der Art auf die Untersuchung*

Der Einfluss der Art auf die Ergebnisse (Life History = Alter, Herkunft, Altersunterschied der Partner, Dauer der Paarbindung), Paarbindungsverhalten, Hormonstatus/Testosteron und Fortpflanzungspotential) wurde mit Hilfe des Kruskal-Wallis Tests untersucht. Dieser Test ist ein nichtparametrischer Test für den Vergleich mehrerer, unabhängiger Stichproben von unterschiedlicher Größe (Engel 1997). Durch diesen Test sollte für die

weiteren Analysen gewährleistet werden, dass die Brutpaare gattungsweise und als Einheit betrachtet werden können.

#### 2.4.2.2 Diskriminanzfunktionsanalyse

Zur Untersuchung der Bedeutung der Paarbindungsqualität auf das Fortpflanzungspotential eines Paares wurden Diskriminanzfunktionsanalysen durchgeführt. Die Diskriminanzfunktionsanalyse ist eine multivariates Verfahren zur Analyse von Gruppenunterschieden. Dabei geht man davon aus, dass zwischen Fällen und ihren Variablen ein Zusammenhang besteht (Backhaus 2003).

Mit Hilfe dieses multivariaten Verfahrens sollte überprüft werden, ob sich die untersuchten Brutpaare, nach Einteilung in Gruppen hinsichtlich ihres Reproduktionserfolgs, durch verschiedene Merkmale der Paarbindung unterscheiden.

Das Ziel der Analyse sollte sein, zu überprüfen, ob sich die Fälle (Brutpaare) anhand der Variablen in Gruppen einteilen lassen. Die Fälle werden vor der Analyse nach bestimmten Kriterien in Gruppen eingeteilt (siehe Tabelle 2-5). Diese Einteilung wird wiederum anhand der Variablen überprüft. Dafür werden die Fälle durch die Diskriminanzfunktionsanalyse aufgrund der Variablen den Gruppen zugeordnet. Dann wird festgestellt, welche Variable die Gruppenmittelpunkte erfolgreich voneinander trennt.

In dieser Untersuchung wurden mehrere Diskriminanzfunktionen erstellt, die die Trennung der Gruppen optimieren und die Kriterien der Qualität der Paarbindung auf ihre trennende Bedeutung hin überprüfen sollten. Darauf folgte wieder die Zuordnung der Objekte in eine der Gruppen. Für die Objekte, die sich in der gleichen Gruppe befunden haben, sollten sich ähnliche Funktionswerte ergeben.

Die Güte des Modells lässt sich über mehrere Kennzahlen bestimmen. Die Prozentzahl der vom Modell korrekt klassifizierten Objekte gibt Auskunft über die Qualität des Diskriminanzfunktionsmodells, je besser das Modell ist, desto höher ist der Anteil der korrekt klassifizierten Fälle.

Ein weiteres Maß für die Qualität der Gruppeneinteilung gibt der a-priori-Wert, der die Wahrscheinlichkeit ausdrückt, mit der eine Messung der Qualität der Bindung einer bestimmten Gruppe zugeordnet wurde. Die Differenz zwischen der a-priori-Wahrscheinlichkeit und der Prozentzahl der korrekt klassifizierten Fälle sollte möglichst groß sein.

Tabelle 2-5: In dieser Tabelle sind die Gruppierungen für die Diskriminanzfunktionsanalyse dargestellt, nach denen die Paare je nach Quantität ihres Bruterfolgs eingeteilt worden sind.

Gruppierung	Kategorien	Paare
Produktivität		
Eier	wenig mittel	mac1; mac2; rub2 /amb1; ara1; ara3; chl1; chl2; chl3; gla2; gla4; gla5; mac3; mil1; rub3; rub4
	viel	ara2; gla1; gla3; mac4; rub1
Gelege	wenig	mac1; mac2; rub2; ara1; chl1; chl2; gla5; mil1
	mittel	amb1; ara3; chl3; gla2; gla4; mac3; rub3; rub4
	viel	gla1; rub1; ara2; gla3; mac4
Gelegegröße	Klein	mac2; rub2; chl1; gla5; mil1; mac3; rub3
	mittel	mac1; ara1; chl2; amb1; ara3; ara2
	groß	chl3; gla2; gla4; rub4; gla1; rub1; gla3; mac4
Jungtiere	wenig	/mac2; rub2/
	mittel	/chl1; gla5; mil1; mac1; chl2; chl3 /
	viel	/mac3; rub3; ara1; amb1; ara3; gla2; gla4; rub4; gla1 /
	sehr viel	/ara2; rub1; gla3; mac4/
Produktivitäts-Koeffizient	gering	/mac2; rub2; chl1; gla5; mil1; mac1; chl2; chl3/
	mittel	/mac3; ara1; gla2; gla4; rub4; gla1/
	hoch	/rub3; amb_1; ara3; ara2; rub1; gla3; mac4 /
Kooperative Jungenaufzucht		
Jungtiere Selbständig	wenig	/mac2; rub2; mil1; chl3; chl2; mac3; gla4; ara2; gla3; mac4/
	mittel	/chl1; mac1; gla5/
	viel	/gla1; ara1; gla2; rub4; rub3; ara3; rub1; amb1/
Koeffizient kooperative Jungenaufzucht	gering	/mac2; rub2; mil1; chl3; chl2; mac3; gla4; ara2; gla3; mac4/
	mittel	/chl1; mac1; gla5/
	hoch	/gla1; ara1; gla2; rub4; rub3; ara3; rub1; amb1 /

Eine dritte Kennzahl ist der Wert Wilks' Lambda. Bei seiner Errechnung werden die Messergebnisse für die Qualität der Paarbindung auf signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen getestet. Je kleiner der Wert, desto verschiedener sind die Gruppenmittelwerte und desto höher ist der Erklärungswert einer Verhaltensweise für die Auftrennung der Gruppen.

#### 2.4.2.3 Regressionsanalyse

Nachdem im Rahmen der Diskriminanzanalyse untersucht worden ist, welche Kriterien der Qualität der Paarbindung bei der signifikanten Trennung der Gruppen eine Rolle spielen, sollten diese Werte über eine Regressionsanalyse auf die Art ihres

Zusammenhangs mit dem Fortpflanzungspotential hin untersucht werden. So soll der Einfluss der unabhängigen, erklärenden Variablen (Qualität der Paarbindung) auf die abhängige Variable (Fortpflanzungspotential) untersucht werden (Engel 1997).

Aufschluss über die Erklärungsgüte dieses Modells gibt der Wert R-Quadrat (Brosius 2008). Der Wert nimmt dann 1 an, wenn sich das Fortpflanzungspotential eines Paares vollkommen durch ein bestimmtes Kriterium der Qualität der Paarbindung erklärt werden kann. Wenn hier kein Zusammenhang besteht, nimmt R-Quadrat den Wert 0 an. Die Signifikanzgrenze liegt bei 0,05.

Zusätzlich wurde ein Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet (Engel 1997) um die Stärke des Zusammenhangs zwischen zwei Variablen darzustellen. Der Wert kann zwischen -1 und 1 schwanken, je größer er ist, desto größer ist der Zusammenhang. Durch das Vorzeichen des Koeffizienten wird die Richtung des Zusammenhangs angezeigt.

### 3 Ergebnisse

#### 3.1 Einfluss der ART auf die Paarbindung und das Fortpflanzungspotential

Damit die ausgewählten Brutpaare in der Untersuchung als Gesamtheit betrachtet werden konnten, sollte die jeweilige Artzugehörigkeit keinen Einfluss auf die Ergebnisse haben. Nur so können die 21 Brutpaare, die sieben verschiedenen Arten angehören, in den weiteren Analysen als homogene Stichprobe behandelt werden.

Um den Einfluss der Art auf die Ergebnisse zu untersuchen wurde ein Kruskal-Wallis Test durchgeführt (siehe 2.4.2.1). Dabei wurde die Bedeutung der Artzugehörigkeit für die Life History (Alter, Herkunft der Individuen, Altersunterschied, Dauer der Paarbindung, Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht) der untersuchten Individuen, das Fortpflanzungspotential, die Abstimmung der Tagesaktivität, das Kontaktverhalten, die Sozialen Interaktionen und den Hormonstatus von Testosteron untersucht.

Die Arten *Ara militaris* und *Ara ambigua* wurden nicht in den Kruskal-Wallis Test miteinbezogen, da hier, nach Ausschluss von Brutpaaren, die den Kriterien der Untersuchung nicht entsprochen haben (siehe Punkt 2.1), jeweils nur ein Paar je Art verblieben waren. Die Mindestzahl pro Gruppe muss aber drei Paare betragen (Engel 1997).

Der Kruskal-Wallis Test hat ergeben, dass die Art auf das Fortpflanzungspotential keinen signifikanten Einfluss hat.

Auch bezogen auf die Ergebnisse für die Daten der 'Life History' der einzelnen Paare, spielte die Artzugehörigkeit der Brutpaare keine Rolle.

Bei der 'Abstimmung der Tagesaktivität' gibt es einen signifikanten Einfluss der Art bei der abgestimmten Verhaltensweise 'Gefiederpflege' ('Häufigkeit Phase' und 'Paar') (siehe Tabelle 3-1). Die Artzugehörigkeit hat demnach eine Bedeutung bezüglich der simultan ausgeführten Gefiederpflege.

Tabelle 3-1: Einfluss der Art auf die Abstimmung der Tagesaktivität; df= Freiheitsgrade

	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
Gefiederpflege (Häufigkeit)	11,11	4	0,03
Gefiederpflege (Paar)	10,75	4	0,03

Hinsichtlich von Verhaltensweisen, die in Körperkontakt zum Partnertier gezeigt wurden, ist es wiederum die Gefiederpflege (Dauer und Häufigkeit der ‚Phasen‘) bei der die Artzugehörigkeit einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse hat (Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Einfluss der Art auf das Kontaktverhalten; df= Freiheitsgrade

	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
Gefiederpflege (Dauer)	10,15	4	0,04
Gefiederpflege (Häufigkeit)	11,92	4	0,02

Bei der 'Sozialen Gefiederpflege' spielt die Art hinsichtlich der Häufigkeit mit der sich das Paar das Gefieder gleichzeitig pflegt, hinsichtlich der Summe der Phasen und ihrer Häufigkeit eine signifikante Rolle.

Tabelle 3-3: Einfluss der Art auf die Sozialen Interaktionen; df= Freiheitsgrade

'Soziale Gefiederpflege'	Chi-Quadrat	df	Signifikanz
Häufigkeit Paar	10,25	4	0,04
Summe Phase	11,34	4	0,02
Häufigkeit Phase	10,49	4	0,03

Auf die Testosteron-Konzentration hatte die Art keinen signifikanten Einfluss. In der weiteren Interpretation der Ergebnisse werden die gefundenen Einflüsse der Artzugehörigkeit berücksichtigt.

### 3.2 Deskriptive Beschreibung der Ergebnisse

Vor einer genaueren Analyse der Beziehung der Qualität der Paarbindung und des Fortpflanzungspotentials erfolgt an dieser Stelle die deskriptive Darstellung der Ergebnisse.

In den Tabellen sind die Mittelwerte und die Standardabweichung der Ergebnisse für jedes Brutpaar dargestellt, die sich aus den drei Beobachtungstagen ergeben haben. Die Ergebnisse werden deshalb in Durchschnittswerten in Tabellen dargestellt um die Schwankungsbreite der Daten erkennbar zu machen.

## 3.2.1 Die untersuchten Paare

Tabelle 3-4: In dieser Tabelle sind die individuellen Daten der untersuchten Tiere dargestellt. Das Alter ist in Jahren angegeben, dabei handelt es sich bei den meisten Individuen um geschätzte Werte. Die Herkunft der Tiere ist folgendermaßen definiert: UN= unbekannte Herkunft; WF= Wildfang; NB = Naturbrut; HA= Handaufzucht; NB-HA=zunächst Naturbrut, später weiter von Hand aufgezogen. Die Fähigkeit zur selbständigen Jungenaufzucht ist mit Werten von 0 (das Paar ist nicht zur kooperativen Jungenaufzucht in der Lage) und 1 (das Paar zieht Jungtiere selbständig auf) bezeichnet. Der Wert 0,5 gibt an, wenn das Paar in seltenen Fällen in der Lage zur selbständigen Jungenaufzucht war. Der Altersunterschied und die Dauer der Paarbindung ist ebenfalls in Jahren angegeben.

Art	Paar	Alter		Herkunft		Jungen- aufzucht	Alters- unterschied	Dauer der Paar- bindung
		M	W	M	W	Paar	Paar	Paar
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	15	7	WF	NB	1	8	4
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	18	19	NB	UN	1	1	2
	ara_2	12	10	WF	WF	0	2	6
	ara_3	8	7	HA	HA	1	1	7
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	16	12	UN	UN	1	4	12
	chl_2	17	17	NB-HA	UN	0,5	0	4
	chl_3	16	14	HA	UN	0	2	6
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	23	7	UN	NB	1	16	6
	gla_2	16	17	UN	NB	1	1	12
	gla_3	15	15	NB-HA	NB-HA	0	0	4
	gla_4	14	16	NB-HA	NB-HA	0	2	5
	gla_5	11	11	NB-HA	NB-HA	1	0	8
<b>Ara macao</b>	mac_1	16	23	UN	UN	1	7	4
	mac_2	25	7	HA	NB	0,5	18	5
	mac_3	14	17	NB-HA	NB-HA	0	3	8
	mac_4	17	20	NB-HA	NB-HA	0	3	11
<b>Ara militaris</b>	mil_1	33	7	UN	UN	0	26	9
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	15	15	UN	UN	1	0	11
	rub_2	7	11	NB-HA	NB-HA	1	4	6
	rub_3	13	12	UN	UN	1	1	6
	rub_4	18	18	UN	HA	1	0	17
<b>Mittelwert</b>		<b>16,1</b>	<b>13,4</b>				<b>4,7</b>	<b>7,3</b>
<b>Stabw</b>		<b>5,6</b>	<b>4,9</b>				<b>7,0</b>	<b>3,6</b>

In die Untersuchung wurden von den ursprünglich ausgewählten 23 Paaren 21 einbezogen. Ein Paar *Ara militaris* musste ausgeschlossen werden, da es noch keinen, wie zunächst angenommen, Reproduktionserfolg gehabt hatte. Ein Paar *Ara chloroptera* brütete zum Zeitpunkt der Untersuchung.

Hinsichtlich des Alters der untersuchten Brutpaare ergab sich folgendes Bild: Das Durchschnittsalter der Männchen betrug 16,1 Jahre. Das älteste Männchen war 33 Jahre, das jüngste 7 Jahre alt. Im Durchschnitt waren die Weibchen mit 13,4 Jahren etwas jünger. Das älteste Weibchen war 23 Jahre und die Jüngsten sind 7 Jahre alt. Bei den Altersangaben handelte es sich in den meisten Fällen um Schätzungen der Loro Parque Fundación, da bei Tieren ungeklärter Herkunft ein genaues Alter nicht bestimmbar war.

Der durchschnittliche Altersunterschied zwischen den Partnern lag bei 4,7 Jahren. Am größten ist er bei dem Paar Ara mil\_1 mit 26 Jahren (das Männchen ist älter als das Weibchen). Bei den meisten Paaren schwankt der Altersunterschied zwischen 0 bis 4 Jahren.

Die durchschnittliche Dauer einer Paarbindung der untersuchten Brutpaare zum Zeitpunkt der Untersuchung beträgt 7,3 Jahre, die längste besteht seit 17 Jahren (rub\_4) die kürzeste seit 2 Jahren (ara\_1).

Bei 11 der 23 Paare ist sicher, dass diese ihre Jungtiere immer selbständig großziehen, 7 Paaren gelingt das nicht. Für zwei Paare wurde gesagt, dass sie gelegentlich in der Lage wären, Jungtiere groß zuziehen (vgl. Tabelle 3-4).

Nur drei Tiere (amb\_1 Männchen; ara\_2 Männchen und Weibchen) sind nachweislich Wildfänge, nur wenige der Individuen sind Handaufzuchten (ara\_3 Männchen und Weibchen, mac\_2 Männchen und rub\_4 Weibchen). Bei 16 Paaren ist die Herkunft unbekannt.

### 3.2.2 Das Fortpflanzungspotential

Zur Darstellung des Fortpflanzungspotentials wurden zwei Oberkategorien gebildet (siehe 2.3.3), die Produktivität (Anzahl Eier, Gelege, Jungtiere, durchschnittliche Gelegegröße, Produktivitäts-Koeffizient) und die Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht.

Die durchschnittliche Anzahl an Eiern pro Jahr bei den untersuchten Paaren pro Jahr ist 2,3 Eier. Die meisten Eier legte Paar mac\_4 mit 8,6 Eiern. Das Paar mac\_2 produzierte mit 0,2 Eiern die wenigsten pro Jahr.

Ein durchschnittliches Gelege bestand bei den untersuchten Paaren aus 1,3 Eiern pro Jahr. Die größten Gelege produzierte das Paar rub\_1 mit 2,4 Eiern. Wiederum war es das Paar mac\_2, das die wenigsten Eier pro Gelege und Jahr hergestellt hat (0,2). Die meisten überlebenden Jungtiere pro Jahr hatte das Paar mac\_4 mit 7 Jungtieren, die wenigsten die Paare mac\_2 und rub\_2 mit keinen Jungtieren.

Tabelle 3-5: Der reproduktive Erfolg der Brutpaare. E=Eier; G=Gelegeanzahl; Gg=Gelegegröße; J=Jungtiere; K= Koeffizient[ (Jungtiere/Eier)\*Gelege];

Art	Paar	Produktivität					Kooperative Jungen- Aufzucht		Produktivität 2007			
		E	G	Gg	J	K	J	K	E	G	Gg	J
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	2,0	1,3	1,0	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>	<b>2,0</b>	<b>1,3</b>	<b>0</b>	0	0	<b>0</b>
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	2,5	1,0	1,3	<b>2,0</b>	0,8	<b>2,0</b>	<b>0,8</b>	5	2	3	4
	ara_2	<b>4,3</b>	<b>2,3</b>	<b>1,3</b>	<b>2,5</b>	<b>1,3</b>	0,0	0,0	4	2	2	1
	ara_3	2,2	<b>1,4</b>	<b>1,5</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	5	2	3	3
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	1,3	0,7	0,9	0,6	0,3	0,6	0,3	5	2	3	0
	chl_2	1,3	0,8	1,0	0,8	0,5	0,0	0,0	1	1	1	0
	chl_3	2,3	1,2	<b>1,6</b>	0,7	0,3	0,0	0,0	4	2	2	0
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	<b>4,3</b>	<b>1,8</b>	<b>1,9</b>	1,3	0,6	<b>1,3</b>	<b>0,6</b>	6	2	3	0
	gla_2	2,5	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	1,3	0,7	<b>1,3</b>	<b>0,7</b>	3	1	2	0
	gla_3	<b>4,3</b>	<b>2,0</b>	<b>1,7</b>	<b>3,3</b>	<b>1,5</b>	0,0	0,0	8	3	3	4
	gla_4	<b>3,6</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>2,0</b>	<b>0,9</b>	0,0	0,0	8	3	3	3
	gla_5	1,1	0,6	0,9	0,6	0,3	0,6	0,3	3	1	3	2
<b>Ara macao</b>	mac_1	1,0	0,8	1,0	0,5	0,4	0,5	<b>0,4</b>	0	<b>0</b>	0	0
	mac_2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0	0	0	0
	mac_3	2,0	1,1	0,9	1,1	0,6	0,0	0,0	6	3	2	2
	mac_4	<b>8,6</b>	<b>3,7</b>	<b>1,8</b>	<b>7,0</b>	<b>3,0</b>	0,0	0,0	11	4	3	7
<b>Ara militaris</b>	mil_1	1,7	0,9	0,9	0,8	0,4	0,0	0,0	0	0	0	0
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	<b>5,5</b>	<b>1,9</b>	<b>2,4</b>	<b>4,7</b>	<b>1,6</b>	<b>4,7</b>	<b>1,6</b>	10	2	5	4
	rub_2	1,0	0,5	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	7	4	2	5
	rub_3	2,5	<b>1,5</b>	0,8	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	<b>1,8</b>	<b>1,1</b>	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	rub_4	<b>2,8</b>	<b>1,4</b>	<b>1,7</b>	<b>1,8</b>	<b>0,9</b>	<b>1,8</b>	<b>0,9</b>	1	1	1	1
<b>Mittelwert</b>		<b>2,7</b>	<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,7</b>	<b>0,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,4</b>	<b>4,4</b>	<b>1,8</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>
<b>STABW</b>		<b>1,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>1,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1,2</b>	<b>0,5</b>	<b>3,4</b>	<b>1,3</b>	<b>1,4</b>	<b>2,1</b>

Die höchste Wert im Produktivitäts-Koeffizienten (siehe 3.2.2) zeigte sich hier wieder bei Paar mac\_4, Paar amb\_1 und Paar rub\_1 und gla\_3, ara\_3 und ara\_1. Die geringsten Werte hatten die Paare mac\_2 und rub\_2, da diese Paare keine überlebenden Jungtiere hatten.

Auskunft über die Produktivität hinsichtlich der Anzahl der Jungtiere, die von einem Paar selbständig großgezogen worden sind, gibt die Anzahl der im Jahr selbständig großgezogenen Jungtiere. Die meisten Jungtiere zieht das Paar rub\_4 zusammen groß (4,7 Jungtiere pro Jahr).

Die Paare gla\_1 und gla\_2 zogen im Vergleich zu den übrigen Paaren, die zur kooperativen Jungenaufzucht in der Lage waren, 1,3 Eier pro Jahr groß.

Wie bereits unter Punkt 3.1 erwähnt, waren 10 Paare überhaupt nicht in der Lage Jungtiere selbständig groß zuziehen (siehe hinsichtlich der Einzeldaten: Anhang)

### 3.2.3 Die Abstimmung der Tagesaktivität

Verschiedene Verhaltensweisen wurden auf ihre zeitliche Abstimmung mit dem Partnertier hin untersucht. Dabei wurde der Fokus bei der Auswertung der Untersuchung sowohl auf die Dauer, als auch auf die Häufigkeit, mit der das Paar abgestimmte Verhaltensphasen gezeigt haben, gelegt.

Der Grad der Abstimmung der Tagesaktivität wurde zunächst für die Individuen der einzelnen Brutpaare in einen Verhältniswert umgerechnet, um die Beziehung von mit dem Partner abgestimmten Verhaltensweisen zu solitär durchgeführten Verhaltensweisen darzustellen. Dafür wurde folgender Index angewandt:

Anzahl abgestimmter Verhaltensweisen/ (Anz. abgst. VW + Anz. sol. VW)

VW= Verhaltensweise, Anz. = Anzahl, abst.= abgestimmt, sol. = solitär.

Der Wert kann von 0 bis 1 schwanken – je näher sich der Wert der 1 nähert, desto mehr wurde eine Verhaltensweise mit dem Partner zeitlich abgestimmt.

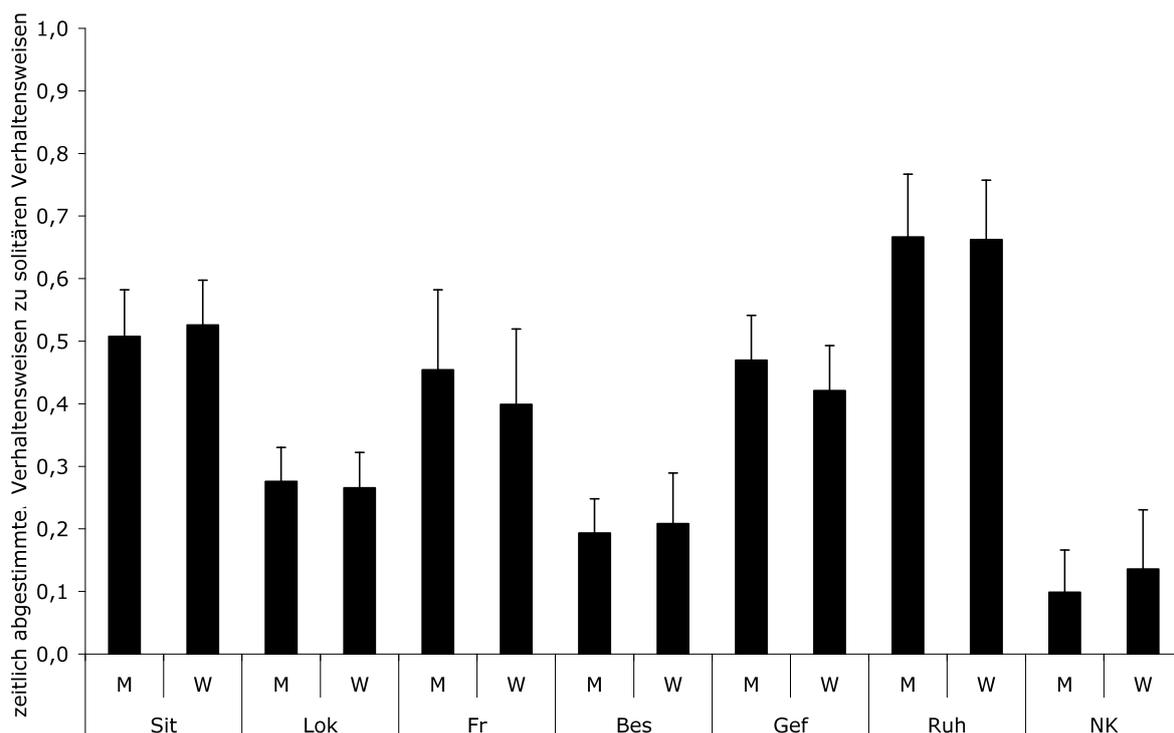


Abbildung 3-1: Das Verhältnis zeitlich mit dem Partner abgestimmter Verhaltensweisen zu unabhängig zum Partner durchgeführten Verhaltensweisen. M=Männchen, W = Weibchen. Sit= Sitzen, Lok= Lokomotion; Fr= Fressen; Bes= Beschäftigung; Gef=Gefiederpflege; Ruh=Ruhen; NK=Aufenthalt im Nistkasten.

Aus Abbildung 3-1 wird deutlich, dass bei den untersuchten Brutpaaren hauptsächlich die Verhaltensweisen der Tagesaktivität Ruhen (M=0,67; W = 0,66) und Sitzen (M=0,51;

W= 0,53) verstärkt mit dem Partner durchgeführt worden sind. Die Verhaltensweisen Fressen (M=0,45; W=0,40) und Gefiederpflege (M=0,47; W=0,42) wurden etwas weniger häufig mit dem Partner simultan gezeigt, als unabhängig von ihm. Bei der Lokomotion (M=0,28; W=0,27), der Beschäftigung (M=0,19; W=0,21) und dem Aufenthalt im Nistkasten (M=0,10; W=0,14) war der Anteil der Zeit, die diese Verhaltensweisen mit dem Partner zeitlich abgestimmt gezeigt worden sind, noch einmal geringer. Ein deutlicher Unterschied zwischen Männchen (M) und Weibchen (W) ist nicht zu erkennen gewesen. In Tabelle 3-6 ist der Zeitanteil der auf den Partner abgestimmten Verhaltensweisen für jedes Brutpaar dargestellt.

*Tabelle 3-6::Darstellung der zeitlich aufeinander abgestimmten Verhaltensweisen als Anzahl der 'points' für jedes Brutpaar. Sit= Sitzen; Lok=Lokomotion; Fr=Fressen; Bes=Beschäftigung; Gef=Gefiederpflege; Ruh=Ruhen; NK= Aufenthalt im Nistkasten. Die Werte, die über den jeweiligen Durchschnittswerten lagen, sind fettgedruckt hervorgehoben.*

Art	Paar	Sit	Lok	Fr	Bes	Gef	Ruh	Nk
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	113,1	18,1	<b>78,9</b>	4,2	25,7	<b>214,3</b>	<b>309,3</b>
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	<b>356,3</b>	17,9	8,1	0,3	59,0	145,4	0,0
	ara_2	<b>290,8</b>	14,7	25,2	3,6	67,9	64,0	<b>66,5</b>
	ara_3	235,6	<b>23,0</b>	26,3	<b>37,9</b>	<b>112,1</b>	111,5	0,0
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	<b>273,3</b>	14,9	9,1	1,8	47,8	<b>174,7</b>	<b>153,3</b>
	chl_2	134,2	11,6	<b>55,9</b>	4,4	54,7	146,6	<b>246,5</b>
	chl_3	180,5	18,2	<b>52,4</b>	6,8	43,6	<b>148,4</b>	<b>231,7</b>
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	<b>250,5</b>	<b>25,1</b>	<b>42,7</b>	2,7	<b>74,1</b>	<b>178,4</b>	21,0
	gla_2	<b>298,1</b>	17,5	0,0	1,0	<b>92,6</b>	<b>214,4</b>	4,1
	gla_3	237,7	18,2	25,8	<b>10,2</b>	20,1	<b>150,1</b>	0,0
	gla_4	200,6	5,1	5,7	<b>12,7</b>	40,1	<b>201,9</b>	0,0
	gla_5	<b>357,2</b>	<b>28,4</b>	0,0	2,2	60,6	85,2	0,0
<b>Ara macao</b>	mac_1	<b>272,4</b>	13,1	16,0	3,4	<b>72,4</b>	75,4	<b>81,0</b>
	mac_2	236,5	<b>27,0</b>	<b>112,7</b>	<b>23,8</b>	<b>102,2</b>	101,9	0,0
	mac_3	<b>284,2</b>	<b>50,9</b>	<b>82,1</b>	<b>23,6</b>	61,0	103,6	<b>75,6</b>
	mac_4	<b>289,3</b>	<b>22,2</b>	<b>90,8</b>	<b>13,7</b>	65,4	<b>169,9</b>	0,0
<b>Ara militaris</b>	mil_1	207,5	11,2	<b>111,2</b>	<b>20,4</b>	52,6	135,1	0,3
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	231,8	<b>19,7</b>	18,4	7,6	<b>117,8</b>	<b>218,5</b>	0,0
	rub_2	<b>247,9</b>	9,8	15,9	1,3	<b>127,3</b>	113,3	0,0
	rub_3	<b>261,6</b>	<b>25,2</b>	30,3	1,9	<b>109,4</b>	136,2	0,0
	rub_4	238,4	15,9	30,5	5,4	<b>101,3</b>	<b>216,5</b>	0,0
<b>MW</b>		<b>247,5</b>	<b>19,4</b>	<b>39,9</b>	<b>9,0</b>	<b>71,8</b>	<b>147,9</b>	<b>56,6</b>
<b>STABW</b>		<b>60,3</b>	<b>9,3</b>	<b>35,6</b>	<b>9,9</b>	<b>30,6</b>	<b>48,3</b>	<b>95,8</b>

Durch die in der Tabelle 3-6 dargestellten Einzeldaten der Durchschnittswerte für jedes Brutpaar wird die Unterschiedlichkeit der Ergebnisse für einzelne Brutpaare deutlich. So

gibt es Paare die deutlich mehr Verhaltensweisen mit dem Partnertier zeitlich abstimmen, als andere, wie bei den Paaren gla\_1, mac\_2, mac\_3 und mac\_4, bei denen fast alle der untersuchten Verhaltensweisen zur Tagesaktivität verstärkt mit dem Partner durchgeführt werden. Andere Paare dagegen stimmen ihre Tagesaktivität nur schwach aufeinander ab (z.B. ara\_1; ara\_2; rub\_4). Die Ergebnisse für die Brutpaare stellen sich demnach ziemlich unterschiedlich dar.

Wie schon in Abbildung 3-1 gezeigt worden ist, waren das Sitzen und das Ruhen die Verhaltensweisen, die im Durchschnitt am häufigsten zeitgleich mit dem Partner gezeigt worden ist.

Der Zusammenhang von der Dauer und der Häufigkeit einer auf den Partner abgestimmten Phase der Verhaltensweisen 'Sitzen', 'Lokomotion', 'Fressen', 'Beschäftigung', 'Gefiederpflege', 'Ruhen' und 'Aufenthalt im Niskasten' wurden ebenfalls gemessen.

Nach einer Korrelation (Spearman's Rangkorrelationskoeffizient, siehe 2.4.2.3) der Ergebnisse zeigt sich, dass Dauer und Häufigkeit, mit der eine bestimmte Verhaltensweise auf den Partner abgestimmt durchgeführt worden ist in den meisten Fällen signifikant korreliert, mit Ausnahme von 'Sitzen'. Das bedeutet: Je häufiger eine Phase zeitlich aufeinander abgestimmt worden ist, desto länger dauerte sie an.

*Tabelle 3-7: Dargestellt ist der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient der Korrelation der Dauer und der Häufigkeit der Phasen, die beide Partnertiere aufeinander abgestimmt haben, Signifikante Korrelationen ( $p \leq 0,05$ ) sind fettgedruckt hervorgehoben.*

	Dauer						
Häufigkeit	Sit	Lok	Fr	Bes	Gef	Ruh	Nk In
Sit	0,39	0,256	-0,036	0,051	0,299	<b>-0,554</b>	<b>-0,492</b>
Lok	0,252	<b>0,506</b>	0,157	0,200	0,227	-0,027	-0,327
Fr	-0,141	0,293	<b>0,753</b>	0,408	-0,173	0,067	0,136
Bes	0,08	0,392	<b>0,461</b>	<b>0,931</b>	-0,131	-0,173	-0,359
Gef	0,300	0,491	-0,088	-0,048	<b>0,923</b>	-0,239	-0,454
Ruh	0,264	0,162	-0,417	-0,183	0,062	<b>0,835</b>	0,312
NK In	0,232	-0,122	-0,167	-0,205	-0,251	<b>0,529</b>	<b>0,928</b>

### 3.2.4 Das Kontaktverhalten

#### 3.2.4.1 Das Verhalten in Körperkontakt

Tabelle 3-8: Dargestellt ist die durchschnittliche Anzahl der 'points' der Verhaltensweisen, die die Paare in Körperkontakt und zeitlich aufeinander abgestimmt ausgeführt haben. Werte, die größer als der Mittelwert sind, sind fettgedruckt hervorgehoben. (Ruh=Ruhen; Sit=Sitzen;Gef=Gefiederpflege)

Art	Paar	Ruh	Sit	Gef
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	7,6	36,7	16,5
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	4,4	43,2	<b>18,9</b>
	ara_2	<b>19,8</b>	44,2	<b>35,2</b>
	ara_3	<b>14,6</b>	<b>87,5</b>	<b>47,9</b>
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	<b>14,9</b>	51,5	16,3
	chl_2	2,8	42,3	0,8
	chl_3	5,9	29,2	10,6
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	4,7	<b>65,7</b>	16,6
	gla_2	13,0	<b>94,7</b>	<b>37,7</b>
	gla_3	4,5	46,5	3,8
	gla_4	0,0	0,0	0,0
	gla_5	12,8	44,7	2,9
<b>Ara macao</b>	mac_1	7,8	43,7	12,7
	mac_2	0,0	32,4	5,4
	mac_3	<b>18,5</b>	<b>66,5</b>	6,5
	mac_4	9,8	24,1	5,7
<b>Ara militaris</b>	mil_1	<b>35,1</b>	<b>63,7</b>	<b>28,0</b>
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	<b>18,4</b>	<b>97,8</b>	<b>34,6</b>
	rub_2	<b>58,7</b>	<b>100,0</b>	<b>34,0</b>
	rub_3	8,9	<b>79,8</b>	12,8
	rub_4	<b>29,5</b>	29,2	<b>17,8</b>
<b>Mittelwert</b>		<b>13,9</b>	<b>53,5</b>	<b>17,4</b>
<b>STABW</b>		<b>13,7</b>	<b>26,7</b>	<b>13,8</b>

Von den Verhaltensweisen, die die Brutpaare in Körperkontakt mit dem Partnertier gezeigt haben, war das ‚Sitzen‘ am häufigsten, dagegen sind das ‚Ruhen‘ und ‚Gefiederpflege‘ in Körperkontakt zum Partner deutlich seltener aufgetreten und liegen fast gleich auf (13,9 Ruhen und 17,4 Gefiederpflege; vgl. Tabelle 3-7). Bei allen Ergebnissen ist die Standardabweichung sehr hoch, das bedeutet, dass sich die Ergebnisse für die untersuchten Paare für das gezeigte Verhalten in Körperkontakt stark unterschieden haben.

Die Paare rub\_1 und rub\_2, mil\_1, ara\_3 zeigten alle drei Verhaltensweisen besonders häufig in Körperkontakt, die Paare gla\_4 und chl\_3 hingegen führten diese Verhaltensweisen sehr selten oder gar nicht in direktem Körperkontakt mit dem Partner aus.

### 3.2.4.2 Der Kontaktindex

Der Kontaktindex kann von -1 (das Männchen ist vollständig für die aktive Einhaltung des Körperkontakts verantwortlich) bis +1 (das Weibchen ist vollständig für die aktive Einhaltung des Körperkontakts verantwortlich) reichen (siehe 2.3.1.2). Die Ergebnisse sind in Tabelle 3-9 dargestellt.

Tabelle 3-9: Darstellung des Kontaktindex für jedes Brutpaar.

Art	Paar	Kontaktindex
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	<b>0,13</b>
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	<b>0,14</b>
	ara_2	<b>0,40</b>
	ara_3	<b>0,49</b>
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	-0,04
	chl_2	0,00
	chl_3	<b>0,18</b>
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	-0,28
	gla_2	<b>0,08</b>
	gla_3	-0,37
	gla_4	-0,40
	gla_5	<b>0,52</b>
<b>Ara macao</b>	mac_1	<b>0,11</b>
	mac_2	-0,01
	mac_3	-0,06
	mac_4	<b>0,19</b>
<b>Ara militaris</b>	mil_1	-0,05
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	<b>0,18</b>
	rub_2	<b>0,23</b>
	rub_3	-0,12
	rub_4	-0,11
<b>Mittelwert</b>		<b>0,06</b>
<b>STABW</b>		<b>0,2</b>

Der Mittelwert liegt bei einem Wert von 0,06, das bedeutet, dass anhand der Daten keine eindeutige Tendenz zu einem bestimmten Geschlecht erkennbar ist. Allgemein für alle untersuchten Brutpaare waren weder die Männchen noch die Weibchen für die aktive Einhaltung der Körperkontakts verantwortlich.

Betrachtet man die Werte für einzelne Paare, so ist zu erkennen, dass es sowohl Paare gab, bei denen sich das Weibchen sich häufiger an seinen Partner angenähert hat (zum Beispiel: ara\_2, ara\_3, gla\_5), als auch Paare, bei denen das Verhältnis der Annäherungen beider Partner nahezu ausgeglichen ist (chl\_1, chl\_2, mac\_2) und auch Paare, bei denen das Männchen deutlich häufiger die Individualdistanz seiner Partnerin überschreitet, als das Weibchen (gla\_3, gla\_4).

Hinsichtlich des Kontaktbestrebens ist zwischen den Geschlechtern bei den Papageien der Gattung *Ara*, die in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación gehalten werden, keine eindeutige Rollenaufteilung erkennbar.

### 3.2.5 Die sozialen Interaktionen

Die beobachteten sozialen Interaktionen waren zum Einen kurze Interaktionen, wie Hacken, Vertreiben, Schnabelgefecht oder Drohen (agonistische Interaktionen) und Schnäbeln, Partnerfüttern (sozio-positive Interaktionen) (siehe 2.3.1.3.2), deren Verhältnis als sozialer Index weiter ausgewertet wurde (für das Paar, für das Männchen, für das Weibchen) und die soziale Gefiederpflege. Letztere ist auch zu den sozio-positiven Interaktionen zu zählen, sie wird in dieser Untersuchung allerdings gesondert betrachtet, da die 'soziale Gefiederpflege' deutlich häufiger auftritt und bei Papageien als wichtiger Indikator für die Qualität einer Paarbindung angesehen wird (Skeate 1984, Pepper 1996, Rowley 1990).

Bei der sozialen Gefiederpflege war sowohl die Dauer und die Häufigkeit des Auftretens von Interesse, als auch die Rollenverteilung zwischen den Geschlechtern des Brutpaares.

#### 3.2.5.1 Der soziale Index

Der Durchschnittswert für den sozialen Index bei Männchen und bei Weibchen zeigt, dass das Verhältnis positiver Interaktionen zu negativen Interaktionen bei beiden Geschlechtern fast gleich war (0,23 = Männchen; 0,26 = Weibchen). Bei dem sozialen Index handelt es sich um einen Verhältniswert (Anzahl sozio-positiver Interaktionen/ Anzahl sozio-positiver+ Anzahl agonistischer Interaktionen), der von 0 bis 1 reichen kann (siehe 2.3.1.3.2). Nur bei einem Männchen liegt der soziale Index bei 0,7 (chl\_1 Männchen, siehe 3-10), bei allen übrigen liegt der Wert für den sozialen Index unter 0,5,

das bedeutet, dass agonistische Interaktionen bei der Mehrzahl der Männchen die sozio-positiven Interaktionen deutlich überwiegen.

Tabelle 3-10: Der Soziale Index  $[\text{Anzahl sozio-positiver}/(\text{Anzahl sozio-positiver}+\text{Anzahl agonistischer Interaktionen})]$ . Die Werte, die über dem Mittelwert für alle Brutpaare liegen, sind fettgedruckt hervorgehoben.

Sozialer Index				
Art	Paar	Männchen	Weibchen	Paar
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
<b>Ara ararauna</b>	Ara_1	0,1	0,0	0,2
	Ara_2	0,1	0,1	0,1
	Ara_3	0,2	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
<b>Ara chloroptera</b>	Chl_1	<b>0,7</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
	Chl_2	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>
	Chl_3	<b>0,3</b>	0,1	0,3
<b>Ara glaucogularis</b>	Gla_1	0,1	0,0	0,1
	Gla_2	0,0	0,1	0,1
	Gla_3	0,0	0,1	0,1
	Gla_4	0,0	0,0	0,1
	Gla_5	0,0	0,0	0,1
<b>Ara macao</b>	mac_1	0,1	<b>0,4</b>	0,3
	mac_2	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
	mac_3	<b>0,3</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>
	mac_4	<b>0,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>
<b>Ara militaris</b>	Mil_1	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
<b>Ara rubrogenys</b>	Rub_1	<b>0,4</b>	0,1	<b>0,3</b>
	Rub_2	<b>0,3</b>	<b>0,6</b>	<b>0,4</b>
	Rub_3	<b>0,3</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>
	Rub_4	0,1	0,1	0,2
<b>Mittelwert</b>		<b>0,23</b>	<b>0,26</b>	<b>0,31</b>
<b>STABW</b>		<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>

Ähnlich verhält es sich bei den Weibchen, bei denen nur zwei Individuen (mac\_4; rub\_2) einen Wert über 0,5 zeigten. Bei zwei weiteren Weibchen (mac\_2, mac\_3) lag der Wert bei 0,5 – das Verhältnis sozio-positiver zu agonistischen Interaktionen ist demnach ausgeglichen.

Auffallend ist, dass bei der Art *Ara glaucogularis* die Werte für den sozialen Index bei beiden Geschlechtern dem Wert 0 annähern.

Hinsichtlich der Rollenverteilung hat nur das Männchen Paar chl\_1 einen deutlich höheren Wert als das dazugehörige Weibchen (0,7 vs. 0,3), bei den Paaren mac\_1, mac\_4 und

rub\_2 haben die Weibchen einen höheren Wert als das jeweilige Männchen. Bei allen übrigen Paaren sind keine auffallenden Unterschiede zwischen den Geschlechtern zu erkennen.

Zusätzlich wurde der Soziale Index für jedes Paar an sich berechnet, die Summe aller sozio-positiven Interaktionen wurde der Summe aller agonistischer Interaktionen ins Verhältnis gesetzt, nach der gleichen Formel ( $\text{Anzahl sozio-positiver} / (\text{Anzahl sozio-positiver} + \text{Anzahl agonistischer Interaktionen})$ ). Der Mittelwert des Sozialen Index' für alle untersuchten Brutpaare liegt bei 0,31.

Auch hier fällt auf, dass einige Paare insgesamt mehr sozio-positive Interaktionen gezeigt haben, als agonistische (mac\_2; mac\_3; mac\_4). Wiederum ist der Wert für den Sozialen Index innerhalb der Art *Ara glaucogularis* sehr gering (0,1), das trifft auch auf Paar ara\_2 zu. Der Soziale Index für das Paar unterscheidet sich von jenem, der für Männchen und Weibchen einzeln gerechnet wurde, darin, dass in ihm auch Interaktionen eingerechnet worden sind – sowohl sozio-positive als auch agonistische, die beide Partnertiere zeitgleich gezeigt haben und der Initiator der Handlung nicht zu erkennen gewesen ist.

#### 3.2.5.2 Die soziale Gefiederpflege

Bei der Auswertung der sozialen Gefiederpflege interessierte vor allem die Häufigkeit und die Dauer einer Phase. Diese wurden für jedes Männchen, jedes Weibchen, für 'Beide' (beide Partner gleichzeitig) und für das Paar an sich berechnet. Die Ergebnisse basieren auf der Beobachtungszeit von drei Tagen je untersuchtem Paar (7 Phasen je Tag à 75 Minuten = 1375 Minuten je Paar).

Hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens 'sozialer Gefiederpflege' zeigt der Mittelwert der Männchen insgesamt mit 43,9 Ereignissen einen etwas höheren Wert als der Mittelwert, der für alle Weibchen (38,3 Ereignisse) berechnet wurde (siehe Tabelle 3-11).

Betrachtet man die Ergebnisse hinsichtlich der Unterschiede zwischen den Geschlechtern an sich, so fällt auf, dass die 'Soziale Gefiederpflege' bei den Paaren ara\_1, chl\_1, chl\_2, chl\_3, gla\_1, gla\_4, mac\_1, mac\_2, mac\_3, rub\_3 und rub\_4 häufiger vom Männchen gezeigt wurde, bei den Paaren ara\_2, ara\_3, gla\_2, gla\_3, mac\_4, mil\_1 und rub\_1 trat die 'Soziale Gefiederpflege' ausgehend vom Weibchen häufiger im Vergleich zum Männchen auf. Bei den Paaren amb\_1, gla\_5 und rub\_2 ging die 'Soziale Gefiederpflege' von beiden Geschlechtern nahezu gleich häufig aus. Eine verallgemeinernde Aussage hinsichtlich einer typischen Teilung der Rollen der Geschlechtern bei der Gattung Ara lässt sich demzufolge bezüglich der Häufigkeit nicht treffen.

Tabelle 3-11: Die soziale Gefiederpflege, dargestellt als Häufigkeit des Auftretens der ‚events‘ während der Gesamtbeobachtungszeit von 3 Beobachtungstagen je Paar und als Dauer (Minuten, Sekunden). Werte, die über dem Mittelwert liegen, sind fettgedruckt hervorgehoben.

Art	Paar	Häufigkeit [Anzahl events]					Dauer [min,sek]				
		M	W	Diff	B	P	M	W	Diff	B	P
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	24	24	0	22	71	11,44	10,4	1	10,6	33,3
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	<b>64</b>	18	<b>47</b>	21	103	<b>34,5</b>	8,4	<b>26</b>	5,3	48,5
	ara_2	22	<b>62</b>	<b>40</b>	34	118	8,2	<b>27,4</b>	19,2	12,1	48,1
	ara_3	14	<b>108</b>	<b>94</b>	36	<b>158</b>	6,5	<b>47,1</b>	<b>40,6</b>	16,5	70,5
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	32	14	17	18	65	11,5	5,1	6,4	5,5	22,4
	chl_2	42	24	18	38	103	<b>32,2</b>	0,5	<b>31,7</b>	16,2	49,3
	chl_3	26	17	9	14	58	17,4	7,5	9,9	4,4	30,2
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	30	20	11	22	72	<b>52,5</b>	18,3	<b>34,2</b>	14,4	<b>85,6</b>
	gla_2	36	<b>63</b>	27	<b>54</b>	<b>154</b>	17,1	<b>44,6</b>	<b>27,5</b>	<b>26,5</b>	<b>88,5</b>
	gla_3	9	22	13	15	46	8,4	<b>43,1</b>	<b>34,7</b>	13,5	65,4
	gla_4	27	13	15	15	55	23,6	11,2	12,3	8,1	43,1
	gla_5	26	27	1	<b>61</b>	114	11,6	14,5	2,9	<b>44,2</b>	71,1
<b>Ara macao</b>	mac_1	24	13	11	10	47	21,5	6,4	15,1	3,3	31,5
	mac_2	74	<b>44</b>	<b>30</b>	<b>75</b>	<b>192</b>	<b>49,3</b>	22,6	<b>26,7</b>	<b>50,1</b>	<b>122,4</b>
	mac_3	32	20	12	29	81	10,6	16,2	5,7	23,1	50,3
	mac_4	34	<b>69</b>	<b>36</b>	<b>70</b>	<b>173</b>	19,3	<b>57,1</b>	<b>37,8</b>	<b>59</b>	<b>135,4</b>
<b>Ara militaris</b>	mil_1	27	<b>47</b>	20	39	113	24,6	<b>28,4</b>	3,8	20,2	73,6
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	<b>74</b>	<b>85</b>	11	<b>97</b>	<b>256</b>	<b>35,6</b>	<b>62,3</b>	<b>26,7</b>	<b>54</b>	<b>152,2</b>
	rub_2	<b>56</b>	<b>59</b>	3	<b>88</b>	<b>203</b>	<b>53,4</b>	<b>60,4</b>	7	<b>87,1</b>	<b>201,3</b>
	rub_3	<b>136</b>	<b>45</b>	<b>91</b>	<b>101</b>	<b>282</b>	<b>73,5</b>	17	<b>56,5</b>	<b>55,1</b>	<b>146,1</b>
	rub_4	<b>113</b>	11	<b>102</b>	<b>58</b>	<b>182</b>	<b>31,6</b>	0,5	<b>31,1</b>	11	43,5
<b>Mittelwert</b>		<b>43,9</b>	<b>38,3</b>	<b>28,9</b>	<b>43,7</b>	<b>126,0</b>	<b>26,4</b>	<b>24,2</b>	<b>21,8</b>	<b>25,7</b>	<b>76,8</b>
<b>Stabw</b>		<b>32,2</b>	<b>27,1</b>	<b>30,5</b>	<b>28,8</b>	<b>68,6</b>	<b>18,1</b>	<b>20,1</b>	<b>15,0</b>	<b>23,1</b>	<b>48,1</b>

Der Tabelle 3-10 ist zu entnehmen, dass bei einigen Paaren die Differenz der Häufigkeit des Auftretens Sozialer Gefiederpflege besonders hoch ist (ara\_1, ara\_2, ara\_3, mac\_2, mac\_4, rub\_3 und rub\_4). Die Höhe der Differenz ist allerdings auch hier nicht in einem bestimmten Geschlecht zu suchen, da bei den Paaren ara\_2, ara\_3, mac\_4 die Weibchen häufiger 'Soziale Gefiederpflege' zeigten, bei den Paaren ara\_1, mac\_2, rub\_3 und rub\_4 waren es die Männchen.

Besonders häufig, sowohl bei Männchen als auch bei Weibchen, trat die 'soziale Gefiederpflege' bei der Art *Ara rubrogenys* auf.

Die 'soziale Gefiederpflege' konnte allerdings auch von beiden Partnertieren gleichzeitig durchgeführt werden, im folgenden als 'Beide' bezeichnet. Der Mittelwert für alle Paare liegt hier bei 43,7 Ereignissen. Paare, die häufiger 'soziale Gefiederpflege' zeigten, als

dieser Durchschnittswert, waren gla\_2, gla\_5, mac\_2, mac\_4, rub\_1, rub\_2, rub\_3 und rub\_4.

Die meisten dieser Paare (ara\_3, gla\_2, mac\_2, mac\_4, rub\_1, rub\_2, rub\_3, rub\_4) zählen auch zu denen, die insgesamt als Paar (Summe aller aufgetretenen Ereignisse der Sozialen Gefiederpflege) häufiger 'Soziale Gefiederpflege' gezeigt haben, als die übrigen Paare. Die geringste Häufigkeit in Ereignissen in der Sozialen Gefiederpflege sind die Paare gla\_3 und mac\_1.

Die durchschnittliche Dauer der Sozialen Gefiederpflege beträgt für die Männchen der untersuchten Paare 26,4 Minuten und ist damit unwesentlich länger als der Mittelwert der Weibchen mit 24,2 Minuten.

Hinsichtlich der Dauer gab es bei beiden Geschlechtern große Schwankungen. Einige Männchen zeigten 'soziale Gefiederpflege' besonders andauernd, am deutlichsten sticht das Männchen von Paar rub\_3 mit 73,51 Minuten heraus. Die Männchen von den Paaren ara\_2 (8,19 Minuten), ara\_3 (6,47 Minuten) und gla\_3 (8,43 Minuten) konnten nur selten bei Sozialer Gefiederpflege beobachtet werden, ihr Wert lag unter 10 Minuten auf die gesamte Beobachtungszeit von 3 Tagen (= 1575 Minuten) je Paar bezogen.

Die Weibchen von Paar rub\_1 und rub\_2 zeigten mit 62,25 Minuten bzw. 60,43 Minuten die längste Dauer 'Sozialer Gefiederpflege'. Deutlich am wenigsten Zeit wendeten die Weibchen der Paare chl\_2, mac\_1 und rub\_4 für die 'Soziale Gefiederpflege' auf, mit 0,53, 6,39 bzw. 0,5 Minuten.

Ähnlich wie bei der Häufigkeit des Auftretens Sozialer Gefiederpflege zeigte sich auch bezüglich der Dauer ein nicht einheitliches Bild in der Rollenaufteilung der Geschlechter innerhalb der Paare. Dennoch sind es bei 10 Paaren die Männchen, die deutlich mehr Zeit in die 'Soziale Gefiederpflege' aufwendeten, als ihr weibliches Partnertier. Die Differenz zum Weibchen war am größten bei Paar rub\_3 und gla\_1 mit einer Differenz von 56,49 Minuten bzw. 34,18 Minuten.

Bei fünf Paaren (ara\_2, ara\_3, gla\_2, gla\_3, mac\_4) war die Dauer 'sozialer Gefiederpflege' bei den Weibchen besonders ausgeprägt. Am größten war hier die Differenz zwischen Weibchen und ihrem Partnertier bei Paar ara\_3 mit 40,61 Minuten. Nur bei drei Paaren (amb\_1, gla\_5 und mac\_3) lag der Unterschied der Dauer des Auftretens 'Sozialer Gefiederpflege' zwischen den beiden Geschlechtern bei wenigen Minuten (1,01, 2,92 bzw. 5,65 Minuten).

Die Dauer 'sozialer Gefiederpflege' beider Partner gleichzeitig ('Beide') beträgt im Durchschnitt 25,7 Minuten. Die meiste Zeit wendeten die Paare mac\_2, mac\_4, rub\_1, rub\_2 und rub\_3 mit 50,12; 59,01; 54,03; 87,09 bzw. 55,13 Minuten für die gleichzeitige

Pflege des Gefieders ihres Partners auf. Bei den Paaren ara\_1, chl\_1, chl\_3, gla\_4 und mac\_1 lag die Dauer Sozialer Gefiederpflege unter 10 Minuten (5,27; 5,46, 4,41; 8,1 bzw. 3,26 Minuten).

Der Mittelwert für die Gesamtdauer, die durchschnittlich insgesamt für die 'Soziale Gefiederpflege' aufgewendet worden ist, liegt bei 76,8 Minuten.

Hinsichtlich der absoluten Dauer sozialer Gefiederpflege für alle Paare wurde bei der Art *Ara rubrogenys* bei den Paaren rub\_1, rub\_2, rub\_3 mit 152,23; 201,31 bzw. 146,06 Minuten im Vergleich mit den übrigen Paaren die meiste Zeit aufgewendet. Bei den Arten *Ara macao* (mac\_2 und mac\_4 mit 122,36 bzw. 135,41 Minuten) und *Ara glaucogularis* (gla\_1 und gla\_2 mit 85,56 bzw. 88,53 Minuten) lag der Wert der Dauer sozialer Gefiederpflege ebenfalls über dem Durchschnitt für alle Paare.

Die geringste Zeit investierten die Paare amb\_1, chl\_1 und mac\_1 in die 'Soziale Gefiederpflege' mit 33,24; 22,44 bzw. 31,51 Minuten.

In Tabelle 3-12 ist die Summe der Phasen Sozialer Gefiederpflege (in Minuten), die durchschnittliche Dauer einer Phase (Minuten) und ihre Häufigkeit (in Ereignissen) dargestellt.

Die Summen der Phasen beträgt für alle Paare 65,1 Minuten. Die Paare ara\_3, mac\_2, mac\_4, rub\_1, rub\_2, rub\_3 und rub\_4 wiesen sich durch besonders hohe Werte aus (92,5; 112,0; 94,7; 116,3; 142,4; 105,6; 117,8 Minuten), wohingegen die Summe Phasen bei den Paaren amb\_1, chl\_1 und gla\_3 vergleichsweise gering ausfielen (29,5; 24,0; 10,3 Minuten).

Die Anzahl von Phasen 'Sozialer Gefiederpflege' beträgt 48,2 Ereignisse. Die höchste Anzahl solcher Phasen 'Sozialer Gefiederpflege' zeigten alle Paare der Art *Ara ararauna* (ara\_1, ara\_2, ara\_3) mit 70,9; 85,5 bzw. 67,9 je Gesamtbeobachtungszeit. Die geringste Anzahl wurde für das Paar gla\_3 beobachtet, mit nur 0,3 Ereignissen in der Gesamtbeobachtungszeit.

Die Durchschnittsdauer einer Phase ist 2,87 Minuten. Hier stechen die Paare mac\_4 und rub\_2 heraus, mit einer Durchschnittsdauer von 7,35 bzw. 7,38 Minuten je Phase. Am kürzesten sind die Phasen 'Sozialer Gefiederpflege' bei den Paaren ara\_2, chl\_3 und mac\_3, mit 0,3; 0,45 bzw. 0,51 Minuten.

Zusätzlich zur Dauer und Häufigkeit der 'sozialen Gefiederpflege' interessierte in dieser Studie die Rolle der Geschlechter beim Beginn einer Phase 'Sozialer Gefiederpflege'. Männchen initiierten ein solches Intervall mit 17,4 Ereignissen im Durchschnitt etwas häufiger als die Weibchen mit 13,3 Ereignissen. Bei 14 Paaren waren es die Männchen, die häufiger als ihre Partnerin eine Phase Sozialer Gefiederpflege anregten, bei sechs

Paaren ging die Initiative vom Weibchen aus. Besonders groß war der Unterschied zwischen den Geschlechtern bei den Paaren ara\_1, gla\_4, rub\_1, rub\_3 und rub\_4 – die Männchen begannen hier überdurchschnittlich häufiger als ihre Weibchen eine Phase 'sozialer Gefiederpflege'. Nur bei zwei Paaren (ara\_2 und ara\_3) initiierten die Weibchen die soziale Gefiederpflege deutlich häufiger als ihre Partner (siehe Tabelle 3-11).

Eine Phase 'sozialer Gefiederpflege' konnte auch von beiden Partner zeitgleich begonnen werden. Der Durchschnittswert für alle Paare liegt hier bei 9,1 Ereignissen. Die höchsten Werte zeigten die Paare mac\_2, rub\_2 und rub\_3 (19,7; 17,1 bzw. 22,3 Ereignisse), die geringsten die Paare ara\_1, ara\_2, gla\_1, gla\_2 und mac\_1 mit 0 Ereignissen.

Tabelle 3-12: Die Summe, Häufigkeit und Dauer der Phasen sozialen Gefiederpflege für jedes Brutpaar insgesamt, sowie der jeweilige Initiator der sozialen Gefiederpflege. M= Männchen, W= Weibchen, Diff= Differenz Männchen/Weibchen, B= Beide Partnertiere initiieren gleichzeitig. Die Werte die über dem Mittelwert für alle Paare liegen, sind fettgedruckt hervorgehoben.

		Phasen			Initiator			
		Summe	Häufigkeit	Dauer	M	W	Diff	B
Art	Paar	[min,sek]	[events]	[min,sek]				
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	29,5	47,3	0,45	14,3	12,7	1,7	<b>11,0</b>
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	51,5	<b>70,9</b>	0,43	<b>33,7</b>	8,1	<b>25,6</b>	0,0
	ara_2	41,9	<b>85,5</b>	0,3	10,8	<b>43,1</b>	<b>32,4</b>	0,0
	ara_3	<b>92,5</b>	<b>67,9</b>	1,19	8,0	<b>33,9</b>	<b>26,0</b>	6,0
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	24,0	33,3	2,15	16,7	5,8	10,9	<b>10,9</b>
	chl_2	43,2	28,8	<b>4,13</b>	9,6	6,4	3,2	<b>11,2</b>
	chl_3	33,8	<b>55,0</b>	0,45	<b>18,6</b>	11,8	6,8	8,5
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	63,7	48,1	1,18	<b>22,3</b>	<b>13,5</b>	8,8	0,0
	gla_2	61,1	<b>56,3</b>	1,09	<b>19,9</b>	<b>15,1</b>	4,8	0,0
	gla_3	10,3	3,2	2,59	1,3	12,1	10,8	4,5
	gla_4	30,9	21,0	2,52	14,0	1,9	<b>12,1</b>	4,5
	gla_5	49,4	26,8	<b>4,15</b>	5,1	7,0	-1,9	<b>14,7</b>
<b>Ara macao</b>	mac_1	40,9	47,0	1,22	13,4	7,5	6,0	0,0
	mac_2	<b>112,0</b>	<b>57,1</b>	5,2	<b>26,0</b>	10,8	<b>15,2</b>	<b>19,7</b>
	mac_3	51,7	<b>63,2</b>	0,51	<b>19,6</b>	12,4	7,3	<b>12,4</b>
	mac_4	<b>94,7</b>	38,1	<b>7,35</b>	9,5	<b>14,6</b>	5,1	<b>13,3</b>
<b>Ara militaris</b>	mil_1	53,5	41,4	<b>3,15</b>	12,1	<b>18,5</b>	6,4	<b>10,2</b>
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	<b>116,3</b>	<b>55,9</b>	<b>5,3</b>	<b>26,7</b>	<b>13,3</b>	<b>13,3</b>	<b>13,3</b>
	rub_2	<b>142,4</b>	47,6	<b>7,38</b>	15,2	<b>14,6</b>	0,6	<b>17,1</b>
	rub_3	<b>105,6</b>	<b>65,7</b>	<b>4,11</b>	<b>30,0</b>	<b>13,4</b>	<b>16,6</b>	<b>22,3</b>
	rub_4	<b>117,8</b>	<b>51,4</b>	<b>5,42</b>	<b>37,5</b>	3,2	<b>34,3</b>	<b>10,8</b>
<b>Mittelwert</b>		<b>65,1</b>	<b>48,2</b>	<b>2,87</b>	<b>17,4</b>	<b>13,3</b>	<b>11,7</b>	<b>9,1</b>
<b>Stabw</b>		<b>36,9</b>	<b>18,8</b>	<b>2,3</b>	<b>9,4</b>	<b>9,5</b>	<b>10,1</b>	<b>6,8</b>

### 3.2.6 Die Abstimmung der Testosteron-Ausschüttung

Die Kotproben wurden parallel zu den Verhaltensbeobachtungen innerhalb von neun Wochen (1 mal wöchentlich je Individuum bzw. Paar) von September bis November 2007 (siehe 2.3.2) gesammelt.

*Tabelle 3-13: Darstellung der Testosteronkonzentration für Männchen (M) und Weibchen (W), der Differenz zwischen Männchen und Weibchen, der ‚intra-Paar Fluktuation‘ (P), der Fluktuation für jedes Individuum (M=Männchen, W= Weibchen) und der Testosteron-Kovariation als Kendalls Tau. Werte, die über dem jeweiligen Mittelwert liegen, sind fettgedruckt hervorgehoben. Für das Paar rub\_2 konnten keine Proben gesammelt werden, da es 2007 nicht mehr zusammen gehalten worden ist.*

Art	Paar	Testosteron [ng/g]		Diff [ng/g]	Fluktuation			Kendalls Tau
		M	W	Diff	P	M	W	
<b>Ara ambigua</b>	amb_1	3,5	<b>4,5</b>	1,0	<b>1,04</b>	<b>0,09</b>	<b>0,44</b>	-0,61
<b>Ara ararauna</b>	ara_1	3,5	1,6	<b>1,9</b>	1,93	0,12	0,08	<b>0,22</b>
	ara_2	<b>5,9</b>	<b>2,8</b>	<b>3,1</b>	3,06	0,01	<b>0,09</b>	-0,28
	ara_3	2,8	<b>4,1</b>	1,3	<b>1,29</b>	-0,18	<b>0,96</b>	-0,22
<b>Ara chloroptera</b>	chl_1	<b>4,6</b>	<b>3,2</b>	1,3	1,34	<b>0,05</b>	<b>0,32</b>	-0,22
	chl_2	<b>5,3</b>	<b>3,5</b>	<b>1,8</b>	<b>0,02</b>	<b>0,49</b>	0,11	-0,17
	chl_3	3,5	<b>3,5</b>	0,0	1,82	<b>0,12</b>	0,49	<b>0,33</b>
<b>Ara glaucogularis</b>	gla_1	<b>4,1</b>	2,3	<b>1,8</b>	1,87	<b>0,54</b>	<b>0,21</b>	-0,07
	gla_2	2,0	2,1	0,1	<b>0,16</b>	<b>0,21</b>	<b>0,08</b>	<b>0,06</b>
	gla_3	<b>6,1</b>	2,1	<b>4,0</b>	4,93	1,31	0,25	-0,50
	gla_4	3,5	2,1	1,4	1,40	1,74	0,49	<b>0,22</b>
	gla_5	2,8	<b>5,1</b>	<b>2,3</b>	<b>2,30</b>	0,03	<b>0,00</b>	-0,22
<b>Ara macao</b>	mac_1	<b>4,0</b>	<b>4,2</b>	0,2	<b>0,21</b>	<b>0,22</b>	0,27	-0,44
	mac_2	<b>3,8</b>	<b>4,0</b>	0,2	<b>0,09</b>	<b>0,20</b>	0,18	<b>0,11</b>
	mac_3	<b>4,6</b>	1,6	<b>3,0</b>	3,02	<b>1,73</b>	0,13	<b>0,28</b>
	mac_4	<b>4,2</b>	1,1	<b>3,1</b>	3,10	<b>0,43</b>	0,09	<b>0,39</b>
<b>Ara militaris</b>	mil_1	3,0	<b>3,6</b>	0,6	<b>0,56</b>	<b>0,17</b>	<b>0,17</b>	-0,28
<b>Ara rubrogenys</b>	rub_1	3,1	0,8	<b>2,4</b>	1,83	0,79	0,13	-0,24
	rub_2	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.	k.A.
	rub_3	2,1	1,8	0,3	<b>0,27</b>	0,07	0,09	<b>0,17</b>
	rub_4	0,8	1,0	0,2	<b>0,14</b>	0,11	0,14	<b>0,80</b>
<b>Mittelwert</b>		<b>3,7</b>	<b>2,8</b>	<b>1,5</b>	<b>0,9</b>	<b>0,001</b>	<b>0,018</b>	<b>-0,03</b>
<b>STABW</b>		<b>1,3</b>	<b>1,3</b>	<b>1,2</b>	<b>1,8</b>	<b>0,701</b>	<b>0,3</b>	<b>0,35</b>

Zunächst wurde der Mittelwert der Testosteron-Konzentration der Analysen der Proben für jedes Individuum berechnet. Anschließend wurde die Schwankungsbreite für jedes

Individuum sowie für das Paar berechnet um auf diese Weise ein Maß für die Fluktuation der Ausschüttung des Hormons Testosteron zu erhalten (siehe 2.3.2.3). Die Differenz der Partnertiere wurde berechnet, um den Unterschied in der durchschnittlichen Testosteron im Untersuchungszeitraum zu überprüfen.

Die Berechnung des Kendalls Tau für jedes Paar schließlich sollte Auskunft darüber geben, inwieweit die Hormonausschüttung der Partner miteinander korreliert hat (siehe 2.3.2.3).

Der Mittelwert für die Gesamtmenge an Testosteron lag für die Männchen der untersuchten Brutpaare bei 3,7 ng/g und bei den Weibchen bei 2,8 ng/g. Damit unterschieden sich die Menge an Testosteron der Geschlechter signifikant ( $T=2,4$ ;  $df=19$ ;  $p = 0,03$ , t-Test).

Bei der Betrachtung der einzelnen Paare ist zu erkennen, dass bei 11 Männchen insgesamt die Testosteron-Konzentration im Kot höher war, als bei den Weibchen (ara\_1; ara\_2; chl\_1; chl\_2; gla\_1, gla\_3, gla\_4, mac\_3, mac\_4, rub\_1, rub\_3). Besonders deutlich war dieser Unterschied bei den Paaren ara\_2, chl\_2, gla\_1, gla\_3, mac\_3, mac\_4 und rub\_1.

Bei weiteren vier Paaren (amb\_1, ara\_3, gla\_5 und mil\_1) war die gesamte Menge an Testosteron, die bei den Weibchen nachgewiesen werden konnte, im Mittel höher als beim männlichen Partnertier.

Fünf Paare unterschieden sich hinsichtlich der totalen Menge des Testosterongehaltes nur geringfügig (chl\_3; gla\_2; mac\_1; mac\_2 und rub\_4).

Eine eindeutige Aussage über einen geschlechtsspezifischen Unterschied in der Menge ausgeschütteten Testosterons lässt sich für die hier untersuchten Paare nicht treffen.

Der Wert der ‚Fluktuation‘ ist der Durchschnittswert für die Größe der Schwankung des Testosteron-Levels innerhalb des Paares. Je stabiler die Testosteron-Ausschüttung über den gesamten Untersuchungszeitraum war, desto kleiner sollte der Wert sein (siehe 2.3.2.3).

Bei vier Paaren (ara\_2, gla\_3, mac\_3 und mac\_4) erwies sich die Schwankungsrate innerhalb des Paares besonders hoch, das bedeutet, die Testosteronausschüttung bei Männchen und Weibchen eines Paares war sehr unterschiedlich.

Besonders stabil erwies sich die Testosteronausschüttung bei den Paaren chl\_2, gla\_2, mac\_2, mil\_2, rub\_3 und rub\_4.

Um zu überprüfen wie stark die Testosteronausschüttung bei den einzelnen Tieren schwankte, wurde zusätzlich für die Ausschüttung von Testosteron für jedes Tier die ‚individuelle Fluktutationsrate‘ errechnet (siehe 2.3.2.3).

Bei den Männchen lagen die Werte für die Fluktuationsrate bei der Ausschüttung von Testosteron bei 6 Individuen über dem Mittelwert (chl\_2, gla\_1, gla\_3, gla\_4, mac\_3 und rub\_1). Das bedeutet, dass die Konzentration des Testosterons, das im Kot nachgewiesen werden konnte, über den Untersuchungszeitraum von neun Wochen wenig stabil war. Die größte Stabilität zeigten die Männchen der Paare ara\_2, gla\_5 und rub\_3.

Die Weibchen zeigten allgemein eine geringere Fluktuationsrate, als die Männchen (Mittelwert Weibchen: 0,24 vs. Mittelwert Männchen 0,43). Die Weibchen mit der höchsten Schwankung in der Ausschüttung des Hormons Testosteron waren jene der Paare amb\_1, ara\_3, chl\_1, chl\_2, gla\_3, gla\_4 und mac\_1, die Paare mit der stabilsten Ausschüttung diejenigen der Paare ara\_1, ara\_2, gla\_2, gla\_5, mac\_4 und rub\_3.

Das Kendalls Tau wurde berechnet, um die Kovariation in der Testosteronausschüttung eines Paares zu berechnen (siehe 2.3.2.3).

Nur bei einem Paar konnte so eine eindeutige Korrelation im Ausschüttungsmuster von Testosteron über den Untersuchungszeitraum von 9 Wochen hinweg festgestellt werden (rub\_4; Kendalls Tau: 0,8).

Eine eindeutige Kovariation im Ausschüttungsmuster für das Steroidhormon Testosteron für alle Brutpaare über den Zeitraum von neun Wochen, konnte nicht festgestellt werden.

Durch die beschreibende Statistik der Ergebnisse der Paarbindungsqualität wird deutlich, dass sich für keine Kategorie eindeutige Ergebnisse finden lassen, weder um eine konkrete Aussage hinsichtlich einer typischen Rollenverteilung innerhalb der Brutpaare treffen zu können, noch um ein eindeutiges Bild der Paarbindung von Aras in Menschenobhut darzustellen.

Um im weiteren zu überprüfen, welcher Art die Bedeutung der Paarbindung für das Fortpflanzungspotential eines Paares sein kann, soll mit Hilfe von Diskriminanzfunktionsanalysen untersucht werden, inwiefern die einzelnen Parameter, die Auskunft über die Qualität der Paarbindung geben, Einfluss auf das Fortpflanzungspotential der Brutpaare gehabt haben.

### 3.3 Diskriminanzfunktionsanalyse

Zur Untersuchung der Bedeutung der Qualität der Paarbindung für das Fortpflanzungspotential der Brutpaare wurden Diskriminanzfunktionsanalysen durchgeführt.

Zunächst wurden die Brutpaare hinsichtlich der Quantität ihres Fortpflanzungspotentials in Gruppen aufgeteilt (siehe 2.4.2.2). Die im Anschluss durchgeführten Diskriminanzfunktionsanalysen sollten zeigen, welche Variablen, die der Beschreibung der Qualität der Paarbindung dienen, die verschiedenen Gruppen signifikant voneinander zu trennen.

Die Qualität der Paarbindung wurde zum Einen durch das Paarbindungsverhalten (Abstimmung der Partnertiere hinsichtlich ihrer tageszeitlichen Aktivität, Kontaktverhalten und soziale Interaktionen) und zum anderen durch die Ausschüttung des Hormons Testosteron beschrieben.

Die Güte der erstellten Diskriminanzfunktionen wurde aus der Anzahl korrekt klassifizierter Fälle, des Wilks' Lambda und des a-priori Wertes abgeleitet (siehe 2.4.2.2).

#### 3.3.1 Life History

Bei der Untersuchung des Einflusses von Alter, Herkunft, Dauer der Paarbindung auf das Fortpflanzungspotential der Brutpaare konnten kaum eindeutige Ergebnisse gefunden werden.

Für die Kriterien Eier, Jungtiere, Produktivitätskoeffizient (Produktivität) und Anzahl selbständig großgezogener Jungtiere und Koeffizient kooperative Jungenaufzucht (kooperative Jungenaufzucht) konnten keine Diskriminanzfunktionen zur Trennung der Gruppen erstellt werden.

Für die Kategorie Gelege (Produktivität) konnten Ergebnisse gefunden werden. Sie werden im Folgenden dargestellt.

##### 3.3.1.1 Life History und Anzahl der Gelege

Allerdings gelang in diesem Fall die Klassifizierung nicht gut, das bedeutet: Bei der Gruppierung der einzelnen Messungen wurden **47,6%** der Fälle korrekt klassifiziert. Dabei unterschieden sich die Gruppenmittelwerte nur durch die Life-History Kategorie 'Fähigkeit zur selbständigen Jungenaufzucht' ( $F=3,926$ , Wilks' Lambda=696,  $p= 0,038$ ) signifikant voneinander.

Auffallend ist, dass Gruppe 1 (wenig Gelege) überhaupt kein ursprünglich gruppierter Fall wieder zugeordnet werden konnte. Am besten gelang die Zuordnung in Gruppe 3 (viele Gelege) mit 100% korrekt klassifizierter Fälle zu einem a-priori Wert von 14% (Tabelle 3-14).

Tabelle 3-14: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegeanzahl

Gelege	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
wenig	8	0,38	0,0
mittel	10	0,48	70,0
viel	3	0,14	100,0

Die ursprüngliche Gruppierung aller weiterer Kategorien des Fortpflanzungspotentials ließ sich durch 'Life History' Daten nicht erklären.

### 3.3.2 Abstimmung der Tagesaktivität

Bei der Untersuchung der Zusammenhänge der Abstimmung der Tagesaktivität und des Fortpflanzungspotentials konnten eindeutige Klassifizierungen für die Fortpflanzungspotential-Kriterien Gelegegröße (Produktivität) und Koeffizient kooperative Jungenaufzucht (kooperative Jungenaufzucht) gefunden werden.

Mit den übrigen Kriterien konnten keine eindeutigen Diskriminanzfunktionen erstellt werden.

#### 3.3.2.1 Die Abstimmung der Tagesaktivität und die Gelegegröße

Hinsichtlich der Gelegegröße konnten **71,4%** der ursprünglich gruppierten Messungen wieder korrekt der jeweiligen Kategorie zugeordnet werden.

Tabelle 3-15: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegegröße

Gelegegröße	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
klein	7	0,33	71,4
mittel	6	0,29	66,7
Groß	8	0,38	75

Die Gruppenmittelpunkte der einzelnen Gruppierungen wurden deutlich voneinander getrennt. Die Zuordnung gelang bei allen drei Gruppen etwa gleich. Das bedeutet, dass den Verhaltensweisen **Ruhen** (Paar) ( $F=6,808$ , Wilks' Lambda=, 569,  $p=0,006$ ) und

**Sitzen** (Häufigkeit Phase) ( $F= 4,204$ , Wilks Lambda= $,682$ ,  $p=0,032$ ), die zu einer signifikanten der Trennung der Gruppeneinteilung beigetragen haben, in allen drei Gruppen (kleine, mittlere und große Gelegegröße) eine wichtige Rolle zu kommt (Tabelle 3-15).

### 3.3.2.2 Abstimmung Tagesaktivität und Anzahl Jungtiere (kooperative Aufzucht)

Bei der Gruppierung der einzelnen Messungen wurden **61,9%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert. Auffällig ist, dass in Gruppe 2 (mittel) kein Fall richtig klassifiziert worden ist. Dagegen wurden in Gruppe 3 (viel) 100% der Fälle richtig klassifiziert, - mit einem a-priori Wert von 43% gelang für Paare mit einer großen Anzahl selbst großgezogener Jungtiere die Zuordnung am besten.

Die signifikant zur Trennung der Gruppenmittelwerte beitragenden Verhaltensweisen **Ruhen** (Paar) ( $F=3,827$ , Wilks' Lambda=  $,702$ ,  $p=0,041$ ), **Fressen (Dauer)** ( $F=6,630$ , Wilks' Lambda= $0,576$ ,  $p=0,007$ ) und **Fressen (Häufigkeit)** ( $F=6,333$ , Wilks' Lambda= $0,587$ ,  $p=0,008$ ) scheinen demnach hauptsächlich die Zuordnungen der Gruppen mit Paaren, die nicht zur selbständigen Jungenaufzucht in der Lage sind (Gruppe 1=wenig) und die Paare, die viele Jungtiere kooperativ großziehen (Gruppe 3=viel) eine Bedeutung zu haben.

Tabelle 3-16: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung Jungtiere, kooperative Aufzucht

Jungtiere/Selbst	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
Wenig	10	0,48	70
Mittel	3	0,14	0
Viel	8	0,38	75

### 3.3.2.3 Die Abstimmung der Tagesaktivität und Koeffizient kooperative Jungenaufzucht

Bei der Gruppierung der einzelnen Messungen wurden **71,4%** der ursprünglich gruppierten Messungen wieder korrekt der jeweiligen Größenkategorie zugeordnet. Die Zuordnung gelang allerdings nur in Gruppe 1 (kleiner Wert) und 2 (mittlerer Wert), in Gruppe 3 (hoher Wert) wurde kein Fall richtig klassifiziert.

Tabelle 3-17: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht.

Koeffizient kooperative Jungenaufzucht	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
wenig	10	0,48	90
mittel	7	0,33	85,7
hoch	4	0,19	0

Die Verhaltensweisen Fressen (Dauer) ( $F=7,574$ , Wilks' Lambda= 0,543,  $p= 0,004$ ), Fressen (Häufigkeit) ( $F=6,495$ , Wilks' Lambda=0,581,  $p=0,008$ ), Beschäftigung (Dauer) ( $F=3,967$ , Wilks' Lambda=0,694,  $p= 0,037$ ) und Sitzen (Paar) ( $F=3,969$ , Wilks' Lambda=0,694,  $p=0,037$ ) und Fressen (Paar) ( $F=3,754$ ; Wilks' Lambda=0,706;  $p=0,043$ ) trugen dazu bei, dass sich die Verhaltensweisen innerhalb einer Gruppe ähnelten.

### 3.3.3 Kontaktverhalten

Hinsichtlich von Verhaltensweisen in Körperkontakt zum Partnertier, Sitzen, Gefiederpflege und Ruhen und des Kontaktindex konnten mit der Diskriminanzfunktionsanalyse keine signifikanten Zusammenhänge mit dem Fortpflanzungspotential (FP) gefunden werden.

Lediglich für das FP-Kriterium ‚Koeffizient kooperative Jungenaufzucht‘ gelang eine trennende Diskriminanzfunktion. Hier konnten **76,2%** der ursprünglich gruppierten Fälle wieder korrekt klassifiziert werden. In der Gruppe 2 (mittlerer Wert) gelang keine korrekte Zuordnung der Fälle. Zur signifikanten Trennung der Gruppenmittelwerte trug allein die Verhaltensweise ‚Ruhen‘ (Häufigkeit) ( $F=4,912$ , Wilks-Lambda= 0,647,  $p=0,020$ ) bei (Tabelle 3-18).

Tabelle 3-18: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht

Koeffizient Kooperative Jungenaufzucht	Fälle	A-priori Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
wenig	10	0,48	100
mittel	3	0,14	0
viel	8	0,38	75

### 3.3.4 Soziale Interaktionen

Mit Hilfe der verschiedenen zur Beschreibung der Qualität der sozialen Interaktionen festgelegten Parameter konnten bezüglich aller Kategorien des Fortpflanzungspotentials Diskriminanzfunktionen erstellt werden.

Die Ergebnisse der einzelnen Parameter wird im Folgenden dargestellt.

#### 3.3.4.1 Soziale Interaktionen und Anzahl der Eier

In Bezug auf die durchschnittlich pro Jahr gelegten Eier konnten bei der Gruppierung der einzelnen Messungen **66,7%** der ursprünglich gruppierten Messungen wieder korrekt der jeweiligen Größenkategorie zugeordnet werden.

Tabelle 3-19: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Anzahl Eier

Eier	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
wenig	3	0,14	0
mittel	13	0,62	84,6
viel	5	0,24	40

Dabei gelang die Zuordnung in Gruppe 1 (wenig Eier) gar nicht, 0 % der ursprünglich gruppierten Fälle konnten richtig klassifiziert werden. In Gruppe 2 (mittlere Durchschnittsanzahl Eier pro Jahr) wurden deutlich am meisten der ursprünglich gruppierten Fälle richtig klassifiziert.

Demnach hatte die Verhaltensweise, die signifikant zur Trennung der Gruppenmittelwerte beigetragen hat, ‚soziale Gefiederpflege‘ (Weibchen, Dauer) ( $F=3,859$ , Wilks-Lambda= $,700$ ,  $p=0,040$ ) einen Einfluss auf die Gruppenmittel (mittlere Anzahl an Eiern) und viel (viele Eier). Da allerdings auch bei diesen Gruppen die Zuordnung nicht gut gelang (korrekte Zuordnung von 84,6 % zu einem a-priori Wert von 62% in Gruppe Mittel und 40% zu einem a priori Wert von 24%) ist die Bedeutung der Verhaltensweisen für eine weitere Interpretation hinsichtlich ihrer Bedeutung auf das Fortpflanzungspotential nicht sicher.

#### 3.3.4.2 Soziale Interaktionen und Gelegeanzahl

Bei der Untersuchung der Relevanz Sozialer Interaktionen auf die durchschnittliche Anzahl der Gelege pro Jahr konnten mit Hilfe der Diskriminanzanalyse nur **47,6%** der

Fälle korrekt klassifiziert werden. Die Zuordnung gelang in der Gruppe 1, in die Paare mit einer kleinen Anzahl an Gelegen eingeteilt worden sind, gar nicht. Bei den anderen Gruppen mit einer mittelgroßen Gelegenanzahl (Gruppe 2) und einer großen Gelegenanzahl konnten nur vergleichsweise wenig Fälle korrekt zugeordnet werden (siehe Tabelle 3-21).

Tabelle 3-20: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegenanzahl

Gelege	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
wenig	8	0,38	0
mittel	10	0,48	90
viel	3	0,14	33,3

Dem Parameter der Sozialen Interaktionen, der signifikant zur Trennung der Gruppenmittelwerte beigetragen hat, ‚Differenz Initiator‘ ( $F=4,041$ , Wilks-Lambda= $0,690$ ,  $p=0,036$ ) kann demnach für eine weitere Betrachtung seines Einflusses auf das Fortpflanzungspotential nur beschränkt Beachtung gegeben werden.

### 3.3.4.3 Soziale Interaktionen und Gelegegröße

Bei der Überprüfung des Einflusses der sozialen Interaktionen auf die durchschnittliche Gelegegröße pro Jahr, konnten mit Hilfe der Diskriminanzfunktionsanalyse **66,7%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden.

Die Zuordnung innerhalb der Größenkategorie 3 (große Gelege) gelang mit fast 87,5% im Vergleich zu einem a-priori-Wert von 38% am besten, dicht gefolgt von Gruppe 1 (kleine Gelegegröße) mit 71,4 % im Vergleich mit einem a-priori Wert von 33 %. Die Zuordnung der Messwerte von Gruppe 2 gelang nicht gut, mit 33,3% korrekt klassifizierter Fälle zu einem a priori Wert von 29%.

Die Parameter der sozialen Interaktionen ‚Initiatoren Beide‘ ( $F=7,965$ , Wilks-Lambda= $,531$ ,  $p=0,003$ ) und sozialer Index (Weibchen) ( $F=5,180$ , Wilks-Lambda= $,635$ ,  $p=0,017$ ) hatten einen Einfluss auf die signifikante Trennung der eingeteilten Gruppen.

Tabelle 3-21: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegegröße

Gelegegröße	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
Klein	7	0,33	71,4
Mittel	6	0,29	33,3
Groß	8	0,38	87,5

### 3.3.4.4 Soziale Interaktionen und Anzahl der Jungtiere

Bei der Untersuchung der Bedeutung der Parameter der Sozialen Interaktionen auf die durchschnittliche Anzahl der Jungtiere konnten mittels Diskriminanzfunktionsanalyse lediglich **47,6%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden.

Die Zuordnung gelang in keiner der Gruppen sehr gut. In Gruppe 1 konnte kein Fall wieder korrekt zugeordnet werden (siehe Tabelle 3-23).

In Gruppe 4 (viele Jungtiere pro Jahr) konnten 75% Fälle im Vergleich zu einem a-priori Wert von 19% korrekt klassifiziert werden.

Vor dem Hintergrund der schlechten Ergebnisse in der Klassifizierung ist die Bedeutung der Parameter der Sozialen Interaktionen für die weitere Interpretation ihres Einflusses auf das Fortpflanzungspotential schwierig. Erklärt wurden die Gruppenunterschiede durch die Verhaltensweisen ‚soziale Gefiederpflege‘ (Dauer, Weibchen) ( $F=5,870$ , Wilks-Lambda= $0,491$ ,  $p=0,006$ ), ‚soziale Gefiederpflege‘ (Dauer, Paar) ( $F=5,576$ , Wilks-Lambda= $0,504$ ,  $p=0,008$ ), ‚soziale Gefiederpflege‘ (Dauer Beide) ( $F=5,008$ , Wilks-Lambda= $0,531$ ,  $p=0,011$ ) und ‚soziale Gefiederpflege‘ (Summe Phase) ( $F=3996$ , Wilks-Lambda= $0,586$ ,  $p=0,025$ ).

Tabelle 3-22: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Anzahl Jungtiere

Jungtiere	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	korrekt klassifizierte Fälle [%]
Sehr Wenig	2	0,1	0
Mittel	6	0,29	16,7
Viel	9	0,43	66,7
Sehr viel	4	0,19	75

### 3.3.4.5 Soziale Interaktionen und Koeffizient Produktivität

Bei der Gruppierung der Messungen nach dem Produktivitäts-Koeffizienten wurden **61,9%** der ursprünglich gruppierten Messungen wieder korrekt der jeweiligen Größenkategorie zugeordnet.

Die Zuordnung innerhalb der Größenkategorie 2 (mittlerer Wert) gelang mit fast 83,3% im Vergleich zu einem a-priori Wert von 29% am besten.

Da in den Gruppen 1 und 3 die Zuordnung eher zufällig geschah, ist davon auszugehen, dass die Parameter der Sozialen Interaktionen, die zu einer signifikanten Trennung der Gruppeneinteilung beigetragen haben, ‚Differenz/Initiator‘ ( $F=4,376$ , Wilks-Lambda= $0,673$ ,  $p=0,028$ ), ‚Soziale Gefiederpflege‘ Weibchen (Häufigkeit) ( $F=4,348$ , Wilks-Lambda= $0,674$ ,

$p=0,029$ ) und ‚soziale Gefiederpflege‘ Initiator (Weibchen) ( $F= 3,864$ , Wilks-Lambda= $700$ ,  $p=0,040$ ) zu einer weiteren Interpretation ihres Einflusses auf das Fortpflanzungspotential wenig beitragen können.

Tabelle 3-23: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient Produktivität

Koeffizient Produktivität	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle
Wenig	8	0,38	50
Mittel	7	0,29	83,3
Viel	6	0,33	57,1

### 3.3.4.6 Soziale Interaktionen und Anzahl Jungtiere (kooperative Aufzucht)

Bei der Gruppierung der Messungen nach der durchschnittlichen Anzahl selbständig großzogener Jungtiere pro Jahr wurden **66,7%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert.

Dabei gelang in Gruppe 2 (mittel) mit 0% korrekt keine Zuordnung.

Die Parameter der Sozialen Interaktionen, Initiator Männchen ( $F=4,519$ ; Wilks Lambda= $,666$ ;  $p=0,026$ ) und Differenz Dauer ( $F=3,422$ ; Wilks Lambda= $,725$ ;  $p=0,055$ ), hatten demnach nur Einfluss auf die Trennung der Gruppen 1 und 3. Allerdings ist auch hier die Klassifikation im Vergleich zu dem a priori Wert nicht gut gelungen (siehe Tabelle 3-24).

Tabelle 3-24: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Anzahl selbständig großzogener Jungtiere

Jungtiere Selbst	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt klassifizierter Fälle [%]
Wenig	10	0,48	90
Mittel	3	0,14	0
Viel	8	0,38	62,5

### 3.3.4.7 Soziale Interaktionen und Koeffizient kooperative Jungenaufzucht

Der Koeffizient kooperative Jungenaufzucht gibt Auskunft über das Verhältnis überlebender, selbständig großzogener Jungtiere zu den durchschnittlich pro Jahr gelegten Eiern eines Paares. In dieser FP- Kategorie konnten **66,7%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden. In keiner der drei Gruppen gelang die

Zuordnung besonders gut (siehe Tabelle 3-25). Infolgedessen ist auch dem Parameter der 'sozialen Interaktion' Häufigkeit Weibchen ( $F=3,928$ ; Wilks Lambda= $,696$ ;  $p=0,038$ ), das alleine einen signifikanten Einfluss auf die Trennung der Gruppen hatte, eine eingeschränkte Bedeutung für eine eindeutige Beschreibung der Unterschiede in den drei Gruppen zu zurechnen.

*Tabelle 3-25: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht*

Koeffizient Kooperative Jungenaufzucht	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt klassifizierter Fälle [%]
wenig	10	0,48	90
mittel	7	0,33	42,9
viel	4	0,19	50

### 3.3.5 Abstimmung der Testosteronausschüttung

Die Bedeutung der Ausschüttung des Steroidhormons Testosteron wurde auf verschiedene Weise untersucht. Einmal durch die durchschnittliche Konzentration bei jedem Individuum des Paares, dann durch den Grad der Fluktuation der Hormonausschüttung über den Zeitraum von neun Wochen außerhalb der Brutsaison im Paar wie auch für jedes Individuum und die Kovariation in der Testosteron-Ausschüttung innerhalb des Paares, welche durch den Kendalls Tau, einem Korrelationskoeffizienten beschrieben worden ist.

#### 3.3.5.1 Abstimmung Testosteronausschüttung und Anzahl der Eier

Hinsichtlich der Anzahl der Eier, die im Durchschnitt im Jahr gelegt worden sind, konnten **80%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden. Allerdings gelang die Zuordnung nur in Gruppe 3 (hohe Anzahl Eier) eindeutig, mit 80% im Vergleich zu einem a-priori Wert von 25% (siehe Tabelle 3-27). Vor diesem Hintergrund sind auch die Parameter der Testosteronausschüttung, die die Gruppenmittelpunkte signifikant getrennt haben, ‚Differenz Testosteron Menge‘ ( $F=7,406$ , Wilks-Lambda  $,534$ ,  $p=0,005$ ) und ‚inta-Paar Fluktuation‘ ( $F= 7,030$ , Wilks-Lambda= $547$ ,  $p=0,006$ ) in ihrer Bedeutung für weitergehende Interpretationen zu bewerten.

Tabelle 3-26: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Anzahl der Eier

Eier	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt klassifizierter Fälle [%]
wenig	2	0,1	0
mittel	13	0,65	92,3
viel	5	0,25	80

### 3.3.5.2 Abstimmung Testosteronausschüttung und Gelegeanzahl

Bezüglich der durchschnittlichen Anzahl an Gelegen, die pro Jahr von jedem Paar produziert worden sind, konnten durch die Diskriminanzfunktionsanalyse **75%** der ursprünglich gruppierten Fälle wieder korrekt zugeordnet werden. Folgende Parameter der Testosteronausschüttung trugen zu einer signifikanten Trennung der Gruppenmittelpunkte bei: ‚intra-Paar Fluktuation‘ ( $F=7,789$ , Wilks-Lambda=522,  $p=0,004$ ) und ‚Testosteron-Konzentration Männchen‘ ( $F=6,607$ , Wilks-Lambda=563,  $p=0,008$ ) und ‚Differenz Testosteron-Ausschüttung Männchen/Weibchen‘ ( $F=5644$ , Wilks-Lambda=522,  $p=0,013$ ).

Tabelle 3-27: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegeanzahl

Gelege	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt klassifizierter Fälle [%]
wenig	7	0,35	85,7
mittel	10	0,5	70
viel	3	0,15	66,7

### 3.3.5.3 Abstimmung Testosteronausschüttung und Gelegegröße

Bezüglich der durchschnittlichen Gelegegröße konnten durch die Diskriminanzfunktionsanalyse **60,0%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden.

Allerdings geschah in Gruppe 1 (geringe Gelegegröße) die Zuordnung eher zufällig mit 16,7% zu einem a priori Wert von 30%. Die beste Zuordnung konnte in Gruppe 3 (große Gelege) mit 87,5% im Vergleich zu einem a priori Wert von 40% erzielt werden.

Die ‚Testosteron-Konzentration Weibchen‘ ( $F=4290$ , Wilks-Lambda=,665,  $p=0,031$ ) und Kendalls Tau ( $F=2224$ , Wilks-Lambda=793,  $p=0,139$ ) waren in diesem Fall die einzigen Parameter, die die zuvor nach der Gelegegröße eingeteilten Gruppen signifikant voneinander getrennt haben.

Tabelle 3-28: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegegröße

Gelegegröße	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt klassifizierter Fälle [%]
wenig	6	0,3	16,7
mittel	6	0,3	66,7
viel	8	0,4	87,5

#### 3.3.5.4 Abstimmung Testosteronausschüttung und Anzahl Jungtiere

In Bezug auf die Anzahl der Jungtiere konnten mit Hilfe der Diskriminanzfunktionsanalyse **60%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden. Dabei konnte in Gruppe 1 (wenig Jungtiere) und Gruppe 4 (sehr viele Jungtiere pro Jahr) kein Fall korrekt klassifiziert werden. Am besten gelang die Zuordnung in Gruppe 2 (mittlere Anzahl an Jungtieren) mit 83,3% im Vergleich zu einem a priori Wert von 30%.

Tabelle 3-29: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Anzahl Jungtiere

Jungtiere	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt klassifizierter Fälle [%]
wenig	1	0,5	0
mittel	6	0,3	83,3
viel	9	0,45	77,8
sehr viel	4	0,2	0

Die Parameter der Testosteron-Abstimmung ‚Testosteron-Konzentration Weibchen‘ ( $F=4,891$ , Wilks-Lambda= $,522$ ,  $p=0,013$ ), Differenz Männchen/Weibchen ( $F=4,808$ , Wilks-Lambda= $,526$ ,  $p=0,014$ ) und ‚intra-Paar Fluktuation‘ ( $F=4,518$ , Wilks-Lambda= $,541$ ,  $p=0,018$ ) trugen signifikant zur Trennung der Gruppenmittelwerte bei. Auf wenige und sehr viele Jungtiere pro Jahr scheinen diese Parameter allerdings keinen Einfluss gehabt zu haben.

#### 3.3.5.5 Abstimmung Testosteronausschüttung und Produktivitäts-Koeffizient

Durch den Produktivitätskoeffizienten, der das Verhältnis der überlebenden Jungtiere zu der Anzahl gelegter Eier pro Jahr beschreibt, konnten durch die Diskriminanzfunktionsanalyse **60%** der ursprüngliche gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden. In der Gruppe 1 (geringer Wert) gelang die Zuordnung mit 100% korrekt klassifizierter Fälle im Vergleich zu einem a priori Wert von 35% am besten, in der Gruppe 3 (hoher Wert) hingegen, scheint die Zuordnung eher zufällig erfolgt zu sein (siehe Tabelle 3-30).

Vor diesem Hintergrund sind die Parameter ‚Testosteron Weibchen‘ ( $F=8,168$ , Wilks-Lambda= $,510$ ,  $p=0,003$ ) und Kendalls Tau ( $F=3,747$ , Wilks-Lambda= $,694$ ,  $p=0,045$ ) hinsichtlich ihrer Bedeutung zur Bewertung ihres Einflusses auf das Fortpflanzungspotential zu beachten.

Tabelle 3-30: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Produktivitätskoeffizient

Produktivitäts-Koeffizient	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt klassifizierter Fälle [%]
Wenig	7	0,35	100
mittel	6	0,3	50
viel	7	0,35	28,6

### 3.3.5.6 Abstimmung Testosteronausschüttung und Anzahl Jungtiere (kooperative Aufzucht)

Hinsichtlich der Anzahl der pro Jahr selbständig von einem Paar großgezogenen Jungtiere konnten **65%** der Fälle, die ursprünglich den verschiedenen Gruppen zugeordnet worden sind, korrekt klassifiziert werden.

Dabei konnte allerdings in Gruppe 2 (mittlere Anzahl selbständig großgezoener Jungtiere) kein Fall dieser Gruppe wieder korrekt zugeordnet werden.

Signifikant zur Trennung der Gruppen trug nur der Parameter ‚Testosteron-Konzentration Männchen‘ bei ( $F=5,405$ , Wilks-Lambda= $0,611$ ,  $p=0,015$ ).

Tabelle 3-31: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Jungtiere kooperative Aufzucht

Jungtiere Selbständig	Fälle	A-priori-Wahrscheinlichkeit	Anzahl korrekt Klassifizierter Fälle [%]
Wenig	9	0,45	66,7
Mittel	3	0,15	0
Viel	8	0,4	87,5

### 3.3.5.7 Abstimmung Testosteronausschüttung und Koeffizient kooperative Jungenaufzucht

Hier konnten **50%** der ursprünglich gruppierten Fälle korrekt klassifiziert werden. In keiner der Gruppen gelang die Zuordnung deutlich gut – in Gruppe 3 wurde kein Fall korrekt klassifiziert.

Tabelle 3-32: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht

Koeffizient Kooperative Jungenaufzucht	Fälle	A priori Wahrscheinlichkeit	Korrekt klassifizierte Fälle [%]
Klein	9	0,45	66,7
Mittel	7	0,35	57,1
Hoch	4	0,2	0

Die ‚Testosteron-Konzentration Männchen‘ ( $F=3,885$ ; Wilks Lambda= $,686$ ;  $p=0,41$ ) trug zur Trennung der Gruppen bei.

### 3.4 Regressionsanalyse

Zur Klärung der Art des Einflusses Paarbindung auf das Fortpflanzungspotential wurden im Anschluss an die Diskriminanzfunktionsanalysen einfache Regressionen durchgeführt. Hierfür wurden jene Verhaltensweisen, die in der Diskriminanzfunktionsanalyse signifikant zur Trennung der Gruppenmittelwerte beigetragen haben, auf die Art ihres Einflusses auf das Fortpflanzungspotential hin untersucht. Ein Korrelationskoeffizient (Spearman Rang) stellt zusätzlich die Art des Zusammenhangs dar.

Tabelle 3-33: Ergebnisse Regressionsanalysen Abstimmung Tagesaktivität. Fr= Fressen; die signifikanten Ergebnisse ( $p=0,05$ ) sind fettgedruckt. Ruh=Ruhen, Sit= Sitzen, Fr=Fressen, Bes=Beschäftigung

Abstimmung der Tagesaktivität		df	F	Signifikanz	R-Quadrat	Korrelationskoeffizient
Produktivität						
Gelegegröße	<b>Ruh Paar</b>	1	<b>10,778</b>	<b>0,004</b>	<b>0,362</b>	<b>0,670</b>
	Sit Häufigkeit	1	0,000	0,997	0,001	-0,055
Kooperative Jungenaufzucht						
Jungtiere	Fr Dauer	1	2,600	0,123	0,120	<b>-0,508</b>
	Fr Häufigkeit	1	3,327	0,084	0,149	<b>-0,437</b>
	<b>Ruh Paar</b>	<b>1</b>	<b>6,151</b>	<b>0,023</b>	<b>0,245</b>	<b>0,411</b>
Koeffizient	Fr Dauer	1	3,159	0,092	0,143	<b>-0,497</b>
	Fr Häufigkeit	1	4,048	0,059	0,176	<b>-0,397</b>
	Bes Dauer	1	0,004	0,952	0,000	-0,219
	Fr Paar	1	1,681	0,210	0,081	-0,260
	SitPaar	1	0,019	0,892	0,001	0,035

Auf diese Weise sollten die Elemente, die die Qualität einer Paarbindung beschreiben, gefunden werden, die zuverlässig einen Einfluss auf das Fortpflanzungspotential von Brutpaaren der Gattung Ara haben.

Bei der Abstimmung der Tagesaktivität hat das abgestimmte Ruhen mit dem Partner einen starken Einfluss auf das Fortpflanzungspotential. Keine andere Verhaltensweise, die mit dem Partner abgestimmt durchgeführt worden, hat einen derartig eindeutigen Zusammenhang (Tabelle 3-33).

Auch bei den Verhaltensweisen, die in Körperkontakt zum Partner ausgeführt werden, hat das Ruhen (Häufigkeit der 'Phasen') eindeutig Einfluss auf das Fortpflanzungspotential, in diesem Fall allerdings nur bei den Paaren, die zur selbständigen Aufzucht ihrer Jungtiere in der Lage sind.

Tabelle 3-34: Ergebnisse Regressionsanalysen Kontaktverhalten, Ruh= Ruhen. Die signifikanten Ergebnisse ( $p \leq 0,05$ ) sind fettgedruckt hervorgehoben.

Kontaktverhalten		df	F	Signifikanz	R-Quadrat	Korrelationskoeffizient
Koeffizient Selbständige Jungenaufzucht	<b>Ruh Häufigkeit</b>	<b>1</b>	<b>4,576</b>	<b>0,046</b>	<b>0,194</b>	<b>0,491</b>

Hinsichtlich der Sozialen Interaktionen liefert sich ein nicht so eindeutiges Bild (Tabelle 3-35). Die Dauer und die Häufigkeit Sozialer Gefiederpflege ausgehend vom Weibchen steht im Zusammenhang mit der Anzahl der Eier (Dauer) und der Jungtiere (Dauer) pro Jahr und dem Produktivitäts-Koeffizienten, wohingegen sich die Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht hauptsächlich durch die Häufigkeit, mit der Männchen einen Phase 'soziale Gefiederpflege' initiiert hat, erklären lässt. Die Gelegegröße wird zudem durch die Häufigkeit mit der Männchen und Weibchen gemeinsam einen Phase sozialer Gefiederpflege beginnen und durch den Sozialen Index der Weibchen erklärt. Allerdings ist der Zusammenhang beider Aspekte mit der Gelegegröße negativ.

Tabelle 3-35: Ergebnisse der Regressionsanalyse soziale Interaktionen. W= Weibchen, M= Männchen. SI= Sozialer Index; Diff= Differenz zwischen Partnertieren; Beg= Initiator; B= Beide; Sum= Summe. Die signifikanten Ergebnisse ( $p \leq 0,05$ ) sind fettgedruckt hervorgehoben.

Soziale Interaktionen		df	F	Signifikanz	R-Quadrat	Korrelationskoeffizient
Produktivität						
Eier	<b>W Dauer</b>	1	<b>5,649</b>	<b>0,028</b>	<b>0,229</b>	0,308
Gelege	Diff Beg	1	0,798	0,383	0,040	0,388
Gelegegröße	<b>Beg B</b>	1	<b>5,326</b>	<b>0,032</b>	<b>0,219</b>	<b>-0,519</b>
	<b>SI W</b>	1	<b>7,575</b>	<b>0,013</b>	<b>0,285</b>	<b>-0,571</b>
Jungtiere	<b>W Dauer</b>	<b>1</b>	<b>6,626</b>	<b>0,019</b>	<b>0,259</b>	0,299
	P Dauer	1	1,228	0,282	0,061	0,090
	B Dauer	1	0,695	0,415	0,035	0,021
	Sum Phase	1	0,307	0,586	0,016	-0,047
Koeffizient	Diff Beg	1	0,701	0,413	0,036	0,346
	<b>W Häufigkeit</b>	1	<b>4,873</b>	<b>0,040</b>	<b>0,204</b>	0,346
	Beg W	1	1,414	0,249	0,069	0,329
Kooperative Jungenaufzucht						
Jungtiere	<b>Beg M</b>	<b>1</b>	<b>6,635</b>	<b>0,019</b>	<b>0,259</b>	<b>0,488</b>
	Diff Dur	1	1,801	0,195	0,087	0,165
Koeffizient	W Häufigkeit	1	2,148	0,159	0,102	0,107

Bei der Abstimmung von Testosteron erklärt die ‚intra-Paar Fluktuation‘ der Testosteronausschüttung den Zusammenhang mit der Anzahl der Eier, der Gelege und der Anzahl der Jungtiere. Dieser Zusammenhang ist allerdings negativ.

Die Differenz im durchschnittlichen Testosterongehalt bei Männchen und Weibchen hängt positiv mit der Anzahl der Eier, der Gelege und der Anzahl der Jungtiere pro Jahr zusammen. Die Menge von Testosteron bei Weibchen korreliert negativ mit der Gelegegröße, der Anzahl der Jungtiere und mit dem Produktivitäts-Koeffizienten. Das Fortpflanzungspotential von Paaren, die zur selbständigen Aufzucht ihrer Jungtiere fähig sind, wird nur durch den durchschnittlichen Testosterongehalt beim Männchen erklärt. Dieser Zusammenhang ist negativ. Die Kovariation von Testosteron innerhalb des Paares, die durch das Kendalls Tau dargestellt wird, hatte keinerlei Einfluss auf den Fortpflanzungserfolg.

Tabelle 3-36: Regressionsanalyse Testosteron-Ausschüttung. Diff= Differenz Partnertiere. Fluk M/W=intra-Paar Fluktuation; M= Männchen; W= Weibchen; Kend= Kendalls Tau.

<b>Testosteron -Ausschüttung</b>		<b>df</b>	<b>F</b>	<b>Signifikanz</b>	<b>R-Quadrat</b>	<b>Korrelationskoeffizient</b>
Produktivität						
Eier	<b>Diff</b>	1	<b>10,46</b>	<b>0,005</b>	<b>0,368</b>	0,440
	<b>Fluk MW</b>	1	<b>10,50</b>	<b>0,005</b>	<b>0,368</b>	<b>0,526</b>
Gelege	<b>Fluk MW</b>	1	<b>9,02</b>	<b>0,008</b>	<b>0,334</b>	<b>0,487</b>
	M	1	0,63	0,437	0,034	0,080
	<b>Diff</b>	1	<b>8,43</b>	<b>0,009</b>	<b>0,319</b>	<b>0,423</b>
Gelegegröße	<b>W</b>	1	<b>9,13</b>	<b>0,007</b>	<b>0,336</b>	<b>-0,482</b>
	Kend	1	0,45	0,510	0,024	0,150
Jungtiere	<b>W</b>	1	<b>10,40</b>	<b>0,005</b>	<b>0,366</b>	<b>-0,629</b>
	<b>Diff</b>	1	<b>7,25</b>	<b>0,015</b>	<b>0,287</b>	<b>0,544</b>
	<b>Fluk MW</b>	1	<b>6,06</b>	<b>0,024</b>	<b>0,252</b>	<b>0,511</b>
Koeffizient Produktivität	<b>W</b>	1	<b>6,66</b>	<b>0,019</b>	<b>0,270</b>	<b>-0,535</b>
	Kend	1	0,08	0,776	0,005	-0,093
Kooperative Jungenaufzucht						
<b>Jungtiere</b>	<b>M</b>	<b>1</b>	<b>5,471</b>	<b>0,031</b>	<b>0,233</b>	<b>-0,591</b>
<b>Koeffizient</b>	<b>M</b>	<b>1</b>	<b>8,805</b>	<b>0,008</b>	<b>0,328</b>	<b>-0,627</b>

## 4 Diskussion

Das Ziel dieser Untersuchung war, eine wissenschaftlich begründbare Methode zu entwickeln, durch die das Fortpflanzungspotential von Brutpaaren der Gattung Ara (*Psittaciformes*, Papageienvögel) zuverlässig zu bestimmen ist.

Der Ansatz war, die Qualität der Paarbindung von Brutpaaren der Gattung Ara zu messen und dem reproduktiven Erfolg in Beziehung zu setzen. Dieser Ansatz basiert auf der Modellvorstellung, dass sich die Qualität der Paarbindung durch das Paarbindungsverhalten und durch die physiologische Abstimmung der Partnertiere darstellen lässt.

Den Kern der Untersuchung bildeten Diskriminanzfunktionsanalysen. Die Brutpaare wurden je nach Quantität ihres Lebens-Reproduktionserfolgs (englisch: lifetime-reproductive success, LRS) in Gruppen aufgeteilt. Diese Gruppeneinteilung wurde durch die einzelnen Parameter der Paarbindung überprüft. Eigenschaften, die sich hierbei als signifikant trennend erwiesen haben, wurden in einer anschließenden Regressionsanalyse auf ihren Einfluss auf das Fortpflanzungspotential hin untersucht.

### 4.1 Der Einfluss der Abstimmung der Tagesaktivität auf das Fortpflanzungspotential

Der Synchronisation der Tagesaktivität kommt bei Papageienvögeln eine wichtige paarbindende Funktion zu, das konnte durch eine Studie an freilebenden Rosakakadus (*Cacatua roseicapillus*) gezeigt werden (Rowley 1992). Ähnliches gilt auch für freilebende Braunkopfkakadus (*Calyptorhynchus lathami*) (Pepper 1996), Paare bleiben ganzjährig zusammen, sitzen und ruhen in Körperkontakt und synchronisieren ihre Tagesaktivität, sowohl in der Brutphase als auch außerhalb der Brutsaison.

Auf ein Paar in einer dauerhaften Paarbindung, das viel Zeit zusammen verbringt, wirken die gleichen Umweltfaktoren ein (Coulson 1966). Eine starke Abstimmung der Tagesaktivität sollte daher ein Maß zur Bewertung der Paarbindung liefern (Kunkel 1974; Rowley 1992; Pepper 1996; Voss 2004).

Die Abstimmung der Tagesaktivität wurde in dieser Studie hinsichtlich der solitären Verhaltensweisen ‚Sitzen‘, ‚Ruhen‘, ‚Lokomotion‘, ‚Nahrungsaufnahme‘, ‚Beschäftigung‘, ‚Gefiederpflege‘ und dem ‚Aufenthalt im Nistkasten‘ untersucht. Die Auswahl dieses Verhaltensspektrums basierte auf einem Ethogramm einer Studie an Blaulatzaras (*Ara glaucogularis*), die in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación durchgeführt worden ist (Voss 2004).

Um den Grad der Abstimmung der Aktivität der Partner innerhalb eines Brutpaares aufzuklären, wurde der Zeitanteil, mit dem eine bestimmte Verhaltensweise unabhängig vom Partner gezeigt worden ist, analysiert, sowie die Anteile, mit der beide Partner die Verhaltensweise synchron zu beobachten waren.

In der Diskriminanzfunktionsanalyse trug lediglich das ‚Ruhen‘ mit dem Partner zur Trennung der Gruppeneinteilung der Fortpflanzungspotential (FP)-Kategorien ‚Gelegegröße‘ und ‚Selbständige Jungenaufzucht‘ bei und hat damit eine Bedeutung sowohl für die Produktivität der Brutpaare, als auch für die Fähigkeit eines Brutpaares zur kooperativen Jungenaufzucht.

Das zeitlich synchronisierte ‚Ruhen‘ (Paar) korrelierte positiv mit den Ergebnissen zur Anzahl der Gelege und zur Anzahl selbständig großgezogener Jungtiere. Je stärker ein Paar Ruhephasen aufeinander abgestimmt hat, desto höher ist das Fortpflanzungspotential.

Mit Hilfe der Diskriminanzfunktionsanalyse konnten zusätzlich zum ‚Ruhen‘ auch die Verhaltensweisen ‚Sitzen‘ (Häufigkeit) und ‚Aufenthalt Nistkasten‘ (Dauer und Paar) zur Trennung der Gruppen beitragen. Durch die angeschlossene Regressionsanalyse konnte allerdings kein signifikanter Einfluss auf das Fortpflanzungspotential (Produktivität der Paare) gefunden werden.

Für die FP-Kategorie ‚kooperative Jungenaufzucht‘ erwiesen sich im Rahmen der Diskriminanzfunktionsanalyse das ‚Fressen‘ (Dauer und Häufigkeit, Paar)’, die ‚Beschäftigung‘ mit Voliereninhalten und das ‚Sitzen‘ (Paar) zusätzlich als bedeutend für die signifikante Trennung der Gruppeneinteilung. Die einfache Regression konnte hinsichtlich des Fressens nicht die Art des Einflusses dieser Verhaltensweise erklären, der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient allerdings weist auf einen negativen Zusammenhang von Fressen und der Anzahl der kooperativ großgezogenen Jungtiere hin. Für die Verhaltensweisen ‚Beschäftigung‘ und ‚Sitzen‘ konnte weder durch die Regressionsanalyse, noch durch die Berechnung des Korrelationskoeffizienten ein signifikanter Einfluss dieser synchronisierten Verhaltensweisen auf die Anzahl kooperativ großgezogener Jungtiere gefunden werden.

Die Ergebnisse der Diskriminanzfunktionsanalyse haben gezeigt, dass es Unterschiede in der Abstimmung der Tagesaktivität in den drei Kategorien niedriger, mittlerer und hoher Wert im Koeffizient ‚Kooperative Jungenaufzucht‘ gab. Die Zuordnung gelang für die Messungen für einen hohen Wert (Koeffizient ‚Kooperative Jungenaufzucht‘) gar nicht, das bedeutet, die zur Trennung der Gruppenmittelwerte beigetragenen Verhaltensweisen ‚Fressen‘ (Dauer, Häufigkeit, Paar) und ‚Beschäftigung‘ (Dauer) haben hinsichtlich des Verhältnisses selbständig großgezogener Jungtiere zu Eiern (Koeffizient kooperative

Jungenaufzucht) keine Bedeutung – sie tragen am besten zur Trennung der Gruppe 2 (mittlerer Wert im Koeffizient kooperative Jungenaufzucht) bei.

Das zeitlich mit dem Partner abgestimmte ‚Ruhem‘ stellt somit die einzige Verhaltensweise aus dem untersuchten Verhaltensspektrum dar, die dazu dienen kann, Auskunft über das Fortpflanzungspotential eines Brutpaares zu geben.

Warum gerade das ‚Ruhem‘ – neben dem ‚Sitzem‘ im allgemeinen eine der häufigsten Verhaltensweisen war, die die untersuchten Brutpaare am stärksten gezeigt haben, lässt sich schwer klären. Denkbar ist, dass es sich beim Ruheverhalten um einen lang andauernden Zustand handelt, der bei der Datenaufnahme leichter erfasst werden kann, also kurzzeitig auftretende Verhaltensweisen, wie Lokomotion oder Beschäftigung.

Paare, die unter künstlichen Bedingungen auf begrenztem Raum gehalten werden, verbringen ohnehin viel Zeit miteinander. Der Tagesablauf in der Zuchtstation der Loro Parque Fundación ist durch konstante Fütterungs- und Reinigungszeiten der Volieren vorgegeben, und so fallen beispielsweise ausgiebige Flüge zur Futtersuche, wie sie bei Papageien in freier Natur zu beobachten sind, weg. Der ursprünglichen Bedeutung der Abstimmung der Tagesaktivität zur Synchronisation eines Paares im Verhalten wie auch in der Physiologie, ist in einem künstlichen Haltungssystem hinfällig, da ein Brutpaar ohnehin den gleichen Umwelteinflüssen unterliegt.

Weiterhin ungeklärt ist die Bedeutung der Domestikation für das Verhalten. Das Leben in menschlicher Obhut verändert über mehrere Generationen das Verhalten von Wildtieren (Derrickson und Snyder 1991). Der Grad der Anpassung des Verhaltens an ein künstliches Haltungssystem, das kaum an die ökologischen und ethologischen Bedürfnisse von Brutpaaren angepasst ist – wie bei der Bereitstellung von Futter bei Tierarten, bei denen normalerweise die Futtersuche einen beträchtlichen Anteil im Tagesablauf darstellt- kann im Rahmen dieser Studie für die einzelnen Individuen nicht nachvollzogen werden.

#### **4.2 Einfluss des Kontaktverhaltens auf das Fortpflanzungspotential**

Das Kontaktverhalten gilt in zahlreichen Studien als wichtiges Indiz für die Stärke der Paarbindung zwischen zwei Individuen (Trillmich 1976; Black 1996), so zum Beispiel bei Vogelarten, die in komplexen sozialen Systemen organisiert sind und zu den sogenannten Kontakttieren zu rechnen sind, wie die Papageienvögel (Rowley 1990, Pepper 1996) oder beispielsweise Graudrosslinge (*Turdoides squamiceps*) (Zahavi und Zahavi 1996).

Daher sollte der Körperkontakt auch im Verhalten der in dieser Studie untersuchten Brutpaare dazu dienen, Auskunft über die Qualität der Paarbindung zu liefern.

In dieser Untersuchung wurde zum Einen untersucht, welche Verhaltensweisen (‚Ruhen‘, ‚Sitzen‘ und ‚Gefiederpflege‘) besonders häufig in Abstimmung mit dem Partner gezeigt worden sind, zum Anderen das Kontaktverhalten des Paares – ausgedrückt durch den Kontaktindex.

Das auffallende Ergebnis ist hier, dass allein das ‚Ruhen in Körperkontakt‘ im Rahmen der Diskriminanzanalyse zur signifikanten Trennung der Gruppeneinteilung beitragen konnte und hier nur hinsichtlich der FP-Kategorie ‚Kooperative Jungenaufzucht‘ (Koeffizient). In der angeschlossenen Regressionsanalyse erklärte das synchronisierte ‚Ruhen in Körperkontakt‘ den Einfluss dieser Verhaltensweise auf die Fähigkeit des Paares zur kooperativen Jungenaufzucht signifikant. Der Zusammenhang war positiv, das bedeutet, je mehr Zeit ein Individuum der Gattung *Ara* damit verbracht hat, in Körperkontakt mit dem Partner zu ruhen, desto höher ist die Anzahl in Kooperation mit dem Partner großgezogener Jungtiere bezogen auf den Lebens-Reproduktionserfolg (LRS).

Allerdings liefert dieser Aspekt nur einen Hinweis auf das Fortpflanzungspotential jener Brutpaare, die ihre Jungtiere kooperativ großziehen.

Daher und da sich die Ergebnisse der Abstimmung des Verhaltens in der deskriptiven Untersuchung der Verhaltensdaten als sehr heterogen erwiesen haben, scheint das Kontaktbestreben nicht dazu dienen zu können, bei in Menschenobhut gehaltenen Papageien als Maß für die Paarbindung in Bezug auf die Produktivität herangezogen werden zu können. Für Paare allerdings, die während der Fortpflanzungsperiode bei der Jungenaufzucht kooperiert haben, ist die Quantität des Ruhens in Körperkontakt ein Maß für das Fortpflanzungspotential.

Das stellt sich ähnlich für den Kontaktindex dar. Die Ergebnisse für die Brutpaare waren hier sehr unterschiedlich. So gab es Paare, bei denen sich eindeutig die Weibchen mehr den Männchen angenähert haben und einige Paare, bei denen hauptsächlich das Männchen für die Aufrechterhaltung des Körperkontakts zuständig war. Da sich bezüglich des Kontaktindex in den weiterführenden Analysen keinerlei Bedeutung für das Fortpflanzungspotential ergeben hat, sollte die Rollenaufteilung der Geschlechter im Kontaktbestreben unerheblich für den Reproduktionserfolg bei Papageien sein.

Es gehört folglich zum typischen Verhaltensrepertoire von Paaren der Gattung *Ara*, die Individualdistanz des Partners zu überschreiten bzw. das Überschreiten zuzulassen, wie in vorherigen Studien an *Aras* bereits gezeigt werden konnte (Voss 2004, Vanselow 2006, Kaiser 2007). Die Quantität und die Qualität des Kontaktbestrebens für die

verschiedenen Paare und Arten stehen dabei allerdings in keinem erkennbaren Zusammenhang mit dem Reproduktionserfolg.

Allein die Häufigkeit des Ruhens in ‚Ruhens in Körperkontakt‘ hat einen signifikanten Einfluss auf den Wert des Koeffizienten ‚Kooperative Jungenaufzucht‘ und sollte demnach dazu einsetzbar sein, Brutpaare zu erfassen, die zur selbständigen Jungenaufzucht in der Lage sind.

### **4.3 Einfluss der sozialen Interaktionen auf das Fortpflanzungspotential**

Unter Sozialverhalten werden sämtliche beobachtbare Aktivitäten der Tiere zusammengefasst, die der innerartlichen Verständigung dienen, wie die Balz, die Brutpflege und das Territorialverhalten (Kappeler 2009). Soziale Interaktionen umfassen sozio-positives und agonistisches Verhalten.

Für Papageienvögel stellt die soziale Gefiederpflege eine soziale Interaktion von großer Wichtigkeit dar (Hardy 1963, Saunders 1974, Rogers und McMulloch 1981, Skeate 1984, Rowley 1990, Pepper 1996) und zählt ebenfalls zum Kooperationsverhalten (Kappeler 2009).

In dieser Untersuchung interessierten sowohl die Rollenaufteilung der Geschlechter bei der Ausführung dieser Interaktion, als auch die Dauer und die Häufigkeit ihres Auftretens.

Das Ergebnis der Diskriminanzfunktionsanalysen hat in Bezug auf die Produktivität (Anzahl der Eier, Anzahl der Jungtiere und Produktivitätskoeffizient) gezeigt, dass es einen positiven Zusammenhang zwischen der Dauer und der Häufigkeit sozialer Gefiederpflege ausgehend vom Weibchen gab. Die Art des Einflusses wurde mittels einer Regressionsanalyse überprüft. Der Zusammenhang, dargestellt durch den Korrelationskoeffizienten, erwies sich allerdings nur als schwach signifikant. Zudem hängt der Wert des sozialen Indexes der Weibchen negativ signifikant mit der Gelegegröße zusammen: Je geringer der Wert des Indexes ist, desto größer sind die Gelege im Durchschnitt pro Jahr. Ein geringer Wert drückt einen hohen Anteil agonistischer Interaktionen, wie Hacken, Vertreiben, Drohen und Schnabelgefechte im Verhältnis zu sozio-positiven Interaktionen aus (Partnerfüttern, Schnäbeln).

Diese Ergebnisse spiegeln die ungenauen Klassifizierungen der Ergebnisse hinsichtlich der Produktivität bei der Diskriminanzfunktionsanalyse wider. Bezüglich der Anzahl der Eier, der Gelegegröße und des Produktivitäts- Koeffizienten gelang die Zuordnung in die jeweiligen Gruppen schlecht beziehungsweise gar nicht, bezüglich FP-Kategorien ‚Gelegeanzahl‘ und der Anzahl der ‚Jungtiere‘ konnten insgesamt nur wenige Fälle wieder

korrekt klassifiziert werden. Vor diesem Hintergrund sind die Ergebnisse für die weitere Interpretation zu berücksichtigen. Das Verhalten der Weibchen bei der ‚sozialen Gefiederpflege‘ ihres Partners zur Bestimmung der Produktivität eines Brutpaares heranzuziehen, kann anhand der unsicheren Ergebnisse der Diskriminanzfunktions- und der Regressionsanalysen nicht als eindeutiges Maß empfohlen werden.

Wird hingegen die Fähigkeit des Paares zur ‚kooperativen Jungenaufzucht‘ betrachtet, so ist es die Häufigkeit mit der die Männchen eine Phase sozialer Gefiederpflege initiiert haben, die zur Trennung der Gruppenmittelwerte im Rahmen der Diskriminanzfunktionsanalyse beigetragen hat. Die angeschlossene Regressionsanalyse konnte den Einfluss dieses FP-Kriteriums auf die Anzahl kooperativ vom Brutpaar großgezogener Jungtiere bestätigen. Der Zusammenhang ist positiv, das bedeutet, je häufiger ein Männchen eine Phase ‚sozialer Gefiederpflege‘ begonnen hat, desto mehr Jungtiere hat das Paar gemeinsam großgezogen.

Hinsichtlich der kooperativen Jungenaufzucht scheint es hier bei den sozialen Interaktionen eine unterschiedliche Rollenaufteilung zu geben. Die Männchen investieren allgemein mehr in die Pflege des Gefieders der Partnerin, wenn das Paar bei der Brut und Aufzucht der Jungtiere kooperiert. Generell geht man allerdings bei der Gattung Ara nicht von einem deutlichen Unterschied im Verhalten der Geschlechter aus (Kortstock 1976; Fritsche 1976). Die Bedeutung der Rolle des Männchens ist vor dem Hintergrund des Paares als kooperative Einheit zu sehen. Die meisten Papageien sind monomorph (Collar 1997), und besonders Aras kooperieren stark bei der Brut und Jungenaufzucht. Eine strikte Rollenaufteilung ist hier noch nicht beobachtet worden. Dennoch kann an dieser Stelle vermutet werden, dass das Investment des Männchens in die soziale Gefiederpflege im Kontext des Paarbindungsverhaltens zu sehen ist, denn nur ein Männchen, das in eine Partnerschaft investiert, ist ein zuverlässiger Brutpartner, da Weibchen, zumindest im Zeitraum der Eiablage auf ihren Partner hinsichtlich von Futtersuche und Bewachung der Nisthöhle total angewiesen sind (Collar 1997; Abramson et al. 1995).

#### **4.4 Einfluss ‚Ausschüttung Testosteron‘ auf das Fortpflanzungspotential**

Im Rahmen dieser Studie sollte die Abstimmung der Ausschüttung des Steroidhormons Testosteron Hinweise über die Qualität der Paarbindung liefern. Das Hormon Testosteron wurde aufgrund seiner Mittlerfunktion zwischen Verhalten und Physiologie ausgewählt (Rasmussen 1981; Hirschenhauser et al. 1999; Fischer 2001). Die Modellvorstellung beruhte auf der Annahme, dass die abgestimmte Testosteron-Ausschüttung (englisch: Testosterone-correlation, TC) in Zusammenhang mit dem Lebens-Reproduktionserfolg

(LRS) von Brutpaaren steht und damit als Maß für die Qualität einer Paarbindung eingesetzt werden kann. Diese Beziehung konnte an einer Studie an Graugänsen (*Anser anser*) gezeigt werden (Hirschenhauser et al. 1999). Die Bedeutung der physiologischen Abstimmung als Maß für die Qualität der Paarbindung wurde außerdem anhand einer Studie an in Menschenobhut gehaltenen Graupapageien (*Psittacus erithacus*) deutlich (Millesi et al. 2000). Hier konnte nachgewiesen werden, dass ein deutlich messbarer Zusammenhang zwischen der Anzahl ausgetauschter sozio-positiver Interaktionen und der Korrelation der Testosteron-Ausschüttung zwischen Partnertieren bestand und das auch außerhalb des Fortpflanzungszyklus. Dem Steroidhormon Testosteron kommt demnach eine wichtige Bedeutung bei der Feinabstimmung von sozio-sexuellem Verhalten zu (Gwinner 1986).

In der vorliegenden Studie wurde die Testosteron-Ausschüttung mit dem Lebens-Reproduktionserfolg (LRS) der betrachteten Brutpaare in Beziehung gesetzt. Es wurde angenommen, dass die Qualität der Paarbindung in der physiologischen Ausschüttungsmuster des Hormons Testosteron ablesbar ist.

Die Diskriminanzfunktionsanalyse mit der angeschlossenen Regressionsanalyse ergab hinsichtlich der Produktivität der Brutpaare, dass die ‚intra-paar Fluktuation‘ einen deutlichen Einfluss auf das Fortpflanzungspotential der Brutpaare hatte. Je höher der Wert der ‚intra-Paar-Fluktuation‘, also je stärker sich das Ausschüttungsmuster der Partnertiere über den Untersuchungszeitraum von neun Wochen unterschieden hat, desto größer ist die jährlich produzierte Anzahl an Eiern, Gelegen und Jungtieren. Diese Ungleichheit im Ausschüttungsmuster von Testosteron spiegelt sich auch in dem Kriterium ‚Differenz der Testosteron-Konzentration‘ der Geschlechter wider. Je größer die durchschnittliche Testosteron-Differenz der Partnertiere ist, desto mehr Eier, Gelege und Jungtiere wurden produziert.

Hinsichtlich der Gelegegröße, der Anzahl der Jungtiere und des Produktivitäts-Koeffizienten konnte durch die Diskriminanzfunktionsanalyse die ‚Testosteron-Konzentration der Weibchen‘ als weiterer Faktor von Bedeutung identifiziert werden. Die ‚Testosteron-Konzentration der Weibchen‘ korreliert negativ mit diesen FP-Merkmalen. Je weniger Testosteron die Weibchen im Durchschnitt über den Untersuchungszeitraum produziert haben, desto höher war die Produktivität der Brutpaare.

Für das FP-Kriterium ‚Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht‘ konnte allein die ‚Testosteron-Konzentration der Männchen‘ als signifikant beeinflussender Faktor bei der Trennung der Gruppeneinteilung und der anschließenden Regressionsanalyse gefunden werden. Auch hier war der Zusammenhang, dargestellt durch den Korrelationskoeffizienten, negativ. Je geringer die Testosteron-Konzentration bei den

Männchen war, desto eher war das Paar zur kooperativen Jungenaufzucht in der Lage und desto wahrscheinlicher beteiligte sich das Männchen bei der Aufzucht der Jungtiere.

Eindeutigen Aufschluss über die Testosteron-Korrelation des Brutpaares sollte der Korrelations-Koeffizient Kendalls Tau liefern, der die Abstimmung in der Testosteron-Ausschüttung zwischen Partnertieren ausdrückt (Hirschenhauser et al. 1999). In der vorliegenden Studie konnte – bis auf ein Paar (rub4) kein signifikanter, positiver Zusammenhang einer Abstimmung der ausgeschütteten Testosteron-Konzentration über den Untersuchungszeitraum zwischen den Partnertieren gefunden werden und damit auch nicht mit dem Fortpflanzungspotential. Der Grund hierfür könnte möglicherweise darin liegen, dass der Korrelationskoeffizient bestimmte Abhängigkeiten und Schwankungen nicht ausdrücken konnte, die bei der Betrachtung der Einzelwerte für die hier untersuchten Paare (vergleiche Anhang) erkennbar gewesen sind. Allein für zehn Paare kann eine zumindest phasenweise Abstimmung in der Testosteron-Ausschüttung beobachtet werden, die sich nicht durch die Berechnung des Kendalls Tau darstellen ließ.

In dieser Untersuchung konnte im Gegensatz zu vergleichbaren Studien kein Zusammenhang von Fortpflanzungspotential und einer Abstimmung der Physiologie gefunden werden (Hirschenhauser et al. 1999; Millesi et al. 2000; Fischer et al. 2001). Die fehlende signifikante Korrelation in der Testosteron-Ausschüttung bei den untersuchten Brutpaaren in der Loro Parque Fundación könnte eventuellen Störungen in der Haltung zuzuschreiben sein. Testosteron ist ein Hormon, das auch das Aggressions- und Territorialverhalten steuert. Dadurch ist es vorstellbar, dass durch Maßnahmen in der Zuchtstation – wie Arbeiten der Gärtner an der die Volieren umgebenden Bepflanzung im Untersuchungszeitraum oder die im Oktober (jeden Jahres) begonnene *Stock control* (gesundheitliche Untersuchung des Tierbestands der gesamten Zuchtstation) – die Hormonausschüttung beeinflusst worden ist. Allerdings sind diese Überlegungen spekulativ, solange keine weiteren Grundlagen-Untersuchungen zum Hormonhaushalt von Papageienvögeln, insbesondere der Gattung Aras vorliegen.

Ergänzend zur Untersuchung der Bedeutung der Testosteron-Ausschüttung bezogen auf den Lebens-Reproduktionserfolg, soll an dieser Stelle die Testosteron-Konzentration jedes Individuums mit dem Bruterfolg im Jahr 2007, dem Jahr der Sammlung der Kotproben, in Beziehung gesetzt werden, da davon ausgegangen werden kann, dass sich eine erfolgte Brut anders auf den Hormonstatus auswirkt, als wenn ein Paar in dem entsprechenden Jahr nicht gebrütet hat (Black 2001). Für diese zusätzliche Betrachtung, die unabhängig ist von den übrigen in dieser Studie dargestellten Analysen, wurden die Brutpaare in drei Gruppen geteilt: In jene, die 2007 keinen reproduktiven Erfolg gehabt haben (Gruppe A), in die, die 2007 Bruterfolg gehabt haben und ihre Jungtiere kooperativ aufgezogen haben (Gruppe B) und in jene, die ihre Jungtiere im Jahr 2007

nicht selbständig großgezogen haben (Gruppe C) (siehe auch Tabelle 3-5). Die Unterschiede zwischen den Gruppen wurden mit einem t-Test berechnet.

Hinsichtlich der durchschnittlichen Testosteron-Konzentration konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der Konzentration der Männchen ohne Bruterfolg 2007 (Gruppe A) und der Konzentration der Männchen der Gruppe (B; Bruterfolg und kooperative Aufzucht) gefunden werden ( $T=2,6$ ;  $df= 5$ ;  $p=0,047$ ) – der Unterschied von Männchen von Gruppe B zu C war schwach signifikant (negativer Zusammenhang) ( $T=-2,6$ ;  $df=3$ ;  $p=0,08$ ). Dabei zeichnet sich Gruppe B mit einer geringeren Testosteron-Konzentration gegenüber den anderen Gruppen aus. Das zeigt, dass Männchen, die Brutpaaren angehören, die ihre Jungtiere gemeinsam großziehen, im Durchschnitt über eine geringere Testosteron-Konzentration verfügt haben, als die Männchen der Gruppen, die 2007 gar nicht gebrütet haben, oder ihre Jungtiere nicht selbständig aufziehen können.

Die Weibchen wurden ebenfalls in drei Gruppen eingeteilt. Hinsichtlich der durchschnittlichen Testosteron-Konzentration konnte allerdings kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen gefunden werden.

Hinsichtlich der ‚intra-Paar Fluktuation‘ gab es einen schwach signifikanten Unterschied zwischen Gruppe B (kooperative Aufzucht) und Gruppe C (reproduktiver Erfolg, keine selbständige Aufzucht) ( $T=-1,7$ ;  $df=3$ ;  $p=0,19$ ). Bei Paaren, die ihre Jungtiere im Jahr 2007 kooperativ großgezogen haben (Gruppe B), ist die ‚intra-Paar Fluktuation‘ wesentlich geringer, das bedeutet, dass die Testosteron Ausschüttung der Partner über den Untersuchungszeitraum stabiler war, als bei jenen Paaren, die nicht zur kooperativen Jungenaufzucht befähigt sind.

Bezüglich der ‚intra-Paar Fluktuation‘ unterscheidet sich auch Gruppe A von Gruppe C ( $T=-1,9$ ,  $df=3$ ;  $p=0,14$ ) schwach signifikant, die Testosteron-Ausschüttung war bei Paaren ohne reproduktiven Erfolg 2007 wesentlich geringer, als bei Paaren, die zwar gebrütet haben, aber ihre Jungtiere nicht kooperativ großgezogen haben.

Bei der ‚Fluktuation der Testosteron-Ausschüttung der Männchen‘ alleine ist wiederum ein deutlicher Unterschied von Gruppe C (Reproduktionserfolg 2007, ohne kooperative Jungenaufzucht) zu den anderen beiden Gruppen (A:  $T=-3,32$ ;  $df=3$ ;  $p=0,04$  und B:  $T=-3,7$ ;  $df=3$ ;  $p=0,03$ ) zu erkennen. Das Ausschüttungsmuster von Testosteron von Männchen der Gruppe C, war wesentlich instabiler als bei den Männchen der übrigen beiden Gruppen. Für die Fluktuation der Weibchen alleine ist zwischen den drei Gruppen kein signifikanter Unterschied gefunden worden.

Anhand dieser kurzen angefügten Analyse wird deutlich, dass zwar anhand der Berechnung des Korrelations-Koeffizienten Kendalls Tau die Messung der Testosteron-Korrelation nicht dazu eingesetzt werden kann, das Fortpflanzungspotential von

Brutpaaren der Gattung *Ara* zu bestimmen, dass es allerdings möglich ist, anhand des Hormonstatus der Männchen Rückschlüsse über die Fähigkeit eines Brutpaares zur kooperativen Jungenaufzucht zu ziehen.

Männchen, die mit ihrer Partnerin grundsätzlich bei der Jungenaufzucht zusammenarbeiten, haben außerhalb der Brutsaison eine wesentlich geringere nachweisbare Testosteron-Konzentration als Männchen, die nicht gebrütet haben und Männchen, die zwar gebrütet haben, aber ihre Jungtiere nicht aufziehen.

Testosteron spielt eine wichtige Rolle beim Brutpflegeverhalten. Am Beispiel von Gänsevögeln konnte gezeigt werden, dass die Ausschüttung von Hormonen und das Verhalten während der Fortpflanzungsperiode eng zusammenwirken (Akesson und Raveling 1981, 1983; Dittami 1981, Kotschral et al. 1998). Während der Eiablage und Brut nimmt der Testosteron-Level bei beiden Geschlechtern ab (Dittami 1981, Hirschenhauser et al. 1997). Besonders hoch ist die Testosteron-Ausschüttung bei männlichen Vögel während Nestbau, Eiablage und Brutzeit, wie an Schwarzkehlchen (*Saxicola torquata axillaris*) (Goymann 2006) gezeigt werden konnte, wiederum unterdrückt ein hoher Testosteron-Spiegel bei männlichen Spatzen (*Passer domesticus*) das elterliche Fürsorgeverhalten (Hegner und Wingfield 1987). Bei monogamen Gelbaugenpinguinen (*Megadyptes antipodes*) stellt sich das ähnlich dar, unmittelbar vor der Eiablage ist der Testosteron-Spiegel beim Männchen sehr hoch, während er während der Brut stark absinkt. Während der Jungenaufzucht bleibt der Testosteron-Spiegel der Männchen niedrig. Bei weiblichen Pinguinen zeigt sich ein ähnliches Ausschüttungsmuster (Cockrem und Seddon 1994).

Vor dem Hintergrund der vorliegenden Untersuchung können diese Studien die geringere Testosteron-Konzentration bei den männlichen Papageienvögel erklären, die mit ihrem Weibchen allgemein zur kooperativen Jungenaufzucht in der Lage sind. Bevor die Ergebnisse an dieser Stelle weiter interpretiert werden, sollten ergänzende Studien zur Brutbiologie mit Schwerpunkt auf den Hormonstatus von Großpapageien und hier insbesondere bei männlichen Individuen der Gattung *Ara* zu verschiedenen Zeiten des Fortpflanzungszyklus (Vorbrutphase, Brutphase, Aufzucht der Jungtiere) durchgeführt werden.

#### **4.5 Fazit**

Die vorliegende Untersuchung konnte zeigen, dass es möglich ist, die Paarbindung von Brutpaaren der Gattung *Ara* in Menschenobhut als wissenschaftlich begründbares Maß zur Bestimmung des Fortpflanzungspotentials einzusetzen. Dabei ist bezüglich des

Fortpflanzungspotentials zwischen der Produktivität und der Fähigkeit der Brutpaare zur kooperativen Jungenaufzucht zu unterscheiden.

Die Produktivität der Brutpaare wurde durch die Parameter der Paarbindung ‚Ruhen mit dem Partner‘ (Abstimmung der Tagesaktivität), durch die Häufigkeit und Dauer der sozialen Gefiederpflege ausgehend vom Weibchen (soziale Interaktionen) und durch eine hohe ‚intra-Paar Fluktuation‘ bei der Ausschüttung von Testosteron (Hormonstatus) beeinflusst.

Das Fortpflanzungspotential der Brutpaare, die zur kooperativen Aufzucht der Jungtiere in der Lage sind, wurde beeinflusst durch das Ruhen mit dem Partner (Abstimmung Tagesaktivität), durch das Ruhen mit dem Partner in Körperkontakt (Kontaktverhalten), die Häufigkeit, mit der die Männchen eine Phase sozialer Gefiederpflege initiiert haben (soziale Interaktionen) und durch die durchschnittliche Testosteron-Konzentration, die im Kot der Männchen nachgewiesen worden ist. Dabei gilt, je geringer die nachgewiesenen Testosteron-Konzentration im Kot der Männchen gewesen ist, desto eher waren sie generell an der Aufzucht der Jungtiere mit beteiligt.

#### **4.6 Relevanz der Ergebnisse**

Das Fortpflanzungspotential der Brutpaare wurde in dieser Studie quantitativ betrachtet. Je mehr Eier, Gelege und Jungtiere von einem Brutpaar produziert worden sind – bezogen auf den Lebens-Reproduktionserfolg (LRS) – desto höher wurde das Fortpflanzungspotential eingestuft. Das geschah mit der Annahme, dass ein hoher Lebens-Reproduktionserfolg gleichbedeutend mit der Qualität der Paarbindung ist (Rasmussen 1981; Black 2001; Hirschenhauser et al. 1999). Zudem ist ein Brutpaar mit einer hohen Produktivität bei bedrohten Arten für die Erhaltungszucht von großer Wichtigkeit (Derrickson und Snyder 1997). Die Produktivität eines Brutpaares, die in der Anzahl der Eier, der Anzahl der Gelege und Jungtiere und in der Gelegegröße dargestellt werden kann, ist in erster Linie abhängig von der Fertilität der Weibchen (Cooke et al. 1984; Raveling 1979; Schneider und Lamprecht 1990). Die Fertilität ist unter anderem abhängig vom Ernährungszustand der Weibchen, der wiederum durch das Investment der Männchen in der Vorbrutphase bedingt sein kann. Allerdings kann das Vorbrut- und Brutverhalten von Brutpaaren, die in einer Zuchtstation gehalten werden, durch das Leben unter künstlichen Bedingungen beeinflusst sein (Derrickson und Snyder 1991). Einem Paar, das als nicht in der Lage gesehen wird, selbständig zu brüten und Jungtiere aufzuziehen, werden in der Zuchtstation bereits die Gelege entnommen und sogenannten Zieheltern (foster parents) untergelegt beziehungsweise künstlich im Inkubator bebrütet. Daten über den Zeitpunkt einer Entnahme von Gelegen von Brutpaaren, lagen nicht vor

und konnten nicht in die Untersuchung einbezogen werden. Bei dieser Entnahme handelt es sich um einen Eingriff des Menschen in das Brutgeschehen und damit um ein willkürliches, in den meisten Fällen vorsorgliches Ereignis, um Brutpaare an einer möglichen Zerstörung ihres Geleges zu hindern. Demnach kann die Produktivität in dieser Untersuchung nur eingeschränkt Auskunft über das Fortpflanzungspotential eines Brutpaares geben.

Anders verhält es sich mit der Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht. Von Paaren, die ihre Jungtiere gemeinsam großziehen, kann ausgegangen werden, dass sie wirklich kooperieren (Kappeler 2009). Die Zusammenarbeit der Partner beginnt bei der Eiablage, der Brut und setzt sich nach dem Schlupf der Jungtiere weiter fort. Diese sogenannte Naturbrut wird in der Loro Parque Fundación unterstützt – die Jungtiere verbleiben in den meisten Fällen noch einige Monate bei den Eltern in der Voliere. Durch diese Fähigkeit zur Zusammenarbeit beweisen die Brutpaare kooperatives Verhalten, das dem Verhalten in freier Natur nahekommt. Kooperierende Paare verfügen über eine harmonische Paarbindung und zeigen damit natürliches Verhalten und es gelingt ihnen Selbstaufbau und Selbsterhaltung (Tschanz 1984). Diese Paare sind für einen langfristigen Erhalt bedrohter Populationen in Menschenobhut von besonderer Wichtigkeit, da die Bewahrung natürlichen Verhaltens eine Grundvoraussetzung für eine optionale Wiederauswilderung darstellt (Curio 1996). Zusätzlich sind Naturbruten – von den Elterntieren großgezogene Jungtiere – wiederum von großer Bedeutung, da sie mit großer Wahrscheinlichkeit, im Gegensatz zu Handaufzuchten, durch ihre Sozialisation später selber zur kooperativen Jungenaufzucht in der Lage sein werden (Myers et al. 1988; Wanker 1997; Schmid 2004).

Aus diesem Grund ist es für weiterführende Untersuchungen sinnvoll, den Schwerpunkt hauptsächlich auf die Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht zu legen, statt auf die Produktivität. Papageienvögel zeichnen sich im Freiland durch eine geringe Produktivität aus, da sie im Sinne der Reproduktionsstrategie K-Strategen sind (Krebs und Davies 1984). Sie investieren viel Zeit in die Aufzucht weniger Jungtiere (Clubb 1992a). Vor diesem Hintergrund wäre es interessant, in einer weiterführenden Studie, statt einer linearen Betrachtung des Fortpflanzungspotentials einen umgekehrt U-förmigen Untersuchungsansatz für eine Diskriminanzanalyse zu wählen. Hier wären alle Brutpaare mit einem durchschnittlichen Reproduktionserfolg (Abramson et al. 1995) in eine Hauptgruppe einzuordnen, Brutpaare mit übermäßig wenig bzw. hohem Reproduktionserfolg würden zusammen in einer weiteren Gruppe zusammengefasst. Dieser Versuchsansatz wäre dann statt Quantität auf die Qualität des Reproduktionserfolgs bezogen.

Untersuchungen zu Paarbindungsverhalten und Brutbiologie von Aras in Menschenobut sind bisher kaum durchgeführt worden (Voss 2004; Vanselow 2006; Kaiser 2007). Um den Einfluss der Paarbindung auf den reproduktiven Erfolg weiter zu untersuchen, sind weitere Studien nötig.

Die Untersuchung wurde an 21 Brutpaaren 7 verschiedener Arten durchgeführt, die alle unter den gleichen konstanten Bedingungen gehalten worden sind. Alle Vögel waren den gleichen Umweltbedingungen ausgesetzt und wurden in Volieren mit vergleichbarem Aufbau gehalten. Durch gezielte Ernährung in der Zuchtstation wird im Frühjahr der Beginn der Brutsaison unterstützt. Für eine Untersuchung an unter künstlichen Bedingungen gehaltenen Papageien stellen sich diese Bedingungen als ideal dar.

Es gibt allerdings eine Reihe weiterer Faktoren, die das Verhalten und damit die Ergebnisse beeinflusst haben könnten. Unterschiedliche Erfahrungen in der Lebensgeschichte, möglicherweise traumatische Erlebnisse, sind für die einzelnen Individuen nicht dokumentiert, wie auch die Umstände der Paarbildung, wie Zwangsverpaarung oder freie Partnerwahl.

Darüber hinaus handelt es sich bei den untersuchten Brutpaaren um Tiere mit einer ungeklärten Herkunft. Nur drei Individuen sind nachweislich aus der freien Wildbahn entnommen, bei dem Großteil der Individuen ist unbekannt, ob es sich um Naturbruten handelt oder um Handaufzuchten. Besonders die Herkunft kann demnach einen wichtigen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben, da unterschiedliche Erfahrungen in der Prägephase das spätere Verhalten, die Fähigkeit zur Paarbildung mit einem Artgenossen und sich an der kooperativen Jungenaufzucht zu beteiligen, beeinflussen können (Schmid 2005).

Auch die Dauer der Paarbindung kann Auswirkungen auf das Verhalten und das Fortpflanzungspotential gehabt haben. In mehreren Studien wird diskutiert, dass sich das Fortpflanzungssystem der dauerhaften Paarbindung (perennial monogamy) vor allem dadurch ausahlt, dass die Partnertiere über mehrere Fortpflanzungsperioden zusammenbleiben (Coulson 1966, Rasmussen 1981, Black 2001). Man nimmt an, dass der Vorteil einer dauerhaften Paarbindung darin besteht, dass sich die Brutpaare eine alljährliche und kostenaufwändige Partnersuche ersparen, sich zudem physiologisch an den Partner anpassen und durch diese Abstimmung ihren Lebens-Reproduktionserfolg steigern (Black 1996; Black 2001). Es wäre also zu erwarten gewesen, dass die Dauer der Paarbindung in dieser Studie einen messbaren Einfluss auf das Fortpflanzungspotential hat. Die Erfahrung – ausgedrückt in der Dauer der Paarbindung – hatte allerdings keinen messbaren Einfluss auf den reproduktiven Erfolg. Weder für das individuelle Alter der untersuchten Tiere, noch für den Altersunterschied innerhalb der

Brutpaare, konnte im Rahmen dieser Untersuchung eine Bedeutung für die Paarbindung, die Ausschüttung von Testosteron oder das Fortpflanzungspotential nachgewiesen werden.

Der grundsätzliche Einfluss des Alters auf die Paarbindung, den Hormonstatus und das Fortpflanzungspotential konnte anhand verschiedener Studien an Vögeln gezeigt werden, zum Beispiel an Weißwangengänsen (*Branta leucopsis*) und Schwarzbraunalbatrossen (*Thalassarche melanophris*) (Rasmussen 1981; Clubb 1993; Angelier et al. 2006). Die sozio-sexuelle Abstimmung der Partner erleichtert die jährliche Brutaufnahme und damit langfristig den reproduktiven Erfolg (Coulson 1966).

Grundsätzlich ist davon auszugehen, dass viele verschiedene Faktoren einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt haben, doch ist es im Rahmen der relativ kleinen Stichprobe (N=21) problematisch, diese Unterschiede zu interpretieren. Bereits die deskriptive Auswertung der aufgenommenen Daten hat gezeigt, dass sich die Paare hinsichtlich ihrer Life-History Daten und in ihrem Verhalten stark unterscheiden. Eine Interpretation dieser vielfältigen Unterschiede wird daher im Rahmen dieser Studie vermieden. Die in dieser Untersuchung ausgewählten Analysemethoden der multivariaten Diskriminanzfunktionsanalyse sollte dazu dienen, die Bedeutung der unterschiedlichen unabhängigen Variablen, die die Paarbindung beschreiben, für das Fortpflanzungspotential zu untersuchen. Selbstverständlich ist der Einsatz eines derartigen statistischen Verfahrens in Anbetracht der Stichprobe problematisch, wie sich allerdings gezeigt hat, ist es möglich mit Hilfe dieses Verfahrens zu Ergebnissen zu gelangen. Diese bedürfen zwar einer Validierung durch weitere Studien, aber zu einer ersten Voreinschätzung erwies sich die Diskriminanzfunktionsanalyse als geeignet.

Das Design der Untersuchung war im Schwerpunkt auf die Gattung *Ara* in Menschenobhut zugeschnitten. Für einen solchen Untersuchungsaufbau ist es schwierig eine ausreichende Stichprobe zusammenzustellen, zumal, wie bereits oben erwähnt, viele verschiedene Faktoren die Ergebnisse beeinflussen können. So ist die Konstanz im Haltungssystem der Zuchtstation der Loro Parque Fundación an dieser Stelle ideal. Es wäre nicht möglich gewesen, eine nennenswert größere Stichprobe in einem vergleichbaren Haltungssystem zusammenzustellen, und besonders nicht mit Paaren, die nur einer Art angehören.

Der Einfluss der Art auf die Ergebnisse wurde in dieser Art durch den Kruskal-Wallis Test untersucht. Die Verhaltensweise ‚Gefiederpflege‘ und die ‚soziale Gefiederpflege‘ (Paar) wurde von der Artzugehörigkeit signifikant beeinflusst. Da es sich hierbei um Parameter der Paarbindung handelte, die in keinem Zusammenhang mit den Ergebnissen weiterführenden Analysen gestanden haben, wurde der Einfluss der Art nicht weiter

untersucht. Hinsichtlich der Anwendbarkeit der Ergebnisse für Produktivität bei Paaren mit kooperativer Jungenaufzucht lassen sich bei einer Einzelfallbetrachtung fünf Paare (gla1, gla2, rub1, rub3, rub4) finden, auf die alle gefundenen Kriterien zutreffen (überdurchschnittliches Ruhen mit dem Partner, Ruhen in Körperkontakt zum Partner, häufiges Initiieren sozialer Gefiederpflege durch das Männchen; geringe Testosteron-Konzentration beim Männchen), die laut dieser Studie zur Bestimmung eines produktiven Brutpaares Anwendung finden sollten. Zu einer verlässlichen praktischen Umsetzung liefern die Ergebnisse dieser Studie unter den Gesichtspunkten, die in dieser Diskussion angeführt worden sind, demnach erste Tendenzen und Denkanstöße für weitere Untersuchungen.

#### **4.7 Ausblick**

Die vorliegende Studie sollte grundsätzlich als Pilotstudie angesehen werden, auf deren Basis weitere Untersuchungen durchgeführt werden müssen. Unter Einbezug der Abstimmung der Tagesaktivität (Ruhen mit dem Partner), des Kontaktverhaltens (Ruhen mit dem Partner), der sozialen Interaktionen (vom Männchen initiierte Phasen sozialer Gefiederpflege) und des Hormonstatus (geringe Testosteron-Konzentration bei männlichen Tieren) sollte es möglich sein, außerhalb der Fortpflanzungsperiode ein Brutpaar mit einem hohen Fortpflanzungspotential hinsichtlich der Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht zu bestimmen. Um diese Methode für Halter dieser untersuchten Papageien-Arten anwendbar zu machen, sind allerdings weitere Untersuchungen notwendig.

Der Aufbau dieser Studie war als Querschnittsstudie konzipiert. Es wäre vor diesem Hintergrund interessant, die Ergebnisse der Untersuchung durch eine Längsschnittstudie zu überprüfen und zu ergänzen. Des weiteren wäre eine genauere Untersuchung der Bedeutung des Altersunterschieds und der Dauer der Paarbindung für das Paarbindungsverhalten interessant, wie auch die Bedeutung des individuellen Alters und der Herkunft der Individuen. Die Bedeutung der Testosteron-Ausschüttung bei Männchen, die Brutpaaren mit der Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht angehören, bedarf weiterer intensiver Betrachtung, ebenfalls in der Vorbrut - und Brutphase, in der Phase der Jungenaufzucht und in der Zeit außerhalb der Fortpflanzungsperiode. Die Testosteron-Korrelation (TC) der Partnertiere sollte ebenfalls genauer untersucht werden.

Um den Mechanismus der Partnerwahl, der nach wie vor bei Papageien die wichtigste Voraussetzung für eine harmonische Paarbindung darstellt, zu untersuchen, sind Studien zur Paarbildung – sowohl hinsichtlich des Hormonstatus, als auch des Verhaltens und weiterer Faktoren – essentiell. Nicht nur in diesem Fall ist ein guter Austausch der

verschiedenen Fachdisziplinen der Biologie, wie Genetik, Mikrobiologie, Systematik und Endokrinologie, für einen nachhaltigen Beitrag zum Erhalt bedrohter Papageienvögel sinnvoll.

Von größtem Interesse für weiterführende Studien wäre eine umfassende und genaue Dokumentation der Life-History der Paare sowie der Individuen, wie auch der Daten des Reproduktionsverlaufs. Nur durch eine detaillierte Erfassung des Lebens-  
Reproduktionserfolgs durch die Halter sind in Zukunft umfassende Erkenntnisse über die Brutbiologie von bedrohten Papageien möglich.

Da die Familie der Papageien (*Psittacidae*) in Hinblick auf ihr Verhalten sehr einheitlich ist (Collar 1997), sollte es möglich sein, diese Methode auch auf andere Papageienarten in anderen Haltungssystemen zu übertragen.

## 5 Zusammenfassung

Zum Erhalt vom Aussterben bedrohter Papageienvögel (*Psittaciformes*) ist die Nachzucht in Menschenobhut neben dem Erhalt freilebender Populationen von großer Bedeutung, die Reproduktion bestimmter Arten gelingt allerdings nur unzureichend. Als Hauptgrund dafür gilt die Zwangsverpaarung im Rahmen von Zuchtprogrammen (Beispiel: Europäisches Erhaltungszuchtprogramm, EEP), hier werden Brutpaare hauptsächlich nach genetischen Aspekten zusammengestellt. Der reproduktive Erfolg ist bei den meisten Papageienarten, die in dauerhaften Paarbindungen leben (perennial monogamy), eng der Paarbindung korreliert. Eine freie Partnerwahl ist demnach von großer Bedeutung für die Zucht in Menschenobhut, im Rahmen von Erhaltungszuchtprogrammen jedoch nur selten möglich.

Das Ziel der Untersuchung war, eine wissenschaftlich begründete Methode zu entwickeln, durch die es möglich sein soll, das Fortpflanzungspotential von Brutpaaren der Gattung *Ara* anhand der Paarbindung zu bestimmen. Dafür wurde die Bedeutung der Qualität der Paarbindung der Brutpaare für den Lebens-Reproduktionserfolg (Lifetime-reproductive success, LRS) untersucht.

Die Datenaufnahme erfolgte in dem Zuchtzentrum 'La Vera' der Loro Parque Fundación auf Teneriffa/ Spanien. Hier wurden in den Jahren 2006 und 2007 21 Brutpaare der Gattung *Ara* untersucht. Die Paarbindung wurde zum Einen durch typisches Paarbindungsverhalten und zum Anderen durch die physiologische Abstimmung der einzelnen Brutpaare anhand der Ausschüttung des Steroidhormons Testosteron dargestellt. Das Paarbindungsverhalten setzte sich aus der ‚Abstimmung der Tagesaktivität‘, dem ‚Kontaktverhalten‘ und den ‚sozialen Interaktionen‘ zusammen. Zur Abstimmung der Tagesaktivität zählten die Verhaltensweisen Ruhen, Sitzen, Nahrungsaufnahme, Gefiederpflege, Beschäftigung und Lokomotion. Unter Kontaktverhalten wurden das Überschreiten der Individualdistanz bei bestimmten Verhaltensweisen und die Rollenverteilung der Geschlechter untersucht. Unter ‚sozialen Interaktionen‘ wurden die Dauer und der Häufigkeit der sozialen Gefiederpflege und der Sozialen Index zusammengefasst. Bei der sozialen Gefiederpflege wurde die Dauer und die Häufigkeit der Phasen erhoben, sowie der jeweilige Initiator dieser Interaktion. Zusätzlich wurde untersucht, welches Geschlecht, wie häufig und mit welcher Dauer aktiv an der sozialen Gefiederpflege beteiligt war. Aus den Beobachtungen wurde der soziale Index berechnet, der angibt, wie das Verhältnis sozio-positiver zu agonistischen Interaktionen für jedes Individuum, sowie das Paar an sich ist.

Zur Messung der Testosteron-Ausschüttung der Partnertiere wurden von September bis November 2007 über einen Zeitraum von 9 Wochen jede Woche einmal für jedes Individuum Kotproben gesammelt. Mit der Analyse der Proben wurde das Veterinär-Physiologisch-Chemische-Institut der Universität Leipzig unter der Leitung von Prof. Dr. Almuth Einspanier beauftragt. Zur Ermittlung des Hormongehalts in den gewonnenen Kotproben diente ein kompetitiver Doppelantikörper-Enzymimmunoassay (EIA). Das Fortpflanzungspotential wurde über die Anzahl der Eier, Gelege und Jungtiere, sowie über die Gelegegröße dargestellt. Diese Daten geben, bezogen auf die Dauer der Paarbindung, Auskunft über die Produktivität eines Brutpaares, anhand dessen zusätzlich ein Produktivitäts-Koeffizient berechnet wurde. Des Weiteren sollte die Anzahl der von einem Brutpaar selbständig großgezogenen Jungtiere Auskunft über die Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht geben. Zur Untersuchung der Bedeutung der Paarbindungsqualität wurden Diskriminanzfunktionsanalysen und Regressionsanalysen durchgeführt, wozu die untersuchten Brutpaare anhand ihres Fortpflanzungspotentials in verschiedene Gruppen eingeteilt wurden. Anhand der Ergebnisse der Studie konnte gezeigt werden, dass das Fortpflanzungspotential von Brutpaaren von verschiedenen Kriterien, die die Paarbindungsqualität charakterisieren, abhängt. Dabei ist zwischen der Produktivität und der Fähigkeit zur kooperativen Jungenaufzucht zu unterscheiden. Die Produktivität eines Paares wurde hinsichtlich der abgestimmten Tagesaktivität positiv vom synchronen Ruhen mit dem Partner beeinflusst, sowie von der Häufigkeit und Dauer der vom Weibchen ausgehenden sozialen Gefiederpflege. Brutpaare mit hoher Produktivität waren zudem über eine hohe ‚intra-Paar Fluktuation‘ des Steroidhormons Testosteron gekennzeichnet. Die Brutpaare, die in der Lage sind, ihre Jungtiere in Kooperation großzuziehen, zeigten ebenfalls einen hohen Anteil zeitlich mit dem Partner abgestimmter Ruhephasen, zudem häufiges Ruheverhalten in Körperkontakt zum Partner und ein hohes zeitliches Investment der Männchen bei der Initiierung und Durchführung sozialer Gefiederpflege. Darüber hinaus zeigten Männchen, die einen Beitrag zur kooperativen Jungenaufzucht leisten, eine wesentlich geringere durchschnittliche Testosteron-Konzentration – bezogen auf den Untersuchungszeitraum, als Männchen, die Brutpaaren angehören, die nicht zur selbständigen Jungenaufzucht fähig sind. Dieses Ergebnis spiegelt die Bedeutung von Testosteron bei der elterlichen Fürsorge wider und bietet einen Anhaltspunkt für weitere Untersuchungen. Die Untersuchung konnte zeigen, dass es möglich und sinnvoll ist, das individuelle Verhalten von Tieren in Menschenobhut für den Erhalt bedrohter Tierarten einzusetzen. Weitere, auf dieser Studie aufbauende Untersuchungen sollten zum Ziel haben, zuverlässig die Brutpaare erkennbar zu machen, die über ein gutes Fortpflanzungspotential verfügen. Auf diese Weise kann unzureichender Reproduktionserfolg bedrohter Papageienarten in Menschenobhut infolge von Zwangsverpaarung minimiert werden.

**Abstract**

In addition to preserve wild populations, captive breeding of certain species is important for the conservation of endangered parrots (Psittaciformes). However, captive breeding of parrot species is rarely successful.

The main reason for this failure is that forced pairings are applied under the context of breeding programs such as European Endangered Species Program, EEP, in which breeding pairs are primarily selected under genetic aspects.

Bond quality affects the reproductive success of most perennial monogamous parrot species significantly. A free mate selection is therefore important for successful breeding in captivity; however, it is hard to achieve as a part of conservation breeding programs.

The aim of this study is to develop a scientific method to determine the reproductive potential of breeding pairs of the genus *Ara* based on the pair bond. Therefore, the relationship of the pair bond quality in breeding pairs for lifetime reproductive success (LRS) is investigated in this study.

The data of 21 breeding pairs was collected in the breeding facility 'La Vera' of the Loro Parque Fundación in Tenerife, Spain between 2006 and 2007. The pair bond was characterized firstly by the typical pair bonding behaviour and secondly by the physiological adaptation of each breeding pair based on the steroid hormone testosterone releases.

The pair bonding behaviour consisted in 'daily activity', 'contact behaviour' and 'social interactions'. The 'daily activity' included the behaviours: resting, sitting, eating, preening, activity and movement. Certain individual behaviours and gender roles were examined for the 'contact behaviour'. The duration and frequency of social preening and the social index were summarized as 'social interactions'.

In the social preening the duration and frequency of the phases was recorded, and the respective initiator of this interaction. In addition, gender of the individual, frequency, and duration of the social preening was recorded. Furthermore the social index was calculated, which indicates the relationship between agonistic and socio-positive interactions.

To measure the testosterone release in the pair members over 9 weeks (September to November 2007), faecal samples were collected from each individual once a week. The faecal samples were analyzed at the Institute for Physiological Chemistry at the University of Leipzig under supervision of Prof. Dr. Almuth Einspanier. Competitive double-Antibody Enzyme Immunoassay (EIA) was applied to determine the testosterone content of the faecal samples.

Reproductive success was represented by number of eggs, nests and chicks, and the clutch size. These data provide, based on the duration of the pair bond, information about the productivity of breeding pairs. Furthermore, the number of chicks reared by one breeding pair independently should provide information about the capacity for cooperative breeding.

Breeding pairs were classified into different groups depending on their reproductive potential. This classification was verified by discriminant analysis and regression analysis to investigate the importance of the quality of the pair bond for reproductive success.

I found that the reproductive potential of breeding pairs is related to various criteria that characterize the quality of a pair bond, but it is essential to distinguish between the productivity itself and the ability to cooperative breeding.

The synchronous resting with a partner according to the daily activity, as well as the frequency and duration of social preening initiated by the female positively influenced the productivity of a pair. Breeding pairs with high productivity also showed a high 'intra-pair fluctuation' of the steroid hormone testosterone level. The breeding pairs which are able to raise their young in cooperation also showed a high percentage of time with coordinated phases of resting, also frequent resting behaviour in physical contact with the partner and a high investment of males in the initiation and implementation of social preening.

In addition, males, which actively contribute to cooperative breeding, showed significantly lower testosterone concentrations than males, which were members of breeding pairs not capable of raising chicks on its own.

This result emphasizes the importance of testosterone during the parental care, especially in males, and provides a starting point for further investigations. My investigation shows that it is possible and useful to apply the individual behaviour of animals in captivity for the conservation of endangered species. Based on this study, further research should be aimed to expose reliable breeding pairs with good reproductive potential, by behaviour and by measuring hormonal states.

In this way, poor reproductive success of endangered parrot species in captivity as a result of forced pairings can be minimized.

## 6 Literaturverzeichnis

- Abramson, J., B. L.Spear, and J. B. Thomsen. 1995. *The Large Macaws: Their Care, Breeding and Conservation*. Raintree Publications, Ft. Bragg, CA.
- Akesson, T.R. und Raveling, D.R. 1981. Endocrine and body weight changes of nesting and non-nesting Canada Geese. *Biol. Reprod.* 25: 792-804.
- Akesson, T.R. und Raveling, D.R.1983. Endocrine and behavioural correlates of nesting in Canada Geese. *Can. J. Zool.* 62: 845-850.
- Allendorf, F.W. und Leary, R.F. 1986. Heterozygosity and fitness in natural populations of animals. *Conservation biology: The science of scarcity and diversity* (M.E. Soulé, ed.). Sunderland, Massachusetts, Sinauer.
- Angelier, F; Weimerskirch, H.; Dano, S. und Chastel, O., 2006. Age, experience and reproductive performance in a long-lived bird: a hormonal perspective. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, Vol. 61 , No. 4, pp. 611-621
- Assenmacher, I. und Jallageas, M. 1980. Circadian and Circannual Hormonal Rhythms. *Int. Symposium on Avian Endocrinology, Inc. London*: 391- 411.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. und Weiber, R. 2003. *Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung*. Springerverlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- Ballou, J. und Foose, H. 1996. Demographic and Genetic Management of Captive Populations. In: Kleiman, D., Allen, M., Thompson, K. und Lumpkin S. (eds). *Wild Mammals in Captivity*: pp. 263-283. University of Chicago Press, Chicago.
- Bassenge, A., Geers, E. und Kolter, L. 1998. Wirkung von verschiedenen Methoden des Environmental Enrichment auf Katzen (*Felidae*). In: *Zeitschrift des Kölner Zoo* 3 (41), 206-209.
- Beck, B.B. *et al.* 1994. Reintroduction of captive-born animals, in *Creative Conservation. Interactive Management of Wild and Captive Animals* (Olney, P.J.S., Mace, G.M. and Feistner, A.T.C., eds), pp. 265-303, Chapman &Hall.
- Becker, J.B ; Breedlove, S.M. und Crews, D. (eds.) 1992. *Behavioural Endocrinology*. A Bradford Book. Cambridge, MA: MIT Press.

- Bennett, P.M. 1989. Parrot conservation: the potential of captive breeding. *Zoo Fed. News* 53: 2-6.
- BirdLife International 2009. [http://www.birdlife.org/news/news/2009/05/red\\_list.html](http://www.birdlife.org/news/news/2009/05/red_list.html). (24.05.2009)
- Bird, D.M. 1982. The American kestrel as a laboratory research animal, *Nature* 299, 300-301.
- Black, J.M. (ed.) 1996: Partnerships in birds. The Study of Monogamy. Oxford University Press.
- Black, J.M. 2001. Fitness consequences of long-term pair bonds in barnacle geese: monogamy in the extreme. *Behavioural ecology*, Vol. 12, No. 5, 640-645.
- Bluhm, C.K. 1985. Mate preferences and mating patterns of Canvasbacks (*Aythya valisineria*). *Ornithol. Monogr.* 37: 45-56.
- Borsari, A. und Ottoni, E.B. 2005. Preliminary observations of tool use in captive hyacinth macaws (*Anodorhynchus hyacinthinus*). *Animal Cognition*, Vol. 8, No. 1, 48-52.
- Brockway, B.F. 1964: Ethological studies of the budgerigar: Reproductive behavior. *Behaviour* 22: 193- 222.
- Broom, D. 1983. Stereotypes as Animal Welfare Indicators. In: Schmidt (ed). *Indicators Relevant to Farm Animal Welfare*: pp. 18-19. BougyVillars, Switzerland.
- Brosius, F. 2002. SPSS 11. Mitp-Verlag, Bonn.
- Brown, R. 1994. An introduction to Neuroendocrinology. 2. The Endocrine Glands and Their Hormones: 19-27. Cambridge: Cambridge University Press.
- Burley, C.K. und Moran, N. 1979. The significance of age and reproductive experience in the mate preferences of feral Pigeons, *Columba livia*. *Anim. Behav.* 27: 686 -698.
- Caro, T. 1998. The significance of behavioural ecology for conservation biology. In: T. Caro (ed.), *Behavioural Ecology and Conservation Biology*, pp. 3-26. New York: Oxford University Press.
- Caro, T. & Eadie, J., 2005: Animal behavior and conservation biology. Pp. 367 – 392. In: Bolhuis, J.J. & Giraldeau L.-A. (Eds.) *The behavior of animals – Mechanisms, function, and evolution*. Blackwell publishing Ltd.

- Caro, T.M. und Durant, S.M. 1995. The importance of behavioural ecology for conservation biology: examples from Serengeti carnivores. In: A.R.E. Sinclair und P. Arcese (eds.), *Serengeti II: Dynamics, Management, and Conservation of an Ecosystem*, pp. 451-472. Chicago: University of Chicago Press.
- Carter, C.S.; 1992. Neuroendocrinology of sexual behaviour in the female. In Becker, J.B., Breedlove, S.M. & Crews, D. (eds.) *Behavioural endocrinology: 71-96*. A Bradford Book, Cambridge, MA: MIT Press.
- Christansen, M.B und Pitter, E. 1992. Aspects of behaviour of juvenile red-fronted macaws, *Ara rubrogenys*, in the wild. *Ornitologia Neotropical*. No. 8. 123-133.
- Clubb, S.L., S. Wolf and A. Phillips, 1992a. Psittacine Pediatric Medicine, In *Psittacine Aviculture, Perspectives, Techniques and Research*, Schubot, R.M., K.J. Clubb and S.L. Clubb, A publication of Avicultural Breeding and Research Center, Loxahatchee, FL.
- Clubb, S.L., and K.J. Clubb, 1992b. Reproductive Life Span of Macaws at Parrot Jungle and Gardens, Miami, In *Psittacine Aviculture, Perspectives, Techniques and Research*, Schubot, R.M., K.J. Clubb and S.L. Clubb, A publication of Avicultural Breeding and research Center, Loxahatchee, FL.
- Clubb, S.L. und L.G. Karpinski, 1993. Aging in Macaws; *JAAV* 7(1); 31-33.
- Clutton-Brock TH, Vincent AC., 1991. Sexual selection and the potential reproductive rates of males and females. *Nature* 351: 58-60
- Cockrem, J. F. und Seddon, P. J. 1994. Annual cycle of sex steroids in the yellow-eyed penguin (*Megadyptes antipodes*) on South Island, New Zealand. *General and comparative endocrinology*. 1994, vol. 94, No.1, pp. 113-121
- Collar, N.J. 1997: Family Psittacidae. *Handbook of the Birds of the World*. J. del Hoyo, A. Elliott and J. Sargatal. Barcelona, Spain, Lynx Editions. Volume 4 Sandgrouse to Cuckoos: 280-479.
- Cullen, J.M. 1963: Allo-, auto- and heteropreening. *Ibis*, 105: 121-121.
- Coulson, J.C. 1966. The influence of the pair-bond and age on the breeding biology of the kittiwake gull, *Rissa tridactyla*. *Journal of Animal Ecology*, 35, 269-79.
- Cox, C.R., Goldsmith, V.I. and Engelhardt, H.R. 1993. Pair formation in California Condors,
- Cullen, J.M. 1953. Allo-, auto-, and heteropreening. *Ibis* 105:121.

- Curio, E. 1996. Conservation needs ethology. TREE. Vol. 11, No.6.
- Danielle, A., und Murray, N.D. 1986. Effects of inbreeding in the Budgeriar (*Melopsittacus undulatus*) (Aves: Psittacidae). Zoo. Biol. 5: 233-238.
- Davis, L.S. 1988. Coordination of incubation routines and mate choice in Adelie Penguins (*Pygoscelis adeliae*). Auk, 105, 428-32.
- Derrickson, S.R. und Carpenter, J.W. 1987. Behavioural management of captive cranes-factors influencing propagation and reintroduction. Pp. 493-514 in Proceedings of the 1981 crane workshop (G.W. Archibald und Pasquier, R.F., Eds.). Baraboo, Wisconsin, International Crane Foundation.
- Derrickson, S.R. und Snyder, N.F.R. 1997. Potentials and Limits of Captive Breeding in Parrot Conservation. In: New World Parrots in Crisis: Solutions from conservation biology. (Beissinger, S. und Snyder, N.F.R. eds).
- Dilger, W.C. 1960: The comparative ethology of the African genus *Agapornis*. Z. Tierpsychol., 17: 649-85.
- Dittami, J.P.; 1981. Seasonal changes in the behaviour and plasma titers of various hormones in Barheaded Gese *Anser indicus*. Z. Tierpsychol. 55: 289-324.
- Dittrich, L. 1986: Tiergartenbiologische Kriterien gelungener Adaptation von Wildtieren an konkrete Haltungsbedingungen. In: Militzer, K. (Hrsg.): Wege zur Beurteilung tiergerechter Haltung bei Labor-, Zoo- und Haustieren. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, S. 21- 33.
- EAZA 2009. European Association of Zoos and Aquaria. <http://www.eaza.net/> (22.05.2009).
- Engel, J. 1997. Signifikante Schule der schlichten Statistik. Filander Verlag.
- Ens, B., Choudhury, S. und Black, J.M., 1996: Mate fidelity and divorce in monogamous birds. In: Partnership in Birds. The Study of Monogamy (Ed. J.M. Black), 344-401. Oxford: Oxford University Press.
- Fischer, A. 2001. Partnerpräferenzen bei Graupapageien (*Psittacus erithacus*) und ihre Auswirkungen auf deren Verhalten und Physiologie. Diplomarbeit Universität Wien.
- Forshaw, J.M. 1989: Parrots of the World, 3rd (revised) ed., London.
- Fritsche, G. 1976. Beiträge zum Ethogramm der Art *Ara ambigu*. Diplomarbeit TU Braunschweig und Universität Bielefeld.

- Furr, B.J.A und Thomas, B.S.; 1970. Estimation of testosterone in plasma of domestic fowl. *J. Endocrinol.* 48: 143.
- Gilardi, J. D. 2002. Millionen Papageien in Gefangenschaft und 50 Millionen freilebende Papageien. Was können wir von jeder Population lernen um eine gesunde Zukunft der Papageien zu sichern. *Psittascene* 2002.
- Gilardi, J. D. und Munn, C.A. 1998. Patterns of activity, flocking, and habitat use in parrots of the peruvian amazon. *The Condor* 100: 641-653.
- Gosling, L.M. und Sutherland, W.J. 2000. Behaviour and Conservation. Conservation Biology Series 2. Cambridge University Press.
- Goymann, W. 2006. Verhaltensendokrinologie. In: Methoden der Verhaltensbiologie (Marc Naguib, ed.). Springer Verlag.
- Goymann, Geue, D., Schwabl, I., Flinks, H., Schmidl, D., Schwabl, H. und Gwinner, E., 2006. Testosterone and corticosterone during the breeding cycle of equatorial and European stonechats (*Saxicola torquata axillaris* and *S. t. rubicola*). *Hormones and Behavior*. Vol. 50, No 5, Pp. 779-785
- Gwinner, E., 1986. Circannual Rhythmus, 4. Synchronisation of Circannual Rhythms: 49-130. Berlin: Springer Verlag
- Hardy, J.W. 1963. Epigamic and reproductive behaviour of the orange-fronted parakeet. *Condor* 65: 169-99.
- Hediger, H. 1942: Wildtiere in Gefangenschaft. Ein Grundriss der Tiergartenbiologie. Basel.
- Hegner, R.E. und Wingfield, J.C. 1987. Effects of experimental manipulation of testosterone levels on parental investment and breeding success in male House Sparrows. *Auk* 104: 462-269.
- Helversen, D.v., 1980. Structure and function of antiphonal duets. *Acta XVII Congr. Int. Orn.*: 682-688.
- Hirschenhauser, K. 1998. Steroidhormone aus Kot und Sozialverhalten bei Graugänsen. Dissertation, Inst. Zoologie, Universität Wien.
- Hirschenhauser, K., Dittami, J., Möstl, E., Wallner, B. und Kotschral, K.; 1997. Testosterone and behaviour during different phases of reproduction in Greylag Geese (*Anser Anser*). *Adv. Ethol.* 32: 61.
- Hirschenhauser, K.; Möstl, E. und Kotschral, K. 1999. Within-pair testosterone covariation and reproductive output in Greylag Geese *Anser anser*. *Ibis* 141, 577-586.

Immelmann, K. 1983: Einführung in die Verhaltensforschung. 3.Aufl. Berlin, Hamburg: Parey.

IUCN 2009. International Union for Conservation of Nature. The IUCN Redlist of Threatened Species. [http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red\\_list/](http://www.iucn.org/about/work/programmes/species/red_list/) (22.05.2009)

Johnson, A.L.; 1986. Reproduction in the female; reproduction in the male. In Sturke, P.D. (ed.) Avian Physiology, 4<sup>th</sup> edn: 403-493. New York: Springer Verlag.

Juniper, T.& Parr, M. 1998. Parrots. A Guide to the Parrots of the World. Pica Press.

Kaiser, A. 2007. Vergleichende Untersuchung der Paarbindung und Rollenverteilung bei Brutpaaren von in Menschenobhut lebenden Papageien der Gattung Ara/Psittaciformes. Universität Würzburg.

Kappeler, P. 2009. Verhaltensbiologie. Springer Verlag, 2. Auflage.

Kepler, C.B. 1978. Captive propagation of Whooping Cranes: a behavioural approach. Pages 231-241 in Endangered birds: management techniques for preserving threatened species (S.A. Temple, ed). Madison, Wisconsin, University of Wisconsin Press.

Ketterson E.D., Nolan, V., Jr., Wolf, L. und Ziegenfus, C. 1992. Testosterone and avian life histories: effects of experimentally elevated testosterone on behaviour and correlates of fitness in the Dark-eyed Junco (*Junco hyemalis*). Am. Nat. 140: 980-999.

Kleiman, D.G. 1989. Reintroduction of captive mammals for conservation. BioScience, 39, 152 -161.

Kleiman, D. 1996. Reintroduction Programs. In: Kleiman, D., Allen, M, Thompson, K., Lumpkin, S. (eds). Wild Mammals in Captivity: pp. 297-305. University of Chicago Press, Chicago.

Klint, T. und Enquist, M. 1980. Pair formation and reproductive output in domestic Pigeons. Behv. Processes 6: 67-62.

Kortstock, K. 1976. Beiträge zum Ethogramm der Art *Ara ambigu*: Untersuchungen zur tageszeitlichen Aktivität unter Außen- und Innenbedingungen, zur interindividuellen Distanz und zur Funktion des Selbst- und Partnerputzens. Diplomarbeit, TU Braunschweig und Universität Bielefeld.

Kotschral, K., Hirschenhauser, K. und Möstl, E.; 1998. Dominance and stress is seasonal in Greylag Geese. Anim. Behav. 55: 171-176.

- Krebs, J.R. und Davies, N.B. 1984: Einführung in die Verhaltensökologie, Georg Thieme Verlag, Stuttgart, New York.
- Lacy, R.C. 1989. Analysis of founder representation in pedigrees: founder equivalents and founder genome equivalents. *Zoo Biol.* 8: 111-123.
- Lande, R. 1988. Genetics and demography in biological conservation. *Science* 241: 1455-1460.
- Lanning, D.V, 1991. Distribution and breeding biology of the red-fronted macaw. *Wilson Bull.*, 103 (3), pp.357-365.
- Lawton, J.H. und May, R.M. (eds.). 1995. *Assessing Extinction Rates*. Oxford University Press, Oxford.
- Ligon, J.D. 1999. The Evolution of Avian Breeding Systems. Oxford University Press: 256-266.
- Low, R. 2001. Die Zucht großer Aras, In: Papageien, 6: 193-198.
- Martin, P. und Bateson, P. 1993. *Measuring Behaviour: An introductory guide*: pp. 300-350. Second edition. Cambridge University Press.
- Mench, J. und Kreger, M. 1996. Ethical and Welfare Issues Associated with Keeping Wild Animals in Captivity. In: Kleiman, D., Allen, M., Thompson, K. und Lumpkin (eds). *Wild Animals in Captivity*: pp. 5-15. University of Chicago Press, Chicago.
- Meyer-Holzappel, M. 1968. Abnormal behavior in zoo animals. In Fox MW (ed) *Abnormal Behavior in Animals*, pp 476-503. W B Saunders: Philadelphia.
- Millam, J.R., Roudybush, T.E. und Grau, C.R. 1988. Reproductive success of hand-reared vs. parent-reared Cockatiels (*Nymphicus hollandicus*). *Zoo Biol.* 7:25-34.
- Millesi, E., Dittami, J.P. 2000: Behavioural and endocrine differences between paired and unpaired grey parrots. *Advances in Ethology*, 35: 48.
- Miyaki, C. und Ribeiro de Oliveira-Marques, A. 2006. Molecular phylogeny and characterization of the mitochondrial DNA control region of species of the genus *Ara* and *Primolius* (macaws and allies, Psittaciformes). *J. Ornithol.* 147 suppl., Pp. 212.
- Mock, D.W. und Fujioka, M 1990. Monogamy and long-term pair bonding in vertebrates. *Trends in Ecology and Evolution*, 5, 39-43.

- Møller, A.P. 2005. Mate choice, mating systems, and sexual selection. In: *The Behavior of Animals* (Johan J. Bolhuis, Luc-Alain Giraldeau (eds.)).
- Møller, A.P. und Étienne Danchin 2008. *Behavioural Ecology and Conservation*. In: *Behavioural Ecology*. Oxford University Press, Oxford.
- Munkes, V. und Schrooten, H.S., 2005. Aggressive Verhaltensweisen von Papageien – Bedeutung innerartlicher Regulative, *Papageien* 8/2005.
- Munn, C.A., 1988. Macaw Biology in Manu National Park, *Parrotletter* 1: 18-21.
- Nelson, R. 1995. *An Introduction to Behavioural Endocrinology*. Sunderland, MA: Sinauer Associates Inc.
- O'Connell, M.E., Reboulleau, C., Feder, H.H. und Silver, R. 1981. Social interactions and androgen levels in birds. I. Female characteristics associated with increased plasma androgen levels in the male Ring Dove (*Streptopelia risoria*). *Gen. Comp. Endocrinol.* 44: 454-463.
- Oring, L. 1982. Avian mating systems. In: *Avian Biology*, Vol.VI. Ed. by Farner, King and Parkes, Academic Press, NY.
- Pepper, J.W. 1996. *The behavioural ecology of the Glossy Black-Cockatoo (Calyptorhynchus lathami)*. Dissertation, University of Michigan.
- Power, D.M.: 1967: Epigamic and reproductive behaviour of orange-chinned parakeets in captivity. *Condor* 68: 562-581.
- Puschmann, W. 1978. Flusspferde an der Pleiße. *Panthera*, Zeitschrift des Zoologischen Gartens Leipzig.
- Ralls, K. und Ballou, J. 1983. Extinctions: lessons from zoos. Pp. 164-184 in *Genetics and conservation* (C.M. Schoenwald-Cox, S.M. Chambers, B. Mac-Bride und L.Thomes, eds.). Menlo Park, California, Benjamin/ Cummings.
- Rasmussen, D.R. 1981. Pair-Bond Strength and Stability and Reproductive Success. *Psychological Review*, Vol. 88, No. 3, 274-290.
- Renton, K. 2002. Seasonal variation in occurrence of macaws along a rainforest river. *Journal of Field Ornithology* 73(1):15-19.
- Rogers, L.J und McCullough, H. 1981. Pair bonding in the Galah *Cacatua roseicapillus*. *Bird Behaviour* 3: 80-92.

- Rowley, I. 1990: Behavioural Ecology of the Galah *Eolophus roseicapillus* in the Wheatbelt of Western Australia. Surrey Beatty & Sons, Chipping Norton NSW, Australia.
- Saunders, D.A. 1974: The function of displays in the breeding of the white-tailed black Cockatoo. *Emu* 74: 43- 46.
- Schmid, R. 2004. The influence of the breeding method on the behaviour of adult African grey parrots. Bern Diss.
- Schwabl, H. 1996. Environment modifies the testosterone levels of a female bird and its eggs. *J. Exp. Zool.* 276: 157-163.
- Serpell, J.A. 1981: Duets, greetings and triumph ceremonies analogous displays in the parrot genus *Trichoglossus*. *Z. Tierpsychol.* 55: 268-83.
- Silva, T. 1989. A monograph of endangered parrots. Pickering, Ontario, Canada, Silvio Mattachione.
- Silverin, B. 1990. Testosterone and corticosterone and their relationship to territorial and parental behaviour in the Pied Flycatcher. In: Balthazart, J. (ed.) *Hormones, Brain and Behaviour in Vertebrates. 2. Behavioural Activation in Males and Females – Social Interaction and Reproductive Endocrinology*: 129-142. *Comp. Physiol.* Vol.9. Basel: Karger.
- Simberloff, D. 1988. The contribution of population and community biology to conservation science. *Annu. Rev. Ecol. Syst.* 19: 473-511.
- Skeate, S.T. 1984. Courtship and reproductive behaviour of captive white-fronted amazon parrots *Amazona albifrons*. *Bird behaviour.* 5: 103- 9.
- Snyder, N., McGowan, P., Gilardi, J., & Grajal, A. (EDS.) 2000: Parrots. Status Survey and Conservation Action Plan 2000-2004. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Stamm, R.A. 1962: Aspekte des Paarverhaltens von *Agapornis personata*. Gefangenschaftsbeobachtungen, *Behaviour* 19: 1-66.
- Stattersfield, A.J., Crosby, M.J., Long, A.J. und Wege, D.C. 1998. *Endemic Bird Areas of the World*. BirdLife International, Cambridge.
- Sutherland, W.J. und Gosling, L.M. (eds.) 2000. Behaviour and conservation. Conservation biology series 2. Cambridge University Press.
- Trillmich, F. 1976: Spatial proximity and mate-specific behaviour in a flock of budgerigars *Melopsittacus undulatus*, (Aves, Psittacidae). *Zeitschrift für Tierpsychologie* 41: 307-331.

- Trivers, R. 1972. Parental Investment and Sexual Selection. In: Campbell, B. (ed). Sexual selection and the Descent of Man: pp. 136-179. Aldine, Chicago.
- Tschanz, B. 1984. „Artgemäß“ und „verhaltensgerecht“ - ein Vergleich. Prakt. Tierarzt 3, 211- 224.
- Vanselow, M. 2006. Untersuchung des Paarbindungsverhaltens verschiedener Ara-Arten (Psittacidae) in Menschenobhut. Projektstudie Loro Parque Fundación/ Universität Hamburg.
- Voss, I. 2004. Untersuchungen zur Paarbindung beim Blaulatzara (*Ara glaucogularis*) unter Berücksichtigung der partnerbezogenen Verhaltensweisen. Diplomarbeit Freie Universität Berlin.
- Wallace, M.P. 2000. Retaining natural behaviour in captivity for re-introduction programmes. In: Behaviour and Conservation. (Gosling, L.M und Sutherland, W.J. eds.). Cambridge University Press.
- Wanker, R. 1997: Der Einfluss unterschiedlicher Sozialisationsbedingungen auf die Paarbindungsfähigkeit des Augenring-Sperlingspapageis *Forpus conspicillatus* (Lafresnaye, 1848). Untersuchungen zum sozialen System unter seminaturalen Bedingungen und im Freiland. Papageienkunde Parrot Biology 1: 1-100.
- Wanker, R. und Fischer, J. 2001: Intra- and interindividual variation in the contact calls of spectacled parrotlets (*Forpus conspicillatus*). Behaviour 138:709-726.
- Wanker, R. & Sugama, Y., Prinage, S. 2005. Vocal labelling of social companions in spectacled parrotlets (*Forpus conspicillatus*). Animal Behaviour 70: 111-118.
- Wanker-Stempell, S. 2006. Der Einfluss der Haltungsbedingungen auf die Mutter-Kind-Beziehung bei drei Unterarten des Tigers (*Panthera tigris* Linnaeus, 1758) in zoologischen Gärten. Dissertation Universität Hamburg.
- Wickler, W. 1970. Soziales Verhalten als ökologische Anpassung. Verh. Dtsch. Zool. Ges. 64: 291-304.
- Wickler, W. und Seibt, U. 1983. Monogamy: an ambiguous concept. In: Mate choice (ed. P. Bateson), pp. 33-50. Cambridge University Press, Cambridge.
- Wiepkema, P. 1983. On the Significance of Ethological Criteria for the Assessment of Animal Welfare. In: Schmidt, H. (ed). Indicators Relevant to Farm Animal Welfare: pp. 71-79. Boston.

- Wingfield, J.C. und Farner, D.S., 1980. Control of seasonal reproduction in temperate-zone birds. *Prog. Reprod. Biol.* 5: 62-101.
- Wingfield, J.C., Hegner, R.E., Dufty Jr., A.M. und Ball, G.E. 1990. The challenge hypothesis: theoretical implications for patterns of testosterone secretion, mating systems and breeding strategies. *Am Nat.* 136: 829-846.
- Yamamoto, J.T., Shields, K.M., Millam, J.R., Roudybush, T.E. und Grau, C.R. 1989. Reproductive Activity of force-paired cockatiels (*Nymphicus hollandicus*). *The Auk* 106: 86-93.
- Zahavi, A. 1975. The testing of a bond. *Anim. Behav.* 25: 246-247.
- Zahavi, A. und Zahavi, A. 1997: *The Handicap Principle: A Missing Piece of Darwin's Puzzle*. Oxford Univ. Press, Oxford.
- Zöfel, P. 1992. *Statistik in der Praxis*. UTB Stuttgart: 218-229.

**7     Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 3-1:Das Verhältnis zeitlich mit dem Partner abgestimmter Verhaltensweisen zu unabhängig zum Partner durchgeführten Verhaltensweisen. ....	40
---	----

**8 Tabellenverzeichnis**

Tabelle 2-1: Die systematische Einordnung der Gattung Ara nach Collar (1997).....	17
Tabelle 2-2: Artnamen, Status, Größe, Verbreitung und Lebensweise der Arten, die in die Untersuchung einbezogen worden sind. ....	19
Tabelle 2-3: Darstellung der in dieser Untersuchung aufgenommenen solitären Verhaltensweisen.. ....	23
Tabelle 2-4:Darstellung des Fortpflanzungspotentials der Brutpaare .....	29
Tabelle 2-5: Gruppierungen für die Diskriminanzfunktionsanalyse. ....	33
Tabelle 3-1: Einfluss der Art auf die Abstimmung der Tagesaktivität .....	35
Tabelle 3-2: Einfluss der Art auf das Kontaktverhalten.....	36
Tabelle 3-3: Einfluss der Art auf die Sozialen Interaktionen .....	36
Tabelle 3-4: Individuelle Daten der untersuchten Tiere .....	37
Tabelle 3-5: Der reproduktive Erfolg der Brutpaare .....	39
Tabelle 3-6:Darstellung der zeitlich aufeinander abgestimmten Verhaltensweisen als Anzahl der 'points' für jedes Brutpaar.....	41
Tabelle 3-7: Dargestellt ist der Spearman-Rangkorrelationskoeffizient der Korrelation der Dauer und der Häufigkeit der Phasen .....	42
Tabelle 3-8: Dargestellt ist die durchschnittliche Anzahl der 'points' der Verhaltensweisen, die die Paare in Körperkontakt und zeitlich aufeinander abgestimmt ausgeführt haben..	43
Tabelle 3-9: Darstellung des Kontaktindex für jedes Brutpaar.....	44
Tabelle 3-10: Der Soziale Index .....	46
Tabelle 3-11: Die soziale Gefiederpflege, dargestellt als Häufigkeit des Auftretens der ‚events‘ .....	48
Tabelle 3-12: Die Summe, Häufigkeit und Dauer der Phasen sozialen Gefiederpflege für jedes Brutpaar .....	51
Tabelle 3-13: Darstellung der Testosteronkonzentration .....	52
Tabelle 3-14: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegeanzahl.....	56
Tabelle 3-15: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegegröße.....	56

---

Tabelle 3-16: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Jungtiere/ Selbst.....	57
Tabelle 3-17: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht.....	58
Tabelle 3-18: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht.....	58
Tabelle 3-19: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Eier.....	59
Tabelle 3-20: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegeanzahl.....	60
Tabelle 3-21: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegegröße.....	60
Tabelle 3-22: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Jungtiere .....	61
Tabelle 3-23: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient Produktivität	62
Tabelle 3-24: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Anzahl selbständig großgezignener Jungtiere.....	62
Tabelle 3-25: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht.....	63
Tabelle 3-26: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Anzahl der Eier .....	64
Tabelle 3-27: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegeanzahl.....	64
Tabelle 3-28: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Gelegegröße.....	65
Tabelle 3-29: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Jungtiere .....	65
Tabelle 3-30: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Produktivitätskoeffizient	66
Tabelle 3-31: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Jungtiere selbständig....	66
Tabelle 3-32: Klassifizierungsergebnisse bei Gruppierung nach Koeffizient kooperative Jungenaufzucht.....	67
Tabelle 3-33: Ergebnisse Regressionsanalysen Abstimmung Tagesaktivität .....	68
Tabelle 3-34: Ergebnisse Regressionsanalysen Kontaktverhalten .....	69
Tabelle 3-35: Ergebnisse der Regressionsanalyse soziale Interaktionen.....	69
Tabelle 3-36: Regressionsanalyse Testosteron-Ausschüttung.....	70
Tabelle 12-1: Ergebnisse der EIA- Analyse zur Testosteron-Konzentration.....	110
Tabelle 12-2: Beobachtungsplan 2006.....	115

Tabellenverzeichnis	105
Tabelle 12-3: Beobachtungsplan 2007.....	116
Tabelle 12-4: Der Reproduktionserfolg für die einzelnen Brutpaare.....	118

## 9 Danksagung

Danke an:

Prof. Dr. Dieter Wallschläger, Angela Puschmann, Ute Eggers, Meike Artelt, Gundula Wonke, Coronula Grauf, Okka Tschöpe, Naomi Itonaga, Petra von Dorsten, Ursula Hohl, Stefan Saumweber, Carl Camurça (Universität Potsdam)

Dr. Ralf Wanker (Universität Hamburg)

Prof. Dr. Almuth Einspanier, Anke Hahn (Universität Leipzig, Veterinär-Physiologisch-Chemisches Institut)

Dr. Matthias Reinschmidt, Dipl. Biol. Rafael Zamora, Dr. David Waugh, Marta Mozzi, Pedro Martín, Cristina Dreisorner und Wolfgang Kiessling ((Loro Parque Fundación und Loro Parque)

Dr. Rudolf Reinhard, Jörg Ulbricht, Peter Stanke und Mario Zilske (Zoo Berlin)

Prof. Dr. Dietmar Todt (Freie Universität Berlin)

Dr. Jadranka Mrzljak

Dr. Kurt Hammerschmidt (Deutsches Primatenzentrum DPZ, Göttingen)

Marion Vanselow, Bernd Klenk, Sandra Mikolasch und Andrea Kaiser

Laura Carballo, Lena Becker, Amina Krämer, Andrea Waßmuth, Saskia Laun, Lisa Naumann, Nicole Müller, Karin Michels, Julia Hemeling, Sabine Spenrath, Meike Fehrlage, Oana Covasala, Lisa Held, Evamaria Spitzley

Dr. Anette Häbich

Christoph Wolter

Ilja Heckmann

Katharina Peter

Dr. Sandra Junglen

Dr. Karl-Friedrich und Beatrix Voss und Familie

Flora Voss .

Für die Finanzierung danke ich

dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) und der Loro Parque Fundación (LPF), der Kommission für Gleichstellung und Frauenförderung (GFK) der Universität Potsdam, der Potsdam Graduate School (PoGS) und Martin Guth

**10 Erklärung**

Hiermit erkläre ich, Insa Voss, dass die vorliegende Arbeit bisher an keiner anderen Hochschule eingereicht worden ist sowie selbständig und ausschließlich mit den angegebenen Mitteln von mir angefertigt wurde.

Potsdam, den

**11 Lebenslauf**

## Persönliche Daten:

Insa Voss

Prenzlauer Allee 186

10405 Berlin

geb. am 07.Mai 1979 in Kassel

## Schulbildung:

1985 - 1989 Grundschule Brüder Grimm, Hann. Münden

1989 - 1991 Orientierungsstufe I in Hann. Münden

1991 - 1998 Grotefend Gymnasium in Hann. Münden, Abschluss Abitur

## Hochschulbildung:

1998-2001 Justus Liebig Universität in Giessen, Vordiplom (Studiengang Diplom-Biologie)

2001-2005 Freie Universität Berlin (Studiengang Diplom-Biologie), Abschluss Diplom

2005-2009 Universität Potsdam

## Fremdsprachen:

Englisch – gute Kenntnisse

Französisch, Latein, Spanisch – Schulkenntnisse

## **12 Anhang**

I. Ergebnisse der EIA- Analyse zur Testosteron-Konzentration

II. Beobachtungsplan 2006 bzw. 2007

III. Der Reproduktionserfolg für die einzelnen Brutpaare

Tabelle 12-1: Ergebnisse der EIA- Analyse zur Testosteron-Konzentration

Voliere	Paar	Datum	Testo-EIA	Datum	Testo-EIA
			M [ng/g]		W [ng/g]
580	mac_1	02.10.	2,786	02.10.	4,724
580	mac_1	08.10.	0,619	08.10.	6,461
580	mac_1	15.10.	5,569	15.10.	1,967
580	mac_1	22.10.	2,655	22.10.	10,914
580	mac_1	29.10.	7,801	29.10.	3,054
580	mac_1	05.11.	5,085	05.11.	1,25
580	mac_1	12.11.	3,056	12.11.	1,649
580	mac_1	19.11.	4,034	19.11.	5,509
580	mac_1	27.11.	4,585	27.11.	2,547
586	mil_1	25.09.	3,128	25.09.	0,336
586	mil_1	05.10.	0,99	05.10.	8,885
586	mil_1	10.10.	1,727	10.10.	0,918
586	mil_1	18.10.	1,989	18.10.	0,788
586	mil_1	24.10.	6,282	24.10.	0,862
586	mil_1	31.10.	3,083	31.10.	2,275
586	mil_1	07.11.	2,907	07.11.	12,545
586	mil_1	14.11.	2,826	14.11.	4,246
586	mil_1	21.11.	4,515	21.11.	1,672
587	amb_1	25.09.	2,705	25.09.	1,357
587	amb_1	05.10.	4,485	05.10.	4,798
587	amb_1	10.10.	1,131	10.10.	6,24
587	amb_1	18.10.	1,39	18.10.	4,955
587	amb_1	25.10.	1,052	25.10.	9,323
587	amb_1	31.10.	9,171	31.10.	2,425
587	amb_1	07.11.	5,705	07.11.	3,479
587	amb_1	14.11.	2,007	14.11.	2,991
587	amb_1	27.11.	3,415	27.11.	4,842
588	gla_1	25.09.	2,012	25.09.	1,331
588	gla_1	05.10.	2,911	05.10.	4,285
588	gla_1	10.10.	5,572	10.10.	4,263
588	gla_1	18.10.	1,848	18.10.	2,524
588	gla_1	25.10.	1,766	25.10.	1,045
588	gla_1	31.10.	2,543	31.10.	2,61
588	gla_1	06.11.	10,48	06.11.	0,859
588	gla_1	13.11.	5,786	13.11.	1,012
588	gla_1	27.11.	fehlt	27.11.	3,038
588	gla_1	27.11.	fehlt	21.11.	1,76

Voliere	Paar	Datum	Testo-EIA	Datum	Testo-EIA
			M [ng/g]		W [ng/g]
592	gla_2	01.10.	0,885	01.10.	1,023
592	gla_2	08.10.	1,322	08.10.	2,311
592	gla_2	15.10.	0,902	15.10.	1,953
592	gla_2	22.10.	2,834	22.10.	4,413
592	gla_2	29.10.	2,62	29.10.	1,186
592	gla_2	05.11.	1,397	05.11.	0,782
592	gla_2	12.11.	1,475	12.11.	1,774
592	gla_2	19.11.	3,408	19.11.	1,625
592	gla_2	26.11.	0,608	26.11.	1,818
592	gla_2	28.11.	2,593	28.11.	2,974
596	gla_3	28.09.	11,668	28.09.	2,56
596	gla_3	04.10.	5,583	04.10.	1,961
596	gla_3	10.10.	3,232	10.10.	1,323
596	gla_3	17.10.	2,063	17.10.	2,743
596	gla_3	24.10.	1,237	24.10.	3,082
596	gla_3	30.10.	1,319	31.10.	2,206
596	gla_3	06.11.	14,31	06.11.	2,358
596	gla_3	13.11.	20,278	14.11.	1,099
596	gla_3	20.11.	1,181	20.11.	1,705
605	ara_1	28.09.	1,821	28.09.	2,387
605	ara_1	02.10.	9,495	02.10.	1,286
605	ara_1	12.10.	1,12	12.10.	0,804
605	ara_1	18.10.	0,76	18.10.	0,26
605	ara_1	25.10.	1,388	25.10.	2,595
605	ara_1	31.10.	1,937	31.10.	1,826
605	ara_1	07.11.	2,083	07.11.	0,241
605	ara_1	14.11.	11,857	14.11.	2,845
605	ara_1	20.11.	0,899	20.11.	1,712
607	chl_1	28.09.	2,747	28.09.	0,836
607	chl_1	05.10.	3,071	05.10.	6,633
607	chl_1	12.10.	3,344	12.10.	3,414
607	chl_1	19.10.	2,578	19.10.	6,157
607	chl_1	25.10.	5,282	25.10.	2,26
607	chl_1	07.11.	3,882	07.11.	1,257
607	chl_1	14.11.	11,614	14.11.	3,048
607	chl_1	21.11.	5,398	21.11.	2,046
607	chl_1	27.11.	3,162	27.11.	3,392

Voliere	Paar	Datum	Testo-EIA M [ng/g]	Datum	Testo-EIA W [ng/g]
616	gla_4	26.09.	17,62	26.09.	5,016
616	gla_4	04.10.	0,998	04.10.	3,403
616	gla_4	10.10.	1,633	10.10.	1,144
616	gla_4	17.10.	1,561	17.10.	1,499
616	gla_4	24.10.	1,449	24.10.	2,136
616	gla_4	31.10.	1,811	31.10.	2,442
616	gla_4	06.11.	1,064	06.11.	0,91
616	gla_4	14.11.	1,433	14.11.	1,049
616	gla_4	20.11.	3,682	20.11.	1,065
624	chl_2	28.09.	2,407	28.09.	4,337
624	chl_2	04.10.	4,535	04.10.	9,217
624	chl_2	09.10.	2,963	09.10.	3,052
624	chl_2	17.10.	3,025	17.10.	2,332
624	chl_2	24.10.	5,926	24.10.	4,09
624	chl_2	31.10.	4,465	31.10.	2,83
624	chl_2	05.11.	7,882	05.11.	2,303
624	chl_2	14.11.	12,968	14.11.	2,571
624	chl_2	20.11.	3,359	20.11.	0,427
625	gla_5	28.09.	4,176	28.09.	2,648
625	gla_5	04.10.	2,254	04.10.	4,338
625	gla_5	09.10.	1,879	09.10.	4,38
625	gla_5	16.10.	1,077	16.10.	17,45
625	gla_5	23.10.	2,379	23.10.	10,017
625	gla_5	29.10.	8,128	29.10.	2,241
625	gla_5	06.11.	0,376	06.11.	3,972
625	gla_5	12.11.	0,736	12.11.	1,87
625	gla_5	19.11.	4,451	19.11.	2,679
626	ara_2	28.09.	4,992	28.09.	2,117
626	ara_2	02.10.	6,113	02.10.	3,447
626	ara_2	10.10.	9,99	10.10.	1,426
626	ara_2	17.10.	11,307	17.10.	1,059
626	ara_2	23.10.	0,944	23.10.	9,04
626	ara_2	29.10.	6,539	29.10.	2,816
626	ara_2	06.11.	5,701	06.11.	1,643
626	ara_2	12.11.	2,448	12.11.	1,209
626	ara_2	19.11.	5,075	19.11.	2,798

Voliere	Paar	Datum	Testo-EIA	Datum	Testo-EIA
			M [ng/g]		W [ng/g]
630	mac_3	28.09.	4,07	28.09.	2,638
630	mac_3	04.10.	2,398	04.10.	2,296
630	mac_3	10.10.	5,382	10.10.	2,396
630	mac_3	17.10.	1,919	17.10.	0,842
630	mac_3	24.10.	7,897	24.10.	2,063
630	mac_3	30.10.	2,484	30.10.	0,89
630	mac_3	07.11.	2,019	07.11.	1,005
630	mac_3	13.11.	14,512	13.11.	1,893
630	mac_3	19.11.	2,982	19.11.	1,404
637	ara_3	28.09.	2,903	28.09.	4,266
637	ara_3	08.10.	1,46	08.10.	2,713
637	ara_3	15.10.	2,326	15.10.	1,082
637	ara_3	22.10.	5,161	22.10.	2,488
637	ara_3	29.10.	4,954	29.10.	2,402
637	ara_3	05.11.	2,028	05.11.	1,431
637	ara_3	12.11.	2,058	12.11.	9,304
637	ara_3	20.11.	2,779	20.11.	1,072
637	ara_3	27.11.	1,501	27.11.	11,981
647	rub_1	28.09.	6,339	28.09.	1,006
647	rub_1	03.10.	2,221	03.10.	1,057
647	rub_1	09.10.	3,521	09.10.	0,678
647	rub_1	16.10.	2,385	16.10.	0,464
647	rub_1	23.10.	1,56	23.10.	0,644
647	rub_1	29.10.	2,156	29.10.	1,233
647	rub_1	05.11.	3,801	05.11.	0,443
648	mac_4	26.09.	3,121	26.09.	0,681
648	mac_4	02.10.	1,715	02.10.	0,964
648	mac_4	09.10.	5,539	09.10.	1,613
648	mac_4	16.10.	1,88	16.10.	1,785
648	mac_4	23.10.	5,405	23.10.	0,817
648	mac_4	30.10.	8,417	30.10.	1,725
648	mac_4	05.11.	4,506	05.11.	0,654
648	mac_4	12.11.	1,051	12.11.	0,646
648	mac_4	19.11.	6,53	19.11.	1,408

Voliere	Paar	Datum	Testo-EIA		
			M [ng/g]	W [ng/g]	
649	chl_3	28.09.	1,851	28.09.	6,459
649	chl_3	03.10.	0,747	03.10.	1,267
649	chl_3	09.10.	1,555	09.10.	1,133
649	chl_3	16.10.	4,967	16.10.	2,41
649	chl_3	23.10.	3,022	23.10.	3,814
649	chl_3	30.10.	8,709	30.10.	4,533
649	chl_3	05.11.	3,109	05.11.	3,50
649	chl_3	12.11.	1,449	12.11.	2,702
649	chl_3	20.11.	5,777	20.11.	5,564
656	rub_3	26.09.	2,194	26.09.	1,532
656	rub_3	04.10.	1,714	04.10.	1,798
656	rub_3	08.10.	1,216	08.10.	1,001
656	rub_3	15.10.	2,371	15.10.	1,922
656	rub_3	22.10.	5,15	22.10.	3,914
656	rub_3	29.10.	1,08	29.10.	2,886
656	rub_3	05.11.	2,425	05.11.	0,887
656	rub_3	12.11.	0,909	12.11.	1,517
656	rub_3	19.11.	1,656	19.11.	0,806
658	rub_4	26.09.	0,917	26.09.	1,105
658	rub_4	03.10.	0,651	03.10.	0,596
658	rub_4	09.10.	1,029	09.10.	1,646
658	rub_4	16.10.	0,691	16.10.	1,188
658	rub_4	22.10.	0,573	22.10.	0,549
591	mac_2	28.09.	3,514	28.09.	2,618
591	mac_2	05.10.	1,199	05.10.	1,566
591	mac_2	11.10.	2,322	11.10.	3,568
591	mac_2	18.10.	4,425	18.10.	2,396
591	mac_2	24.10.	2,545	24.10.	11,307
591	mac_2	31.10.	13,68	31.10.	4,044
591	mac_2	06.11.	1,559	06.11.	1,333
591	mac_2	13.11.	1,828	14.11.	4,779
591	mac_2	20.11.	2,574	20.11.	2,83

Tabelle 12-2: Beobachtungsplan 2006

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Tag 1	mil_1	16.09.06	06.09.06	18.09.06	16.09.06	16.09.06	07.09.06	16.09.06
Tag 2	mil_1	23.09.06	26.09.06	23.09.06	27.09.06	25.09.06	03.10.06	21.09.06
Tag 3	mil_1	05.10.06	06.10.06	03.10.06	19.10.06	07.10.06	07.10.06	09.10.06
Tag 1	mac_2	07.09.06	16.09.06	09.09.06	18.09.06	27.09.06	16.09.06	11.09.06
Tag 2	mac_2	25.09.06	25.09.06	18.09.06	02.10.06	04.10.06	26.09.06	19.09.06
Tag 3	mac_2	07.10.06	25.09.06	11.10.06	09.10.06	05.09.06	10.10.06	22.09.06
Tag 1	gla_3	07.09.06	11.09.06	15.09.06	16.09.06	07.09.06	09.09.06	16.09.06
Tag 2	gla_3	09.09.06	23.09.06	26.09.06	02.10.06	22.09.06	18.09.06	26.09.06
Tag 3	gla_3	09.10.06	05.10.06	07.10.06	03.10.06	04.10.06	06.10.06	11.10.06
Tag 1	chl_1	16.09.06	08.09.06	09.09.06	06.09.06	07.09.06	12.09.06	15.09.06
Tag 2	chl_1	03.10.06	19.09.06	26.09.06	13.09.06	18.10.06	21.09.06	19.09.06
Tag 3	chl_1	12.10.06	11.10.06	06.10.06	10.10.06	19.10.06	04.10.06	03.10.06
Tag 1	gla_4	09.09.06	08.09.06	11.09.06	12.09.06	15.09.06	09.09.06	13.09.06
Tag 2	gla_4	19.09.06	26.09.06	19.09.06	21.09.06	26.09.06	09.10.06	04.10.06
Tag 3	gla_4	05.10.06	03.10.06	13.10.06	07.10.06	06.10.06	22.09.06	07.10.06
Tag 1	chl_2	13.09.06	16.09.06	16.09.06	11.09.06	08.09.06	13.09.06	18.09.06
Tag 2	chl_2	04.10.06	23.09.06	27.09.06	23.09.06	25.09.06	02.10.06	07.10.06
Tag 3	chl_2	13.10.06	17.10.06	05.10.06	14.10.06	10.10.06	16.10.06	22.09.06
Tag 1	gla_5	13.09.06	07.09.06	13.09.06	09.09.06	09.09.06	11.09.06	08.09.06
Tag 2	gla_5	26.09.06	03.10.06	27.09.06	21.09.06	03.10.06	23.09.06	18.09.06
Tag 3	gla_5	10.10.06	09.10.06	14.10.06	06.10.06	22.09.06	02.10.06	14.10.06
Tag 1	mac_3	11.09.06	15.09.06	11.09.06	15.09.06	06.09.06	08.09.06	09.09.06
Tag 2	mac_3	15.10.06	27.09.06	25.09.06	19.09.06	02.10.06	17.10.06	21.09.06
Tag 3	mac_3	04.10.06	06.10.06	09.10.06	11.10.06	09.10.06	18.09.06	10.10.06
Tag 1	rub_1	12.09.06	09.09.06	07.09.06	11.09.06	16.09.06	13.09.06	08.09.06
Tag 2	rub_1	21.09.06	02.10.06	19.09.06	18.09.06	09.09.06	26.09.06	27.09.06
Tag 3	rub_1	07.10.06	09.10.06	16.10.06	22.09.06	21.09.06	06.10.06	17.10.06
Tag 1	mac_4	19.09.06	19.09.06	12.09.06	09.09.06	12.09.06	07.09.06	15.09.06
Tag 2	mac_4	21.09.06	25.09.06	23.09.06	27.09.06	23.09.06	25.09.06	02.10.06
Tag 3	mac_4	06.10.06	14.10.06	06.10.06	07.10.06	11.10.06	03.10.06	12.10.06
Tag 1	mil_2	15.09.06	07.09.06	08.09.06	12.09.06	15.09.06	08.09.06	13.09.06
Tag 2	mil_2	27.09.06	09.09.06	03.10.06	25.09.06	19.09.06	25.09.06	23.09.06
Tag 3	mil_2	09.10.06	10.10.06	09.10.06	12.10.06	02.10.06	04.10.06	15.10.06
Tag 1	rub_3	12.09.06	15.09.06	16.09.06	15.09.06	09.09.06	06.09.06	19.09.06
Tag 2	rub_3	25.09.06	27.09.06	21.09.06	04.10.06	18.09.06	19.09.06	26.09.06
Tag 3	rub_3	02.10.06	07.10.06	04.10.06	16.10.06	15.10.06	14.10.06	06.10.06
Tag 1	rub_4	08.09.06	12.09.06	13.09.06	13.09.06	08.09.06	11.09.06	09.09.06
Tag 2	rub_4	26.09.06	15.10.06	21.09.06	19.09.06	03.10.06	23.09.06	25.09.06
Tag 3	rub_4	06.10.06	16.10.06	05.10.06	04.10.06	16.10.06	15.10.06	02.10.06

Tabelle 12-3: Beobachtungsplan 2007

		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Tag1	mac_1	01.10.07	02.10.07	16.11.07	24.09.07	26.09.07	05.11.07	05.10.07
Tag2	mac_1	22.10.07	08.11.07	26.11.07	16.10.07	08.10.07	19.11.07	12.11.07
Tag3	mac_1	12.11.07	09.11.07	15.11.07	02.11.07	06.11.07	22.10.07	26.11.07
Tag1	amb_1	26.10.07	12.10.07	24.09.07	27.09.07	02.10.07	04.10.07	05.11.07
Tag2	amb_1	14.11.07	22.10.07	01.10.07	10.10.07	18.10.07	16.10.07	14.11.07
Tag3	amb_1	27.11.07	26.11.07	21.11.07	06.11.07	27.09.07	08.11.07	22.10.07
Tag1	gla_1	06.11.07	24.09.07	07.11.07	01.10.07	11.10.07	30.10.07	09.10.07
Tag2	gla_1	26.11.07	13.11.07	16.11.07	05.10.07	15.10.07	12.11.07	24.10.07
Tag3	gla_1	28.11.07	21.11.07	20.11.07	05.11.07	09.11.07	30.11.07	14.11.07
Tag1	gla_2	26.09.07	01.10.07	08.11.07	02.10.07	28.09.07	11.10.07	18.10.07
Tag2	gla_2	16.11.07	12.11.07	14.11.07	09.10.07	16.10.07	07.11.07	09.11.07
Tag3	gla_2	26.11.07	29.11.07	28.11.07	05.11.07	14.11.07	19.11.07	21.11.07
Tag1	ara_2	02.10.07	27.11.07	12.10.07	26.09.07	04.10.07	18.10.07	05.11.07
Tag2	ara_2	16.11.07	06.11.07	14.11.07	11.10.07	15.10.07	31.10.07	19.11.07
Tag3	ara_2	09.11.07	28.11.07	29.11.07	07.11.07	12.11.07	16.11.07	09.11.07
Tag1	ara_1	07.11.07	16.11.07	02.10.07	03.10.07	01.10.07	27.09.07	11.10.07
Tag2	ara_1	08.11.07	28.11.07	25.10.07	17.10.07	09.10.07	24.10.07	07.11.07
Tag3	ara_1	13.11.07	19.10.07	19.11.07	06.11.07	08.11.07	14.11.07	12.11.07
Tag1	ara_3	05.11.07	26.10.07	06.11.07	28.09.07	03.10.07	09.10.07	01.10.07
Tag2	ara_3	20.11.07	16.11.07	09.11.07	07.11.07	17.10.07	05.11.07	16.11.07
Tag3	ara_3	15.11.07	19.11.07	28.11.07	19.10.07	12.11.07	09.11.07	19.11.07
Tag1	chl_3	11.10.07	05.11.07	26.10.07	26.09.07	05.10.07	01.10.07	31.10.07
Tag2	chl_3	09.11.07	29.11.07	08.11.07	08.10.07	06.11.07	03.10.07	07.11.07
Tag3	chl_3	28.11.07	27.11.07	12.11.07	08.11.07	19.10.07	14.11.07	16.11.07
Tag1	mac_3	08.11.07	07.11.07	13.11.07	24.10.07	25.10.07	07.11.07	21.11.07
Tag2	mac_3	19.11.07	15.11.07	21.11.07	30.10.07	14.11.07	12.11.07	26.11.07
Tag3	mac_3	27.11.07	20.11.07	29.11.07	08.11.07	09.11.07	16.11.07	28.11.07

		1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Mittelwert
Ara ambigua	E									4	3	1	0	2,00
587	G									2	2	1	0	1,25
amb 1	GG									2	1	1	0	1,00
	J									4	3	1	0	2,00
Ara ararauna	E												5	2,50
605	G												2	1,00
ara 1	GG												2,5	1,25
	J												4	2,00
Ara ararauna	E							11	5	5	1	0	4	4,33
626	G							4	3	4	1	0	2	2,33
ara 2	GG							2,75	1	1,25	1	0	2	1,33
	J							5	3	5	1	0	1	2,50
Ara ararauna	E						1	1	0	2	2	0	5	2,20
637	G						1	1	0	1	2	0	2	1,40
ara 3	GG						1	1	0	2	1	0	2,5	1,50
	J						1	1	0	2	2	0	3	1,80
Ara chloroptera	E	1	0	1	0	0	2	2	4	0	0	0	5	1,25
607	G	1	0	1	0	0	1	1	2	0	0	0	2	0,67
chl 1	GG	1	0	1	0	0	3	2	1,3	0	0	0	2,5	0,90
	J	1	0	1	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0,58
Ara chloroptera	E									2	0	2	1	1,25
624	G									1	0	1	1	0,75
chl 2	GG									1	0	2	1	1,00
	J									1	0	2	0	0,75
Ara chloroptera	E							1	5	2	0	2	4	2,33
649	G							1	2	1	0	1	2	1,17
chl 3	GG							1	2,5	2	0	2	2	1,58
	J							0	0	2	0	2	0	0,67
Ara glaucogularis	E							4	10	4	2	0	6	4,33
588	G							2	4	2	1	0	2	1,83
gla 1	GG							2	2,5	2	2	0	3	1,92
	J							1	2	3	2	0	0	1,33
Ara glaucogularis	E	1	4	2	3	4	2	4	2	2	3	0	3	2,50
592	G	1	2	1	2	2	1	2	2	1	1	0	1	1,33
gla 2	GG	1	2	2	2	2	2	2	1	2	3	0	1,5	1,71
	J	1	1	2	1	2	2	1	1	2	3	0	0	1,33
Ara glaucogularis	E									3	6	0	8	4,25
596	G									2	3	0	3	2,00
gla 3	GG									2	2	0	2,7	1,67
	J									3	6	0	4	3,25
Ara glaucogularis	E								4	3	3	0	8	3,60
616	G								3	1	1	0	3	1,60
gla 4	GG								1	3	3	0	2,7	1,93
	J								1	3	3	0	3	2,00
Ara glaucogularis	E					1	0	2	3	0	0	0	3	1,13
625	G					1	0	1	2	0	0	0	1	0,63
gla 5	GG					1	0	2	1	0	0	0	3	0,88
	J					0	0	1	2	0	0	0	2	0,63
Ara macao	E									2	2	0	0	1,00
580	G									1	2	0	0	0,75
mac1	GG									2	2	0	0	1,00
	J									0	2	0	0	0,50

		1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Mittelwert
Ara macao	E													1	0	0	0	0	0,20
591	G													1	0	0	0	0	0,20
mac 2	GG													1	0	0	0	0	0,20
	J													0	0	0	0	0	0,00
Ara macao	E										1	1	0	3	5	0	0	6	2,00
630	G										1	1	0	1	3	0	0	3	1,13
mac 3	GG										1	1	0	1,2	1,6	0	0	2	0,85
	J										1	1	0	0	5	0	0	2	1,13
Ara macao	E							4	0	14	8	19	13	10	8	8	0	11	8,64
648	G							1	0	6	5	7	6	5	4	3	0	4	3,73
mac 4	GG							1,5	0	2,3	1,6	2,7	2	2,5	2	2	0	2,75	1,76
	J							1	0	8	7	19	11	8	8	8	0	7	7,00
Ara militaris	E									6	4	0	1	2	0	2	0	0	1,67
586	G									3	1	0	1	2	0	1	0	0	0,89
mil1	GG									2	2	0	1	1	2	0	0	0	0,89
	J									4	1	0	0	0	0	2	0	0	0,78
Ara rub.	E							2	3	0	4	9	11	9	6	7	0	10	5,55
647	G							2	1	0	1	3	5	3	2	2	0	2	1,91
rub 1	GG							1	3	0	4	3	2,2	3	2	3,5	0	5	2,43
	J							2	3	0	4	9	10	7	6	7	0	4	4,73
Ara rub.	E													3	3	0	0	0	1,00
652	G													1	2	0	0	0	0,50
rub 2	GG													3	1,5	0	0	0	0,75
	J													0	0	0	0	0	0,00
Ara rub.	E													2	1	5	0	7	2,50
656	G													2	1	2	0	4	1,50
rub 3	GG													1	1	1	0	1,75	0,79
	J													0	1	5	0	5	1,83
Ara rub.	E	4	3	0	1	1	5	5	3	4	5	4	6	4	1	1	0	1	2,82
658	G	1	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	3	2	1	1	0	1	1,41
rub 4	GG	4	3	0	1	1	2,5	1,6	1,5	2	2,5	2	3	2	1	1	0	1	1,71
	J	0	0	0	1	1	1	1	2	4	5	4	5	4	1	1	0	1	1,82

Tabelle 12-4: Der Reproduktionserfolg für die einzelnen Brutpaare

Legende:

E= Eier; G= Anzahl der Gelege; GG= durchschnittliche Gelegegröße; J= Anzahl Jungtiere